

# UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědná fakulta  
Katedra rozvojových a environmentálních studií



## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Problematika udržení vody v krajině: zaměření na srovnání vodní nádrže  
Nové Mlýny a lužního lesa Litovelského Pomoraví

Vypracovala: Kateřina Horká  
Vedoucí práce: doc. Ing. Ivo Machar, Ph.D.

Olomouc

### **Bibliografické identifikace**

Jméno a příjmení autora: Kateřina Horká

Název práce: Problematika udržení vody v krajině: zaměření na srovnání vodní nádrže  
Nové Mlýny a lužního lesa Litovelského Pomoraví

Typ práce: Bakalářská

Pracoviště: Katedra rozvojových a environmentálních studií

Vedoucí práce: doc. Ing. Ivo Machar, Ph.D.

Rok obhajoby práce: 2020

Klíčová slova: Důležitost povodně v lužním lese, přehrada Nové Mlýny, retence vody  
v krajině

Počet stran: 92

Počet příloh: 3

Jazyk: Český

### **Bibliographical identification**

Autor's first name and Suriname: Kateřina Horká

Title: Problems of water retention in the landscape: focus on the comparison  
of the Nové Mlýny reservoir and the riparian forest of Litovelské Pomoraví

Type of thesis: Bachelor

Department: Department of Development and Environmental Studies

Supervisor: doc. Ing. Ivo Machar, Ph.D.

The year of presentation: 2020

Keywords: Importance of floods in riparian forest, Nové Mlýny dam, water retention in  
the landscape

Number of pages: 92

Number of appendices: 3

Langues: Czech

## Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá porovnáním retenční schopnosti přírodního mokřadu a přehradní nádrže retencí na příkladu přirozeného lužního lesa Litovelského Pomoraví a uměle vytvořeného vodního díla Nové Mlýny. Hlavním úkolem práce je zjistit, jak výška hladiny ovlivňuje retenční prostor přehrady a jaké jsou dopady pro biodiverzitu území, lokality. Zaměřila jsem se i na průběhy povodní, resp. jejich povodňové křivky ve vybraných územích.

Zjišťované údaje byly vypočteny přes počáteční objemy jednotlivých nádrží při kótě hladiny 171,24 m n. m - výška maximálního nadržení retenčního prostoru. Jako výchozí zdroj pro výpočty retenčních objemů byl použit (Havlíček 2017), který je srozumitelnější než údaje na webových stránkách povodí Moravy. Objemy byly vypočítány metodou trojčlenky s nepřímou úměrou, neboť se retenční prostor přirozeně zvětšuje s klesající hladinou v nádržích. Stejný postup byl využitý i u dat od povodí Moravy i zde byla kóta hladiny nastavena na 171,24 m n. m. jako výchozí hodnota.

Prací jsem zjistila, že ačkoliv jsou přehrady často plánované jako ochrana před povodní, tak mají daleko menší retenční prostor než přirozená niva, z důvodu převažujících jiných zájmů, vyšlo mi 26,4 mil. m<sup>3</sup> (ekologická studie) – 35,3 mil. m<sup>3</sup> (údaje z webových stránek Povodí Moravy) by vodní hladina byla snížena na 168,5 m n. m., tak dojde k propojení obou břehů biokoridorem. Zmiňovaná přirozená niva s lužním lesem dokáže zadržet 60 mil. m<sup>3</sup> vody, díky rozlité na jeho ploše, tím se povodňová vlna zpomalí o 12 hodin, není u něj třeba žádné větší investice, pouze stačí pravidelná péče.

V případě vodní nádrže Nové Mlýny vodohospodáři a Jihomoravský kraj odmítají snížit hladinu, spíše ji chtějí navyšovat z obavy opakujících se such. Nemálo důležitým výsledkem je problém zanášení dosahující hodnoty 75 988 [t. rok-1] a z 80 % tvořeným intenzivním zemědělstvím v okolí. Dalším kritériem je ekonomická náročnost spojená s odbahňováním ve výši 7,5 mld. Kč, u samotné stavby šplhá částka k 21,2 mld.

Možným výsledkem dalších prací zabývajících se touto problematikou může být se více zaměřovat na kombinaci technického a přírodě blízkého protipovodňového opatření a přehodnocení skutečného vlivu přehrad na průběh a zbrzdění povodně. Příští projekty mohou vést k více environmentálně přijatelným úpravám toků, využívající zkušenosti ze zahraničí, blízcí se přirozenému stavu.

**Klíčová slova**

Důležitost povodně v lužním lese, přehrada Nové Mlýny, retence vody v krajině

## **Abstract**

This bachelor's thesis deals with the comparison of the retention capacity of a natural wetland and a dam reservoir by the retention on the example of the natural riparian forest of Litovelské Pomoraví and the artificially created waterworks Nové Mlýny. The main task of the work is to find out how the water level affects the retention area of the dam and what are the impacts on the biodiversity of the area, locality. I also focused on the course of floods, or rather. their flood curves in selected areas, exactly on flood curves.

The investigated data were calculated over the initial volumes of individual reservoirs at the figure of the water level of 171.24 m above the sea level - the height of the maximum damming of the retention area. (Havlíček 2017) was used as an initial source for the calculations of retention volumes, which is more comprehensible than the data on the website of the Morava river basin. Volumes are calculated using the triple element method with an indirect proportion, as the retention area naturally increases with decreasing level in the reservoirs. The same procedure was used for data from the Morava river basin, and here the level was set at 171.24 m above the sea level as an initial value.

In my work I found out that although dams are often planned to serve as flood protection, they have a much smaller retention area than natural floodplains, due to other predominant interests, I counted out 26.4 million m<sup>3</sup> (ecological study) – 35.3 million m<sup>3</sup> (data from the website of the Morava River Basin District) the water level would be lowered to 168.5 m above sea level, thus both banks will come to merge by a biocorridor. The mentioned natural floodplain with riparian forest can hold 60 million m<sup>3</sup> of water, thanks to spillage on its surface, which slows down the flood wave by 12 hours, it does not require any major investment, only regular care is enough.

In the case of the Nové Mlýny reservoir, water managers and the South Moravian Region refuse to lower the water level, but rather they want to increase it in the fear of recurrent droughts. A not very important result is the problem of clogging reaching the value of 75 988 [t. year<sup>-1</sup>] and 80% is made by intensive agriculture in the area. Another criterion is the economic demand associated with mud removal in the amount of CZK 7.5 billion, while the amount of the construction itself climbs to CZK 21.2 billion.

A possible result of further work dealing with this issue may be to focus more on the combination of technical and nature-friendly flood control measures and reassessment of the real impact of dams on the course and deceleration of flood. Future projects may lead to more environmentally acceptable stream modifications which are close to natural state while use experience from abroad.

**Keywords**

Importance of floods in riparian forest, Nové Mlýny dam, water retention in the landscap

## **Poděkování**

Na tomto místě bych chtěla poděkovat panu doc. Ing. Ivo Macharovi, Ph.D., za přátelský, ale však odborný přístup.

Ráda bych poděkovala panu Mgr. Janu Koutnému, Ph.D., který mi poskytl cenné rady při psaní práce.

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Problematika udržení vody v krajině: zaměření na srovnání vodní nádrže Nové Mlýny a lužního lesa Litovelského Pomoraví vypracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Ivo Machara, Ph.D. s použitím všech použitých pramenů uvedených v seznamu literatury.

V Olomouci dne 8. června 2020

.....

Kateřina Horká



UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI  
Přírodovědecká fakulta  
Akademický rok: 2016/2017

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Kateřina HORKÁ**  
Osobní číslo: **R17388**  
Studijní program: **B1301 Geografie**  
Studijní obor: **Environmentální studia a udržitelný rozvoj**  
Název tématu: **Problematika udržení vody v krajině: zaměření na srovnání  
vodní nádrže Nové Mlýny a lužního lesa Litovelského  
Pomoraví**  
Zadávající katedra: **Katedra rozvojových a environmentálních studií**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. V teoretické části práce studentka zpracuje literární rešerši problematiky sucha v krajině a krajinných opatření ve vztahu k retenci vody v krajině. Součástí rešerše bude i stručná geografická a krajinně-ekologická analýza dvou studijních území: oblast Nových Mlýnů na jižní Moravě a oblast Litovelského Pomoraví. 2. Praktická část práce bude věnována analytickému srovnání obou výše uvedených studijních území z hlediska jejich významu pro retenci vody v krajině včetně srovnání jejich krajinně-ekologické hodnoty. 3. V Diskusi studentka srovná vlastní poznatky (závěry) z kvalifikační práce s publikovanými údaji z literatury na téma krajina a voda.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Rozsah pracovní zprávy: **10 - 15 tisíc slov**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**  
Seznam odborné literatury:

Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. (nedatováno). Získáno 5. listopad 2018, z <http://litovelskepomoravi.ochranaprirody.cz/>. Chytrý, M. (2001). Katalog biotopů České republiky. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. Jihomoravský kraj. (nedatováno). Získáno 5. listopad 2018, z <http://www.jizni-morava.cz/objekt/31741-nove-mlyny>. Miklín, J. (9. prosinec 2009). Jan Miklín. Získáno 5. listopad 2018, z <https://www.janmiklin.cz/clanek-luzni-lesy-moravy-a-dyje/>. Povodí Moravy. (nedatováno). Získáno 5. listopad 2018, z <http://www.pmo.cz/>. Solaříková, I. (29. březen 2017). Idnes. Získáno 5. listopad 2018, z [https://brno.idnes.cz/obora-soutok-luzni-lesy-sucho-nove-mlyny-flo-/brno-zpravy.aspx?c=A170329\\_2315693\\_brno-zpravy\\_krut](https://brno.idnes.cz/obora-soutok-luzni-lesy-sucho-nove-mlyny-flo-/brno-zpravy.aspx?c=A170329_2315693_brno-zpravy_krut). Státní pozemkový úřad. (nedatováno). Získáno 5. listopad 2018, z <http://zitkrajinou.cz/krajina/za-vdecime-luznim-lesum/>. Tamera. (nedatováno). Získáno 5. listopad 2018, z <https://www.tamera.org/water-retention-landscape/>. Whaley, J. M. (10. říjen 2016). ScienceDirect. Získáno 5. listopad 2018, z <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0169204688900400>.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Ivo Machar, Ph.D.**  
Katedra rozvojových a environmentálních studií

Datum zadání bakalářské práce: **28. ledna 2017**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **2. srpna 2018**

L.S.

doc. RNDr. Martin Kubala, Ph.D.  
děkan

doc. RNDr. Pavel Nováček, CSc.  
vedoucí katedry

V Olomouci dne 4. května 2018

## Obsah

SEZNAM OBRÁZKŮ .....	14
SEZNAM TABULEK.....	15
SEZNAM GRAFŮ .....	16
SEZNAM ZKRATEK.....	17
ÚVOD.....	18
1 REŠERŠE: POVODNĚ, KRAJINA A RETENCE VODY .....	20
1.1 Dlouhodobá sucha a důležitost retence .....	20
1.2 Souvislost mezi suchem a povodněmi .....	20
1.3 Povodně v roce 1997.....	21
1.4 Přírodní prvky udržující vodu v krajině .....	22
1.4.1 Lužní lesy .....	23
1.4.2 Mokřady .....	23
1.4.3 Rašeliniště.....	23
1.4.4 Vlhké louky .....	24
1.4.5 Tůně v nivě řek .....	24
1.5 Historie vybraných lokalit .....	25
1.5.1 Historie území, původní ráz krajiny v Litovelském Pomoraví.....	25
1.5.2 Historie území, původní ráz krajiny na území Nových Mlýnů (zaniklá obec Mušov).....	25
1.6 Parametry ovlivňující průběh povodní u Litovelského Pomoraví.....	26
1.6.1 Členitost terénu – geomorfologie.....	26
1.6.2 Hospodaření v krajině .....	26
1.6.3 Půda, podloží .....	27
1.7 Parametry ovlivňující průběh povodní u vodní nádrže Nové Mlýny.....	28
1.7.1 Členitost terénu .....	28
1.7.2 Hospodaření v krajině – vliv zemědělství .....	28
1.7.3 Půda, podloží .....	29
2 CÍLE PRÁCE .....	30
3 METODIKA.....	31
3.1 Přírodní ukazatele .....	31
3.1.1 Bio-klimatické poměry.....	31
3.1.2 Průběhy povodňových vln.....	33

3.1.3	Retenční schopnost – celková tabulka .....	33
3.2	Ekonomické ukazatele.....	34
3.3	Přínosy retence pro zemědělce a klima - mapa sklonitosti + letecká mapa	35
4	LOKALITY .....	37
4.1	Proč zrovna tyto lokality .....	37
4.2	Litovelské Pomoraví .....	41
4.2.1	Základní informace (kde se nachází, rozloha, vyhlášení CHKO) .....	41
4.2.2	Rozmanitost biotopů (typy stanovišť).....	41
4.2.3	Využívání: minulost x současnost – rozdílnost .....	42
4.3	Vodní nádrž Nové Mlýny .....	43
4.3.1	Základní informace (kde se nachází, rozloha, dokončení poslední nádrže) .....	43
4.3.2	Rozmanitost biotopů (typy stanovišť).....	43
4.3.3	Využívání: minulost x současnost – rozdílnost .....	45
5	VÝSLEDKY .....	46
5.1	Litovelské Pomoraví .....	46
5.1.1	Průběh povodňových vln při povodních 1989 – současnost .....	46
5.1.2	Retence a uvolňování vody .....	50
5.1.3	Prvky ovlivňující průběh povodně .....	50
5.1.4	Protipovodňové přínosy retence .....	53
5.1.5	Přínosy retence pro zemědělce a klima .....	53
5.1.6	Ekonomická náročnost údržby lokality .....	54
5.2	Vodní nádrž Nové Mlýny .....	54
5.2.1	Průběh přílivových vln při povodních 1989 – současnost .....	54
5.2.2	Retence a uvolňování vody - tabulky a grafy s popisem.....	60
5.2.3	Prvky ovlivňující průběh povodně .....	71
5.2.4	Protipovodňové přínosy retence .....	72
5.2.5	Přínosy retence pro zemědělce a klima .....	72
5.2.6	Ekonomická náročnost údržby lokality .....	75
5.2.7	Úspory při správném hospodaření v dané lokalitě.....	75
5.3	Všeobecné porovnání přehrad a nivy .....	75
5.4	Bio-klimatické poměry .....	77
6	DISKUSE .....	78
6.1	Dobré a špatné příklady z praxe.....	78

6.1.1	Řeky Loira a Rýn.....	78
6.1.2	Souvislost mezi řekou Monnow a protipovodňovým opatřením v Olomouci.....	79
6.1.3	Špatný příklad z Jeseníků .....	80
	ZÁVĚR.....	82
	SEZNAM LITERATURY .....	84
	SEZNAM PŘÍLOH.....	89

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Výšky hladin VD NM .....	34
Obrázek 2: Původní říční síť v CHKO LP.....	38
Obrázek 3: Současná říční síť v CHKO LP .....	39
Obrázek 4: Původní komplex lužních lesů s mokřadem a vesnicí Mušov .....	40
Obrázek 5: Současná podoba oblasti s kostelem sv. Leonarda na ostrově.....	40
Obrázek 9: Modelové rozložení stg v prostotu PR Věstonická nádrž při hladině vody na 170,35 m n. m. ....	67
Obrázek 10: Modelové rozložení stg v prostotu PR Věstonická nádrž při hladině vody na 170,00 m n. m.....	67
Obrázek 11: Modelové rozložení stg v prostotu PR Věstonická nádrž při hladině vody na 169,50 m n. m.....	68
Obrázek 12: Modelové rozložení stg v prostotu PR Věstonická nádrž při hladině vody na 169,00 m n. m.....	68
Obrázek 13: Modelové rozložení stg v prostotu PR Věstonická nádrž při hladině vody na 168,50 m n. m.....	69
Obrázek 14: Mapa rizika vysychání drobných vodních toků (zelená malé riziko, žlutá střední, oranžová vysoké).....	72
Obrázek 15: Detail oblasti CHKO LP .....	73
Obrázek 16: Detail oblasti VD NM.....	73
Obrázek 17: Manipulační řád ekologicky protékajícího polderu při 200leté povodni ...	79
Obrázek 18: Mapa sklonitosti svahů (čím tmavší barva, tím větší svah).....	91
Obrázek 19: Mapa rozmístění zemědělské činnosti.....	92

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Tabulka, z níž byly prováděny výpočty retenčního prostoru .....	36
Tabulka 2: Naddimenzování průtoků v 17. století .....	55
Tabulka 3: Novodobé naddimenzování průtoků 1997 .....	56
Tabulka 4: Bio-klimatické poměry vodní dílo Nové Mlýny .....	77
Tabulka 5: Bio-klimatické poměry chráněné krajinné oblasti Litovelské Pomoraví.....	77
Tabulka 6: Bio-klimatické poměry chráněné krajinné oblasti Litovelské Pomoraví – odpar .....	77

## Seznam grafů

Graf 1: Průběh kulminační vlny .....	46
Graf 2: Průběh povodně 1992 (25. 3. 1992–29. 3. 1992) .....	47
Graf 3: Průběh povodně 1997 – jaro (26. 2. 1997–1. 3. 1997) .....	47
Graf 4: Průběh povodně 1997 – léto (7. 7. 1997–25. 7. 1997) .....	48
Graf 5: Průběh povodně 1999 (3. 3. 1999–9. 3. 1999) .....	48
Graf 6: Průběh povodně 2005 (19. 3. 2005–29. 3. 2005) .....	49
Graf 7: Průběh povodně 2006 (29. 3. 2006–7. 4. 2006) .....	49
Graf 8: Průběh kulminační vlny .....	55
Graf 9: Změna výšky hladin při povodni 1996 .....	56
Graf 10: Přítok/odtokové křivky při povodni 1996 .....	57
Graf 11: Změna výšky hladin při povodni 1997 .....	57
Graf 12: Přítok/odtokové křivky při povodni 1997 .....	58
Graf 13: Změna výšky hladin při povodni 2002 .....	58
Graf 14: Přítok/odtokové křivky při povodni 2002 .....	59
Graf 15: Změna výšky hladin při povodni 2002 .....	59
Graf 16: Přítok/odtokové křivky při povodni 2006 .....	60
Graf 17: Zvyšování dna řeky Dyje .....	61
Graf 18: Změny retenčního prostoru při poklesu výšky hladiny u Dolní nádrže .....	62
Graf 19: Změny retenčního prostoru při poklesu výšky hladiny u Dolní nádrže .....	62
Graf 20: Změny retenčního prostoru při poklesu výšky hladiny u Střední nádrže .....	63
Graf 21: Změny retenčního prostoru při poklesu výšky hladiny u Střední nádrže .....	63
Graf 22: Změny retenčního prostoru při poklesu výšky hladiny u Horní nádrže .....	64
Graf 23: Změny retenčního prostoru při poklesu výšky hladiny u Horní nádrže .....	64
Graf 24: Změny retenčního prostoru při poklesu výšky hladiny ve všech 3 nádržích .....	65
Graf 25: Změny retenčního prostoru při poklesu výšky hladiny ve všech 3 nádržích .....	65



## **Seznam zkratk**

CHKO LP      Chráněná krajinná oblast Litovelské Pomoraví

VN NM      vodní nádrž Nové Mlýny

## Úvod

Člověk si už od počátku snaží podmanit všechny přírodní živly. Voda není výjimkou, problémem vody je její zdánlivá poklidnost, která se za povodně promění v nebezpečný živel působící svou dravostí nemalé škody na majetku a zdraví těch, kteří podcenili její sílu. Právě nerespektování důležitosti inundačního prostoru v nivě vede často k myšlenkám řeku usměrnit a vsadit ji do uměle vytvořené přehrady, která zničí původní ekosystém a sociální vztah s místem zaplavení sídla. Problémem je i záměrné vysušování těžko obdělávatelných pozemků na původních mokřadech a rašeliništích, které se dělo hlavně v druhé polovině 20. století.

Povodeň a sucho, dva termíny, jež spolu bezesporu souvisí a jsou následkem špatné retenční schopnosti krajiny, která je již od středověku využívána k zemědělství. Dříve lidé přírodu uměli respektovat a dokázali, díky děděným znalostem, vhodně hospodařit, stavěli například selské hráze či budovali sídla na vyvýšených místech mimo pravidelně zaplavovaná území. Čím víc se však zlepšovala technika, zintenzivňoval se i technický přístup k vodě, posilující chuť vodě „vládnout“. Problém se týká i vztahu k půdě, jež je brána za zdroj zisku bez nutnosti pravidelné šetrné péče. Nevhodné agrotechnické postupy spolu s vodní a větrnou erozí urychlují důsledky dlouhodobých such a povodní. Na základě toho se dnes řeší problém zadržení vody v krajině a zvýšení její retenční schopnosti. Jsou vynaloženy nemalé finanční prostředky na úpravu krajiny, přitom ponechání krajiny v přirozeném stavu je levnější, ale ne vždy realizovatelné.

Ideální stav krajiny je takový, který umožňuje přirozenou retenci a zadržení vody, bez zásahu člověka. Pokud je retenční bilance v pořádku, tak se krajina chová jako houba nasávající a uvolňující vodu, promítající se do okolí ochlazováním vzduchu. I dobře obhospodařovaná zemědělská půda, může být vhodným retenčním prvkem (zatravněné úseky po vrstevnici). Vhodně obdělávaná krajina s funkčním vodním režimem v přirozeném stavu je nezaplavitelným pomocníkem při zvládnutí povodní a sucha.

Proto se má bakalářská práce zabývat problematikou retence na území lužního lesa v Litovelském Pomoraví, které porovnávám s přehradou Nové Mlýny, která vznikla za účelem ochrany před povodněmi. Úrodná krajina Podjíví je též intenzivně zemědělsky využívána již od pravěku. Ve své práci sleduji následující přírodní ukazatele, které jsem vyhodnotila jako: průběhy povodňových vln (vyseparována data

v období 1989-2018, kvůli dostavbě poslední nádrže, Dolní nádrže nebo též Nové Mlýny III v roce 1989), retenční schopnost a bio-klimatické poměry. Za ekonomické faktory u VD NM jsem si zvolila nákladnost výstavby a odbahnění. Pomocí těchto kritérií zjistím, která lokalita si nejlépe poradí s problémem sucha a povodně, přitom bude ekologicky nepřijatelnější a ekonomicky nejvýhodnější.

Dalšími cíli jsou doporučení ze zemědělské praxe pro řešení problematiky zadržování vody v krajině s vhodnými postupy pro nejvíce postižené lokality v okolí či vzorové ukázky splňující Směrnici o vodách.

# 1 Rešerše: Povodně, krajina a retence vody

## 1.1 Dlouhodobá sucha a důležitost retence

V posledních několika letech zaznamenáváme v České republice, problémy spojené s nedostatkem vody v půdě a celkově v krajině, v bakalářské práci se nezaměřuji konkrétně na oblast střední a jižní Moravy. Začínají se střídát období sucha (charakteristická drobným či silnějším deštěm v délce několika hodin, ale neposkytující dostatečné prosycení půdy) s přívalovými srážkami (se projevujícími bleskovými povodněmi). Tyto extrémy brání krajině dlouhodobě zadržet vodu, kterou umožňuje ekosystémová služba retence, která je navíc potlačena nesprávným hospodařením (kukuřice ve svahu nad vesnicí). Již několik let po sobě je tento problém značně viditelný hlavně v létě, kdy je suchem postižena většina úrody na polích a řada obcí musí zajišťovat obyvatelům cisterny s pitnou vodou, protože místní zvodně nemají dostatek vody, aby uspokojily všechny občany.

Sucho můžeme obecně rozdělit na několik kategorií: meteorologické, hydrologické, lesnické a zemědělské. Právě s posledním zmiňovaným se nejvíce pojí retence, kterou můžeme vyjádřit jako množství vody v mm zadržené vody na 1 m<sup>2</sup> plochy. Nejlepší retenci mají zemědělské půdy s trvalým travním porostem. Půdy lze podle retence rozdělit do kategorií s nízkou retencí (< 100 l.m<sup>-2</sup>) až vysokou retencí (> 320 l.m<sup>-2</sup>), nejlépe jsou na tom hlinité až jílovitohlinité půdy, je paradoxem, že se půdy s nejlepší retencí nacházejí na zmiňovaných místech, kde jsou největší problémy se suchem (Brázdil & Trnka 2015).

## 1.2 Souvislost mezi suchem a povodněmi

Již od sledovaného roku 1961 se začínají rozšiřovat oblasti, které mají problémy s nedostatkem vody v půdě, panují zde až extrémní sucha, převážně v povodí Moravy ([www.intersucho.cz](http://www.intersucho.cz), n. d.). V těchto oblastech má půda díky častějšímu suchu problém s přirozenou retencí, jež má výrazný vliv na průběh povodně. Pokud je retence vysoká, tak nejsou následky povodní tak rozsáhlé. Podobný problém je též v lokalitách se silně narovnanými, kanalizovanými, zpevněnými, překládanými a hrazenými toky, které jen urychlují odtok vody z krajiny (Towsend a kol. 2010).

### 1.3 Povodně v roce 1997

Povodeň je:

*„Výrazný přechodný vzestup hladiny toku, způsobený náhlým zvýšením průtoku nebo dočasným zmenšením průtočnosti koryta, zejména při výskytu ledových jevů. Ke zvyšování průtoků na území ČR dochází vlivem spadlých intenzivních dešťových srážek, nebo táním sněhové pokrývky, popřípadě jejich kombinací. Podle uvedených příčin rozeznáváme povodeň dešťovou, sněhovou nebo smíšenou. Povodeň vzniká v důsledku tvorby ledového nápěchu nebo zácpy, se nazývá ledovou“ (ČR, 1993).*

V období 4. – 9. 7. 1997 a následně 17. – 21. 7. 1997 proběhly na Moravě katastrofální povodně, které zapříčinily trvalé, intenzivní srážky v povodí Odry a Moravy. Intenzitě povodní napomohla nasycenost území z předešlých dešťů. V průběhu povodní byly kulminační průtoky 100 – 800 - leté vody. Díky tomu, že si lidé odvykli respektovat řeku s jejími přirozenými rozlivy v inundačním území a společnost byla nepřipravená, došlo ke ztrátě povodňové paměti z dřívějších let.

Výsledkem povodně, která postihla třetinu našeho území, bylo úmrtí 60 lidí, 536 zatopených či zničených obcí, 2900 domů (Daňhelka & kol. 2020). Ale tyto povodně měly i svá pozitiva v podobě změny vnímání protipovodňové ochrany.

Díky tomu povodeň prověřila funkce státních orgánů, institucí, předpisů a techniky, které bohužel selhaly. Proto tímto povodeň kladně přispěla k uspořádání vývoje nových protipovodňových řádů a obecně k odstranění v důsledku povodně odhalených nedostatků a ke zlepšení předpovědní služby. Zdokonalily se předpovědní modely, radarový monitoring srážek, rozvinuly se aplikace hydrologických předpovědí, automatizovala se síť ČHMÚ, proto mohla být data přenášena každých 10 - 15 minut, zavedly se nové programy pro výpočet dat a zejména prognózy a mnohé další (ČHMÚ 1998). To pomohlo k využití při povodních, které následně proběhly v Čechách v srpnu 2002 (Kozák & Munzar 2007).

Jelikož do roku 1997 neexistoval integrovaný systém, tak se projevila nedostatečná připravenost příslušných orgánů státní správy a samosprávy při řešení následků povodně. Neboť nebyly k dispozici plány ochrany před povodněmi, nemohly být dostatečně stanoveny požadavky na bezpečnost vodních děl, koryta mnoha řek byla neudržovaná. Následně se ukázala nutnost koordinace nasazování sil a prostředků složek integrovaného záchranného systému. Bezpochybně proto se tyto povodně

nepochybně staly impulsem pro analýzu stávající legislativy a následné vypracování a přijetí řady zákonů a prováděcích předpisů k nim, jejichž cílem bylo sjednotit působnosti a pravomoci orgánů veřejné správy i práva a povinnosti právnických a fyzických osob při řešení problematiky ochrany před povodněmi, ale též při přípravě na mimořádné události, při provádění záchranných a likvidačních prací, při ochraně obyvatelstva, stejně tak jako při přípravě a řešení krizových situací. Proto se dále významným způsobem zvýšily technické možnosti hlásné a předpovědní povodňové služby, zejména narostl počet hlásných profilů na vybraných vodních tocích a také výrazným způsobem došlo ke zlepšení informovanosti obyvatel v záplavových územích a možnosti jejich včasného varování. Následná analýza průběhu povodní potvrdila, že systém, který byl vytvořen po povodních v roce 1997, byl nastaven správně a funkčně (Zaoralová 2020).

Ačkoliv již máme fungující integrovaný systém, tak stejně u povodně nemůžeme stanovit konkrétní datum, ale je ji možné v dlouhém časovém horizontu předpovídat (Machar 2007).

