

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra vodních zdrojů**



**Význam vodních děl Vltavské kaskády**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Nicola Roztočilová**

**Obor studia: Veřejná správa v zemědělství a krajině**

**Vedoucí práce: Ing. Markéta Miháliková, Ph.D.**

© 2020 ČZU v Praze



## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Význam vodních děl Vltavské kaskády" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 15.07.2020

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Markétě Mihálikové, Ph.D. za cenné a užitečné rady, poznatky, připomínky a konzultace pro vypracování této bakalářské práce. A také vřele děkuji rodině a zaměstnavateli za trpělivost a podporu při mém studiu.

# Význam vodních děl Vltavské kaskády

## Souhrn

Bakalářská práce se zaměřuje na analýzu a zhodnocení vodních děl na příkladu Vltavské kaskády. Snahou bylo vytvořit ucelený přehled, který může přiblížit jejich budoucí úlohu ve vodním hospodářství ČR v kontextu stávajících a připravovaných opatření k adaptaci na klimatickou změnu. První část shrnuje současný stav vodního hospodářství v České republice. Druhá část identifikuje hlavní vodohospodářské problémy ohledně zadržování vody v krajině. Třetí část charakterizuje vodní díla Vltavské kaskády, shrnuje jejich historii a současný stav. Čtvrtá část analyzuje poznatky na základě literatury, význam vodních děl na řece Vltavě, jejich vliv na životní prostředí, na člověka a také na protipovodňovou ochranu. Poslední část srovnává význam vodních děl na řece Vltavě s příklady ze zahraničí.

Ve své práci jsem došla k závěru, že v oblasti budování vodních nádrží a oblasti protipovodňových opatření panují rozdílné názory. Existuje riziko selhání funkce přehrad, ale díky nim je možné částečně korigovat průběh povodňové vlny. Kaskáda snižuje hodnoty krajinného rázu a tvoří ekologickou bariéru, ale na druhou stranu jsou vodní nádrže útočištěm mnoha živočišných a rostlinných druhů. V období sucha plní svou roli nejen v zásobování, ale zlepšuje ekologický stav vodního toku zvýšením průtoku. V období sucha vytváří jiný ekosystém a zajistí dostatečné množství vody pod nádrží.

**Klíčová slova:** vodní zdroje, sucho, povodně, přehrada, klimatická změna

# The Importance of Waterworks on the Vltava River

## Summary

The bachelor thesis focuses on the analysis and evaluation of water works on the example of the Vltava River Cascade. The effort was to create a comprehensive overview that can approach the future role in the water management of the Czech Republic in the context of existing and planned measures to climate change adaptation. The first part summarizes the current state of water management in the Czech Republic. The second part identifies the main water management problems regarding water retention in the landscape. The third part characterizes the water works of the Vltava River Cascade, summarizes their history and current state. The fourth part analyzes the findings based on the literature, the importance of water works on the Vltava River, their impact on the environment, on inhabitants and also on flood protection. The last part compares the importance of water works on the Vltava River with examples from abroad.

In my work, I concluded there are different opinions in the field of water reservoirs construction and in the field of flood protection measures. There is a risk of failure of the dams, however, thanks to them, partial correction of the flood wave progress is possible. The Cascade reduces landscape values and forms an ecological barrier, but on the other hand, water reservoirs are habitats for many animal and plant species. In drought periods, it not only plays a role in supply, but also improves the ecological status of the watercourse by increasing the discharge. In drought periods, it creates a different ecosystem and provides a sufficient amount of water under the reservoirs.