Ale Olomouci pomohlo s povodní Litovelské Pomoraví a v něm částečný systém selských hrází (technická úprava kolem toku – vylije se do lužního lesa, díky tomu nezpůsobí škody na poli), neboť následně nebyly škody na majetku tak rozsáhlé, protože lužní les zadržel určité množství vody v krajině, podobně jako mokřad či travní drn. Po těchto povodních se začalo s důkladnější obnovou selských hrází.

Další ochranou kromě selských hrází se jeví suché ochranné nádrže – poldry, zachycující povodňový průtok, jež mohou krátkodobě akumulovat a při nižších vodních stavech ji vypouštějí (Adamec 2012). Jedná o techničtější opatření oproti selským hrázím. Poldry je dobré uplatnit u níže položených míst u malých povodí. Mimo povodeň je lze využít jako louky či pro pěstování rychle rostoucích dřevin, kterým nevadí krátkodobé zaplavení (Tlapák & Šátek 1992). S poldry se můžeme setkat v silně urbanizovaném Nizozemsku, kde je každý kousek půdy nesmírně cenný a v Moravském klínu (soutok Moravy a Dyje) v okolí Lanžhotu.

#### **1.4 Přírodní prvky udržující vodu v krajině**

Pokud si člověk uvědomí problematiku ubývání vody v krajině, tak by měl vědět, které krajinné prvky ji nejlépe udržují a postupně uvolňují, pro ilustraci jsem

si vybrala lužní lesy (kterými se budu v průběhu práce zabývat podrobněji), mokřady, rašeliniště, vlhké horské louky a tůně v nivě řek.

### **1.4.1 Lužní lesy**

Lužní lesy se vyskytují v bezprostředním okolí řek, do cca 200 m n. m. – 400 m n. m. Najdeme je na březích potoků a řek. Jsou pro ně důležité terénní sníženiny s nehlubokou protékající vodou. Dělí se na měkký luh, v širokých nivách nížinných řek či slepých ramen do 200 m n. m. – 220 m n. m., kde je trvale zvýšená hladina podzemní vody 30 – 60 dní v roce a jsou zde měkké dřeviny. Vznikl pravděpodobně spontánně vlivem rozvoje záplav na místech s vlivem člověka (Ložek 2003). Dál od vody se nachází tvrdý luh s kratší dobou zaplavení okolo 30 dní v roce a tvrdými dřevinami (Chytrý a kol. 2001). Díky záplavám, koloběhu živin, dostatku vody patří tyto biotopy mezi nejproduktivnější lesy v České republice (Penka a kol. 1985).

Dříve se v luhu hospodařilo výmladkovým hospodářstvím, proto nehrozil pád vzrostlého stromu do vody, který by následně způsobil škody vylitím vody z koryta řeky, bylo to i způsobeno přítomností bobrů evropských, kteří jsou krajinní inženýři. Dnes je problémem velké množství vzrostlých stromů v okolí vody, které mohou být často ve špatném zdravotním stavu, tudíž u nich může hrozit pád. Dále i množství nepůvodních druhů.

### **1.4.2 Mokřady**

Mokřady nalezneme v bezprostřední blízkosti vodních ploch, v části litorálu, kde vytváří vhodný biotop pro řadu rostlinných a živočišných druhů. Můžeme je však nalézt také v každé sníženině, kam začala vyvěrat podzemní voda, zde jsou na druhou stranu ostrovem v krajině.

### **1.4.3 Rašeliniště**

Dělí se podle místa výskytu a způsobu napájení vodou na 2 (3) skupiny: vrchoviště a slatiniště, (přechodná rašeliniště).

Vrchoviště najdeme v horských kotlinách s nedostatečným odtokem podzemní vody. Je pro ně důležitý rašelíník, u něhož spodní část odumírá a vytváří rašelinu,

zatímco vrchní část dorůstá a postupně od krajů ke středu se zvedá. Slatiniště je v nížinách a má dostatek živin oproti vrchovišti, zdrojem vody je podzemní voda (Reinhol 1998).

V dnešní době jsou zmíněná narušení napravena rekultivací, v podobě přehrazování melioračních kanálů, díky tomu se zadržuje voda a začíná zarůstání, čemuž napomáhá spontánní sukcese s pionýrskými druhy rostlin.

#### **1.4.4 Vlhké louky**

Zachovaly se v těžko přístupných lokalitách, u kterých by se nevyplatilo, ani po melioraci zemědělství, nejčastěji v okolí horských řek. Do 2. poloviny 20. století byly využívány pro pastvu a tvorbu sena. Za socialismu byly ničeny jako mokřady vysoušením. V dnešní době se na ochranu používá management přerušování drenáže, hrázkování odvodňovacích příkopů, tyto aktivity pomáhají k tvorbě tůní. O louky je dobré pečovat kosením s následným šetrným odstraněním biomasy (Franková & Krčilová 2011). Najdeme je i v nížinách, kde jsou zbytky nivních luk, jež jsou nejproduktivnější na nejvyšší produkci velice kvalitní píče (Rychnovská 1996).

#### **1.4.5 Tůně v nivě řek**

Je pro ně důležitá dynamika řeky: erodování břehů, zanášen a kolísavý průtok. Dělíme je na staré a mladé. Staré jsou většinou zazemněné, periodicky zaplavované deprese, ale v případě povodně se mohou obnovit a vytvořit kruhový či oválný tvar s příkrými svahy, který je dán vířivým pohybem vody při povodni. Mladé tůně jsou hluboké a hodně zvodněné. Možnosti ochrany se liší v případě přirozené nivy a rekultivované nivy. Přirozenou nivu stačí ponechat svému vývoji, umožnit pravidelné rozlivy. Ochránit ji před zavážením odpadem, a pokud je v lese, tak odnášet větve po těžbě. Je dobré udržet zachování mozaiky biotopů. V případě rekultivované nivy využíváme propustků a stavidel, čímž se umožní částečné zaplavení nivy, ale ne intenzivní působení vody (Černý 2008).



## **1.5 Historie vybraných lokalit**

### **1.5.1 Historie území, původní ráz krajiny v Litovelském Pomoraví**

Již před příchodem člověka se na území rozkládala smíšená doubrava na sprašových pobřežních terasách Moravy, v nivě byl řídce zapojený luh. Ve starší době kamenné přišel do oblasti člověk, který využíval Mladečské jeskyně jako pohřebiště. Pro pravěkou ekumenu zde byly příhodné podmínky v mladší době kamenné. V pozdějších dobách se do oblasti rozšiřuje tvrdý luh s jilmy. Díky množství obnaženého štěrkového povrchu v údolních terasách, byly vhodné podmínky pro vznik slovanských hradišť, protože byla chráněna před nepřáteli rameny řeky. V období 11. – 12. století dochází na základě odlesňování podhůří k narušení vodního režimu, díky čemuž jsou častější povodně a v důsledku toho zanikají hradiště, tvrdý luh se postupně transformuje na měkký, kterému nevádí častější zaplavení. Od 12. století začíná kácení lesa, les je rozdělen na 2 části, jak je známe dodnes. 13. století je významné stavbou vodních mlýnů. Jsou budovány jezy, především Řimnický, který rozděluje vodu do hlavního toku a „Přikopy“. V dřívější době bylo v oblasti velké množství rybníků, ale od roku 1800 zanikaly a byly přeměněny na ornou půdu. Vzpomínkou na ně jsou v terénu viditelné zbytky rybníčních hrází (Bureš & Machar 1999).

### **1.5.2 Historie území, původní ráz krajiny na území Nových Mlýnů (zaniklá obec Mušov)**

Již od pravěku byla lokalita vyhledávána lidmi kvůli ideálním podmínkám a tahu stád mamutů a jiných velkých savců. Ve středověku zde stálo hradisko na plochem vrcholku, které se zvedalo nad inundačním terénem soutoku řek Jihlavy, Dyje a Svratky. Díky strategické poloze, na základě hydrogeologickému uzlu zde byly vybudovány významné stezky už od pravěku, na něž později navázali Římané, kteří meandry řek využívali pro brody. 11. – 13. století bylo důležité, že od této doby začíná v obci Mušov problém se záplavami, kvůli odlesňování vyšších poloh, jedná se o předurčení obce k zániku. Na začátku 20. století převládá v obci zemědělská výroba s tradičními postupy, přebytky jsou prodávány na místním trhu, produkty jsou dobré a nižší kvality díky zastaralému přístupu. Charakter obce určují nízká stavení s chlévy a stodolami, jež každé má nějakou vinici. Pouze hostinec je jednopatrovou

budovou ve vsi. Převažují zde řemeslníci se samozásobitelskou výrobou. Mezi roky 1938 a 1950 dochází k velkým změnám ohledně obyvatel v podobě odsunu Němců, po nichž přišlo velké množství lidí ze sousedství, hlavně z Moravy, ostatní z Čech a zahraničí. Největší pohromou po roce 1950 je kolektivizace a zcelování pozemků (Tejlar & Borský 2000).

Jelikož po roce 1945 přišli do oblasti nemístní obyvatelé, kteří neměli s hospodařením v nivě žádné zkušenosti, neznali její chování v průběhu roku, tak bylo jen otázkou času, kdy bude v oblasti vybudována nádrž. Je zajímavé, že ačkoliv o tomto problému věděli už Lichtenštejnové, tak ani oni nechtěli ničit cenné lužní lesy. Ale co naplat, když nezůstali ti, kdo zde uměli hospodařit. Proto bylo roku 1968 rozhodnuto o stavbě přehrady, začalo vykupování pozemků, přestěhování lidí do čtvrtí v Pasohlávkách. Je dokumentovaný návrh zachovávající vesnici Mušov na poloostrově, který byl oproti předchozímu o 10 km<sup>2</sup> menší, ale hlubší. Ale neprošel kvůli zájmům určitých subjektů. Do dnešní doby se z obce dochoval pouze kostel sv. Leonarda na ostrově, jež je významnou ptačí oblastí v PR Věstonická nádrž (Šebela 2005).

## **1.6 Parametry ovlivňující průběh povodní u Litovelského Pomoraví**

### **1.6.1 Členitost terénu – geomorfologie**

Území leží na střetu dvou geomorfologických provincií Krkonoško-jesenické a Západní Vněkarpatské sníženiny. Díky pohybům soustav podél zlomů docházelo ke snižování erozní báze, vytváření teras a sedimentací. Jedná se o slabě členitý reliéf rovinného typu. Niva řeky Moravy je tvořena eluviální rovinou. Severní část je mírně zvlněná rovina, oproti ní severovýchodní oblast je převážně středně táhlými svahy. Jedněmi z častých tvarů reliéfů jsou bezesporu meandry vzniklé boční erozí řeky, periodické tůně či mrtvá ramena (Demek 2014).

### **1.6.2 Hospodaření v krajině**

V této lokalitě je hlavním managementem v rámci ochrany přírody lesnictví, které mělo dřív k dispozici střední les, jehož náhradou v dnešní době je nahrazování směsí listnáčů, která povede k druhově pestré mozaice, při níž je klíčové využívání

sazenic z místních dřevin. Problém je především s přemnoženou zvěří, jejímž účinným, ale na druhou stranu drahým řešením je oplocenka (Polášek 2019). Další komplikací je houbové onemocnění jasanů, protože je následně větší riziko k polomům (Vágnerová 2019). Nedostatek vody se netýká jenom stromů, ale i další vegetace u níž dochází k rychlé změně a degradaci (Gillová 2019).

### **1.6.3 Půda, podloží**

*Geologické podloží údolní nivy se skládá především z kvartérních štěrkopísků, v údolní nivě řeky Moravy lze rozlišit celkem tři terasovité stupně. Dva nižší lemují v úzkých pruzích dnešní řečiště ve výškách 1–1,5 m a 2–2,5 m nad hladinou řeky, nejvyšší je v relativní výšce 3,5–4,5 m. Štěrkopísky jsou pokryty vrstvami holocenních povodňových hlín, často o mocnosti až 3 m. Pro nivní půdy (tzv. fluvizemě) je v oblasti Litovelského Pomoraví typická přerušovaná akumulace humusu záplavami, aluviální ukládání zemin, zvýšená hladina podzemní vody a její periodické kolísání v závislosti na aktuálních průtocích ve vodních tocích. Tvorba nivních povodňových sedimentů je pedogeneticky velmi mladým procesem, počínajícím koncem neolitu vlivem osídlování a odlesňování nivních i podhorských oblastí. Značný rozsah tvorby nivních půd lze zaznamenat v období přibližně před 3 000 lety (doba bronzová), a pak zejména od doby hradištní (8. - 10. století) až do dnešní doby. Nyní jsou v nivě řeky Moravy převažujícími půdními typy fluvizem glejová a glej. Půdu Doubravy reprezentuje kambizem a na území Třesína na vápencovém podloží převažuje rendzina (Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2017)*

Oblast tvoří miocenní jíly slabě překryté pliocenními sedimenty ve formě štěrkových a štěrkopískových teras, u nichž jsou hojné jílové vložky, které jsou často překryty čtvrtohorními svahovinami skládající se ze sprašových hlín a valounků. V jižní a severo-východní části se nacházejí bezkarbonátové nivní uloženiny, jež jsou pokryty pleistocenní štěrkovou či štěrkopískovou terasou (Lepař a kol.2006).

## **1.7 Parametry ovlivňující průběh povodní u vodní nádrže Nové Mlýny**

### **1.7.1 Členitost terénu**

Zájmové území spadá do dvou geomorfologických soustav, kterými jsou Západní Karpaty a Panonská provincie. V nejbližším okolí nádrží převažuje plochý reliéf rovin s nivami s návazností na okolní kopce s různě příkrými svahy.

Je zde značné zastoupení vodních ploch (Charvát 1974). V průběhu dlouhého vývoje se vytvořily údolní nivy v širokých pásech podél toku všech tří řek (Dyje, Jihlavy a Svratky). Řeky zaujímají rozsáhlé plochy, kde jsou na svých okrajích nízkými terasami. Mimo samotných řečišť určuje jejich charakter také volné meandry 2 - 4 metry hluboko zaříznutých řek, stará říční ramena v různém stupni zazemnění, velmi hojný byl výskyt dočasných vodních ploch i bažin a vyvýšenin – hrúdů. Nejvíce bohatá na hrůdy je stále niva dolní Dyje a oblast při soutoku Moravy a Dyje. Nejvyšší hrůdy jsou u Dolních Věstonic, mají výšku 6 - 8 metrů, zato u Pohanska v oblasti soutoku mají i několik hektarů. V tomto úseku Dyje vytvořila na svých březích až šest terasových úrovní, jejich relativní výška dosahuje 50 metrů nad hladinu řeky s šířkou nivy, při soutoku Jihlavy dosahovala až 2,5 km. V minulé době byl povrch této nivy občasně pokryt opuštěnými rameny. V blízkém okolí řek Jihlavy a Svratky bývalo dokonce pět výškových stupňů teras. Poté co se všechny tři řeky stekly, byla vytvořena vrstva sedimentů v údolním dně až 14 metrů (Demek 1965).

### **1.7.2 Hospodaření v krajině – vliv zemědělství**

Region jižní Moravy, do něhož spadají novomlýnské nádrže se svým okolím, je typickým představitelem oblasti s intenzivním zemědělským hospodařením. Právě tato zemědělská činnost má negativní vliv v podobě rychlého odtoku, v důsledku fluvialní eroze dochází k zanášení plaveninami a splaveninami, na základě čehož dochází k ochuzování humusové vrstvy o cenné živiny. Z důvodu intenzifikace zemědělství nejsou v krajině prvky, které by právě mohly lépe zadržet vodu, mezi ně patří mokřady, meze, transpirující dřeviny či uměle vytvořené zasakovací pásy. Na základě toho v dlouhém horizontu došlo k výraznému poklesu zásob podzemní vody zemědělského povodí. V období sucha dochází k minimálním průtokům spolu ke zvyšování živin (eutrofizací) a úbytku kyslíku, důsledkem toho je zhroucení

ekosystémů vodních toků. Energie, která by mohla být za jiných okolností evapotranspirována, a dokázala by ochladit své okolí, se na orné půdě přemění na teplo. V poškozené krajině dochází ke ztrátě vody, živin i humusu (Krejčí 2007).

V 70. letech docházelo k intenzifikaci výroby, přičemž nebyl brán zřetel na přírodní podmínky. Nebyla řešena politika, která by se zabývala ochranou půdy proti erozi. Těžká technika s chemizací vedla ke zhutnění půdy na celé ploše, zrychlení půdní eroze a zničení humusu, jež se už nedokáže přirozeně obnovit. Od 90. let není znatelná změna, výjimkou je, že se zatravňují svažité pozemky a omezují se chemické vstupy do půdy (Havlíček & kol. 1998).

### **1.7.3 Půda, podloží**

Pro oblast novomlýnských nádrží, převážně jejich okolí tvořící nivy řek Dyje, Jihlavy a Svatky jsou nejcharakterističtějšími fluvisoly, následně pak některé půdní typy ze skupin půd černosoly, stagnosoly a glejisoly. Jak již bylo zmíněno, nejtypičtějšími a též nejvíce rozšířeným půdním typem jsou fluvizemně (skupina půd fluvisoly). U jednotlivých horizontů může být odlišná zrnitost složení, která je závislá na síle povodně, respektive na materiálu přenášeného vodou, který byl při povodni uložen. Dále můžeme v nivě nalézt gleje s pseudogleji, nakonec i černice, jež jsou považovány za nejurodnější půdy. Mimo nivu řek jsou hlavním půdním typem černozemně a její subtypy. Ve vyšších či stinnějších nadmořských výškách jsou černozemě s následnými luvisolami, konkrétně hnědozeměmi a luvizeměmi. Tento typ půdy můžeme najít východně od Horních Věstonic. Jestliže se hnědozem nachází i v nižších polohách, tak může být jako předešlé půdní typy oglejená. Díky výskytu krasových oblastí v okolí Pavlovských vrchů, jsou zde vyvinuty rendziny (mezi Horními a Dolními Věstonicemi a vrchem Děvínem). Nejsou vůbec vhodné pro intenzivní zemědělství, proto jsou na těchto zájmových územích pouze vinice a sady (Švarčíček 2008).

Poněvadž člověk tuto oblast ovlivňoval už od pravěku, jsou zde četné antropozemě, které vznikly nepřímo (kultivace, meliorace) a, nebo přímo (stavební úpravy, těžba).

## 2 Cíle práce

- 1) Srovnání území lužního lesa v LP se soustavou údolních nádrží Nové Mlýny na základě přírodních ukazatelů (průběhu povodňových vln, retenční schopnosti a bio klimatických poměrů);
- 2) Srovnání území lužního lesa v LP se soustavou údolních nádrží Nové Mlýny na základě ekonomických ukazatelů (nákladnost výstavby, nákladnost následné údržby vodního díla vs. lužní les);
- 3) Doporučení pro zemědělskou praxi v kontextu problematiky zadržetí vody v krajině.

## 3 Metodika

### 3.1 Přírodní ukazatele

#### 3.1.1 Bio-klimatické poměry

##### VD NM

U Novomlýnských nádrží jsem si zjistila největší možnou vodní plochu všech nádrží při maximální hladině ze stránek Povodí Moravy (<http://www.pmo.cz/>, n. d.), kde byla využita trojčlenka. Uvedená plocha v ha by vznikla při výšce hladiny 170,35 m n. m.

Výpar:

$$x = (a * b) / c$$

$$a = 5 \text{ l m}^2/\text{den}$$

$$b = \text{plocha nádrže } 2\,639 \text{ ha}$$

$$c = \text{uváděná plocha pro nádrž } 50 \text{ h}$$

$$x = \text{výpar (l m}^2/\text{den)}$$

Snížení odtoku:

$$x = (a * b) / c$$

$$a = \text{velikost výparu } 29 \text{ l/s}$$

$$b = \text{plocha nádrže } 2\,639 \text{ ha}$$

$$c = \text{plocha } 1 \text{ m}^2$$

$$x = \text{snížení odtoku (mld. l/s)}$$

##### CHKO LP

U chráněné oblasti jsem si z plánu péče spočítala plochu biotopů patřících do lužních lesů. Výchozí data výparu, snížení odtoku, dosycení, retence, ochlazení, odpar za sezónu a maximální odpar za 1 měsíc jsem využila z výzkumu (Pokorný 1998) a (Králové a Florové 1998), Plocha lesa byla převzata z plánu péče o CHKO LP (citace plánu péče v literatuře). Potřebné hodnoty pro bio-klimatické údaje jsem spočetla přes trojčlenku:

Výpar:

$$x = ( a * b ) / c$$

a = vzorový odpar vody 12 500 m<sup>3</sup>

b = skutečná plocha 2 628,36 ha

c = vzorová plocha 250 ha

x = výpar ( m<sup>3</sup> )

Snížení odtoku:

$$x = ( a * b ) / c$$

a = vzorové snížení odtoku 145 l/s

b = skutečná plocha 26 288 600 m<sup>2</sup>

c = vzorová plocha 1 m<sup>2</sup>

x = snížení odtoku (mld. l/s)

Dosycení:

$$x = ( a * b ) / c$$

a = vzorové dosycení 20 l

b = skutečná plocha 26 228 600 m<sup>2</sup>

c = vzorová plocha 1 m<sup>2</sup>

x = dosycení (mil. l)

Retence:

$$x = ( a * b ) / c$$

a = vzorová retence 50 000 m<sup>3</sup>

b = skutečná plocha 2 628,86 ha

c = vzorová plocha 250 ha

x = retence (m<sup>3</sup>)

Ochlazení:

$$x = ( a * b ) / c$$

a = vzorové ochlazení 0,7 kW /h

b = skutečná plocha 26 399 km<sup>2</sup>

c = vzorová plocha 1 km<sup>2</sup>

x = ochlazení ( kW /h )

Odpar za sezónu:

$$x = ( a * b ) / c$$

a = vzorový odpar 400 mm



b = skutečná plocha 26 288 600 m<sup>2</sup>

c = vzorová plocha 1 m<sup>2</sup>

x = odpar za sezónu (m<sup>3</sup>)

Maximální odpar za 1 měsíc:

$x = (a * b) / c$

a = vzorový odpar 100 mm

b = skutečná plocha 26 288 600 m<sup>2</sup>

c = vzorová plocha 1 km<sup>2</sup>

x = maximální odpar za 1 měsíc (m<sup>3</sup>)

### 3.1.2 Průběhy povodňových vln

#### CHKO LP

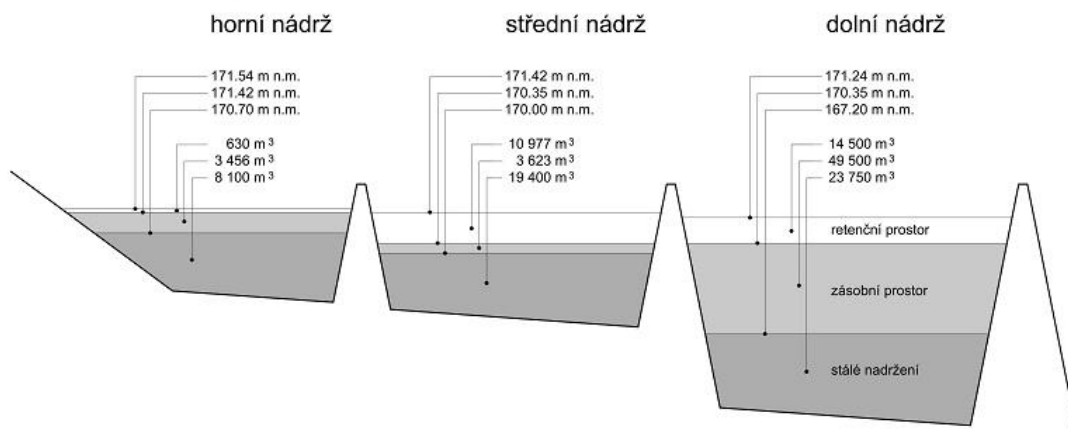
K sestrování povodňových křivek jsem si vždy vybrala množinu dat průtoků, u kterých byl dosažen třetí povodňový stupeň, tj. průtok měl hodnotu vyšší než 197 m<sup>3</sup>/s. K sestrojení grafů jsem vybrala povodňová data z let 1992; 1997; 1999; 2005 a 2006 (ČHMÚ 2020).

#### VD NM

Pro sledování povodňových křivek jsem si vždy z průtokové křivky 1989-2018 vybrala data, která vždy obsahovala alespoň jeden přítok/odtok, který dosáhl třetího povodňového stupně, tedy hodnot průtoku nad 300 m<sup>3</sup>/s. K sestrojení grafů jsem si vyselektovala povodňová data z roků 1996; 1997; 2002 a 2006. Sestrojila jsem si povodňové křivky výšky hladiny a pro srovnání přítok/odtokové grafy.

### 3.1.3 Retenční schopnost – celková tabulka

Retenční schopnost byla v rámci této práce stanovena pouze pro lokalitu VN NM. Jedná se o hlavní analýzu celé vědecké práce. Pro níž byly údaje vypočteny přes počáteční objemy jednotlivých nádrží při kótě hladiny 171,24 m n. m - výška maximálního nadržení retenčního prostoru. Vycházela jsem z obrázku 1 (Havlíček 2017) z důvodu lepší srozumitelnosti než na webových stránkách povodí Moravy. Vypočítáno pomocí trojčlenky:



Obrázek 1: Výšky hladin VD NM

zdroj: (Havlíček 2017)

$$x = (a * b) / c$$

a = retenční prostor při výšce 170,35 m n. m.

b = nadmořská výška 171,24 m n. m.

c = nadmořská výška 170,35 – 168,5 m n. m.

x = retenční prostor při nadmořských výškách 170,35 – 168,5 m n. m. ( mil. m³)

s nepřímou úměrou, neboť se retenční prostor přirozeně zvětšuje s klesající hladinou v nádržích. Stejný postup byl využitý i u dat od povodí Moravy, i zde byla kóta hladiny nastavena na 171,24 m n. m. jako výchozí hodnota. Vzhledem k tomu, že se retenční prostor přirozeně zvětšuje s klesající hladinou v nádrži.

### 3.2 Ekonomické ukazatele

Pro výpočet výše pořizovací ceny nádrže jsem vycházela z údajů plánované přehrady Nové Heřmínovy (Povodí Odry 2019). Údaje o Nových Heřmínovech jsem vypočítala přes trojčlenku s daty o Novomlýnských nádržích, jednalo se o objemy při výšce 170,35 m n. m., tedy maximální objemy. Trojčlenka:

$$x = (a * b) / c$$

a = cena odbahnění Hostivařské nádrže

b = objem celé Novomlýnské nádrže při kótě 171, 24 m n. m.

c = objem Hostivařské nádrže

x = cena odbahnění VN NM

Stejný postup následoval i při výpočtech ceny odbahnění, místo Nových Heřmínovů byla využita nádrž Hostivař v Praze (Horská, 2011). Trojčlenka:

$$x = (a * b) / c$$

a = náklady na výstavbu nových Heřmínovů

b = objem celé novomlýnské nádrže při kótě 171, 24 m n. m.

c = objem přehrady Nové Heřmínovy

x ' = náklady na výstavbu VN NM

V Diskusi srovnám vlastní poznatky (závěry) z kvalifikační práce s publikovanými údaji z literatury na téma krajina a voda.

### **3.3 Přínosy retence pro zemědělce a klima - mapa sklonitosti + letecká mapa**

Pro zjištění vhodných opatření v lokalitě jsem využila leteckou mapu, z níž jsem vypočetla rozmístění zemědělských ploch a následně mapu se sklony reliéfu, které mi odhalily nejvíce ohrožené plochy, pro něž jsem mohla navrhnout vhodnou úpravu.

Tabulka 1: Tabulka, z níž byly prováděny výpočty retenčního prostoru

Retenční prostor Novomlýnských nádrží při různých výškách hladin v (m <sup>3</sup> )								
nadmořská výška (*1)	Dolní nádrž		Střední nádrž		Horní nádrž		Celkový objem v (m <sup>3</sup> )	
	(studie)	(pmo)	(studie )	(pmo)	(studie )	(pmo)	(studie)	(pmo)
170,35 (*2)	14 500	19 563	11 000	14 425	633	550	26 133	34 538
170,00 (*3)	14 530	19 665	11 023	14 516	635	552	26 188	34 733
169,5	14 573	19 867	11 055	14 665	637	553	26 265	35 085
169	14 616	19 926	11 088	14 708	639	556	26 343	35 190
168,5	14 659	19 985	11 121	14 752	640	558	26 420	35 295
maximum (*4)							26,4 (*5 a)	35,3 (*5 b)
údaje využité při výpočtech								
výška hladiny (*6)	170,35	171,24	170,35	171,24	171,42	171,54		
retenční prostor (*7)	14 500	19 665	11 000	14 516	630	547		

**Vysvětlivky k tabulce**

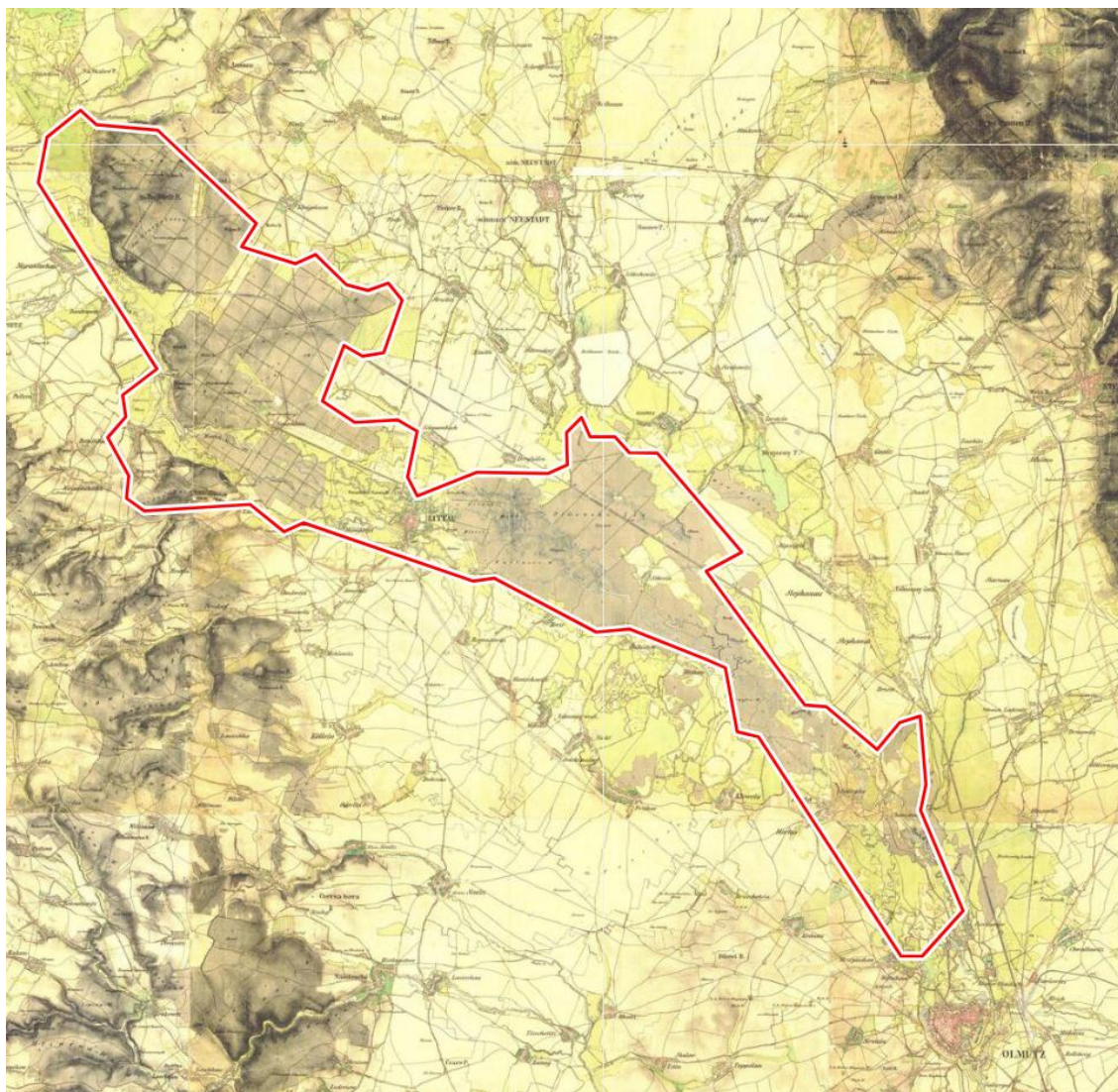
- \* 1 nadmořská výška v m n. m. (v systému BALT)
- \* 2 navýšení o 0,35 m
- \* 3 současná výška
- \* 4 maximální retenční objem při výšce 168,5 m n. m.
- \* 5 a, 5 b (mil. m<sup>3</sup>)
- \* 6 nadmořská výška v m n. m. (v systému BALT)
- \* 7 (mil. m<sup>3</sup>)

zdroj: (<http://www.pmo.cz/>, n. d.)

## **4 Lokality**

### **4.1 Proč zrovna tyto lokality**

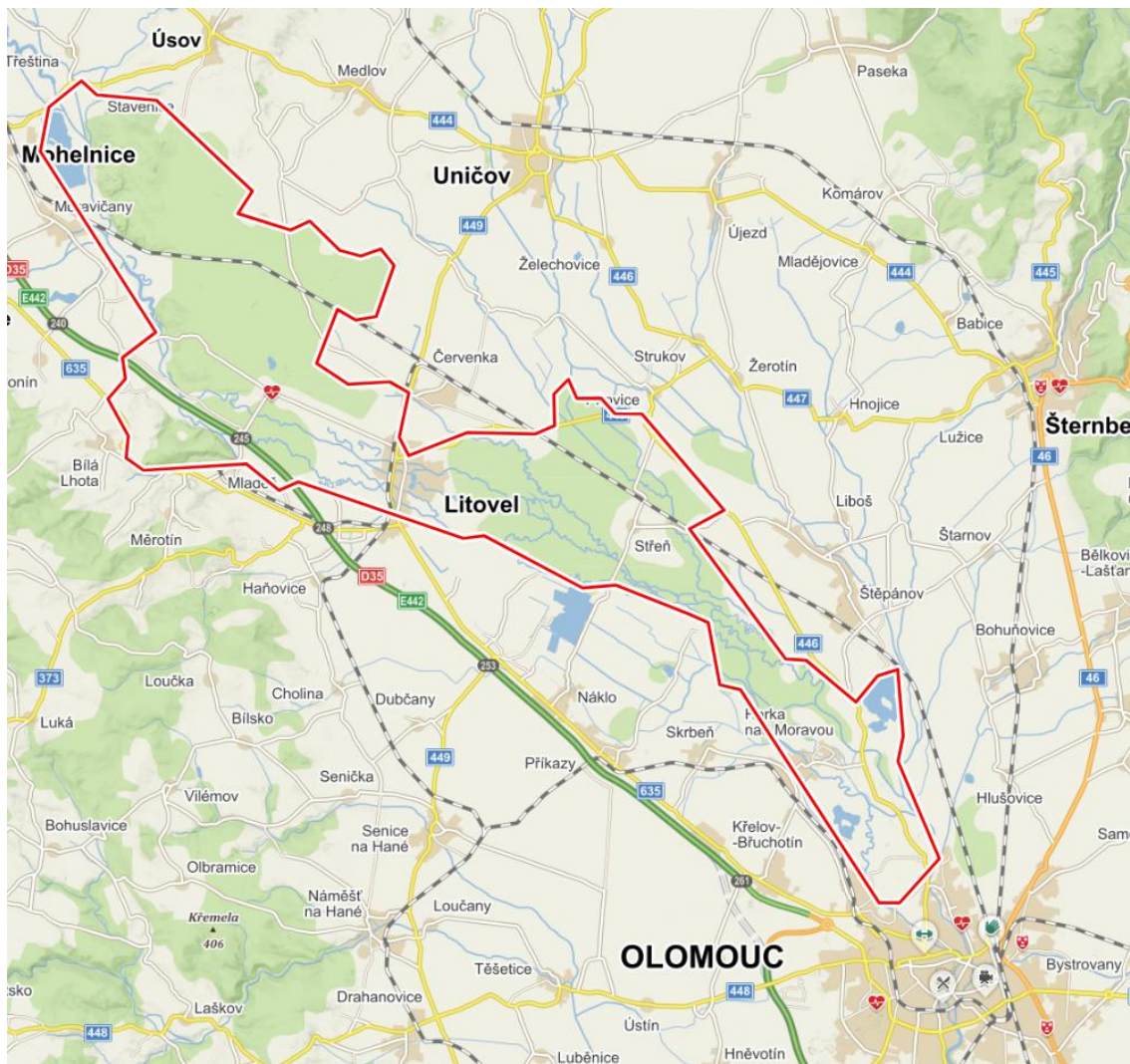
Jelikož jsou obě území dostatečně velická. Jedná se o plochy, které dokážou zadržet určité množství vody při povodních jak v minulosti, tak v budoucnu. Oblast LP tak jako jiná území prochází v průběhu času změnou, zaměřenou na říční síť, zaznamenanou na mapách č. 1 - 2, z nichž je patrná změna říční sítě. Z tohoto důvodu dnes dochází k revitalizaci řeky, která je z 50 % přírodní a z 50 % upravená člověkem, proto je v oblasti zapotřebí dělat podpůrná opatření umožňující přirozený rozliv v nivě lesa. Původně se na místě dnešního VD NM nacházela rozsáhlá říční krajina Podyjí s komplexem lužních lesů a mokřadem mezinárodního významu, který ilustruje mapa č. 3. Takto vypadala oblast do konce roku 1972, kdy se začalo s výstavbou horní nádrže. Před začátkem stavby se zde nalézala vesnice Mušov, z níž se zachoval pouze kostel sv. Leonarda na ostrově a kterou jsme definitivně pohřbili spolu s rozsáhlým říčním kontinuem pod nádrží na mapě č. 4. Neboť vzniklo přesvědčení, že přehrada dokáže efektivněji přetransformovat povodeň než harmonicky utvářená lužní krajina dolního toku řeky Dyje.



Obrázek 2: Původní říční síť v CHKO LP

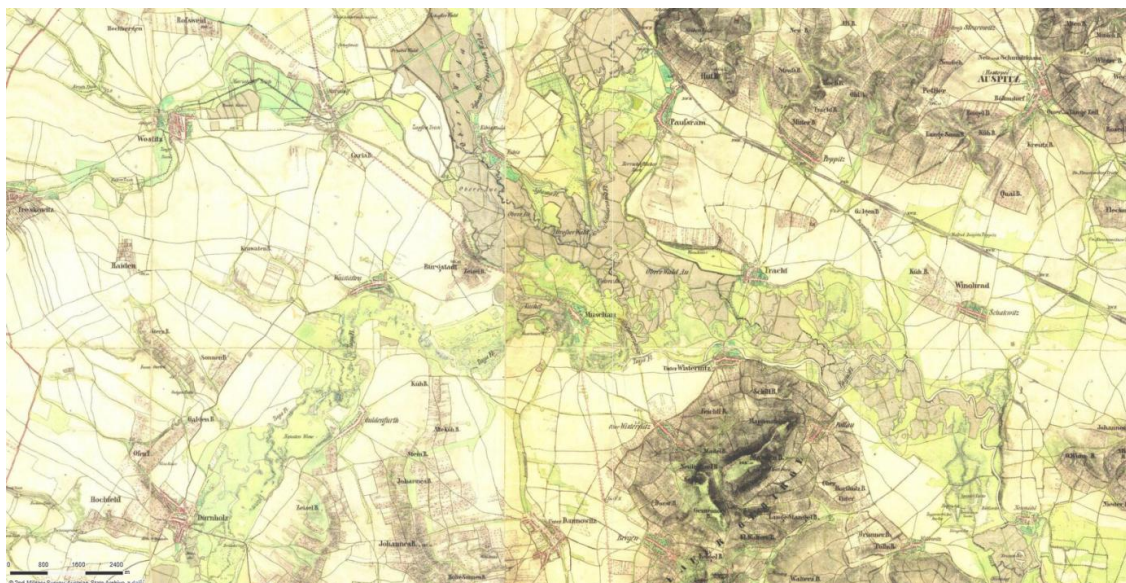
*zdroj: (mapy.cz 2019)*





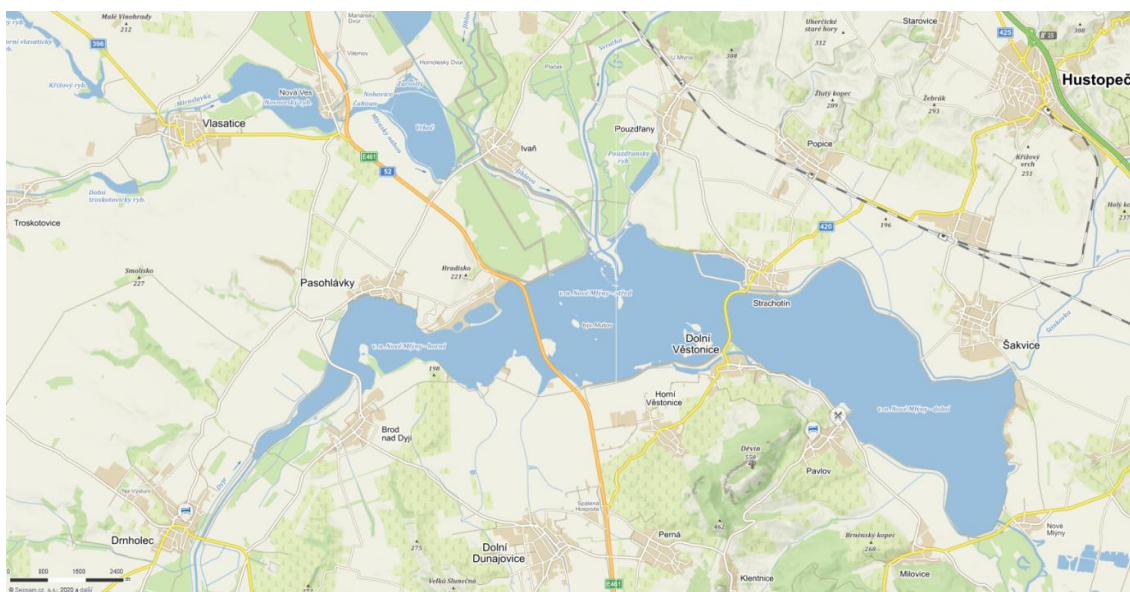
Obrázek 3: Současná říční síť v CHKO LP

*zdroj: (mapy.cz 2019)*



Obrázek 4: Původní komplex lužních lesů s mokřadem a vesnicí Mušov

*zdroj: (mapy.cz 2019)*



Obrázek 5: Současná podoba oblasti s kostelem sv. Leonarda na ostrově

*zdroj: (mapy.cz 2019)*



## **4.2 Litovelské Pomoraví**

### **4.2.1 Základní informace (kde se nachází, rozloha, vyhlášení CHKO)**

LP se nachází severozápadně od Olomouce v Hornomoravském úvalu a zároveň mezi Mohelnicí a výše zmíněným městem, kolem hlavního toku a vedlejších ramen řeky Moravy, která v těchto místech vytváří tzv. „vnitrozemskou deltu“ v šíři 3 - 8 km a na ploše 96 km<sup>2</sup>. Nadmořská výška toku činí 210 m n. m. a nejvyšším bodem je 345 m vysoký Bradlec v části Doubrava. Lokalita byla vyhlášena za CHKO roku 1990 Ministerstvem životního prostředí, správa CHKO sídlí ve městě Litovli, (Lehký 2000).

### **4.2.2 Rozmanitost biotopů (typy stanovišť)**

Nejdůležitějším územím a bezesporu jádrovou oblastí je „vnitrozemská delta“, v níž páteční tok řeky Moravy přirozeně meandruje v důsledku rovinného terénu. V meandrech probíhá na omílaných březích boční eroze, díky níž vznikají slepá ramena a na jaře periodicky zaplavované tůně, klíčové pro ohrožené žábřonožky a listonohy. Na říční ramena navazuje rozsáhlý komplex lužních lesů, nivních luk a mokřadů. V krasové oblasti v okolí vrchu Trestína s Mladečskými jeskyněmi se na pahorkatině zvedá listnatý les Doubrava (Husáková 2007).

Vzácným ale přitom důležitým biotopem jsou Vrbiny vrby bílé nižšího a vyššího stupně. Jedná se o místa, kde je vysoké zastoupení vysokých dřevin. V rámci fluvialně-dynamické sukcesní série nivních biotopů jsou zpravidla pionýrskými společenstvy, která právě vznikají na říčních náplavech či říčních ostrovech. Jsou vázána na mladé říční náplavy z důvodu vlivu přeplavování vodou, přesuny štěrkopískových náplavů, jež mnohdy vznikají nad kmeny spadlých stromů do koryta řeky. Dochází zde k sedimentaci jemných písků a povodňových hlín, z nichž se do stanoviště uvolňují potřebné živiny (Buček & Lacina 1999).

Ekotopové stanoviště vznikají na přechodu mezi geobiocenózou a hydrobiocenózou, charakteristické pro Litovelské Pomoraví jsou smohy (periodické říční ramena) vznikající meandrováním a větvením bočních říčních ramen, jež tvoří dohromady s neustále protékajícími vodními toky spletitou anastomózní říční síť větvičích se vodních toků. Jsou velmi prospěšné při větších povodních, protože jimi

může protékat a zároveň se v nich zadržovat voda vylévající se z hlavního toku, nebo bočních ramen. Mohou nabývat různé velikosti a délky, zřejmě v závislosti na době a způsobu sukcesního vývoje. Historické srovnávací studie dokládají vznik v anastomózním říčním systému z původně trvale protékaných říčních ramen, díky sukcesnímu zazemňování. Je pro ně typické členité dno (členitost dna je zvyšována napadanými stromy a větvemi napadanými do koryta) díky tomu mohou po opadu hlavní povodňové vlny zůstat na dně smohy tůně (Machar 2007a).

#### **4.2.3 Využívání: minulost x současnost – rozdílnost**

V minulosti docházelo k intenzivnímu rozorávání luk na ornou půdu, které zapříčinilo erozi s ochuzením druhové rozmanitosti a zvýšený příjem dusíku kejdiváním, jimž se lokalita degradovala na bezcennou monokulturu. Současná doba, díky vzniku CHKO v oblasti, umožňuje, na základě plánu péče usměrnění lidské činnosti. Lesnictví je povoleno v podobě šetrné výběrové těžby. Zemědělci nesmí používat hnojiva a chemické postřiky – doporučuje se jim extenzivní hospodaření a sečení/kosení vybraných pozemků. Oblast je velmi vyhledávaná místními obyvateli pro pěší či cykloturistiku. Vodáctví je možné jenom v omezené míře, mimo přísně chráněná území, z důvodu, aby nebyli rušeni hnízdící břehule, ledňáčci a kulíci.

Aktivní ochrana přírody je zaměřena na obnovu vodního režimu území (přirozený tok řeky v lokalitě), obnovu drobných vodních tůní. Druhově bohaté louky jsou koseny a vysévají se na nich regionální směsi. U lesů je dbáno na pestré druhové a věkové složení, používá se na nich místní genetický materiál. Kvůli sledování jakosti vody zde probíhá hydrologický monitoring. Výkup pozemků nastává v případě, kdy je vlastníkovo jednání v rozporu s ochranou přírody. V rámci aktivní ochrany jsou různé programy. K nimž patří ÚSES, k jehož realizaci mohou vlastníci pozemků získat finanční dotaci. Následujícím je Program revitalizace říčních systémů, týkající se odstavených říčních ramen, vodního režimu lesa, drobných vodních nádrží, mokřadů, rybníků a luk. Je velmi potřebný, neboť se snaží řešit světový nedostatek vody v krajině, obnovou narušeného režimu. Dalším je Program obnovy vesnice, vztahuje se na vlastníky a nájemníky pozemků, kterým jsou poskytovány dotace, kvůli újmám z důvodu ochrany přírody na jejich pozemcích. Dotace jsou směřovány na ekologicky příznivé hospodaření, díky němuž je naplňován cíl ohleduplného šetrného obhospodařování pozemků v CHKO (Machar 1995).

## **4.3 Vodní nádrž Nové Mlýny**

### **4.3.1 Základní informace (kde se nachází, rozloha, dokončení poslední nádrže)**

VN NM se nalézá asi 40 km jižně od Brna, mezi městy Pohořelicemi a Mikulov v – Dyjsko-svrateckém úvalu pod Pavlovskými vrchy, jež jsou vrchem Děvínem 544 m n. m. nejvyšším místem v okolí. Vodní nádrž se dělí na 3 části: horní, střední a dolní.

Horní nádrž má celkový objem 14,313 mil. m<sup>3</sup>. Nalézá se na řece Dyji, na jejíž březích se nachází známá obec Pasohlávky a Brod nad Dyjí. V blízkosti první jmenované obce leží oblíbený uzavřený areál autokempu, jež se skládá ze dvou oddělených lagun s travnato-písčnými plážemi, které mají pozvolný vstup do vody. Střední nádrž tvoří soutok tří významných řek: Dyje, Jihlavy a Svratky. Toto území poskytovalo vždy velké množství protikladů od nedostatku vody v suchých obdobích po časté povodně se značnými škodami, její objem činí 32,062 mil. m<sup>3</sup>. Poslední, největší nádrží je Dolní nádrž, na níž se nachází malá vodní elektrárna na levé straně přelivového objektu. Funkcí vodního díla je mnoho, např.: zajištění závlahy pro zemědělství a průmysl. Nádrž dokáže pojmout 84,961 mil. m<sup>3</sup>. Stavba započala stavbou Horní nádrže roku 1972 a byla dokončena v roce 1988 Dolní nádrží, všechny tři nádrže mají dohromady kapacitu 131,336 mil. m<sup>3</sup> a leží na 58,09 - 46 km Dyje (<http://www.pmo.cz/>, n. d.).

### **4.3.2 Rozmanitost biotopů (typy stanovišť)**

Jelikož je území silně ovlivněno člověkem od svého počátku, zmíním spíše biotopy uměle vytvořené člověkem, jako jsou: vinice a sady, intenzivně obhospodařovaná pole (biotop vytvořený člověkem, dle Biotopů ČR) a vodní plochy. Oproti předešlé lokalitě. Nakonec se zmíním i o chráněných biotopech v nejbližším okolí.

Díky výborným podmínkám v podobě dostatku hodin slunečního svitu je místo vhodné pro vinařství a sadařství, vyskytuje se tu přes 90 % ploch všech vinic v České republice (Kraus 2008). Problémem se stala velkovýroba od 60. let, jež se zaměřovala na kvantitu a ne kvalitu. Změna nastala až po roce 1989, kdy se ve spolupráci s CHKO Pálava podařilo zavést trvale udržitelné vinohradnictví, jehož výsledkem se podařilo

omezit toxicitu použitých pesticidů a posléze zatravnění vinohradů bylinnou vegetací (Hluchý 1996).

Orná půda má významnou pozici v oblasti, neboť se jedná o intenzivně zemědělský region, v němž převládá rostlinná výroba, ačkoliv došlo v rozmezí let 1948 - 1990 k poklesu z 37,83 % na 26,26 %. Důvodem byla nová výstavba a industrializace spolu se zatravněním či spíše opouštěním pozemků, které vedlo k postupné sukcesi (Bičík & Kupková 2004).

Vodní plochy doznaly nejdynamičtějších změn, jelikož v roce 1954 do nich patřily pouze toky Dyje, Svratky a Jihlavy (jejich koryto bylo značeno plošně), též drobné tůně a mrtvá ramena. Před výstavbou byly největšími vodními plochami v okolí Strachotínský, Šakvický a Pouzřanský rybník. Dnes tvoří významnou plochu díky výstavbě nádrží, skoro veškeré tůně byly zatopeny spolu s koryty výše zmíněných řek a i též Šakvický rybník, který se stal součástí Novomlýnské nádrže. Z tohoto důvodu došlo k významné změně ve využívání krajiny v tomto území (Tomanová 2013).

V okolí se nevyskytují jen antropogenní ekosystémy, ale najdeme zde i zbytky dříve rozsáhlých lužních lesů s mokřady. Tato místa tvoří chráněná území: Křivé jezero, Mušovský luh – podle zaniklé obce, z níž zůstal jen kostel sv. Leonarda na ostrově, dalším celkem je Betlém.

Národní přírodní památku Křivé jezero najdeme v pravobřežní části dyjské nivy mezi korytem Dyje a Mlýnským náhonem jižně od novomlýnské přehrady (Dedek 2019). Jedná se o zbytky podpálavských lužních lesů, které unikly zatopení při stavbě vodního díla Novomlýnských nádrží. Lokalita je rájem vlhkomilných živočichů a rostlin. Předmětem ochrany jsou nejen zbytky lužního lesa, ale i zaplavované nivní louky či tůně, jež představují domov pro mnoho druhů bezobratlých a ptáků, kvůli vybudování, je důležité řídit záplavy uměle, jelikož ekosystém je závislý na pravidelných záplavách (Miklín 2010).

Dolní mušovský luh je přírodní památkou a evropsky významnou lokalitou na soutoku Dyje s Jihlavou, jedná se o pozůstatek velkých mušovských luhů. Tvoří je lesy, které představují hnízdiště pro ptáky a slepá ramena, jež jsou současně součástí tvrdého luhu (Mačat 2017). Stavbou Novomlýnských nádrží a vodohospodářskými úpravami na řece Jihlavě byl ovlivněn hydrogeologický režim a došlo k výraznému poklesu podzemní vody. 1. revitalizační úpravy proběhly v roce 1996 - 1997, na ně navázalo pokračování v roce 2014. Došlo k pročištění a prohloubení příliš

mělkých zavodňovacích kanálů. Díky čemuž se zlepšily hydro-geologické poměry a voda se může dostat do větví, které byly při nízkých stavech vyschlé (Dovrtěl 2015).

Lokalita Betlém vznikla na místě bývalé štěrkovny, v níž se těžil štěrk na stavbu ohrázování střední nádrže. Nejdříve byly provedeny technické úpravy, potom přišla na řadu ekologická část spolu s obnovením živočišných druhů, u nichž probíhá sledování od roku 1980 s přirozenou sukcesí vegetace. Byl nastaven ideální režim ohledně vhodné výšky hladiny. Do budoucna je vhodné udržovat místo blokovanou sukcesí a přemýšlet o možném poklesu hladiny ve střední nádrži, kam by se mohly šířit druhy na dostatečně odkryté dno jako v roce 1983 - 1987 při opravách (Šebela 1994).

### **4.3.3 Využívání: minulost x současnost – rozdílnost**

V minulosti se zde hospodařilo tradičním zemědělstvím respektujícím rozlivy řek, proto se na dříví chodilo v zimě, kdy bylo možné se do lužního lesa dostat po zamrzlé hladině. Či pastva dobytka na vyvýšených místech, aby byl v létě chráněn před zvýšeným stavem vody.

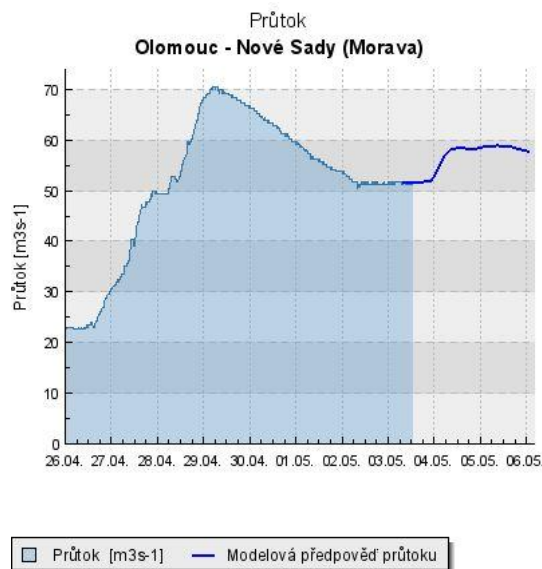
Důsledkem stavby vodní nádrže došlo ke změně využívání krajiny v okolí vodního díla. Vždy byl v oblasti vysoký podíl orné půdy, díky zaplavení došlo k poklesu. U trvalých travních porostů došlo k zániku 10 %, který byl nahrazen zelenou revolucí s intenzifikací, které na zmenšeném území zvětšily zisky. Dynamicky poklesly cenné lužní lesy, jejichž poslední fragmenty zbyly v podobě: Křivého jezera, Betlému a svahů Pavlovských vrchů. Byly zničeny biotopy zájmových území: bohaté aluviální louky, největší komplex lužních lesů ve střední Evropě, mrtvá ramena s mokřadní vegetací. Řeky byly zkráceny až o 50 % napřimováním a ohrázováním. Díky převažujícímu zemědělskému využívání je zkoumána ohroženost erozí, která je doporučena pro toto území maximálně 4 tuny na hektar za rok, ale na některých místech dosahuje až více než 30 tun na hektar za rok (Mlejnková 2016).