**Keywords:** water resources, drought, floods, dam, climate change

# Obsah

Úvod .....	8
Cíl práce .....	9
Význam Vltavské kaskády .....	10
<b>1.1 Vodní hospodářství v ČR.....</b>	<b>10</b>
1.1.1 Koncepce vodního hospodářství.....	10
1.1.2 Zprávy o stavu vodního hospodářství.....	11
1.1.3 Právní rámec ochrany vod .....	11
1.1.4 Vybrané vodohospodářské problémy.....	13
1.1.5 Zadržování vody v krajině .....	14
1.1.6 Opatření k adaptaci na klimatickou změnu .....	14
1.1.7 Národní plán povodí Labe.....	17
1.1.8 Řeka Vltava a její charakteristiky .....	19
<b>1.2 Vodní díla Vltavské kaskády.....</b>	<b>20</b>
1.2.1 Lipno I.....	22
1.2.2 Lipno II.....	24
1.2.3 Hněvkovice.....	24
1.2.4 Kořensko .....	25
1.2.5 Orlík.....	26
1.2.6 Kamýk.....	28
1.2.7 Slapy.....	29
1.2.8 Štěchovice .....	31
1.2.9 Vrané.....	32
<b>1.3 Analýza a zhodnocení významu vodních děl na řece Vltavě .....</b>	<b>34</b>
1.3.1 Vliv vodních děl na životní prostředí .....	34
1.3.2 Dopady vodních děl na člověka .....	36
1.3.3 Vodní díla a protipovodňová ochrana .....	37
1.3.4 Plnění funkce přehradních nádrží v období povodní.....	42
1.3.5 Plnění funkce přehradních nádrží v období sucha.....	48
Závěr .....	52
Literatura .....	54
Seznam obrázků.....	65
Seznam tabulek .....	67

## Úvod

Česká republika leží na rozvodí tří moří: Severního, Baltského a Černého. Prakticky všechny její významnější toky odvádějí vodu na území sousedních států. Důsledkem této skutečnosti je naprostá závislost našich vodních zdrojů na atmosférických srážkách.

V několika posledních letech je extrémní sucho, které má dopad na zásobu vody. Pro příznivou hydrologickou bilanci v krajině jsou klíčové zásoby vody vzniklé táním sněhu. Jarní tání a odtoky ze srážkově bohatých období vodohospodáři zachycují v nádržích a dělají zásoby, které pomohou v období sucha. Na doplnění podzemních vod je však potřeba delší srážkově příznivé období, pokud chybí voda ze sněhových zásob.

Přehrada je stavba na vodním toku, která umožňuje akumulovat vodu a vytváří souvislou vodní plochu umělé nádrže. U nás bylo dosud postaveno 39 přehradních nádrží s rozlohou větší než 100 ha (celkem bylo vybudováno 165 přehradních nádrží, z toho 47 vodárenských). Voda v přehradách roztáčí turbíny vodních elektráren, které slouží k výrobě energie, zásobuje obyvatelstvo pitnou vodou (52 % vodárenských odběrů z povrchových zdrojů oproti vodě podzemní) a tyto stavby umožňují regulaci průtoku při povodni nebo suchu. Současně přehrada představuje bariéru pro ryby a pro její vybudování byla zničena původní krajina a vysídleni její obyvatelé. Když přijde povodeň, jsou noviny hned plné spekulací, zda přehrady mohly zmírnit její dopad na životy a majetek lidí. Vedou se i diskuse, jestli vůbec nové přehrady stavět, a to přesto, že vodní plochy tvoří v České republice pouze 2,11 %.

Novela vodního zákona, která má umožnit výstavbu vodních nádrží o velikosti až 2 hektary bez posouzení orgánů ochrany přírody, je nejnovějším tématem. Zlepšení zadržování vody v krajině pomůže k zmírnění dopadů klimatických změn. Ovšem zasahovat do krajiny stavbou vodních děl bez vyjádření orgánu ochrany přírody může vést k nevratnému poškození přírody i vodního režimu v krajině.

Přehrady mají své klady i zápory, příznivce i odpůrce. Tato práce je motivována snahou analyzovat a zhodnotit význam vodních děl na řece Vltavě, a to z pohledu jejich vlivu na životní prostředí, protipovodňovou ochranu a také z pohledu jejich vlivu na člověka. Ambicí této práce je shrnutí hlavních výhod a nevýhod přehradních nádrží a možné výstavby nových přehrad oproti tzv. přírodě blízkým opatřením na příkladu Vltavské kaskády a srovnání s názory a příklady ze zahraničí.



## Cíl práce

Cílem práce je převážně formou literární rešerše popsat a pokusit se zhodnotit význam vodních děl na řece Vltavě a jejich současné a budoucí úlohy ve vodním hospodářství ČR v kontextu stávajících a připravovaných opatření k adaptaci na klimatickou změnu.

Za účelem splnění hlavního cíle práce bylo stanoveno pět dílčích cílů:

- Shrnout současný stav vodního hospodářství v České republice.
- Identifikovat hlavní vodohospodářské problémy ohledně zadržování vody v krajině.
- Charakterizovat vodní díla Vltavské kaskády, shrnout jejich historii a současný stav.
- Na základě poznatků z literatury analyzovat význam vodních děl na řece Vltavě, jejich vliv na životní prostředí, na člověka a také na protipovodňovou ochranu.
- Shrnout význam vodních děl na řece Vltavě a srovnat s příklady ze zahraničí.