## 5 Výsledky

### 5.1 Litovelské Pomoraví

#### 5.1.1 Průběh povodňových vln při povodních 1989 – současnost

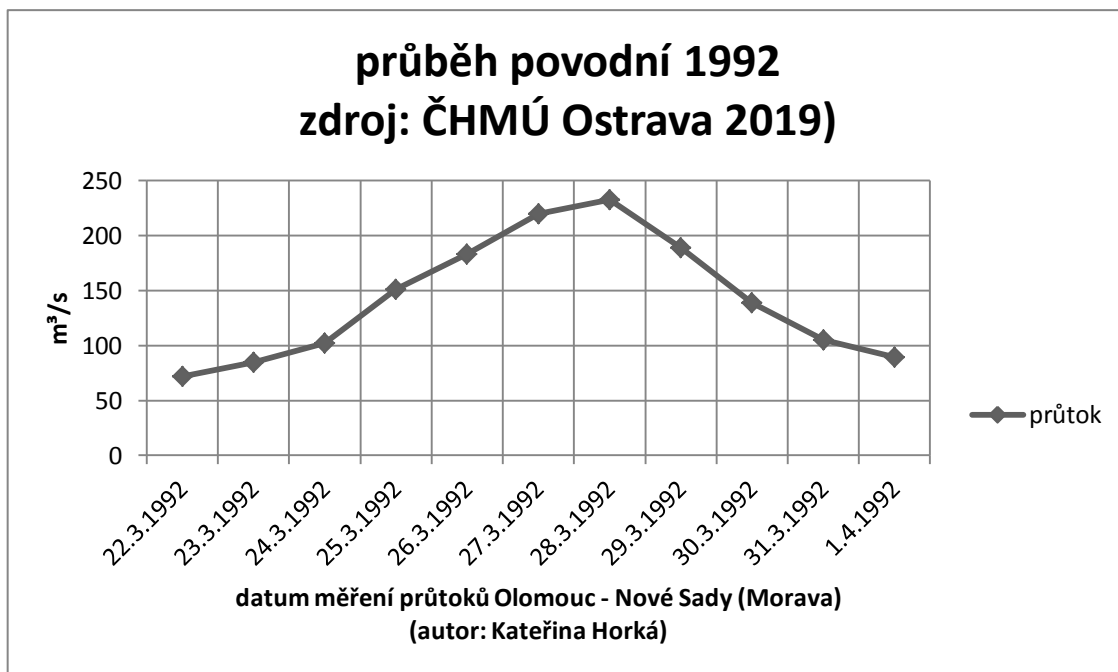
Řeka Morava se svými přítoky v této oblasti tvoří podélný typ povodí, též ještě doplněný vnitrozemskou deltou. Díky postupným přítokům je tento typ povodí odolnější vůči povodním, což je v tomto prostoru ještě umocňováno anastomózním větvením řeky Moravy. Průběhy povodňových vln by měly odpovídat obrázku č. 2.



Graf 1: Průběh kulminační vlny

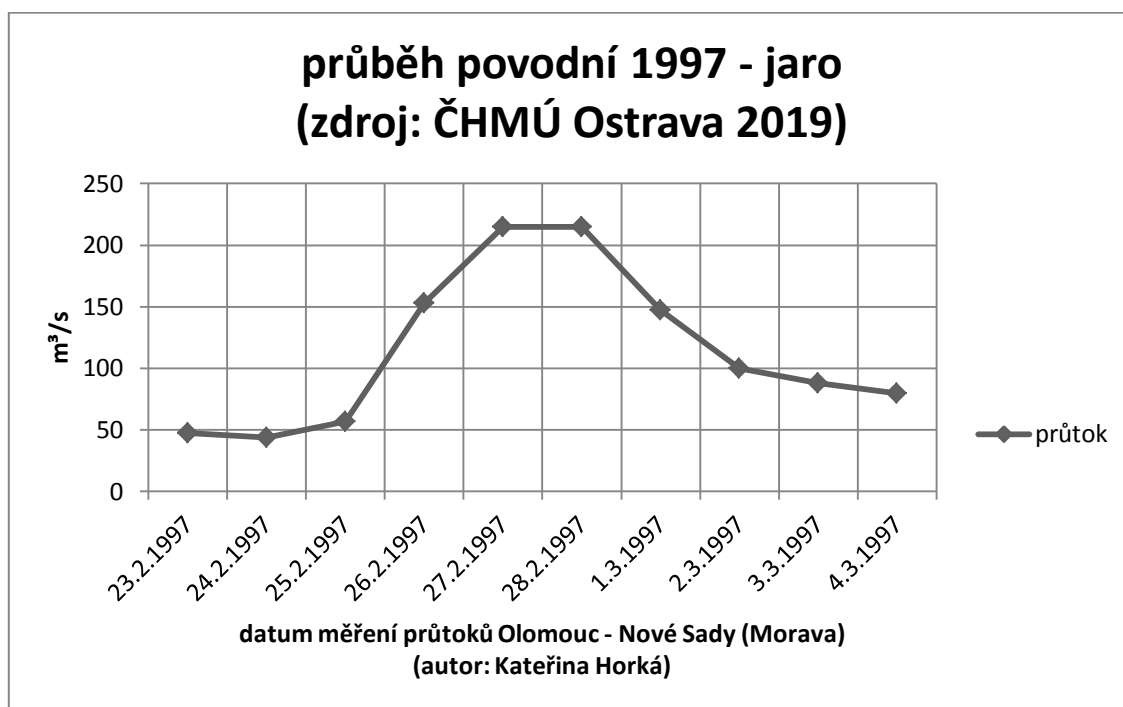
*zdroj: chmi.cz*

Povodňovou situaci v LP vyjadřují grafy č. 1 - č.6, které se částečně blíží ideálnímu průběhu, poněvadž v této oblasti nejsou vodoměrné stanice, byla proto využita data ze stanice Olomouc-Nové Sady (Morava). Ač nejsou dostupné nejlepší materiály, je i tak vidět ve většině případů, že počáteční průtok je nižší než závěrečný. Řeka zde protéká v intravilánu města, proto je zde v rámci koryta reálný alespoň částečný rozliv, jenž umožňuje bezpečné rozlití do druhého povodňového stupně, ale v případě lužního lesa a luk je možný ba žádoucí úplný rozliv.



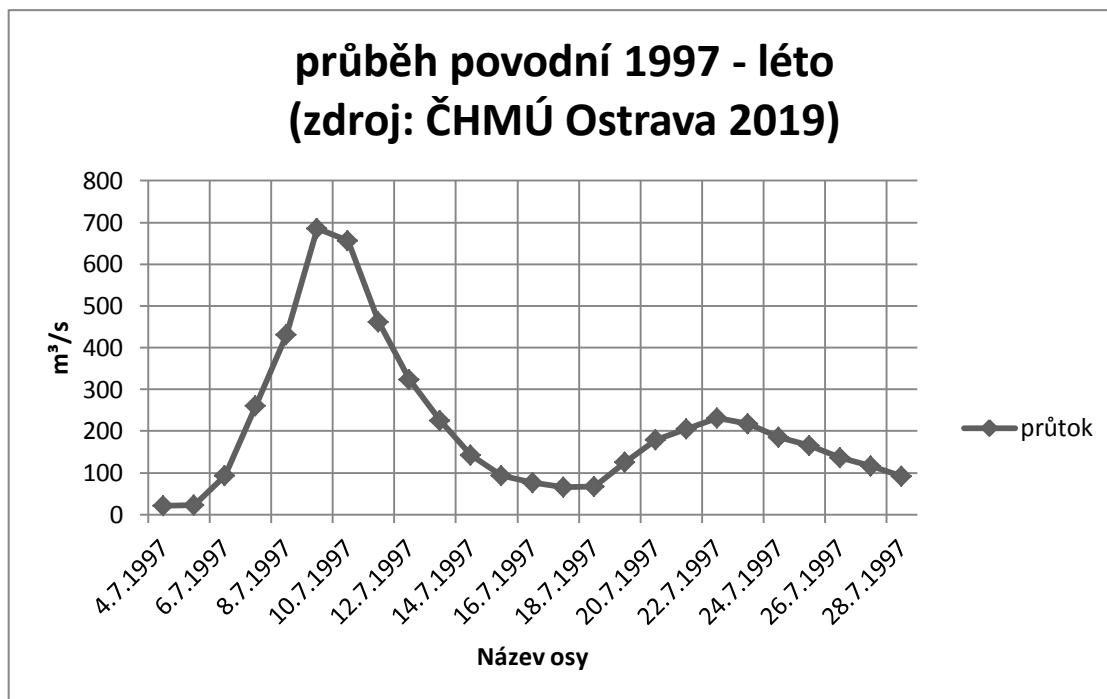
Graf 2: Průběh povodně 1992 (25. 3. 1992 – 29. 3. 1992)

*zdroj: (ČHMÚ Ostrava 2019)*



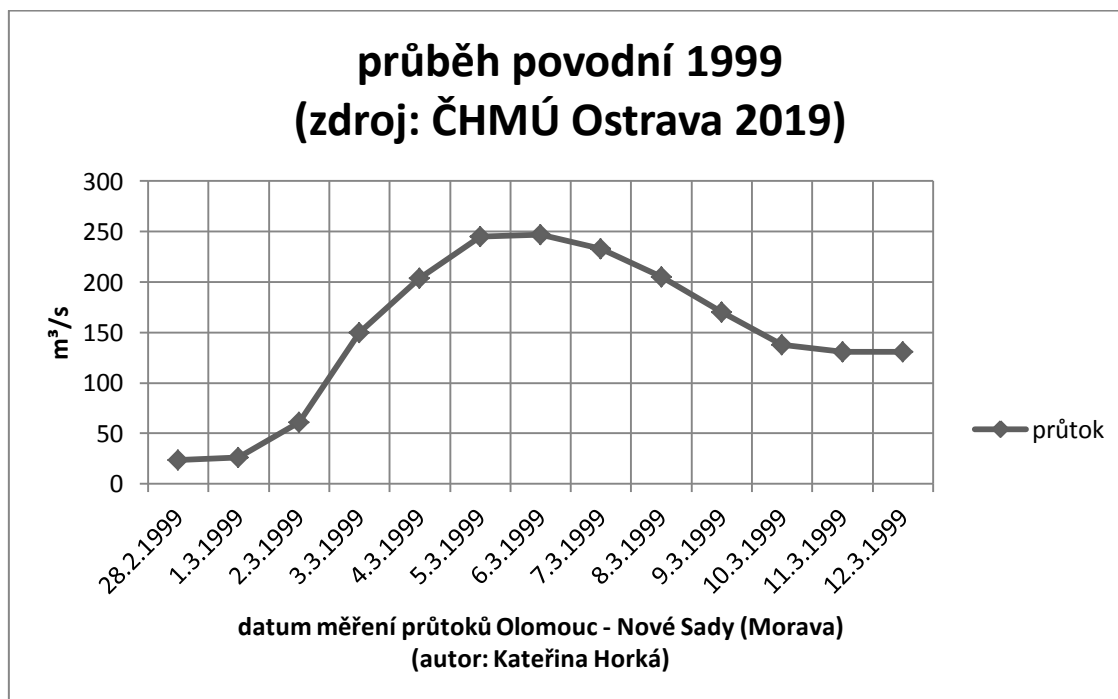
Graf 3: Průběh povodně 1997 – jaro (26. 2. 1997 – 1. 3. 1997)

*zdroj: (ČHMÚ Ostrava 2019)*



Graf 4: Průběh povodně 1997 – léto (7. 7. 1997 – 25. 7. 1997)

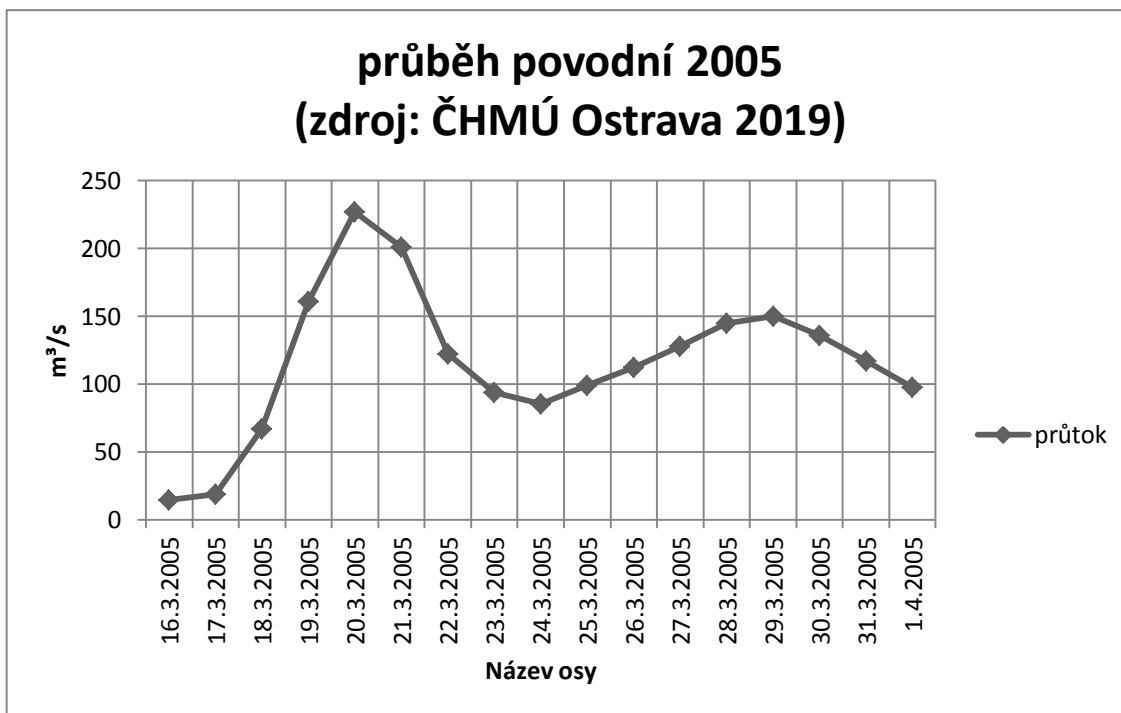
*zdroj: (ČHMÚ Ostrava 2019)*



Graf 5: Průběh povodně 1999 (3. 3. 1999 – 9. 3. 1999)

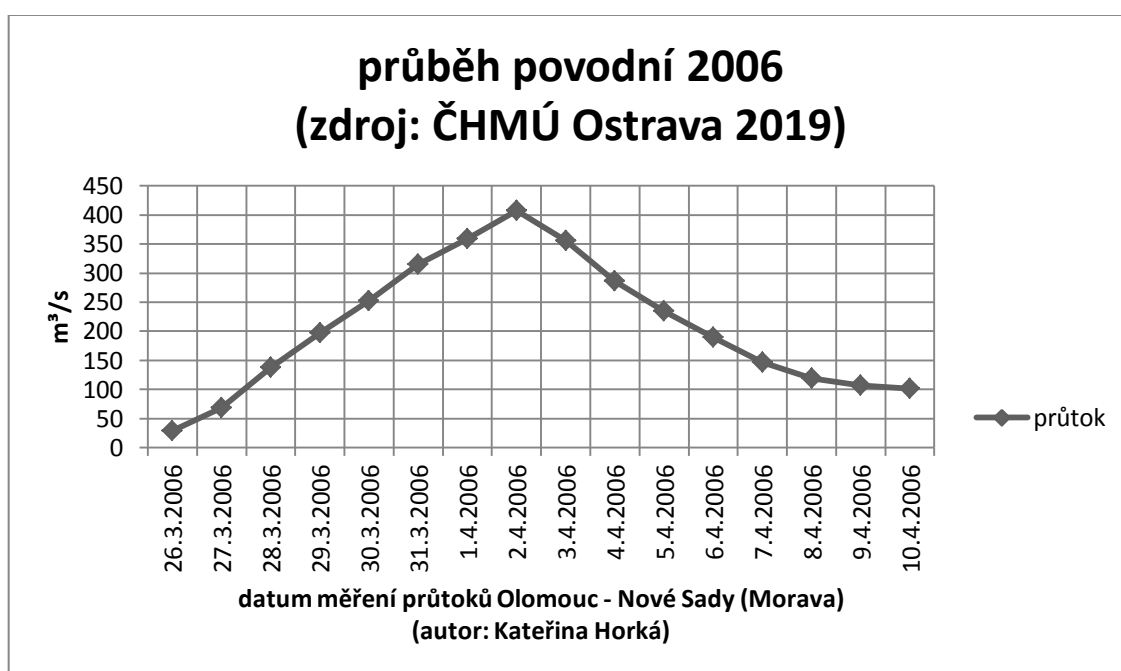
*zdroj: (ČHMÚ Ostrava 2019)*





Graf 6: Průběh povodně 2005 (19. 3. 2005 – 29. 3. 2005)

*zdroj: (ČHMÚ Ostrava 2019)*



Graf 7: Průběh povodně 2006 (29. 3. 2006 – 7. 4. 2006)

*zdroj: (ČHMÚ Ostrava 2019)*

### **5.1.2 Retence a uvolňování vody**

Povodeň a rozliv při ní v inundačním území je nezbytný pro správné prospívání nivy. Před nástupem povodně se voda postupně vsakuje a následně po opadu zadržuje, čímž se zlepšují hydrologické podmínky v území. Proto má tato oblast v období sucha více vláhy oproti okolí. Během červencových povodní v roce 1997 zadržela Chráněná krajinná oblast Litovelské Pomoraví zhruba 60 mil. m<sup>3</sup> vody (Unucka 2017). [ Zhruba na 10 km úseku se kulminační vlna zpomalila o 12 h. Pokud by tedy dobře fungoval informační systém, mohly se tím snížit ekonomické ztráty a urychlit evakuace obyvatelstva v postižených oblastech.]

Ani mezi vodohospodáři není jednotný názor na vliv lužního lesa na průběh povodní (Matějčík 1998): tvrdí, že lužní les dokáže průběh povodně ovlivnit pouze za předpokladu vybudování technických prvků. Technickými prvky jsou míněny ochranné hráze, vnitřní síť vzájemně propojených vodotečí a hrází s nápusnými a výpusnými objekty. Nemůže to však platit v případě lužního lesa v CHKO LP. Pokud by byly použity výše zmíněné technické prvky, tak lze v prostoru CHKO LP zadržet 15 mil. m<sup>3</sup> povodňové vlny (Matějčík 1998).

Nejsou žádné informace o tom, že by se některá z institucí komplexně a odborně zabývala veškerými možnostmi zadržení vody v krajině, není o nikom známo, že by tyto možnosti prosazoval jako nástroj ekologicky citlivé a ekonomicky přijatelné ochrany proti škodlivým účinkům velkých vod. Dosavadní poznatky ukazují, k jak podstatnému snížení retenční schopnosti krajiny došlo díky lidské činnosti. Pokud se podaří zvýšit retenční funkci prostředí, přinese to vedle zlepšení protipovodňové ochrany i řadu dalších pozitivních jevů (zvýšení infiltrace vody do podzemí a obohacení vodních zdrojů, zlepšení ekologických podmínek, zvýšení biodiverzity); (Havlíček 1998a).

### **5.1.3 Prvky ovlivňující průběh povodně**

Na Moravě u Litovle se technickými zásahy zhoršily průtokové podmínky zapříčiňující větší intenzitu a rozsáhlost povodní. Dřív měla Morava v Litovli sedm ramen, jež při povodni vytvářela strouhy, mrtvá ramena, prohlubně, bažiny a močály. Voda se při vyšších průtocích rozlévala na lesní a luční pozemky, na nichž byla velká úroda velmi kvalitní píce. Po zregulování jen 1/5 úrody, nedostatek vody pro rostliny

z povodně a vlivem suchých let se z luk staly polosuché stepní pláne vlivem prováděné regulace, která byla neuváženým zásahem do toku řeky Moravy, díky němuž větší protékající vody Litovelsko bez hospodářského užitku míjí. Koncem 19. století má přírodní řečiště problémy s odvodněním větší vody při povodních, nezvládne odvést ani  $\frac{1}{4}$  vody, jsou tím podpořeny záplavy v okolí Litovle i pod ní a v neposledním posíleny myšlenky a snahy o regulaci (Melka 1997).

Stávající stav v Litovli: rozšířená údolní niva se zmenšeným podélným sklonem vlastního toku a inundačního území, a tím pádem dochází ke snížení průtokových rychlostí, nejstarší část města byla postavena na mírné vyvýšenině, tudíž nebylo nikdy zaplaveno oproti zbytku města nerespektující nivu. Problémem jsou i liniové stavby přepažující mělký průtočný profil říčního koryta, proto je potřeba udržovat mělký průtočný profil, mosty, mostky a propustky. Proto dochází k problémům při větších průtocích. Návrh řešení studie Poyry je následující: výše na toku vybudování poldrů s ohrázanými toky, kupříkladu s využitím více řízených bočních průtočných inundací, nebo bočních průtočných poldrů v široké údolní nivě, kde se využijí stávající ochranné hráze. Takové ochrany lze dosáhnout za podmínky, že se pročistí a zkapacitní stávající průtočné profily, tedy říční koryta s náhony a průtočné inundace, případně se vybudují další takzvaná obtoková koryta. Pokud tedy budeme chtít zvýšit protipovodňovou ochranu, bude třeba snížit hladinu povodňových průtoků pod městem Litovlí, nebo zkapacitnit stávající vodní toky procházející městem Litovlí. Další a zároveň nejsnadnější možností, myšleno teoreticky, jak zvýšit průtočnost vodotečí, je odstranit malé vodní elektrárny na náhonech a vzdouvací objekty na říčních ramenech a náhonech, ale v tomto případě se musí počítat s kompenzací ušlých zisků vlastníků dotčených staveb. Jednodušší by bylo tato zařízení zachovat s tím, že se vybudují kolem těchto zařízení nová a kapacitnější obtoková koryta, a zkapacitnit stávající koryta náhonů s jejich přepady, nacházející se pod energetickými díly tak, aby tato koryta dokázala převést větší průtoky, než je jen spotřeba turbín a průtočnost stávajících malých jalových propustí se zkapacitněním, díky zvýšenému ohrázení. Tato varianta číslo dva by se zaměřovala na směřování průtoků do hlavních a původních říčních ramen, přičemž by nebylo připuštěno rozlivu do okrajů zastavěného zaplavovaného území a mělo by se zmenšit (zúžit) inundační území nad, tak i těsně pod městem Litovlí (Poyry, n. d.). [Pravděpodobně by bylo lepší v intravilánu obce nechat řeku volně rozlít, technické prvky použít spíše v zastavěném území.]

Věcí, o které se v odborných kruzích dlouhodobě vedou pře, je funkce přirozené retence lužního lesa, který dále tlumí a brzdí povodňové vlny a stabilizuje vodní režim díky své prostorové a hmotnostní mohutnosti oproti jiným rostlinným společenstvům. Schopnost zadržet vodu, zpomalit a snížit odtok je omezená kvalitou humusu s propustností půdy, přičemž záleží na skladbě a způsobu starání se o lesní porost. Nejlepší humus pro zadržení vody vzniká v listnatých a smíšených lesích. Les chrání území před erozí, zpomaluje a snižuje povrchový odtok vod a srážek. Zlepšuje evapotranspiraci vlivem na klima, funguje jako bioklimatizace spolu s dalšími biotopy v něm se nacházejícími (periodická koryta, odstavená ramena a tůň). Zvětšuje vsakování srážkových vod do podpovrchových horizontů. Zadržuje povodňové vody v inundačním území říční krajiny. Drsnost povrchu je umocněna rozmanitou členitostí terénu (Ambros 1998).

Lužnímu lesu či říční nivě jsou povodně přínosem, protože v něm nezpůsobují skoro žádné škody, ale přináší živiny. Vlhkost půdy je vázána na dynamiku průtoku v říčním korytě. Přirozená niva má půdy s vysokou kapacitou ovlivňující vodní režim se stabilitou.

Členité dno a břehy s padlými kmeny jsou přínosem rybám, protože mění směr tekoucího proudu. Změněný směr vodního proudu vytváří členité dno s tůňmi. Pro samočištění jsou důležitá společenstva mikrobních organismů žijící na aktivním povrchu koryt, která se živí znečištěním z vody. Nejlépe proces samočištění probíhá na přirozeně členitých korytech s pomalým postupem vody, kdy je zajištěný dostatečný kontakt vody s povrchem koryta (Just 2020).

Na základě znalosti povodní už v minulosti bylo cíleně a uměle zaplavováno okolí Olomouce (1742 - 1754), protože město mělo statut barokní pevnosti, povodňování bylo prováděno na základě projektů stavitelů (Machar 1998). Důležitost povodní spočívá v omlazení reliéfu říčního dna v příbřežní části, samovolné renaturalizaci, proplavení a zvodnění zazemněných a odříznutých říčních ramen či obnovení mozaiky biotopů (Lacina 1997).

[Opomíjenou složkou v nivě je nepatrné výškové členění.] Oproti vrchovině kde není velká změna +/- 40 cm vlivem svahových procesů, je tento rozdíl patrný v nivě modelované záplavami. Je to jasně patrné při vybřežení řeky například při sečení louky, pokud je 2 dm nad hladinou, nebo 2 dm pod hladinou. Nepatrné vyvýšeniny můžeme považovat za stanoviště, na nichž má zvěř možnost se shromažďovat, lehké sníženiny se stávají koryty s proudem vody vhodným pro ryby (Cílek 1992).

#### **5.1.4 Protipovodňové přínosy retence**

Lužní les neplní jenom funkci produkční ve formě dřeva či druhů pro sběr a lov, ale mnohem důležitější mimoprodukční funkci v podobě ekosystémové služby, jíž je retence vody v krajině, ochrana proti suchu, samočištění a regulace klimatu formou odpařování. Odpařování vody probíhá procesem transpirace, projevující se jako bioklimatizace.

Tvorba sedimentu v plochem okolí řeky a důležitá říční anastomóza s odstavenými rameny a tůněmi vytváří záplavovou pláň, v níž probíhá filtrace zakalené vody přes půdní filtr a zachycují se v ní části látek, drenují se v ní podzemní vody z povrchového toku.

Protipovodňová ochrana spočívá v transformaci povodňové vlny na základě vlastní skutečné retenční kapacity. Jednoleté bezškodné rozlivy využijí objem inundačního prostoru, nezbytné je zahrnout vsak do půdy, výpar z plochy rozlivu a evapotranspiraci. Aby této služby bylo docíleno, je nezbytné meandrující koryto s nízkou kapacitou průtoku a správné hospodaření v nivě, díky tomu nebude docházet ke škodám v zemědělství. Retence splavenin je zajištěna při rozlivu a ústupu povodně (Štěrba & kol. 2008).

Efektivnější samočištění vody spočívá v bezprostředním kontaktu vody s půdními procesy realizujícími se ve společenství bakterií nacházející se na aktivních povřích rostliných kořenů. Jestliže je meandrující tok lemován měkkým luhem, tak se zpomaluje tok, najdeme zde různorodé úseky z proudícího faktoru, na základě čehož je podporována boční infiltrace, která ústí ke vzniku stojatých vod v nivě (Rulík 2019).

#### **5.1.5 Přínosy retence pro zemědělce a klima**

V dřívější době, kdy v okolí lužních lesů žilo původní obyvatelstvo, tak tamější sedláci a zemědělci si nesmírně považovali nivy a uměli v ní hospodařit, proto mohly lesy poskytovat ochranu proti suchu či pozitivně ovlivňovat klima v podobě vázání srážek.

Ochrana proti suchu se ukazuje v období sucha infiltrací do podzemní vody, přičemž je omezená schopnost nadlepšování průtoků v řece. Zpomalený odtok a plošný rozliv dotuje podzemní vody (důležité pro výrobu pitné vody). Pokud budou přetrvávat

období s dlouhým suchem, jež je velmi pravděpodobně předpovídané klimatickými scénáři, bude tento proces mít stále důležitější úlohu. Důležité zvodnění nivy a pohyb vody do rostlinné biomasy. Zpomalená dekompozice je způsobená vysokou hladinou podzemní vody, proto je v půdě nedostatek kyslíku a váže se v ní uhlík. Díky tomuto procesnímu vývoji je niva zdrojem (zásobárnou) uhlíku. Malý koloběh vody je podporován evapotranspirací probíhající v lužních lesích a mokřadních porostech s vodními plochami. Při tomto procesu je podporována klimatizace zemského povrchu, intenzita je závislá na dostupnosti vody v nivě řeky (Pokorný 2019).

### **5.1.6 Ekonomická náročnost údržby lokality**

[Lužní les potřebuje jen zanedbatelné investice v podobě provozních nákladů při pravidelné údržbě oproti sídlům, které] je vhodné důsledně ochránit i se zastavěným územím zkapacitněním v záplavových lokalitách, či formou ohrázení z dosahu rozlivu nivy [ při tomto počínání není vhodné zapomenout na revitalizaci koryta vhodnými prvky]. V údolní nivě na zemědělské půdě a v lese je lepší realizovat přirozený rozliv, který zlepší absorbování a zbrzdění přivalové vody povodní. Technická opatření je vhodné použít jako poslední řešení k doplnění předchozích přírodně blízkých úprav (Ungermam 2007). [Ačkoliv je zcela jasné, že zmíněné přírodě blízké postupy jsou snadněji realizovatelné je alarmující hrozbou výskyt poldrománie.]