# Význam Vltavské kaskády

## 1.1 Vodní hospodářství v ČR

Vodní hospodářství v České republice je oborem, který má dlouholetou tradici. Jeho nejdůležitějšími úkoly jsou podle Ministerstva zemědělství (2020) především zajištění zásobování obyvatelstva pitnou vodou a zmírnění následků extrémních jevů počasí, jako jsou povodně a sucho. Pro zajištění těchto a dalších úkolů ministerstvo stanovilo strategické cíle vodního hospodářství do r. 2030.

### 1.1.1 Koncepce vodního hospodářství

Koncepce vodního hospodářství v České republice je podle Svazu vodního hospodářství ČR (2019) určena následujícími dokumenty:

- Národní plány povodí
- Plány pro zvládání povodňových rizik
- Koncepce vodohospodářské politiky Ministerstva zemědělství do roku 2015
- Plán rozvoje vodovodů a kanalizací na území ČR

Koncepční dokument Plán hlavních povodí České republiky byl nahrazen Národními plány povodí. Tyto plány pořizuje Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí, a to ve spolupráci se správci příslušných povodí a příslušnými krajskými úřady. Národní plány povodí jsou celkem tři, a to Národní plán povodí Labe, Národní plán povodí Dunaje a Národní plán povodí Odry. Tyto národní plány povodí jsou doplněny deseti plány dílčích povodí (Ministerstvo zemědělství, 2020a).

V roce 2015 byly schváleny plány pro zvládání povodňových rizik. Tyto plány jsou tři, obdobně jako Národní plány povodí. Plány pro zvládání povodňových rizik byly vydány pro zvládání povodňových rizik v povodí Labe, Dunaje a Odry a slouží jako nezbytný podklad pro výkon veřejné správy, zejména pro územní plánování a vodoprávní řízení v oblastech s významným povodňovým rizikem (Ministerstvo životního prostředí, 2015).

### **1.1.2 Zprávy o stavu vodního hospodářství**

Stav vodního hospodářství v České republice je každoročně monitorován a souhrnné informace o něm podávají tzv. Modré zprávy neboli Zprávy o stavu vodního hospodářství, které jsou vydávány Ministerstvem zemědělství a Ministerstvem životního prostředí. Zpráva o stavu vodního hospodářství obsahuje informace o hydrologické bilanci, hydrologických extrémech, jakosti povrchových a podzemních vod, nakládání s vodami, zdrojích znečištění, správě vodních toků, vodovodů a kanalizací pro veřejnou potřebu, rybářství a rybníkářství, finanční podpoře vodního hospodářství, legislativních opatřeních, prioritních úkolech, programech a stěžejních dokumentech ve vodním hospodářství, mezinárodních vztazích, výzkumu a vývoji v oblasti vod a také plnění programů opatření přijatých plány povodí v roce 2015 (Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí, 2018).

### **1.1.3 Právní rámec ochrany vod**

Jedním ze základních dokumentů, pomocí kterého je realizována vodní politika Evropského společenství, je směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. Z tohoto dokumentu vychází česká legislativa, která také naplňuje požadavky této směrnice (Stránský et al., 2008).

Účelem zmiňované směrnice je stanovení rámce pro ochranu vod tak, aby bylo zabráněno zhoršování současného stavu, bylo podpořeno udržitelné užívání vod, aby bylo zajištěno snižování znečišťování podzemních vod a také aby byly zmírněny účinky povodní. Tato směrnice udává členským státům povinnost vymezit jednotlivá povodí, určit správní orgán pro uplatnění pravidel vyplývající ze směrnice a také jim udává povinnost zajistit, aby byly koordinovány všechny programy opatření pro dosažení stanovených environmentálních cílů (Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000).