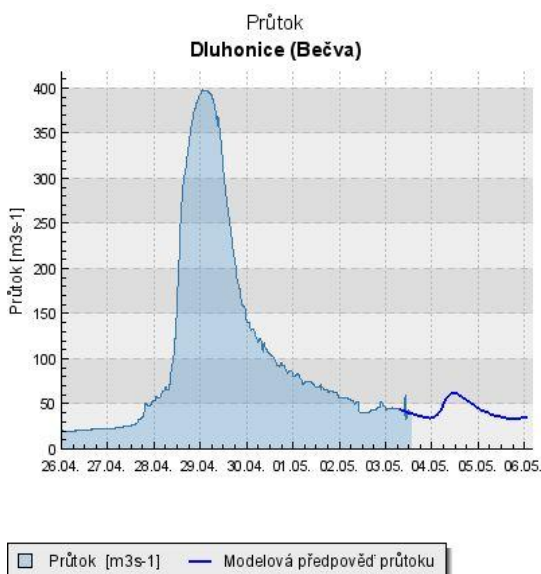
Při povodních v roce 1997 s tragickými následky se ukázalo, jak nebezpečné může být rozsáhlé nivní území v Čechách a na Moravě. Geografy je toto území nazýváno hazardspace, nebo riskspace, je tedy zcela běžné, že tato místa jsou často ohrožována přírodními katastrofickými činiteli, které právě způsobují disturbance potřebné pro obnovení a vytváření biotopů (Lacina 2011).

## **5.2 Vodní nádrž Nové Mlýny**

### **5.2.1 Průběh přílivových vln při povodních 1989 – současnost**

VN NM svým vzhledem odpovídají nejvíce vějířovitému typu povodí, pro nějž je charakteristické střetnutí více stejně vodnatých toků v jednom místě, za těchto okolností se jejich přílivové vlny sejdou najednou a nárůst kulminačního průtoku má exponenciální růst a prudký pokles jasně zřetelný v grafu č. 8. Potom se opět toky

vrací do svých normálních průtoků, které jsou pro dané období běžné. Právě kulminační průtoky bývají již od počátku svého sledování v 17. století nadhodnocované.



Graf 8: Průběh kulminační vlny

*zdroj: (ČHMÚ 2020)*

Velkým problémem je nadhodnocování průtoků, kvůli „důsledné“ ochraně kulturní krajiny, kdy chceme vodu mít za každou cenu v korytě a nenecháme ji se přirozeně rozlít v inundačním území nívy. Bylo zjištěno (Podhanský 1877) u řeky Moravy u Napajedel původní průtok  $539 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$ , který ale měl dle vypracování Moravského zemského výboru dosáhnout  $752 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$ , jedná se tedy o navyšování o 47 %.

Další příklady naddimenzování viz tabulka č. 4. Stejný problém uvádí i tabulka č. 5 v návaznosti na povodně 1997. Toto navyšování kulminací podporuje dlouhodobé plánované vodohospodářské stavby například obtokový kanál Olomouce s návazností na trasu kanálu Dunaj – Odra – Labe či stavbu přehrady v Hanušovicích (Ungerma 1998).

Tabulka 2: Naddimenzování průtoků v 17. století

	původní	zemský výbor
průtok u Rohatce	$846 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$	$1300 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$
zaústění do Dunaje	$1752 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$	$2500 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$

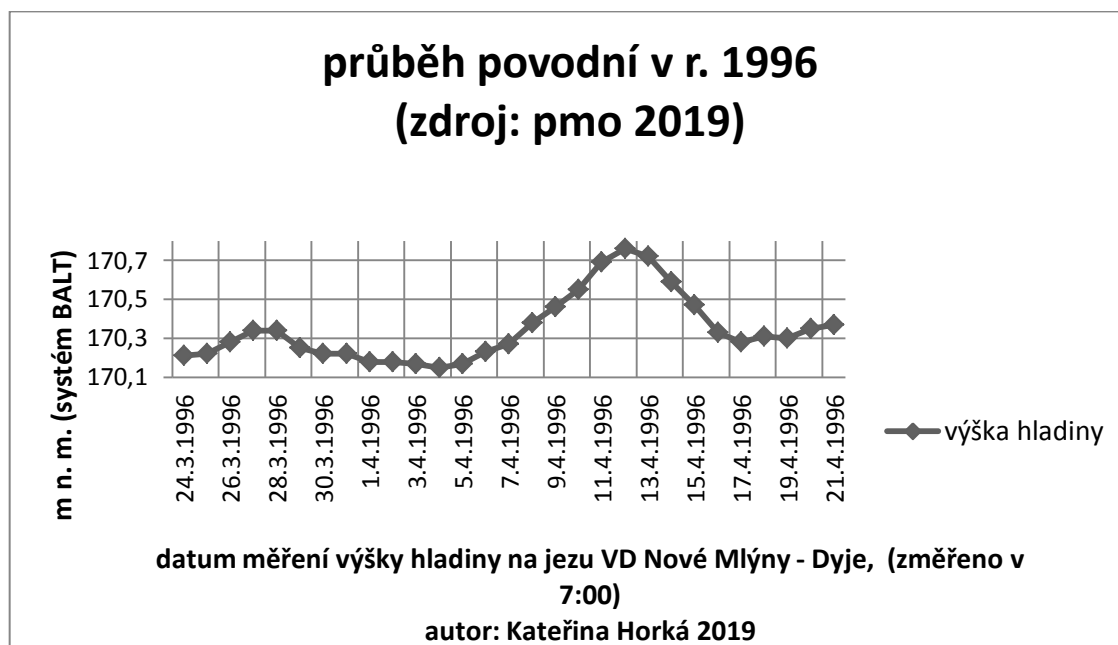
*zdroj: (Ungerma 1998)*

Tabulka 3: Novodobé naddimenzování průtoků 1997

	srpen (1997)	říjen (1997)	březen (1998)
stanice Moravičany	362 m <sup>3</sup> /s <sup>-1</sup>	401 m <sup>3</sup> /s <sup>-1</sup>	625 m <sup>3</sup> /s <sup>-1</sup>
stanice Olomouc	676 m <sup>3</sup> /s <sup>-1</sup>	715 m <sup>3</sup> /s <sup>-1</sup>	826 m <sup>3</sup> /s <sup>-1</sup>

zdroj: (Ungerman 1998)

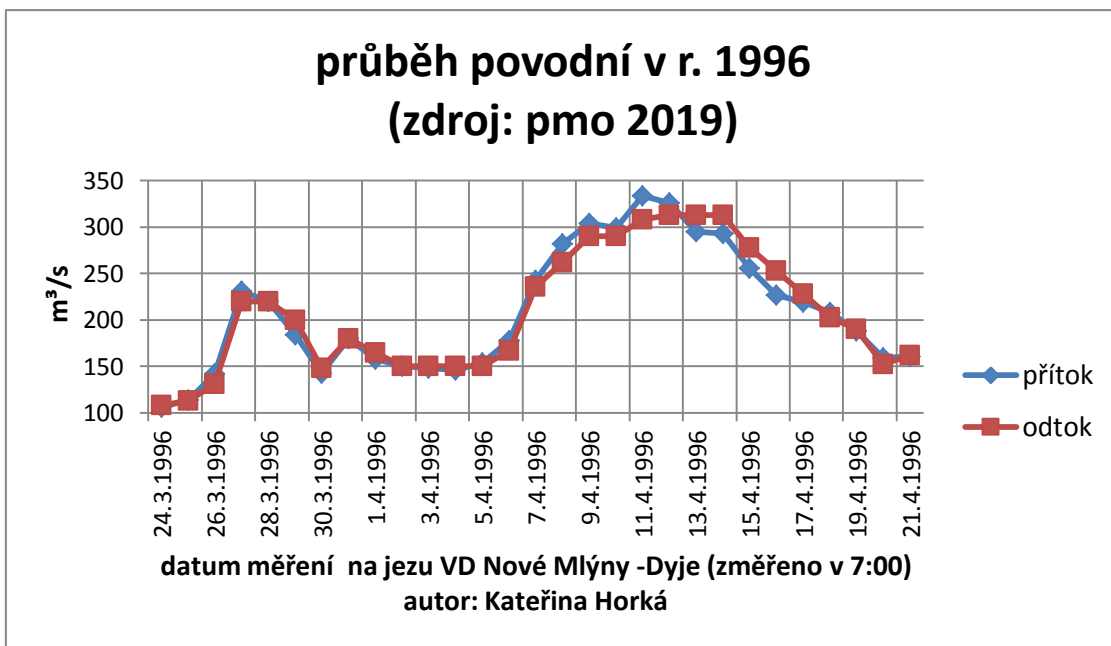
Při povodních sledujeme průtoky a odtoky, viz grafy č. 8; 10; 12 a 14, na kterých můžeme vidět rychlý vzestup a pokles hladiny, jež je ještě umocněn upouštěním či zastavěním odtoku na přehradě, zjišťování vodních stavů se provádí na jezu. Z grafů č. 7; 9; 11 a 13 je jasně vidět vhodná maximální výška nadržení stálé hladiny na maximální úrovni 170 m n. m., pakliže by došlo k zamýšlenému navýšení na 171,24 m n. m., přehrada ztratí retenční prostor a nebude tudíž poskytovat protipovodňovou funkci, pokud nebude včas snížena hladina na zmiňovaných 170 m. n. m. Pro zajímavost uvedu, že při povodních 23. 3. 2006 – 17. 4. 2006, byl odtok regulovaný a docházelo k němu 1x maximálně 2x za den.



Graf 9: Změna výšky hladin při povodni 1996

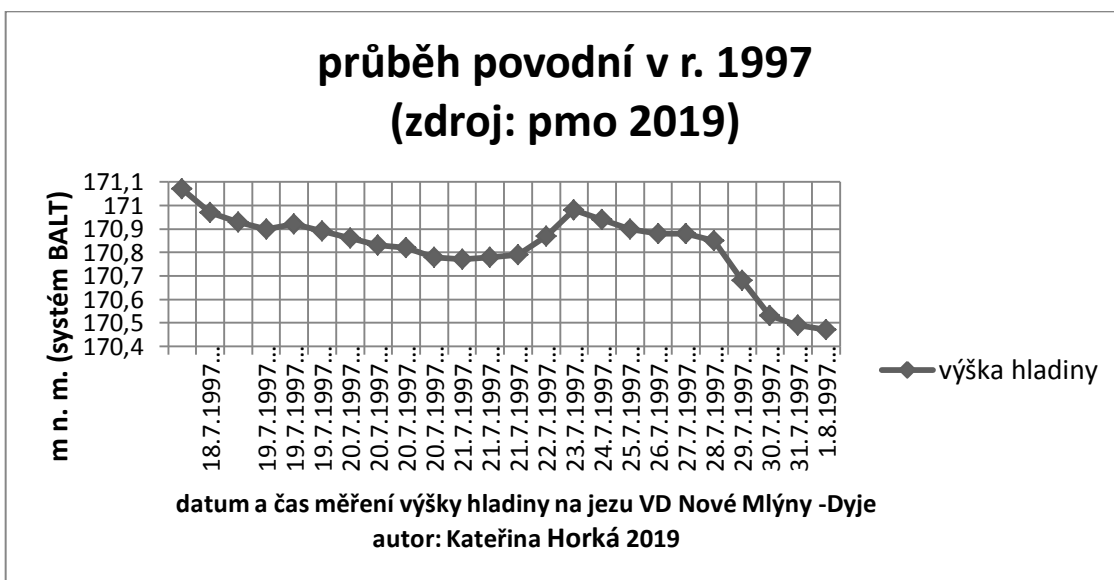
zdroj: (Povodí Moravy 2019)





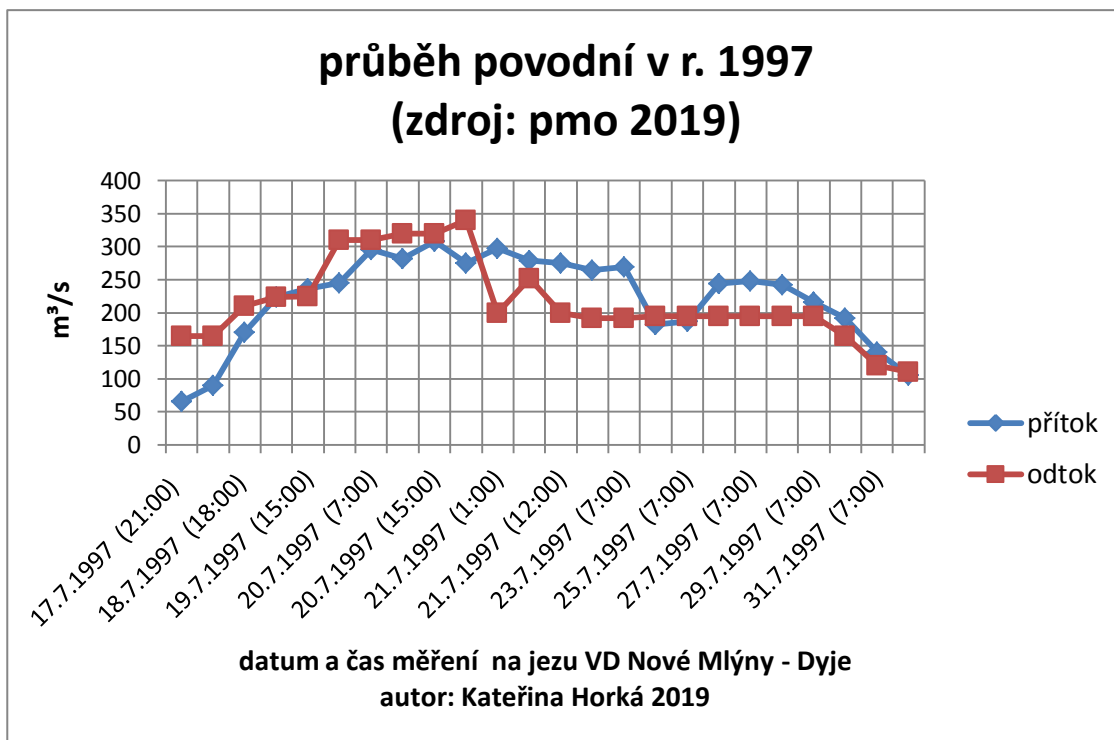
Graf 10: Přítok/odtokové křivky při povodni 1996

zdroj: (Povodí Moravy 2019)



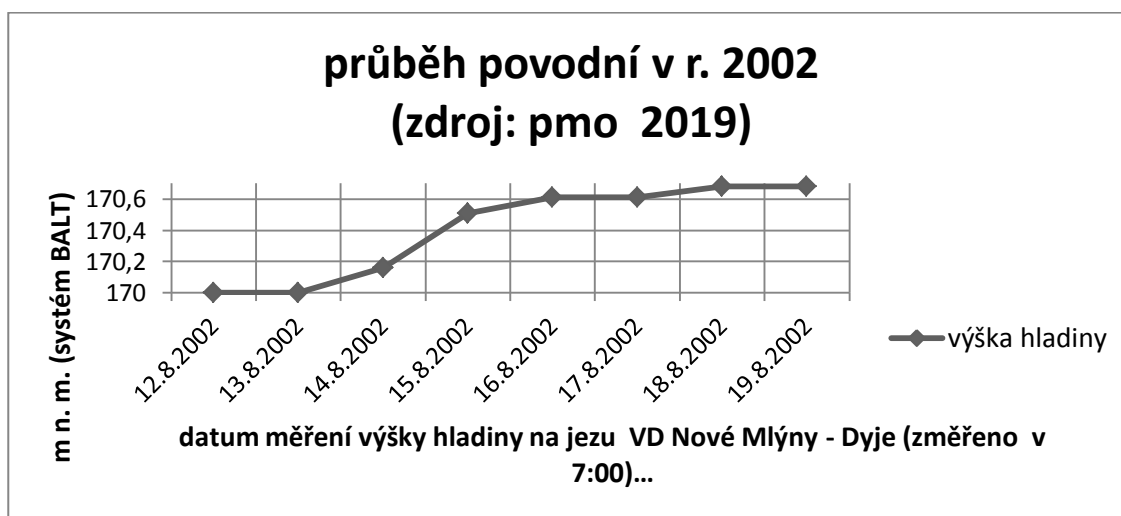
Graf 11: Změna výšky hladin při povodni 1997

zdroj: (Povodí Moravy 2019)



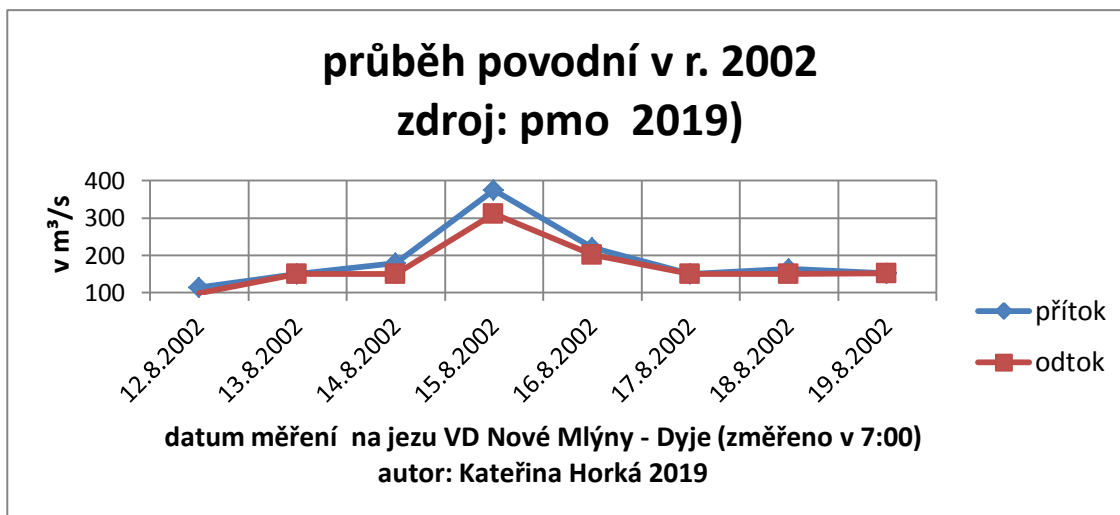
Graf 12: Přítok/odtokové křivky při povodni 1997

*zdroj: (Povodí Moravy 2019)*



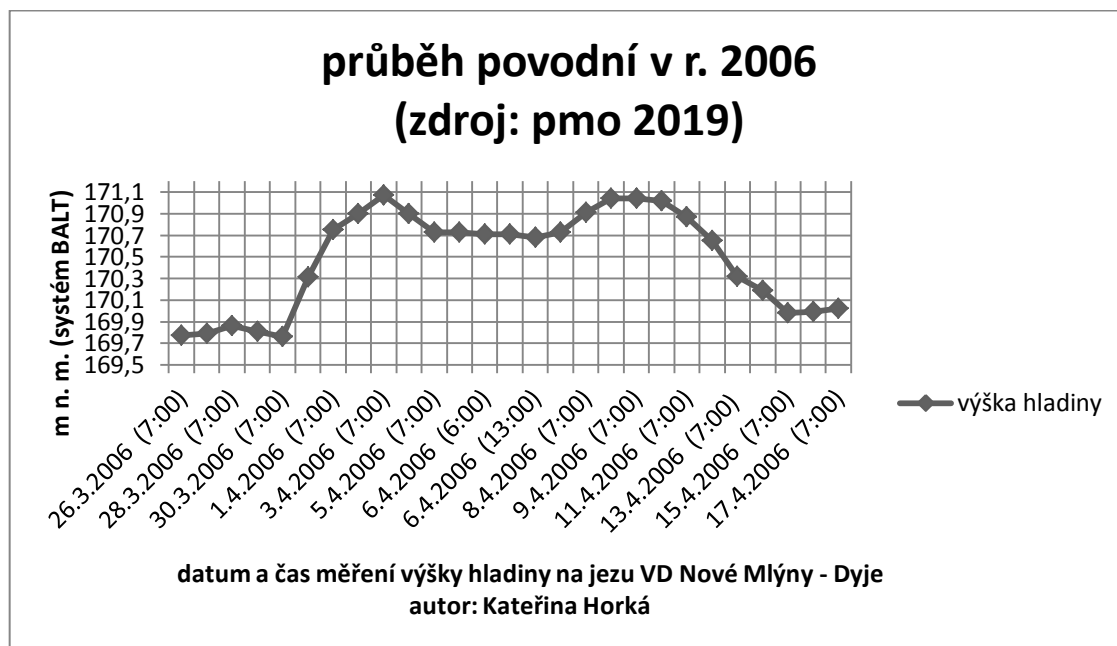
Graf 13: Změna výšky hladin při povodni 2002

*zdroj: (Povodí Moravy 2019)*



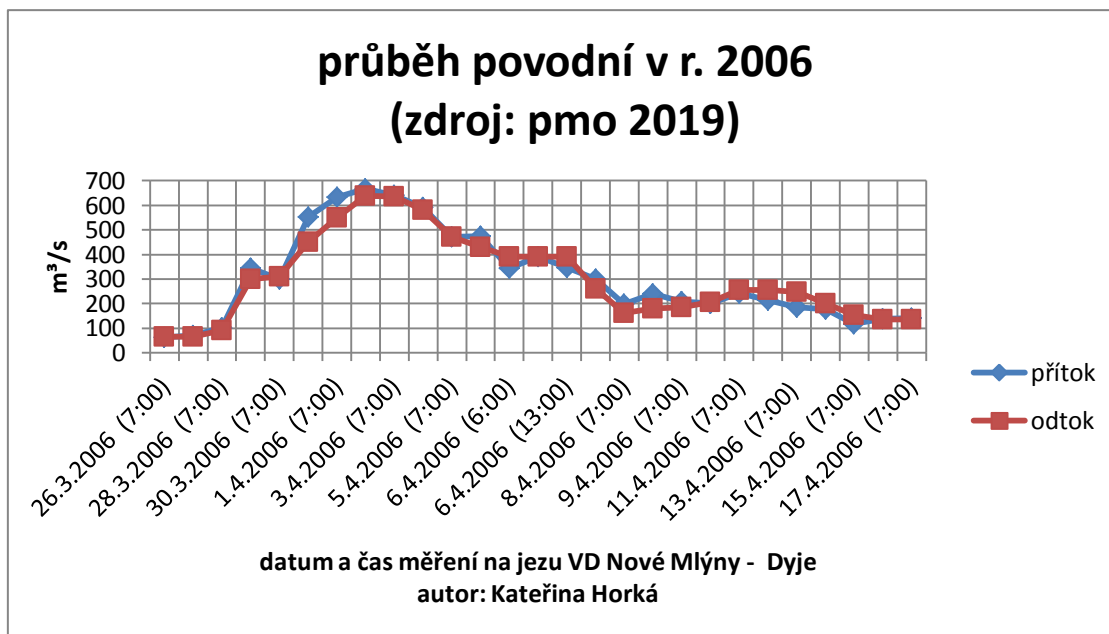
Graf 14: Přítok/odtokové křivky při povodni 2002

zdroj: (Povodí Moravy 2019)



Graf 15: Změna výšky hladin při povodni 2002

zdroj: (Povodí Moravy 2019)



Graf 16: Přítok/odtokové křivky při povodni 2006

zdroj: (Povodí Moravy 2019)

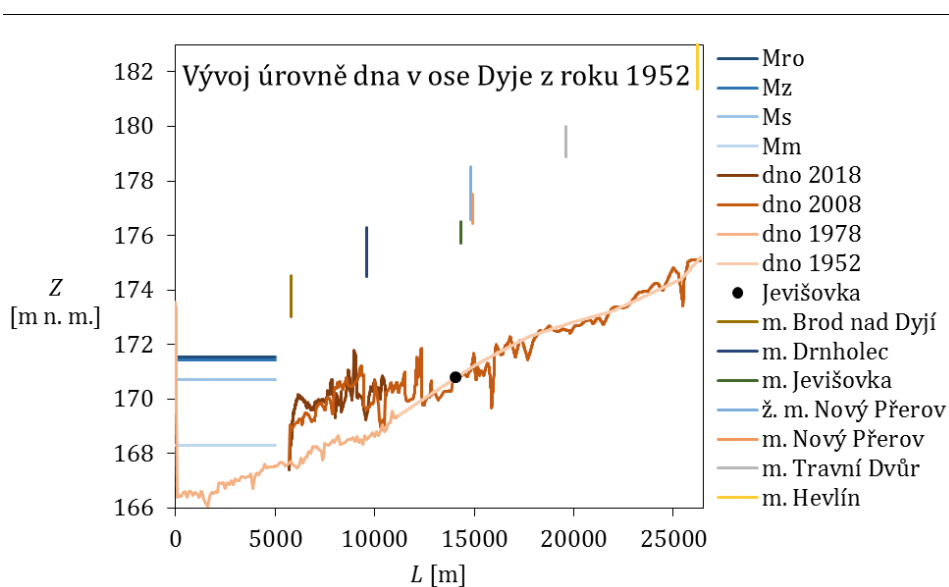
### 5.2.2 Retence a uvolňování vody - tabulky a grafy s popisem

VN NM patří mezi kontroverzí stavby z pohledu jejich vlivu na krajinu a důvodů, z jakých byly stavěny. Byly hlavně zřizovány, aby napájely zavlažovací soustavy v okolí a mohlo se díky nim obdělávat více plochy a zvyšovaly se výnosy zemědělských produktů v oblasti. Hlavním argumentem tehdejších vodařů pro stavbu byla a stále je ochrana proti povodním, jež je velmi rozporuplná. Dokládají to grafy č. 1 – 8, které ukazují, jak se mění retenční objem při různém poklesu hladiny. Je překvapujícím zjištěním, že řada vodohospodářů zastává dřívější paradigma o stálé nutnosti budování nových přehrad, naštěstí se najdou osvícené výjimky přiklánějící se k environmentálně přijatelnějším protipovodňovým opatřením v podobě revitalizací toků.

Nejvíce diskutovaným tématem mezi odborníky a laickou veřejností je právě zmiňovaná protipovodňová ochrana stávající se aktuální při povodních, nejznámějších v roce 1997, ale i 1996; 2000 a 2006. V těchto okamžicích vodohospodáři oprašují původní studie plánů přehrad v postižených místech, odmítající revitalizaci inundačních území. Přitom zmíněné revitalizace mohou být kolikrát účinnějším a ekonomicky levnějším řešením, do něhož se zapojí postižené obce, které jsou tím motivovány k vlastní angažovanosti a nejsou použity jen dotace ze strany státu.

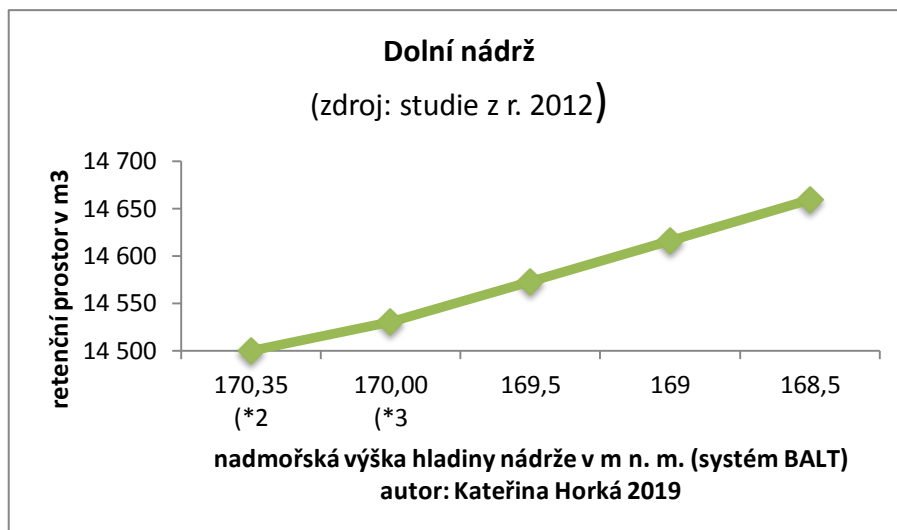
Retenční možnosti, uváděné za nejčastější důvod stavby jsou většinou jen zástěrkou pro stavební lobby a nákladné investice ze státního rozpočtu. Kapacity nádrží jsou velmi omezené, z výpočtů vychází 26,4 - 35,3 mil. m<sup>3</sup> oproti skoro 2 násobné kapacitě Litovelského Pomoraví, nižší objem vychází ze studie (Cibulka 2012) a vyšší z údajů z (<http://www.pmo.cz/>, n. d.). Data získaná ze starší studie jsou více reálnější a střízlivější oproti údajům z povodí, která jsou spíše technicky nadhodnocena, aby byla dokázána účinnost před povodní.

Problém, který je u každé přehradě jasný, ale veřejnosti ne dobře dostupný, je postupné zanášení, snižující akumulaci schopnost. Je to dokázáno pro řeku Dyji při vtoku do Horní nádrže zjišťováním změny výšky dna od roku 1952 - 2018 (Marton 2018), pro lepší znázornění obrázek č. 4. [Proč k tomu dochází? Stavba nádrže naruší přirozený splaveninový režim v kontinuu říční nivy, v němž se částice ukládají. Hrubé splaveniny se přirozeně ukládají na agradačních valech v blízkosti toku a jemné v říční nivě, zlepšující její úrodnost. Vodní dílo je na řece překážkou tomu bránící, proto se logicky zanáší a klesá u něj protipovoňová ochrana okolí. Dříve se u nížinných toků běžně bagroval šterk ke snížení přirozeného zanášení, dnes je to zakázáno a místo řek se zanáší nádrže.] Dále ohroženost zanášením dokládá práce Bauera z roku 2018, kde se uvádí zachycení sedimentu ve výši 446 319 [t. rok-1] s celkovým transportem splavenin ve výši 75 988 [t. rok-1], z toho více než 60 000 tun sedimentu odpovídá 80 % způsobených intenzivním zemědělstvím v oblasti (Bauer 2018).