Právní rámec ochrany vod tvoří soustava právních předpisů, z nichž pro vodní hospodářství jsou nejdůležitějšími:

- zákon č. 254/2001 Sb., vodní zákon, ve znění pozdějších předpisů
- zákon č. 305/2000 Sb., o povodích, ve znění pozdějších předpisů
- vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území, ve znění pozdějších předpisů

- vyhláška č. 24/2011 Sb., o plánech povodí a plánech pro zvládání povodňových rizik, ve znění pozdějších předpisů
- vyhláška č. 431/2001 Sb., o vodní bilanci [L4], ve znění pozdějších předpisů

Účelem zákona č. 254/2001 Sb., vodní zákon, ve znění pozdějších předpisů, je dle § 1 odst. 1 tohoto zákona ochrana povrchových a podzemních vod a také stanovení podmínek pro hospodárné využívání vodních zdrojů. Tento zákon upravuje právní vztahy jak k povrchovým, tak i k podzemním vodám a dále také vztahy fyzických a právnických osob ve vztahu k využívání podzemních vod a další.

Vodní zákon prošel poslední novelizací v roce 2018, kdy byl přijat zákon č. 113/2018 Sb., kterým se mění zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů. Tento zákon z 15. června 2018 nabyl účinnosti 1. ledna 2019. Hlavní změny, které tato novela přinesla, spočívají v rozšíření vodoprávního souhlasu v některých případech a v úpravě v oblasti podzemních vod. Další změny se týkaly poplatků, a to za vypouštění odpadních vod a také došlo ke zrušení záloh na poplatky (EnviGroup, 2019).

Prováděcími předpisy k zákonu o vodách jsou:

- Nařízení vlády č. 40/1978 Sb., o chráněných oblastech přirozené akumulace vod Beskydy, Jeseníky, Jizerské hory, Krkonoše, Orlické hory, Šumava a Žďárské vrchy
- Nařízení vlády č. 85/1981 Sb., o chráněných oblastech přirozené akumulace vod Chebská pánev a Slavkovský les, Severočeská křída, Východočeská křída, Polická pánev, Třeboňská pánev a Kvartér řeky Moravy
- Nařízení vlády č. 71/2003 Sb., o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zjišťování a hodnocení stavu jakosti těchto vod
- Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech
- Vyhláška č. 471/2001 Sb., o technickobezpečnostním dohledu nad vodními díly
- Vyhláška č. 24/2011 Sb., o plánech povodí a plánech pro zvládání povodňových rizik

- Vyhláška č. 216/2011 Sb., o náležitostech manipulačních řádů a provozních řádů vodních děl
- Vyhláška č. 178/2012 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků

Dalšími dokumenty, které byly přijaty v České republice a měly by přispět ke snížení znečištění vod, jsou také Státní politika životního prostředí ČR a Program na snížení znečištění povrchových vod nebezpečnými závadnými látkami a zvláště nebezpečnými závadnými látkami (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2008).

#### **1.1.4 Vybrané vodohospodářské problémy**

Podle Agentury ochrany přírody a krajiny České republiky (2007) byly v povodí Labe na území středočeského kraje identifikovány následující významné vodohospodářské problémy:

- morfologická degradace soustavy drobných toků a řek (úplná, částečná, nebo komplexní degradace koryta říčního koridoru)
- nevyhovující technické úpravy, nevyhovující stav nivní krajiny, nevyhovující stav koryta řeky, vodohospodářsky a ekologicky nevhodné rozvojové záměry
- chemická a ekologická degradace
- intenzivní rybářské využívání soustavy rybníků, nevyhovující stav soustavy rybníků
- špatný stav břehových porostů, šíření invazivních rostlin, migrační neprostupnost

Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí zpracovaly Předběžný přehled významných problémů nakládání s vodami zjištěných v části mezinárodní oblasti povodí Labe na území České republiky. Tento dokument byl zpracován podle § 25 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů, pro období 2021–2027. Tento předběžný přehled představuje rámec zadání pro plány povodí, a to především z toho důvodu, že identifikuje klíčové problémy, kterými by se měly příslušné plány povodí přednostně zabývat. (Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí, 2019)

V dílčím povodí Horní Vltavy bylo Ministerstvem zemědělství a Ministerstvem životního prostředí (2019) identifikováno celkem 148 rizikových útvarů, což představuje 91 % z

celkového počtu. V dílčím povodí Dolní Vltavy pak těchto rizikových útvarů bylo identifikováno 81, což představuje z celkového počtu 98 %. Útvary povrchových vod jsou označeny jako rizikové, pokud v nich byl identifikován alespoň jeden významný problém nakládání s vodami V tabulce 1 jsou uvedeny rizikové útvary zařazené do vodních děl tzv. Vltavské kaskády (pět z celkových devíti).