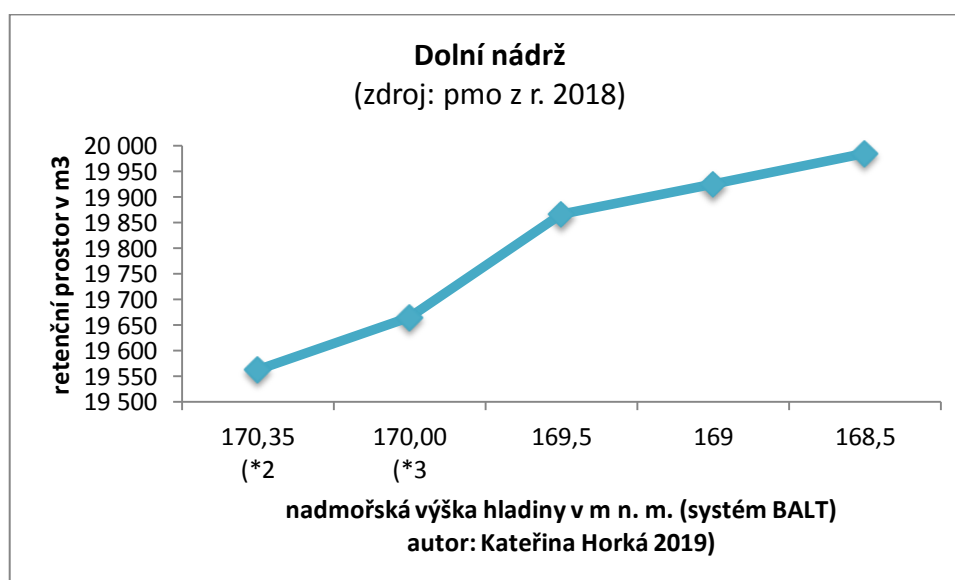
Graf 17: Zvyšování dna řeky Dyje

zdroj: (Marton 2018)



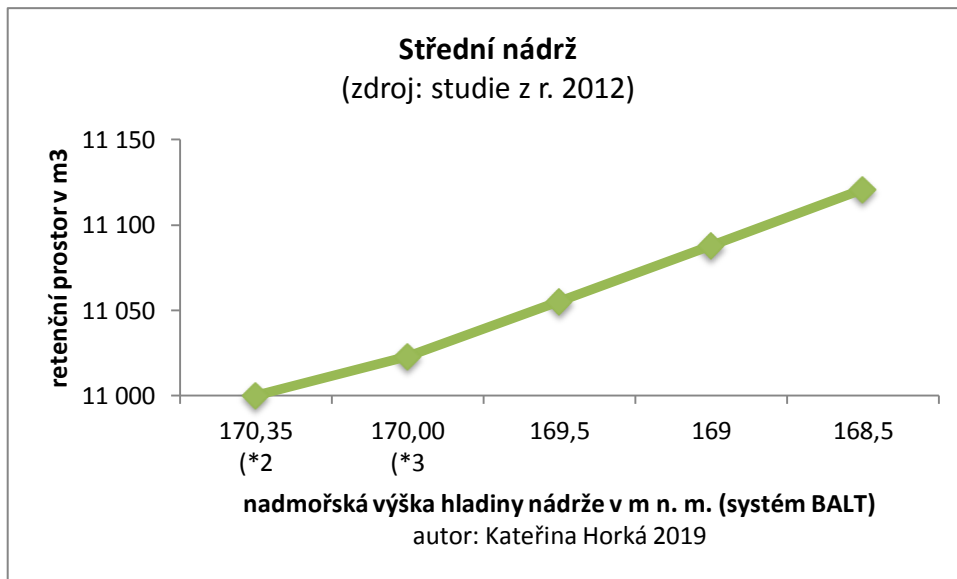
Graf 18: Změny retenčního prostoru při poklesu výšky hladiny u Dolní nádrže

*zdroj: (Cibulka 2012)*



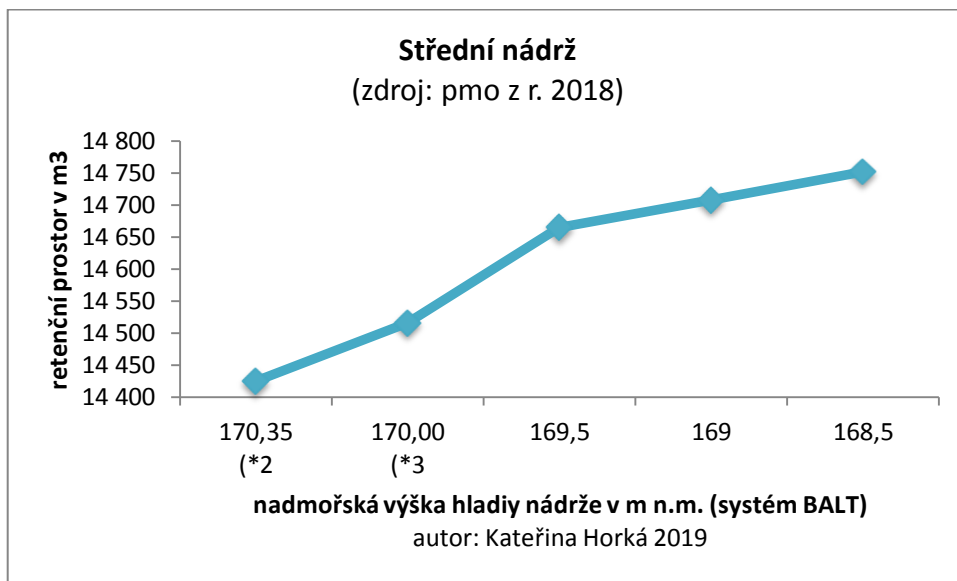
Graf 19: Změny retenčního prostoru při poklesu výšky hladiny u Dolní nádrže

*zdroj: (<http://www.pmo.cz/>, n. d.)*



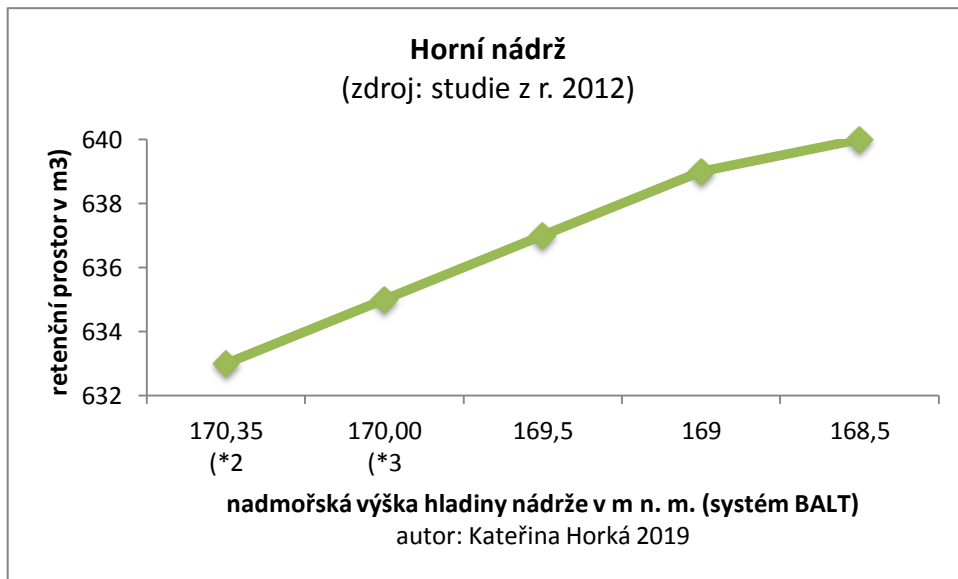
Graf 20: Změny retenčního prostoru při poklesu výšky hladiny u Střední nádrže

*zdroj: (Cibulka 2012)*



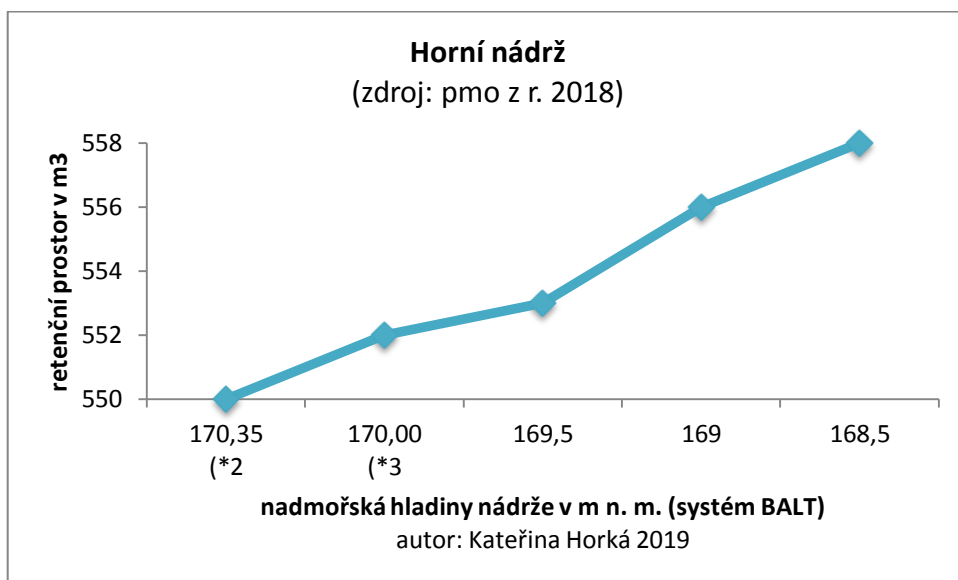
Graf 21: Změny retenčního prostoru při poklesu výšky hladiny u Střední nádrže

*zdroj: (<http://www.pmo.cz/>, n. d.)*



Graf 22: Změny retenčního prostoru při poklesu výšky hladiny u Horní nádrže

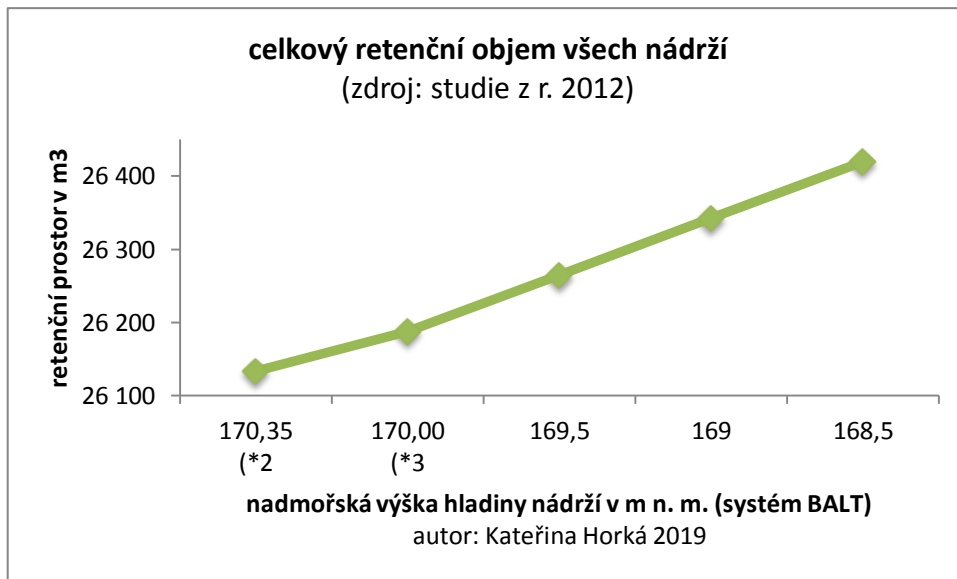
*zdroj: (Cibulka 2012)*



Graf 23: Změny retenčního prostoru při poklesu výšky hladiny u Horní nádrže

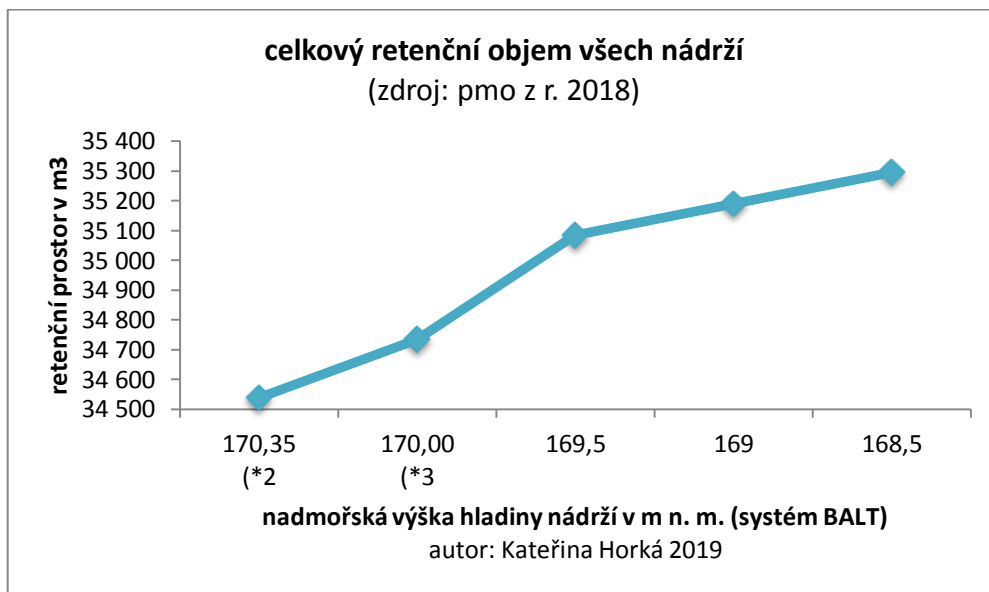
*zdroj: (<http://www.pmo.cz/>, n. d.)*





Graf 24: Změny retenčního prostoru při poklesu výšky hladiny ve všech 3 nádržích

*zdroj: (Cibulka, 2012)*



Graf 25: Změny retenčního prostoru při poklesu výšky hladiny ve všech 3 nádržích

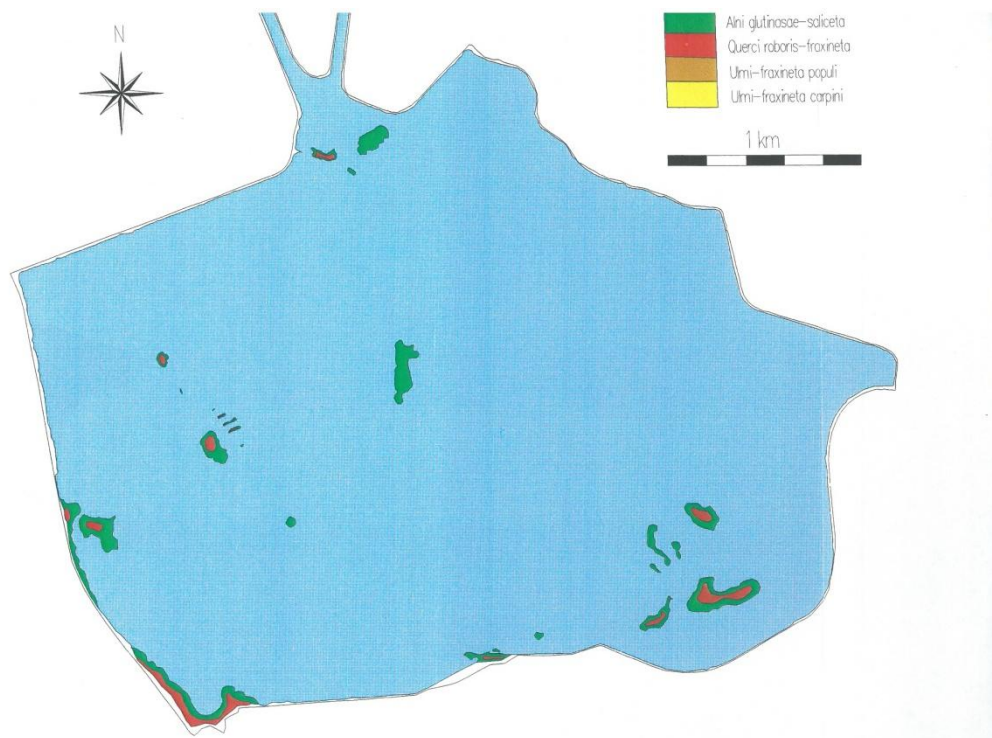
*zdroj: (<http://www.pmo.cz/>, n. d.)*

Z grafů č. 15 - 22 je patrný značný rozdíl změn retenčního prostoru, grafy s použitím dat z (<http://www.pmo.cz/>, n. d.) mají exponenciální růst oproti grafům, které využívají data ze studie (Cibulka 2012), vykazují pozvolný lineární růst, nejvíce je to znatelné u Horní a Střední nádrže. Při klesání výšek hladin dochází k pozvolnému zvyšování retenčního prostoru, který hraje hlavní roli, při snižování kulminací. Pojdme si zdůvodnit mnou vybrané výšky hladin 168,5; 169; 169,5; 170 a 170,35. Jsou

to výšky, s kterými již pracoval pan Buček v roce 2004, na jejichž základě jsem modelovala retenční objemy přehrady.

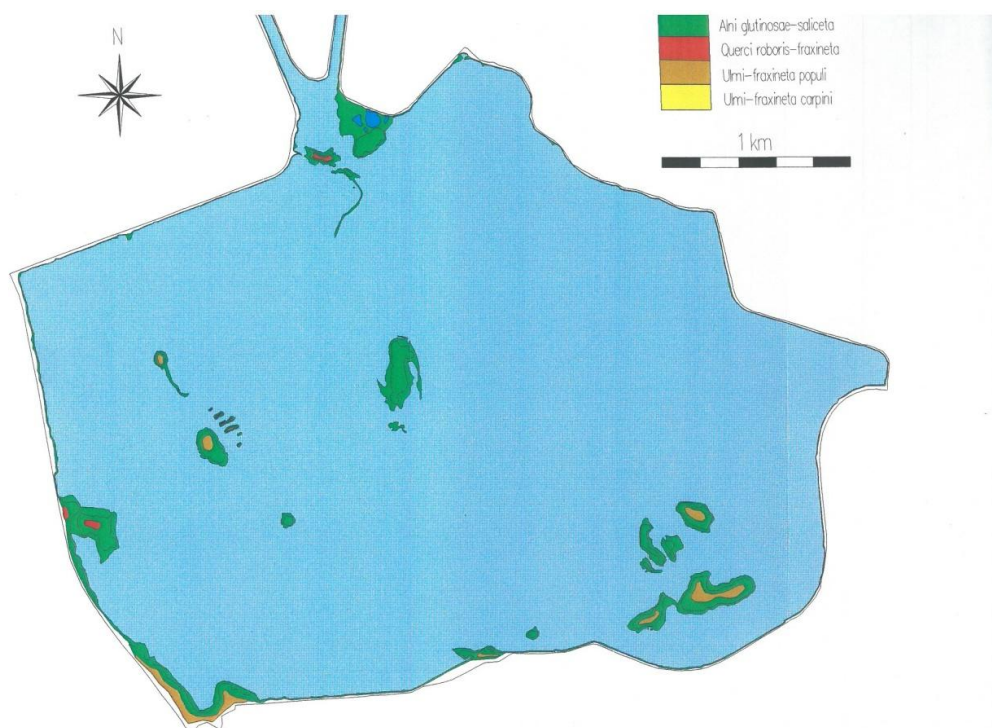
Na základě opravy hráze z důvodu protržení v roce 1983 došlo k vypuštění, díky tomu odstartovala přirozená sukcese lužních společenstev. Po opravách došlo opět k zvyšování na 170 m n. m., důsledkem bylo následné odumírání nově vzniklého společenstva. Pro budování ostrovů se hladina snížila, potom opět došlo ke zvýšení, takže zbytečná práce, proto se dodnes vedou o výšku hladiny spory. Pro obnovu nivních biotopů jsou nezbytné tyto podmínky: plynulý přechod mezi ekotypy, důležitý hydrologický režim, jež se mění, rozsah stanovišť vody a souše, periodické změny hydrologických podmínek, manipulace s vodou (snižování) jen o 50 cm na konci května až začátkem července. Při splnění těchto podmínek dojde k začátku obnovy u druhů šířených větrem a vodou či tvrdého luhu při předpěstování a aktivní péči (Buček & kol. 2004).

*Při akci Dno se v letech 1981 - 1988 podařilo zachránit díky 1100 dobrovolníkům celkem „112 434 bledulí letních, 29 025 sněženek, 2 224 ladoněk vídeňských a 1 103 kusů lekninových oddenků. Bledulím, sněženkám i ladoňkám se na nových lokalitách daří a jejich populace v současné době většinou vypadají tak, jako by zde byly odedávna. Pouze u leknínů se to nezdařilo (Buček 2011)“.*



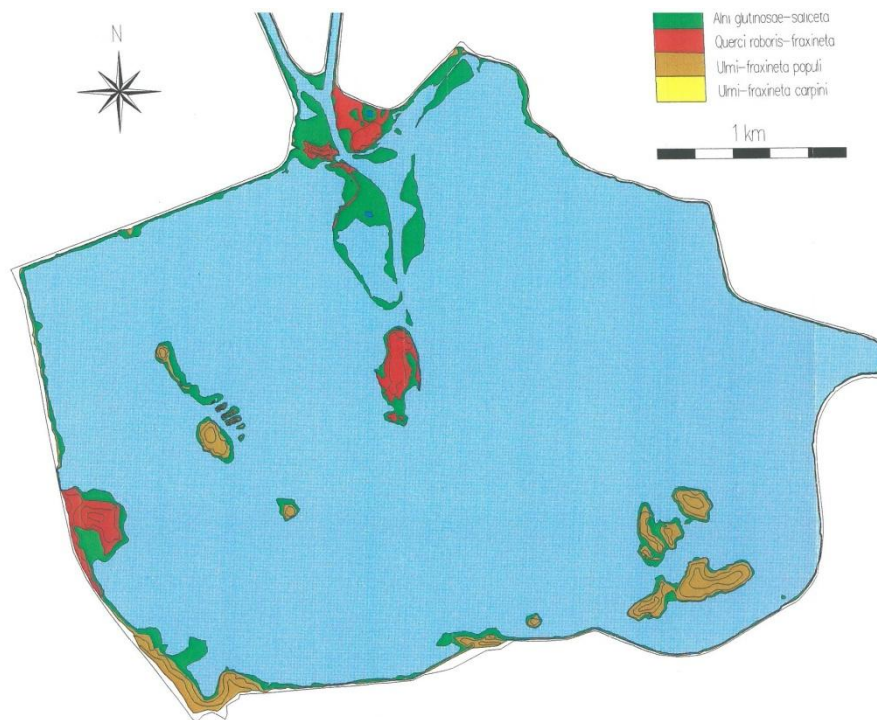
Obrázek 6: Modelové rozložení stg v prostotu PR Věstonická nádrž při hladině vody na 170,35 m n. m.

*zdroj: (Buček & kol. 2004)*



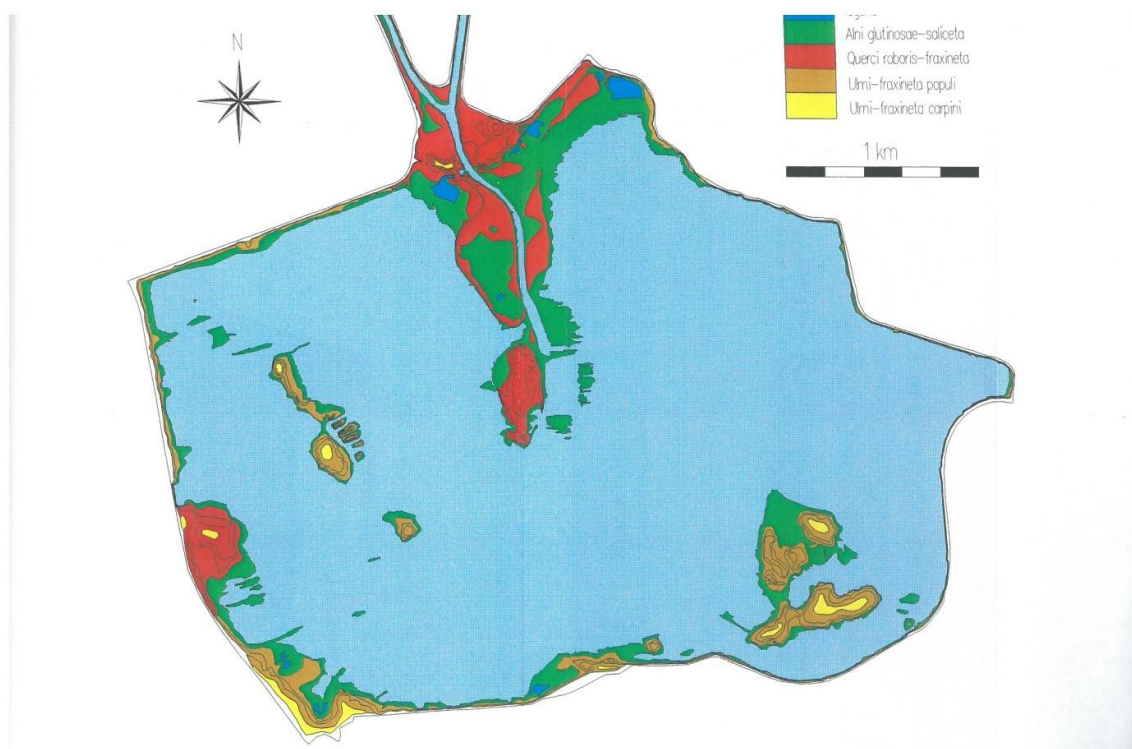
Obrázek 7: Modelové rozložení stg v prostotu PR Věstonická nádrž při hladině vody na 170,00 m n. m.

*zdroj: (Buček & kol. 2004)*



Obrázek 8: Modelové rozložení stg v prostotu PR Věstonická nádrž při hladině vody na 169,50 m n. m.

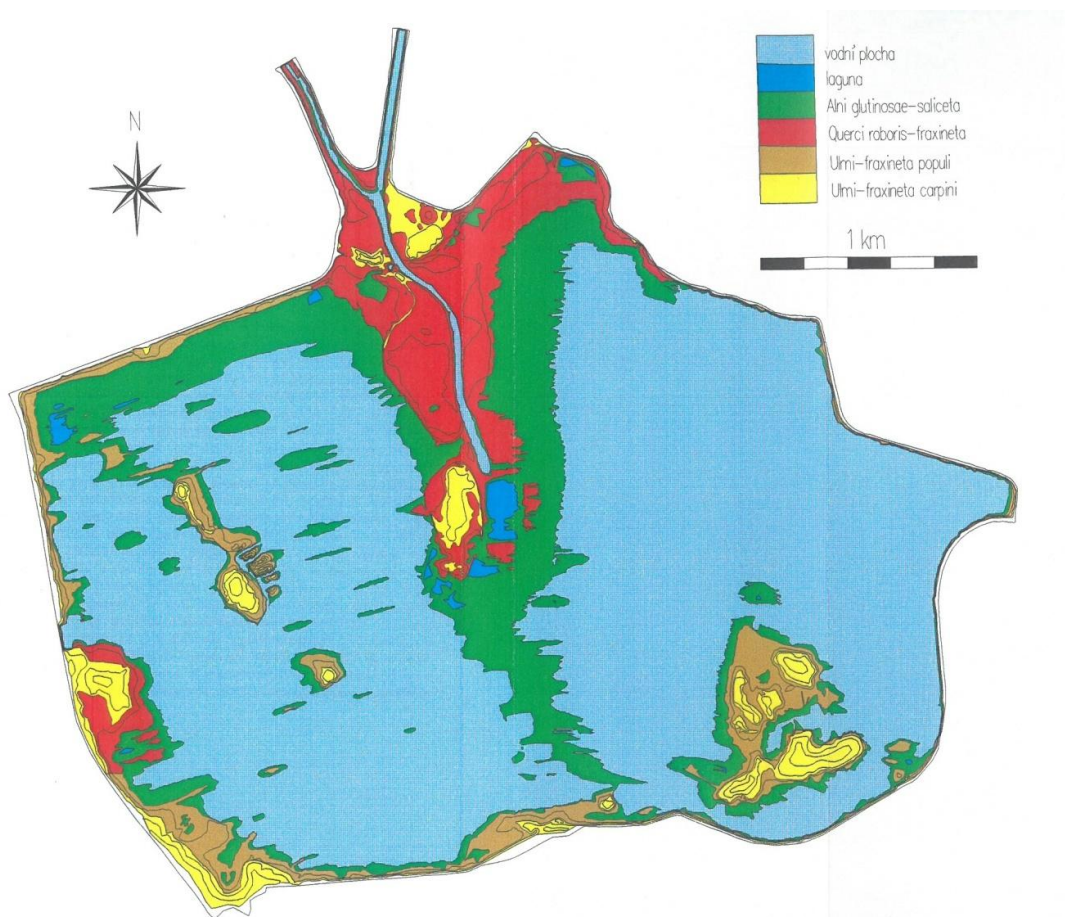
*zdroj: (Buček & kol. 2004)*



Obrázek 9: Modelové rozložení stg v prostotu PR Věstonická nádrž při hladině vody na 169,00 m n. m.

*zdroj: (Buček & kol. 2004)*





Obrázek 10: Modelové rozložení stg v prostotu PR Věstonická nádrž při hladině vody na 168,50 m n. m.

*zdroj: (Buček & kol. 2004)*

Z obr. č. 5 - 9 je vidět, jak při různých hladinách nadržení se mění dřevinná skladba ve střední nádrži. Při výšce 170,35 m n. m. je jenom 16,07 ha ostrovů tvořeného vrbami a olšemi, úhyn dřevin v příbřežním území nádrže. Vhodným managementem je vhodná redukce nepůvodních dřevin, ponechání původní, odstranění odumřelé biomasy. Za výšky 170,00 m n. m. se pouze zvýší plocha ostrova na 48,7 ha. Výška 169,5 m n. m. je vybrána jako východisko, neb nebrání žádným funkcím. Nejvyšší hladina, při níž lze vybudovat biokoridor. Obnaží se 55 ha dna, zvýší se plocha pro tvrdý luh, co se týče dřevin na ostrově – bude využit ostrovní efekt. Doporučeným managementem je odstraňování dřevin se špatnou stabilitou a odumřelé biomasy. Při výšce 169 m n. m. se obnaží 149 ha dna, dojde ke spojení vybudovaných ostrovů, na nejvyšších místech vzniknou podmínky pro suchý tvrdý luh. Ideálním managementem je u měkkého luhu přirozená sukcese a u tvrdého luhu předpěstovat sazenice z místních semen. Poslední navrhovanou výškou je 168,5 m n. m., při níž se obnaží skoro 372 ha dna, propojením ostrovů vznikne biokoridor spojující oba

břehy a budou možné podmínky pro celou mozaiku biotopů lužního lesa. Nejvíce vyhovujícím managementem se jeví snížení hladiny v době deště semen, nejpozději do 4 týdnů (Macková & Maděra 2005).

V závěru změn dřevinné skladby při různých výškách hladin, že vysoká produkce vrby bílé je při primární sukcesi, za níž dosahuje vysoké produktivity a vitality. Lze ji proto využít jako energetické porosty tak i biokoridor či biocentrum. Při snížení vody ve vhodnou dobu dojde k samovolné obnově s minimem nákladů na revitalizaci obnažených ploch (Buček & kol. 2002).

Zmiňovanou hladinu 170,35 m n. m. propaguje povodí Moravy, Jihomoravský kraj a Ministerstvo zemědělství, přičemž se všechny subjekty hájí zhoršujícími suchy v posledních letech, z toho pramenícím nedostatkem vody, Ministerstvo zemědělství to schovává pod záminku více vody pro lužní lesy pod Novomlýnskými nádržemi (Gargulák 2018).

[V dnešní době vyvstávajícím problémem jsou meliorační systémy] vzniklé v 80. letech 20. Století, k nimž chybí potřebná dokumentace na zemědělských pozemcích, kde se trubky nacházejí lze poznat až se rozbijí podmáčením pozemku, což se projeví poklesem výnosu a zvýšeným rizikem vodní eroze s nabouráním vodního režimu v krajině (Havel 2011). Pro zadržení vody v krajině se mají po určité úpravě využít právě zmíněné drenážní systémy, které právě mají najít bezpilotní letouny, za jejichž pomoci vznikne digitální podoba plánu. [ Bylo by dobré si připomenout, co zmíněnou meliorací spojovanou s kolektivizací naše předešlé generace zničily.] Došlo k odvodnění více území, než bylo žádoucí. V území, která byla zbytečně odvodněna mají s vodou problém nejen zemědělci, ale i vodáci či zahrádkáři, odvodněním je postihnuto 1 084 800 ha pozemků. Do konce 80. let 20. století bylo zničeno rozoráním 270 000 ha luk a pastvin, 145 000 ha mezí, 120 000 ha polních cest, 30 000 km liniové zeleně ve volné krajině a 35 000 ha hájů spolu s lesy a remízky (Vašků 2011).

[Proti navýšení hladiny jsou ovšem ornitologové a ekologové, kteří se oprávněně obávají o zničení hnízdicích ploch pro ohrožené druhy například rybáka obecného či ohrožení vyhlášené Ptačí oblasti spadající do Natury 2000. ]

Pokud by se tedy legislativní cestou změnil účel vodního díla ze zásobního na ochranu přírody, není pak žádný problém upravit výšku hladiny (Macháček 2001).

### 5.2.3 Prvky ovlivňující průběh povodně

Jelikož se v této části kapitoly zabývám tím, jakou mají VN NM účinnost zadržení a zbrzdění kulminační vlny při povodních, je vhodné znát důvody jejich negativů pro své okolí: překážka pro migraci ryb, přerušování nivy jako říčního koridoru, změna odtoku z povodí, ukládání živin (trofie) a plavenin, nároky na kvantitu vody, ohrožení svahovými sesuvy a protržení hráze, protichůdné důvody stavby (zdroj pitné vody x rekreace), pod hrází stoupá teplota v tocích a pokud je pod ní elektrárna, tak náraz při vypouštění vody.

[Je důležité se zamyslet, k čemu výše zmíněná negativa vedou a jak by bylo možné je vhodně řešit v souladu s požadavky vodohospodářů, ekologů a veřejnosti.] Předně si musíme uvědomit důležitost zlepšení schopnosti půdy i krajiny pramenných oblastí až po ústí toků zadržovat vodu, podpořit zpomalování jejího odtoku, poskytnutí prostoru a počítání s pokaždé jinou povodní. Nespolehat se jenom na přehradu, poldry, ochranné hráze, regulace, jedná se jen o vytloukání klínu klínem, vyřešíme beztak jenom následky, ale ne příčiny problému. Uvolněné vodě její prostor, eventuálně se naučíme s ní počítat a žít. Je jasné, že půda a každá krajina má své limity. Ale snížení přívalové vlny o každý centimetr se zpomalením odtoku má často zásadní vliv. Doposud jsme dělali vše, aby voda odtékala stále rychleji, proto nyní musíme dělat přesný opak (Dostál 2009).

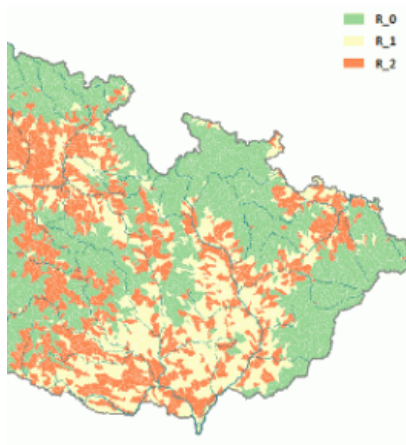
[Abychom navrátili řekám to, co jsme jim v minulosti brali, je určitě vhodné] využívat revitalizace nejenom pro ochranu stanoviště a organismů v něm žijících, ale též na zpomalení odtoku vody v době tvorby kulminací a povodňových vln, díky čemuž se využije přirozený potenciál nivy k tlumení rozlivu, zpomalení se transportovaných živin do proudu ležících vodních nádrží a zvýší se zasakování do podzemí, odkud je čerpána velmi často pitná voda a v neposlední řadě dojde k oddálení kulminačního průtoku (Pithar 2015).

Jasně se nám ukazuje, že nejsme pány přírody, dokazují nám to řeky při povodních, když se vyběží z ohrázených prostor do přirozeného inundačního území. Přehradu přes svou velikost nemohou pojmout, při své stálé hladině, takové množství vody jako přirozený lužní les. Není možné je dostatečně vyprázdnit za účelem bezpečného pojmání přitekající vody (Dostál 2006).

#### 5.2.4 Protipovodňové přínosy retence

Přehradý jako takové skoro vůbec výraznou retenční funkci neplní, spíše odvodňují okolí, protože jsou celé ohrázené, a v příkopech jsou čerpadla, jež převádějí vodu zpět do nádrže, pouze v případě, že jsou z části či úplně vypuštěné, ale tomu se snaží vodohospodáři s dalšími subjekty vždy zabránit, kvůli finančním ztrátám, přitom náklady při odstraňování škod po povodni výrazně převyšují ztráty, které mají majitelé malých vodních elektráren při výrobě elektrické energie, jenže vodaři mohou argumentovat zvýšením ohrožení břehů při poklesu hladiny, která může vyvolat zvýšené zanášení.

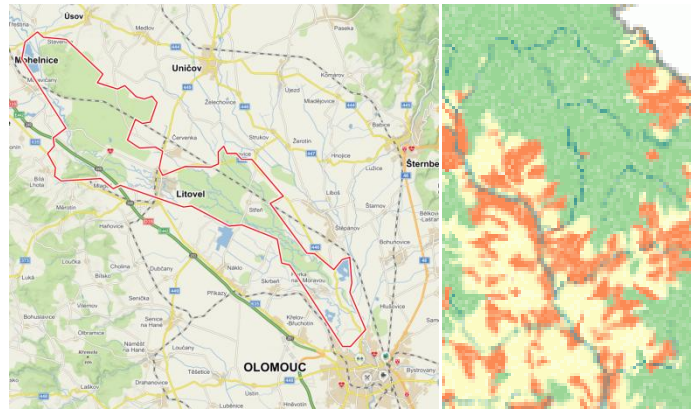
#### 5.2.5 Přínosy retence pro zemědělce a klima



Obrázek 11: Mapa rizika vysychání drobných vodních toků (zelená malé riziko, žlutá střední, oranžová vysoké)

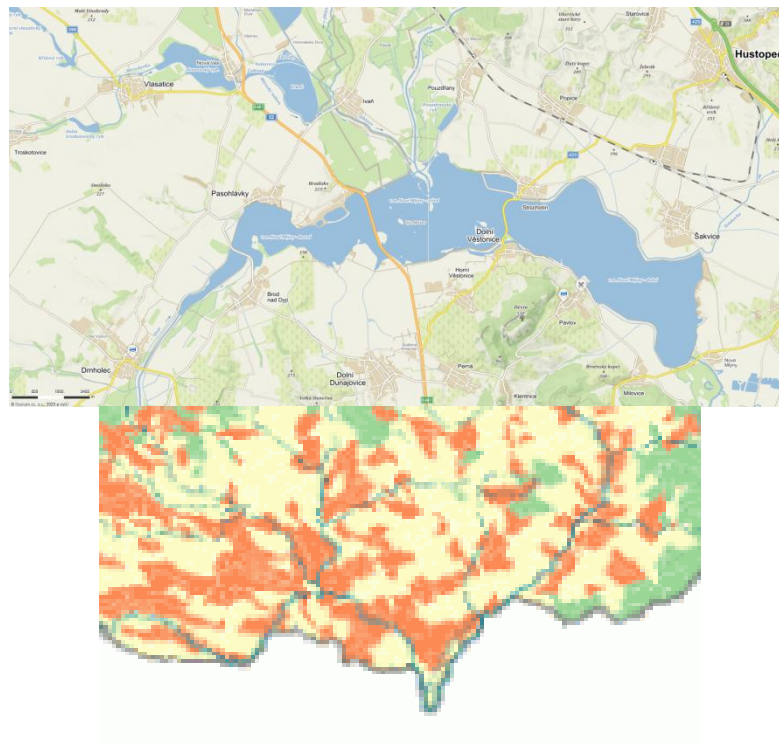
zdroj: (Zahradníková & Hájek 2015)





Obrázek 12: Detail oblasti CHKO LP

*zdroj: (Zahradníková & Hájek 2015)*



Obrázek 13: Detail oblasti VD NM

*zdroj: (Zahradníková & Hájek 2015)*

Ohrožení vysychání drobných vodních toků se netýká jen VN NM, ale i CHKO LP, neboť v okolí je též intenzivní zemědělství (viz mapa 9 - 11). Zkusme odhalit důvody a příčiny toho, kvůli čemu se voda rychle prožene povodím, krajinou, aniž bychom z ní měli užitek. Důležitými aspekty jsou pozůstatky ze socialistického – komunistického hospodaření v krajině [Málo organické hmoty – chemie nahradila statková hnojiva umožňující provzdušnění, podporující strukturu a život v půdě,

tím pádem se zlepšuje retenční schopnost půdy. Nevhodné plodiny, ilustračním příkladem je kukuřice ve svahu, špatná orba po spádnicí ne vrstevnici, scelování dřívě drobných úzkých políček]. Z těchto hlavních důvodů střechy krajiny drenují každou kapku, která na zem dopadne. Situace není o moc lepší ani v lesích, kde často a na nevhodných místech převládají smrk s borovicí, po jejichž jehličí voda steče jak po koberci a i se vrstva jehličí špatně rozkládá, je i příčinou vrstvy surového humusu nacházejícího se na lesní půdě. Přičtíme k tomu způsob hospodaření těžkou mechanizací, kterou zpracováváme klestí a pařezy, jež svým rozkladem mohly částečně vrátit odebrané živiny. Náprava tohoto stavu je však dlouhou trnitou cestou, jež lidem ji propagující nepřinese rychlé politické body. Možným řešením je vhodné nastavení politiky, která podpoří přístupy zvyšující retenci v krajině (Patřil & Zahradníková 2016).

[Nápravná opatření k lepší retenci vody v zemědělství jsou různá, od ryze technických po více přírodě blízká, často i levnější.] Pro svahy se sklonem do 5° (1/3 území) jsou vhodné: zasakovací travní pásy v rámci bloku orné půdy a zatravnění odtoku povrchových vod, přičemž je nutný dostatečně široký zatravněný pás (50 - 60 m) orientovaný po vrstevnici. Voda odtékající drenáží může ústít do zasakovacích jam, malých vodních nádrží a umělých mokřadů. Pro prudší svahy nad 5° jsou opatření přírodnější kombinovaná spolu s techničtějšími, do nichž můžeme zahrnout zatravnění infiltračních oblastí na rozvodnicích, nebo upravu povrchového odtoku vody, jemuž zatravníme dráhu. Zasakovací pásy lze kombinovat s mezemi či průlehy, pakliže chceme více jednodušší prvky, jsou vhodnými kandidáty zatravnění údolnice, umělé tůňe v nivách a zatravněný buffer kolem vodního útvaru. Dalším, o poznání stavebně - náročnějším volbou, jsou víceúčelové hrázky a zasakovací galerie na svodných a záchytných příkopech (Kvítek & kol. 2018).

Další možností jak zabránit erozi půdy a zlepšit její retenční schopnosti je využití tzv. protierozní kalkulačky, jež si lze volně stáhnout na internetu. Aplikace obsahuje databázi modelových osevních postupů, které mají zjednodušit v jednotlivých výrobních oblastech sestavení vhodného osevního postupu pro půdní celky (Fruhvirtová 2017).

Neboť správně obhospodařovaná krajina má vysokou jímací schopnost, díky níž může odtok zpomalit a výšku kulminací toku snížit. Musíme dát vodě její přirozený prostor, protože když jí ho někde vezme, tak si jej jinde vezme sama (Dostál, 2013).

### **5.2.6 Ekonomická náročnost údržby lokality**

Finanční náročnost přehrad je dobře známá. V dnešní době by se náklady na stavbu VN velikosti Nových Mlýnů vyšplhaly skoro na 21,2 mld. Kč, vycházela jsem z údajů z plánování stavby nádrže Nové Heřmínovy (Povodí Odry 2019), které jsem přepočetla na velikost Nových Mlýnů. Dalším nezanedbatelným výdajem je odbahnění. Jedná se o složitý proces, při němž dojde k úplnému vypuštění vodního díla. Částka za odbahnění může odhadem činit 7,5 mld. Kč, pro zjištění ceny za odbahnění jsem vycházela z údajů při odbahňování Hostivařské nádrže (Horská 2011).

### **5.2.7 Úspory při správném hospodaření v dané lokalitě**

Pokud chtějí vodohospodáři a další dotčené strany dosáhnout co nejlepších úspor v daném místě, je vhodné vzít v potaz následující parametry:

Při ochraně je nutné citlivě vycházet z konkrétních podmínek. Velké povodně se opakují, nelze jim zabránit. Není možná absolutní ochrana území, proto je potřebná všeobecná míra ochrany území. V rámci integrované protipovodňové ochrany je třeba mít respekt k zachování a obnovení ekologického kontinua v údolních nivách. Při ochraně před velkými povodňovými rozlivy je vhodné využít inundační rozlivy v údolní nivě, nezastavenou část využít jako průtočný poldr či cílevědomě revitalizovat zaplavované nivy. Je potřebná diferenciovaná ochrana sídel s participací obcí a vlastníků majetku, myšleno podílem na investicích. Tímto způsobem se může zabránit plýtvání veřejných peněz a nabalování parazitních investic (Damohorský & Stejskal 1998).

## **5.3 Všeobecné porovnání přehrad a nivy**

Nejdříve se zaměřím na všeobecné rozdíly vycházející z racionálního myšlení, poté uvedu i stručné ekonomické zhodnocení důležité pro obce při plánování protipovodňových opatření.

- 1) Povodně jakéhokoli rozsahu zasáhne nejčastěji zaplavované území, tedy říční nivu, což je v 2,5 % území České republiky;
- 2) Říční niva je na povodních přímo závislá. Má velký význam pro své okolí;

- 3) V lužním lese a na lužních loukách je povodeň neškodná;
- 4) Žádné technické prostředky nemohou zabránit velkým povodním;
- 5) V případě využití nivy pro výstavbu bydlení hrozí velké riziko;
- 6) Z ekonomického a ekologického hlediska je nejpraktičtější ochranou před povodní lužní les. V případě jeho rozšiřování je vhodné utlumovat zemědělství, nebo přecházet na tradiční – pastva či tvorba píce na zimu;
- 7) Nemá valný smysl se snažit řeku regulovat z pocitu nadvlády, ale raději její inundační prostor respektujeme, neboť řeka nás vždy porazí;
- 8) Povodňovými škodami zčásti platíme dané přírodě za nerespektování jejich zákonů;
- 9) Moudřejší a lacinější způsob je přizpůsobení se přírodě, proti nákladnému a velmi často neúspěšnému boji (Petříček 1998).

Srovnání diferencované ochrany s retenční nádrží v ekonomických jednotkách:

- 1) pokud se použije kombinovaná přírodně-technická ochrana potencionálně ohrožených území, tak je podstatný cenový rozdíl (5,4 mld. Kč oproti nádrži za 16,5 - 26,3 mld. Kč);
- 2) Jednoznačnější účinky: U diferencované ochrany nebude výrazný vliv na odtokové poměry. Pokud se využijí jako výchozí výšky úrovně hrázového systému z roku 1997 a následně se vybudují vyšší, tak to bude velmi bezpečné. U poldru hrozí nejistoty v podobě vlivu na povodňový režim, hydrologické údaje a lidský faktor způsobených při manipulacích;
- 3) Rychlost realizace: Diferencovaná ochrana se provede v reálném čase, nefinancuje jen stát, ale i další subjekty. Nádrže jsou z ekonomického hlediska drahé, stovky mil. Kč;
- 4) Diferencovaná ochrana s důrazem na efektivnost: Sídla a ochrana měst zvýšeným ohrázováním, jež umožní zkapacitnění koryta spolu s úpravou činnosti v nivě. Obnoví se krajina;
- 5) Drahá varianta s nádržemi: Hrozí odčerpání prostředků ze státního rozpočtu, v tomto důsledku nemusí zůstat dostatek financí na revitalizaci krajiny a obnovu údolní nivy s jejím krajinným rázem (Čermák 1998).

## 5.4 Bio-klimatické poměry

Tabulka 4: Bio-klimatické poměry vodního díla Nové Mlýny

vodní dílo Nové Mlýny	
plocha 2 639 ha při výšce 170,35 m n. m.	
výpar	2 639,9 l m <sup>2</sup> /den
Snížení odtoku	765,31 mld. l/s

*zdroj: (Pokorný 1998)*

Tabulka 5: Bio-klimatické poměry chráněné krajinné oblasti Litovelské Pomoraví

CHKO LP	
plocha biotopů patřících do lužních lesů 2628,86 ha	
výpar	131,44 m <sup>3</sup>
snížení odtoku o	3,81 mld. l/s
dosycení	5 245,72 mil. l
retence	525 600 m <sup>3</sup>
ochlazení	18 479.3 kW/h

*zdroj: (Pokorný 1998)*

Tabulka 6: Bio-klimatické poměry chráněné krajinné oblasti Litovelské Pomoraví – odpar

CHKO LP	
Plocha biotopů patřících do lužních lesů 2628,86 ha	
sezona	10 514,44 m <sup>3</sup>
max. za 1 měsíc	2 628,86 m <sup>3</sup>

*zdroj: (Králová & Florová 1998)*

Z tabulek č. 1 - 3 je vidět, že lužní lesy dosahují celkově lepších výsledků, aniž by potřebovaly výraznou finanční pomoc ze strany člověka oproti uměle vytvořené přehradě, kterou je nejdříve potřeba postavit a následně ji odbahňovat či opravovat za nemalé náklady ze státního rozpočtu. Na základě vysokého odparu z vegetace v tabulce č. 3, lze lužní les přirovnat k výkonné klimatizaci pracující nezávisle na obsluze a denní době.

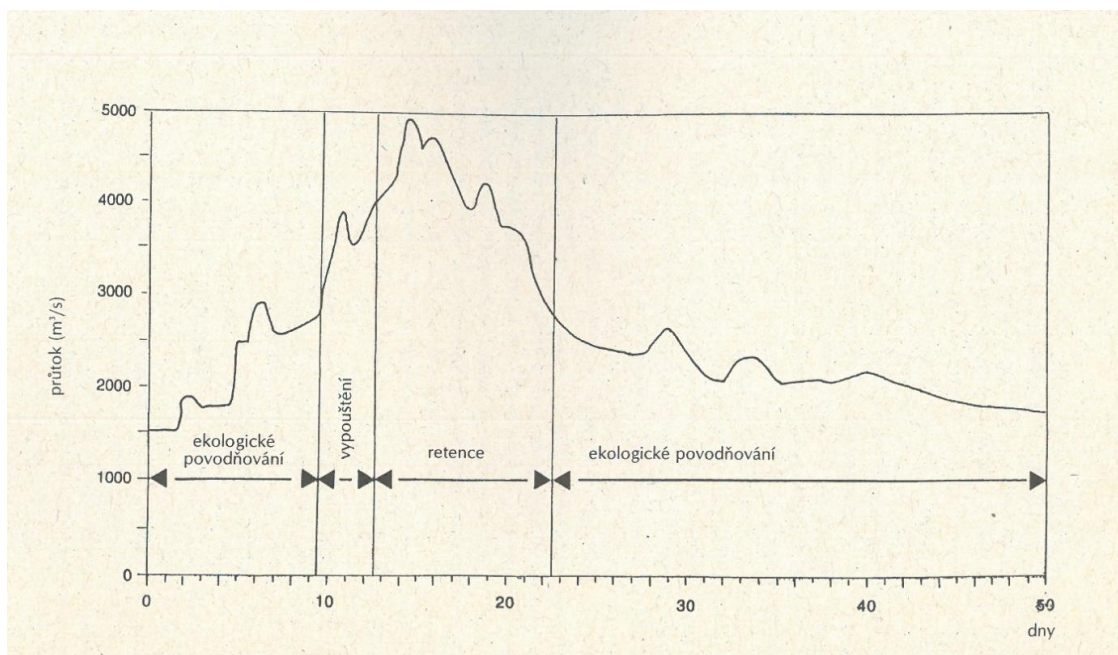
## 6 Diskuse

### 6.1 Dobré a špatné příklady z praxe

#### 6.1.1 Řeky Loira a Rýn

Jejich společným znakem je obnova přirozené nivy, díky níž vznikla nabídka širokého využití, bez nutné nákladné investice.

Při revitalizaci oblasti Horního Rýna se využilo protékaných polderů s ekologickým povodňováním, které fungují na následujícím principu. Obnoví se zaplavovaná nivní místa původního výskytu. Rozdíl je v tom, že se reguluje přítok a odtok z polderů, v případě vyšší hladiny vody v polderu v průběhu protipovodňového nasazení než v přirozeném zaplnění luhu. V případě polderu je retenční prostor větší než u stejně velké nivy. Voda se v poldrech udržuje trvale v pohybu, tím se zabrání vyčerpání kyslíku ve vodním sloupci i u zaplavené půdy. Ekologickým povodňováním je myšleno, že se polder zaplaví i při nižších vodních stavech, než jenom při extrémní povodni. Objem vody, se kterým lze počítat, je limitován místními podmínkami. Jakmile je vytušen vrchol povodně, tak je ekologické povodňování přerušeno ( obrázek č. 10). Přítok se zastaví, za konstantních podmínek pokračuje odtok, proto v polderu je vodní masa v neustálém pohybu. Polder se částečně vyprázdní, proto může retence pokračovat i při nástupu povodňové špičky (Obrdlík 1998).



Obrázek 14: Manipulační řád ekologicky protékajícího polderu při 200leté povodni

*zdroj: (Obrdlík 1998)*

Řece Loire a jejímu přítoku Allieru ve Francii hrozila výstavba přehrady, ale díky úsilí místních obyvatel se podařilo odvrátit její realizaci, vykoupit pozemky v inundačním území a navrátit řeku do stavu, v jakém byla po dlouhá staletí. V dnešní době řeku vyhledávají turisté a rybáři, zaplavované louky jsou spásány nejkvalitnějším masným skotem Charolais, došlo rovněž k obnovení zásob pitné vody, a to aniž by se musely investovat prostředky na regulování řeky či ochranu proti povodni. Tento projekt je dobrým příkladem idey Rámcové směrnice o vodách, kdy vskutku ekonomické je zároveň ekologické a udržitelné (Hnutí Duha 2007).

### 6.1.2 Souvislost mezi řekou Monnow a protipovodňovým opatřením v Olomouci

Souvislost tkví ve využití složeného profilu koryta, formou teras, které řeka běžně vytváří v průběhu svého vývoje v krajině.

Revitalizace probíhala roku 1979 na řece Monnow mezi Anglií a Walesem, která tvoří „pohyblivou hranici“ na ploše v šířce 30 m a délce 6 km. Jedná se o podhorskou řeku s velkým spádem a aktivním režimem v transportu štěrku (podobně jako Odra). V tomto projektu byla použita údržba přirozeného koryta se složeným profilem, která

počítala s rozšiřováním lavic, ochranou břehů, výsadbou olší a citlivým dendrologickým ošetřením vrb. Při projektu se částečně snížily berny, jež pomohly znovu vytvořit narušovaný říční břeh. Lavice nebyly odstraněny, proto se zachovaly ostrůvky a hlavní tůň. Projekt ukázal, jak se dá úpravou zvýšit kapacita koryta a přitom zajistit podmínky pro místní organismy. Úspěch projektu je dokladem, že se dají splnit požadavky norem projektování s respektem v souladu říčních procesů pro řeku přirozených (Králová 2001).

Město Olomouc se rozhodlo po povodních 1997 k revitalizaci řeky Moravy 232,4 - 233,1 říčního km, mezi mosty na Velkomoravské ulici a U Dětského domova v délce 700 m. Zpracování probíhalo v letech 1998 - 2010 s četnými připomínkami Unie pro řeku Moravu, kvůli technicko-ekonomickému řešení, bez zpřírodnění řeky a využití poříční zóny pro veřejnost. Již od roku 2018 probíhá revitalizace zmíněného úseku, při níž bude využito říční dřevo přirozeně chránějící břehy a poskytující úkryty pro živočichy, na základě čehož se zvýší druhová diverzita. Dřevní prvky a břehy budou mít zajištěnou požadovanou stabilitu a životnost. Nadále se využije odtěžený štěrk ze dna řeky k vytvoření nízkého ostrova který rozdělí tok na dvě ramena. Počítá s břehovými a doprovodnými porosty říčního koryta. Dílčí zpřírodnění říčního koryta Moravy v Olomouci povede ze společenského hlediska k neskutečnému zatraktivnění a zkvalitnění dotčené inundační zóny. Vzniklý zajímavě řešený prostor budou moci lidé využít k trávení volného času pestrými aktivitami od pěších vycházek po koupání či dětské hry. Bude vytvořen pozvolný přechod od poříční zóny po parkové prostředí, které pomůže vytvořit významnou plochu zeleně pro město Olomouc, jež využije nabízený prostor a zhodnotí jeho potenciál. V případě uskutečnění revitalizačního projektu se využije zpřírodnění, které mimo jiné neohrozí primární funkci připravovaných technických opatření, uváděnou protipovodňovou ochranu města, předpokládá se tedy, že se bude jednat o první příklad dílčího zpřírodnění upraveného toku velké řeky v městském prostředí na území České republiky (Krejčí 2010).

### **6.1.3 Špatný příklad z Jeseníků**

Nakonec jeden z bohužel hodně případů, kdy i sebevětší povodeň nedonutí lidi k racionálnímu přemýšlení při vytváření územního plánu.

Práce v Jeseníkách po povodni 1997 jsou jasným nerespektováním přirozeného rozlivu a ukázkou myšlenky, že člověk může vládnout, protože znovu obnovené objekty



(silnice, mosty) budou při příští povodni, jež může přijít z čista jasna „kdykoliv“ opět překážkou a následnou investicí k opravě. Pokud by se horská bystřinná niva uvolnila a případné stavby po konzultaci s ekology správně navrhly (nebránění rozlivu), mohlo by se do budoucna ušetřit. Problém se týká i nevhodných smrkových monokultur a lesních cest vedených po svážnicích (Míček 1998).

Je bezesporu závažným paradoxem, že ačkoliv byly povodně v roce 1997 velmi katastrofické, přesto vodohospodáři začali oprašovat staré návrhy umístění nádrží k zadržení vody, i když se potvrdil význam lužního lesa v Litovelském Pomoraví, který zbrzdil povodňovou vlnu blížící se k Olomouci téměř o 12 h a pohltit skoro 60 mil. m<sup>3</sup> vody. Po této události došlo k uvažování jak vodu nejen rychle převést dál po proudu, ale i jí umožnit bezproblémový rozliv v inundačním území. Na základě zkušeností z Německa (Obrdlík 1998) na řece Rýn došlo k realizaci protipovodňových opatření kombinujících přírodě blízké řešení s technickým. V Olomouci jsou zrealizované už tři etapy, pracuje se na čtvrté etapě. Projekt počítá s protipovodňovou ochranou, tak i se začleněním říční nivy do intravilánu města umožňující využít prostor k rekreaci a odpočinku.

Pro inspiraci dalším městům ohledně ochrany před povodní může být kniha Řeky pro život (Králová 2001), kde je možné najít mnoho účinně zrealizovaných projektů na území Spojeného království Velké Británie a Severního Irska. V níž je vždy citlivě vycházeno z problémů daného místa. Řešení Moravy odpovídá situaci na řece Monnow, kde je též využito napodobení říčních teras.

Selhávání čistě technických přístupů k povodním a dlouhotrvající sucha v posledních letech mohou vést ke komplexnějšímu řešení jak zadržet vodu v krajině, ať už se jedná o zemědělská opatření (Kvítek & kol. 2018), či protipovodňová opatření spojující technické a přírodě blízké prvky podporující biodiverzitu, zvyšující retenci, snižující erozi a v neposlední řadě vzniku rekreačních lokalit v říční krajině (Polášek 2017).

## Závěr

Bakalářská práce se zaměřuje na srovnání lokalit: lužního lesa v Litovelském Pomoraví a přehrady Nové Mlýny z pohledu schopnosti retence vody v krajině a zvládání povodňových situací. Teoretická část se zabývá zkoumáním fyzicko-geografických, bio-klimatických, sociálně-ekonomických činitelů souvisejících s problémem sucha a povodní. Navazuje na ni praktická část řešící průběhy povodňových vln, retenci a finanční náročnost. V průběhu práce byly též doporučeny prvky zlepšující retenci při zemědělské výrobě v nejvíce citlivých lokalitách na svazích, jejichž erodováním dochází k zanášení nádrže.

Zjištěné výsledky vypovídají o tom, že lužní les v Litovelském Pomoraví má prokazatelně vyšší retenční kapacitu, která byla při povodni 1997 odhadována na 60 milionů kubiků vody. Oproti přehradě, kterou by bylo nutné udržovat na doporučené hladině 168,5 m n. m., při níž může pojmout 26,4 mil. m<sup>3</sup> (ekologické odhady) – 35,3 mil. m<sup>3</sup> (z údajů ze stránek Povodí Moravy), pokud dojde ke zvýšení hladiny z důvodů reakce na dlouhodobá sucha, může dojít ke snížení schopnosti zpomalit povodňovou vlnu. Se zmiňovanou výškou 168,5 m n. m. souhlasí ornitologové odkazující se na plán péče přírodní rezervace Věstonická nádrž, která mimo jiné poskytne možnost přirozeného vzniku biokoridoru spojující oba břehy střední nádrže. Nemálo důležitou informací je problém zanášení dosahující hodnoty 75 988 [t. rok-1] a z 80 % tvořeným intenzivním zemědělstvím v okolí. Dalším kritériem je ekonomická náročnost spojená s odbahňováním nádrže ve výši 7,5 mld. Kč, oproti tomu u samotné stavby nádrže šplhá částka k 21,2 mld. Kč.

Z objektivních a zjištěných fakt vyplývá nezastupitelná důležitost ochrany přirozených lužních niv a doporučení ke zpřirodňování již postavených vodních děl. Možným řešením zátěže vyplývající ze zemědělství v podobě zanášení je přijatelná úprava nejvíce exponovaných pozemků v podobě vhodných protierozních opatření. Průtokové křivky zřetelně ukazují exponenciální nárůst a pokles u přehrady i částečně upraveného vodního toku, které nemohou z dlouhodobého hlediska pojmout a pomalu uvolňovat takové množství vody jako lužní niva s přirozeným nížiným tokem.

Do budoucna by stálo za zaměřením se na přesnější výpočty spojené se zanášením, náročností stavby, náklady spojenými s celkovou údržbou včetně odbahňování. Bylo by zajímavé odhalit skutečný retenční potenciál vodních nádrží v povodí Moravy s modelováním různé výšky hladina a tímto dopadem na okolní biodiverzitu.

Doporučuji zjistit, do jaké míry mají mokřady, rašeliniště a vlhké louky celkový vliv na průběh povodní, jejich pozitivní dopad na retenci vody v krajině z dlouhodobého hlediska a výpočty bio-klimatických poměrů významných pro člověka z důvodu zvyšujících se četností výskytu dlouhotrvajícího sucha.

## Seznam literatury

1. <https://www.intersucho.cz/cz/?from=2019-01-31&to=2019-02-28&current=2019-02-24>. *www.intersucho.cz*. [Online]
2. **ČR, Ministerstvo životního prostředí.** *Meteorologický slovník výkladový a terminologický*. Praha : Academia, 1993. Sv. 1.
3. povodí moravy. <http://www.pmo.cz/>. [Online]
4. **Dostál, Ivo.** K posledním povodním. 2013, Sv. 4, 2013, stránky 10-12.
5. *Tůně v nivě řeky a jejich ochrana.* **Černý, Rostislav.** [editor] Ivo Přikril, Pechar Luboš a Lenka Kröpfelová. Třeboň : ENKI, 2008. Mokřady a voda v krajině. Sv. 1, stránky 6-7.
6. **Towsend, Colin, Begon, Michael a Harper, John.** *Základy ekologie*. [editor] Petra Dziková. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2010. str. 131. Sv. 1.
7. **Demek, Jaromír.** *Vybranné kapitoly z krajinné ekologie*. Brno : Masarykova univerzita v Brně, 1999. stránky 45 - 79. Sv. 1.
8. **Kozák, Jan a Munzar, Jan a kol.** *Povodně v českých zemích*. [editor] Kamil Mařík. místo neznámé : Professional publishing, 2007. stránky 17-81. Sv. 1.
9. **Tlapák, Václav a Šátek, Jak a kol.** *Voda v zemědělské krajině*. [editor] Jindřich Šátek a Vladimír Slavík. Praha : Brázda, 1992. stránky 197-202. Sv. 1.
10. **Reinhol, Josev.** *Pevninské vody a mokřady*. [editor] Elena Benková. Praha : Ikar, 1998. stránky 142-184. Sv. 1.
11. **Franková, Linda a Krčilová, Jana a kol.** *Mokřady a rašeliniště horských oblastí*. Praha : Brand Brand, 2011. stránky 21-24. Sv. 1.
12. **Chytrý, Milan a kol., Tomáš Kučera a.** *Katalog biotopů České republiky*. [editor] Milan Chytrý, Tomáš Kučera a Martin Kočí. Praha : Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2001. stránky 173-179. Sv. 1.
13. **Brázdil, Rudolf a Trnka, Miroslav a kol.** *Sucho v Českých zemích: minulost, součastnost, budoucnost*. Brno : Centrum výzkumu globální změny Akademie věd České republiky, 2015. stránky 81-324. Sv. 11.
14. *Integrovaná protipovodňová ochrana na horním Rýnu v Badensku-Württembersku (SRN).* **Obrdlík, Petr.** Praha : Správa chráněných krajinných oblastí České republiky, 1998. Krajina, voda, povodeň. Sv. 1, stránky 25-30.
15. **Šebela, Miroslav.** *Živá voda pod Pálavou*. [editor] Lea Novotná. Brno : Moravské zemské muzeum, 2005. stránky 9-216. Sv. 1.
16. **Tejlar, Miroslav a Borský, Pavel a kol.** *Mušov 1276-2000*. [editor] Augustin Šik. Brno : FPO Znojmo, 2000. stránky 143-404. Sv. 1.
17. **Mlejnková, Hana a kol.** *Zatopené kulturní a přírodní bohatství jižní Moravy*. [editor] Sylva Garcínová a Lenka Jeřábková. Praha, Brno : Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce, 2016. stránky 145-239. Sv. 1.
18. **Buček, Antonín, Maděra, Petr a Packová, Petra.** *Geobiocenologické spisy. Hodnocení a predikce geobiocenoz v PR Věstonická nádrž*. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2004, Sv. 8, stránky 6-81.
19. **Králová, Helena.** *Řeky pro život*. [editor] Dalibor Zchoval. Brno : Veronica, 2001. stránky 34-254. Sv. 1.
20. *Povodně a sucho - krajina jako základ řešení.* **Pithar, David.** 1, Praha : Academia, 2015, Živa, Sv. 1, stránky 21 - 25.
21. **Adamec, Vilém a kol.** *Ochrana před povodněmi a ochrana obyvatelstva*. Ostrava : Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě, 2012. str. 70. Sv. 1.

22. **Lehký, Jiří.** CHKO Litovelské Pomoraví. Litomyšl : Invence, 2000. Sv. 1, 1, stránky 1-2.
23. **Husáková, Tereza.** CHKO Litovelské Pomoraví. Litovel : AOPK ČR - Správa CHKO Litovelské Pomoraví, 2007. Sv. 1, 1, stránky 1-2.
24. **Machar, Ivo.** *CHKO Litovelské Pomoraví.* Přerov : Moravský ornitologický spolek, 1995. stránky 1-12. Sv. 1.
25. **Bureš, Stanislav a Machar, Ivo.** *Litovelské pomoraví.* Litomyšl : Invence, 1999. stránky 5-7. Sv. 1.
26. **Melka, Jan.** *Stručné zhodnocení průběhu povodní v Litovli.* Litovel : Správa chráněných krajinných oblastí ČR, 1997. stránky 1 - 5, Odborné posouzení.
27. **Štěrba, Otakar a kol., a. Říční krajina a její ekosystémy.** [editor] Tomáš Opatrný. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2008. stránky 254 - 266. Sv. 1.
28. **Bosák, Jaroslav.** *Morava, Litovel - protipovodňová opatření, 1. etapa.* Olomouc : Ecological Consulting a.s, 2008. stránky 7 - 9, projekt.
29. **Poyry.** *Studie ochrany před povodněmi na území Olomouckého kraje.* Olomouc : Poyry a.s. stránky 1 - 5, studie.
30. **Krejčí, Lukáš.** *Řeky pro život - plánování v oblasti vod.* Brno : Unie pro řeku Moravu, 2007. stránky 12 - 13. Sv. 1.
31. **Ložek, Václav.** *Naše nivy v proměnách času 1 - 2.* Praha : Ochrana přírody, 2003. stránky 101 - 106; 131 - 136. Sv. 4; 5.
32. **Penka, M, Klimo, M a Vašíček, E.** *Floodplain Forest Ecosystem.* Praha : Academia , 1985. str. 446. Sv. 1. Before Water Management Measures.
33. *Ekosystémové funkce nivních luk.* **Rychnovská, M.** Praha : AOPK ČR, 1996. Sborník prací z ochrany přírody. str. 4.
34. *Historie a součastnost lužních lesů Litovelského Pomoraví.* **Machar, Ivo.** Horka nad Moravou : Český svaz ochránců přírody základní organizace Pomoraví v Horce nad Moravou, 2007.
35. **Buček, A a Lacina, J.** *Geobiocenologie 2, Skriptum Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity Brno.* Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita Brno, 1999. str. 249.
36. **Machar, Ivo.** *Lužní lesy, dynamická stabilita geobiocenoz.* místo neznámé : Český svaz ochránců přírody - základní organizace Pomoraví, 2007a. str. 74. Sv. 1.
37. **Polášek, Václav.** Litovel, 2019.
38. **Gillová.** Olomouc, 2019.
39. **Vágnerová.** Olomouc, 2019.
40. **republiky, Agentura ochrany přírody a krajiny České.** *Rozbory Chráněné krajinné oblasti Litovelské Pomoraví.* Olomouc : autor neznámý, 2017. str. 6.
41. **Lepař, Rostislav, a další, a další.** *Morava, Litovel - protipovodňová opatření, 1. etapa.* Olomouc : Agroprojekt Olomouc, 2006. str. 5, projekt.
42. **Švarčíček, Jan.** *Diplomová práce - Vliv Novomlýnských nádrží na odtokové poměry Dyje v období nízkých vodností.* Brno : autor neznámý, 2008.
43. **Ambros, Zdeněk.** *Vliv lesů na povrchový odtok srážkových vod.* [editor] Václav Štěpánek. 1998, Sv. 12, 1, str. 38.
44. **Havlíček, Tomáš a Jakrlová, Jana a kol.** *Analýza povodňových událostí v ekologických souvislostech.* [editor] Jan Buček a Kamila Florová. Brno : Unie pro řeku Moravu, 1998. stránky 40-41. Sv. 1.
45. *Protipovodňový význam přirozené údolní nivy a návrh optimalizace její protipovodňové ochranné funkce.* **Machar, Ivo.** Veselí nad Moravou : autor neznámý, 1998. Krajina, voda, povodeň. Sv. 1, stránky 31-34.
46. **Rulík, Martin.** *Jak funguje říční niva.* Olomouc : autor neznámý, 2019.

47. **Pokorný, Jan.** Jak vysycháme aneb opravdu "kazí mokřady hydrologicku bilanci"? Olomouc : autor neznámý, 2019.
48. **Lacina, Jan.** Přírodě blízké až přirozené ekosystémy niv moravských řek a katastrofální povodeň 1997. [editor] Václav Štěpánek. 1997, Sv. 12, 1, stránky 34-36.
49. **Ungerman, Jaroslav.** Srovnání povodňových situací na řece Moravě koncem minulého století s povodní roku 1997. [editor] Václav Štěpánek. 1998, Sv. 12, 1, stránky 8-9.
50. *Povodně a sucho - krajina jako základ řešení.* **Pithar, David.** 1, Praha : Academia, 2015, Živa, Sv. 1, str. 21.
51. **Zahradníková, S, Hájek, O a Trempl.** *Hodnocení vysychání drobných vodních toků v České republice.* 2015. stránky 4-16.
52. **Patřil, Petr a Zahradníková, Světlana.** *Velká nebo malá nádrž ? Žádná ! Aneb kde hledat klíč k řešení problému sucha (i povodni).* 2016. stránky 29-30. Sv. 1.
53. **Cílek, Miroslav.** Oda na údolní nivy. [editor] Václav Štěpánek. 1992, Sv. 12, 1, stránky 29-30.
54. **Dostál, Ivo.** A máme tady opět povodně. [editor] Václav Štěpánek. 2009, Sv. 4, 1, str. 30.
55. —. Zaese povodně ? Ano zase. [editor] Václav Štěpánek. 2006, Sv. 3, 1, stránky 20-21.
56. **Gargulák, Václav.**  
<http://moravskehospodarstvi.cz/article/vodohospodarstvi/zvyseni-hladiny-v-novych-mlynech-muze-prinest-jizni-morave-9-mil-m3-vody-navic/>. *Moravské hospodářství.* [Online] 2018.
57. **Cibulka, Michal.** rozhodnutí o změně rozdělení hladin nádrží Nových Mlýnů. Brno : autor neznámý, 2012. Sv. 1, 1, str. 5.
58. **Marton, Daniel.** Sediments, ecosystem services and interrelation with floods and droughts in the AT-CZ border region. Brno : autor neznámý, 2018.
59. **Kvítek, Tomáš a kol., a.** *Retence a jakost vody v povodí vodárenské nádrže Švihov na Želivce.* [editor] Jan Vašák. Praha : Povodí Vltavy, 2018. stránky 376 - 388. Sv. 1.
60. <http://webgis.nature.cz/mapomat/>. *mapomat.* [Online] 2019.
61. <https://mapy.cz/letecka?x=16.6337357&y=48.9083014&z=12&l=0>. *mapy.cz.* [Online] 2019.
62. **Kraus, V.** *Nová encyklopedie českého a moravského vína.* Praha : Praga Mystica, 2008. str. 311. Sv. 2.
63. **Hluchý, M.** Trvale udržitelné vinohradnictví pod Pálavou. [editor] Václav Štěpánek. 1996, Sv. 10, 4, stránky 11-15.
64. **Bičík, I a Kupková, L.** *Dlouhodobé změny využití krajiny Česka: metody, výsledky, problémy výzkumu.* místo neznámé : Historická geografie 33, 2004. stránky 346-366.
65. **Tomanová, Martina.** *Rekonstrukce krajiny Novomlýnských nádrží.* Olomouc : autor neznámý, 2013. str. 53, Diplomová práce.
66. **Unucka, Jan.** [https://olomoucky.denik.cz/zpravy\\_region/dnes-umime-namodelovat-co-reka-zaplavi-rika-hydrolog-20170703.html](https://olomoucky.denik.cz/zpravy_region/dnes-umime-namodelovat-co-reka-zaplavi-rika-hydrolog-20170703.html). *Olomoucký deník.cz.* [Online] 2017.
67. **Havlíček, Tomáš.** Koncepty ochrany proti škodlivým účinkům velkých vod. [editor] Václav Štěpánek. 1998a, Sv. 12, 12, str. 23.
68. **Ungerman, Jan.** Jaké zbývá poučení z povodně 1997 po deseti letech ? [editor] Václav Štěpánek. 2007, Sv. 12, 1, str. 9.
69. **Lacina, Jan.** Krajina po potopě. [editor] Václav Štěpánek. 2011, Sv. 6, 1, stránky 18-19.
70. **Bauer, Miroslav.** *Posuzování erozní ohroženosti vodních nádrží s využitím modelu WATEM/SADEM.* Praha : autor neznámý, 2018. stránky 60-71, Disertační práce.

71. **Buček, Antonín.** Akce Dno. [editor] Václav Štěpánek. 2011, Sv. 6, 1, stránky 2-3.
72. **Macková, Petra a Maděra, Petr.** *Změny lesních ekosystémů v krajině dnešní střední Novomlýnské nádrže.* Bratislava : Acta environmentalica universitatis comeninae, 2005. stránky 85-95, pracovní studie.
73. **Buček a kol., Maděra a.** *Přežívání dřevin na zaplavených plochách přírodní rezervace Věstonická nádrž, studie pro AOPK ČR.* Brno : ÚLBDT MZLU, 2002. str. 17. Sv. 1.
74. **Macháček, Petr.** Koktejl. [http://www.czech-press.cz/index.php?option=com\\_content&view=article&id=254:mela-kolem-novych-mlyn-sp-432195783&catid=1609&Itemid=148](http://www.czech-press.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=254:mela-kolem-novych-mlyn-sp-432195783&catid=1609&Itemid=148). [Online] 2001.
75. **Duha, hnutí.** *Krajinu k životu, nebo další řeky betonu? aneb využijemr šance na změnu při plánování v oblasti vod.* Olomouc : autor neznámý, 2007.
76. **Míček, Martin.** Jak to bylo v Jeseních II - aneb ROK POTĚ. [editor] Václav Štěpánek. 1998, Sv. 12, 1, stránky 25-27.
77. **Krejčí, Michal.** Bude Olomouc první vlašťovkou ? Revitalizace řeky Moravy v Olomouci. [editor] Václav Štěpánek. 2010, Sv. 4, 1, stránky 8-9.
78. **Damohorský, Milan a Stejskal, Vojtěch.** Povodně a právo v České republice. [editor] Václav Štěpánek. 1998, Sv. 12, 1, str. 48.
79. **Petříček, Václav.** Povodňové desatero. [editor] Václav Štěpánek. 1998, Sv. 12, 1, str. 10.
80. **Čermák, Václav.** Možnosti řešení protipovodňové ochrany. [editor] Václav Štěpánek. 1998, Sv. 12, 1, stránky 20-21.
81. **Koutný, Jan.** Olomouc : autor neznámý, 2019.
82. **Fruhwirtová, Eva.** Envi web. <http://www.enviweb.cz/107711>. [Online] 2017.
83. **Havel, Petr.** Naše voda. <https://www.nase-voda.cz/meliorace-%E2%80%93-tikajici-bomba-v-zemedelskych-pozemcich/>. [Online] 2011.
84. **Vašků, Zdeněk.** Zlo zvané meliorace. 2011, Sv. 440, 1, str. 90.
85. **Dedek, Pavel.** AOPK ČR. <http://www.ochranaprirody.cz/lokality/?idmzchu=576>. [Online] 2019.
86. **Miklín, Jan.** Jan Miklín. <https://www.janmiklin.cz/clanek-krive-jezero/>. [Online] 2010.
87. **Mačat, Jan.** Natura Bohemica. <http://www.naturabohemica.cz/dolni-musovsky-luh-prirodni-pamatka-17284/>. [Online] 2017.
88. **Dovrtěl, Jan.** Lesy ČR. <https://lesy.cz/casopis-clanek/soustava-zavodnovacich-kanalu-v-musovskem-luhu-obnovena-s-vyuzitim-zdroju-eu/>. [Online] 2015.
89. **Králová, Helena a Florová, Kamila.** *Když nastanou deště, Co byste měli vědět o povodních.* [editor] Václav Štěpánek. Brno : Veronica, 1998. str. 8. Sv. 1.
90. **Pokorný, Jan.** Povodně a sucha - následek lidské činnosti. [editor] Václav Štěpánek. 1998, Sv. 12, 1, stránky 2-4.
91. **Odry, Povodí.** přehrada Nové Heřmínovy. <https://prehradanoveherminovy.cz/o-prehrade/>. [Online] 2019.
92. **Horská, Monika.** Český rozhlas. <https://dabpraha.rozhlas.cz/zabahrenou-hostivarskou-prehradu-bude-do-leta-brazdit-osm-bagru-7331810>. [Online] 2011.
93. **Demek, Jaromír a kol.** *Geomorfologie Českých zemí.* [editor] František Vitásek. Praha : Československá akademie věd, 1965. stránky 231-237. Sv. 1.
94. **Charvát, Josev.** *Člověk a jeho svět.* [editor] Jaroslav Kučera. Praha : Avicentrum, 1974. stránky 75-83. Sv. 1.
95. **Šebela, Miroslav.** *Betlém, naděje lužní krajiny.* Brno : Moravské zemské muzeum, Veronica, 1994. stránky 5-24. Sv. 1.

96. **Moravy, Povodí.** *data 1989 - 2018.* [editor] Tomáš Kříž. Brno : autor neznámý, 2019.
97. **Ostrava, ČHMÚ.** *průměrné denní průtoky, data 1989 - 2018.* [editor] Stanislav Kaleta. Ostrava : autor neznámý, 2019.
98. **Polášek, Rudolf.** *Enviromentální hodnocení IV. etapy protipovodňových opatření v Olomouci.* Olomouc : autor neznámý, 2017. str. 91, bakalářská práce.
99. **Daňhelka a kol., Elleder a.** *Meteo Aktuality.*  
<https://pocasimeteoaktuality.wordpress.com/hydrologie/hydrologicke-extremy/povodne/nejvetsi-povodne-v-cr/povoden-1997/>. [Online] 2020.
100. **Zaoralová, Nicole.** *Hasičský záchranný sbor České republiky.*  
<https://www.hzscr.cz/clanek/web-informacni-servis-zpravodajstvi-2017-cervenec-povodne-1997-dvacet-let-pote-aneb-co-vsechno-je-uz-jinak.aspx>. [Online] 2020.
101. **Demek, Jaromír.** *Zeměpisný lexikon ČR.* [editor] Peter Mackovčín. Brno : Mendelova univerzita v Brně, 2014. Sv. 1.
102. **ČHMÚ.** *průtoky Moravy Olomouc-Nové Sady 1997- 2019.* Ostrava : autor neznámý, 2020.
103. **Just, Tomáš.** <http://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/stav-koryt-vodnich-toku-a-samocistení-vody/>. *Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky.* [Online] 2020.



## **Seznam příloh**

Příloha I: Tabulka, z níž byly prováděny výpočty retenčního prostoru .....	90
Příloha II: Mapa sklonitostí svahů .....	91
Příloha III: Mapa rozmístění zemědělské činnosti.....	92

Příloha I: Tabulka, z níž byly prováděny výpočty retenčního prostoru

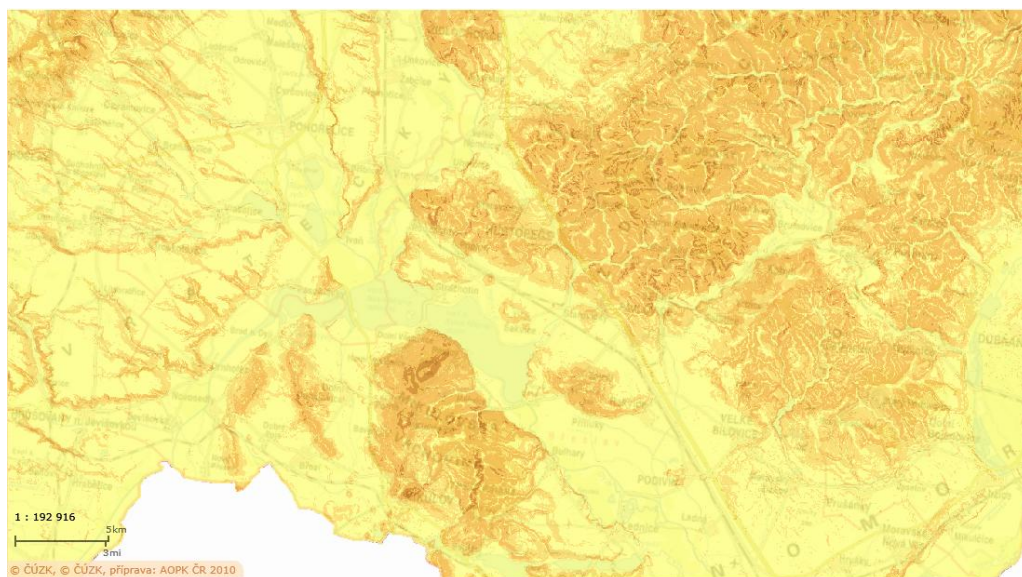
Retenční prostor Novomlýnských nádrží při různých výškách hladin v (m <sup>3</sup> )								
nadmořská výška (*1)	Dolní nádrž		Střední nádrž		Horní nádrž		Celkový objem v (m <sup>3</sup> )	
	(studie)	(pmo)	(studie)	(pmo)	(studie)	(pmo)	(studie)	(pmo)
170,35 (*2)	14 500	19 563	11 000	14 425	633	550	26 133	34 538
170,00 (*3)	14 530	19 665	11 023	14 516	635	552	26 188	34 733
169,5	14 573	19 867	11 055	14 665	637	553	26 265	35 085
169	14 616	19 926	11 088	14 708	639	556	26 343	35 190
168,5	14 659	19 985	11 121	14 752	640	558	26 420	35 295
maximum (*4)							26,4 (*5 a)	35,3 (*5 b)
údaje využité při výpočtech								
výška hladiny (*6)	170,35	171,24	170,35	171,24	171,42	171,54		
retenční prostor (*7)	14 500	19 665	11 000	14 516	630	547		

#### Vysvětlivky k tabulce

- \* 1 nadmořská výška v m n. m. (v systému BALT)
- \* 2 navýšení o 0,35 m
- \* 3 současná výška
- \* 4 maximální retenční objem při výšce 168,5 m n. m.
- \* 5 a, 5 b ( mil. m<sup>3</sup>)
- \* 6 nadmořská výška v m n. m. (v systému BALT)
- \* 7 ( mil. m<sup>3</sup>)

zdroj: (<http://www.pmo.cz/>, n. d.)

## Příloha II: Mapa sklonitostí svahů



Obrázek 15: Mapa sklonitosti svahů (čím tmavší barva, tím větší svah)

*zdroj: (mapomat 2019)*

Příloha III: Mapa rozmístění zemědělské činnosti



Obrázek 16: Mapa rozmístění zemědělské činnosti

zdroj: (mapy.cz 2019)