*Tabulka 1- Rizikové útvary vodních děl Vltavské kaskády, zdroj: Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí (2019)*

Identifikátor	Název vodního útvaru	Kraj
HVL_0105_J	Nádrž Lipno I na toku Vltava	Jihočeský
HVL_0475_J	Nádrž Hněvkovice na toku Vltava	Jihočeský
HVL_1035_J	Nádrž Kořensko na toku Vltava	Jihočeský
HVL_1055_J	Nádrž Orlík I na toku Vltava	Středočeský, Jihočeský
DVL_0095_J	Nádrž Slapy na toku Vltava	Středočeský

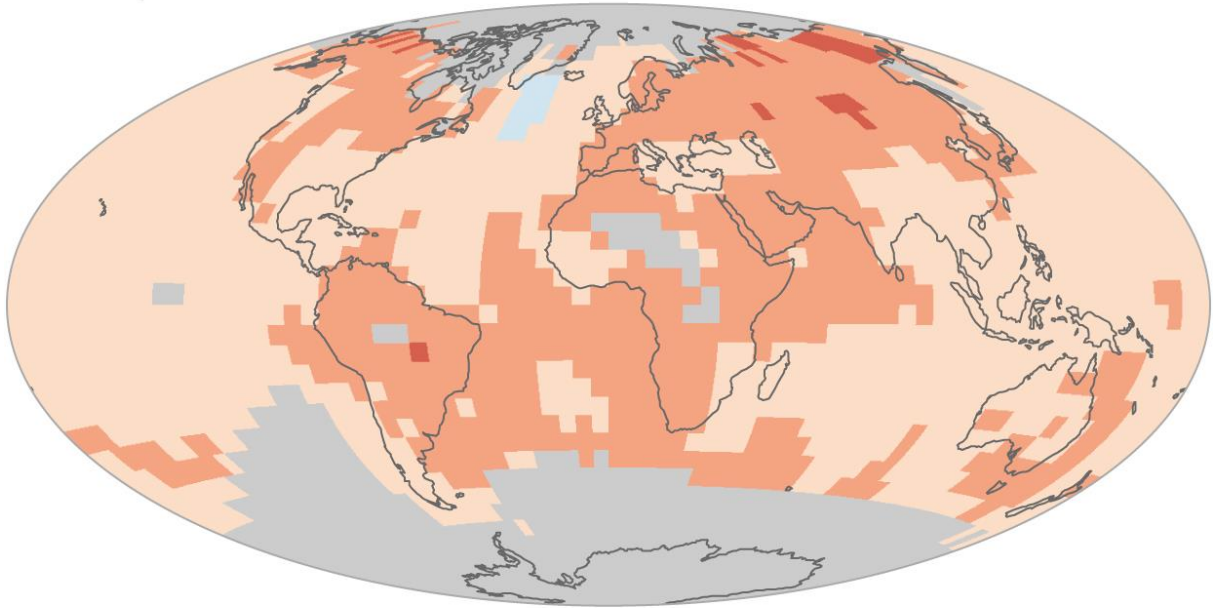
### 1.1.5 Zadržování vody v krajině

Vráblíková a Vráblík (2007) uvádějí, že vytváření podmínek pro zadržování vody v krajině sebou nepřináší jen obnovu mokřadů, ale také obnovu říční sítě, revitalizace toků, vytváření drobných vodních toků, a i budování jezer. Podle Vopravila (2010) lze vodu v krajině zadržet také pomocí suchých nádrží, vsakovacích jam, rybníků a malých nádrží, které jsou důležité při letních povodních, které vznikají z přivalových srážek. Vzhledem k hydrometeorologickým výkyvům je podle Forejtníkové (2015) nutné přijmout řadu opatření, díky kterým dojde ke zvýšení zadržování vody v krajině. Jako nejvhodnější opatření uvádí kombinaci výstavby údolních nádrží s tzv. měkkými opatřeními, uvedenými v předchozích větách. Díky této kombinaci tak budou moct být zachyceny srážkové i povodňové vody, ochráněno osídlení a zachycená voda umožní mj. nadlepšování průtoků v dobách sucha.

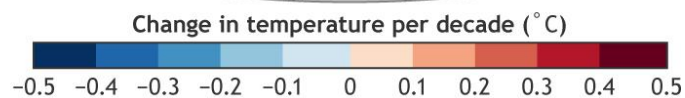
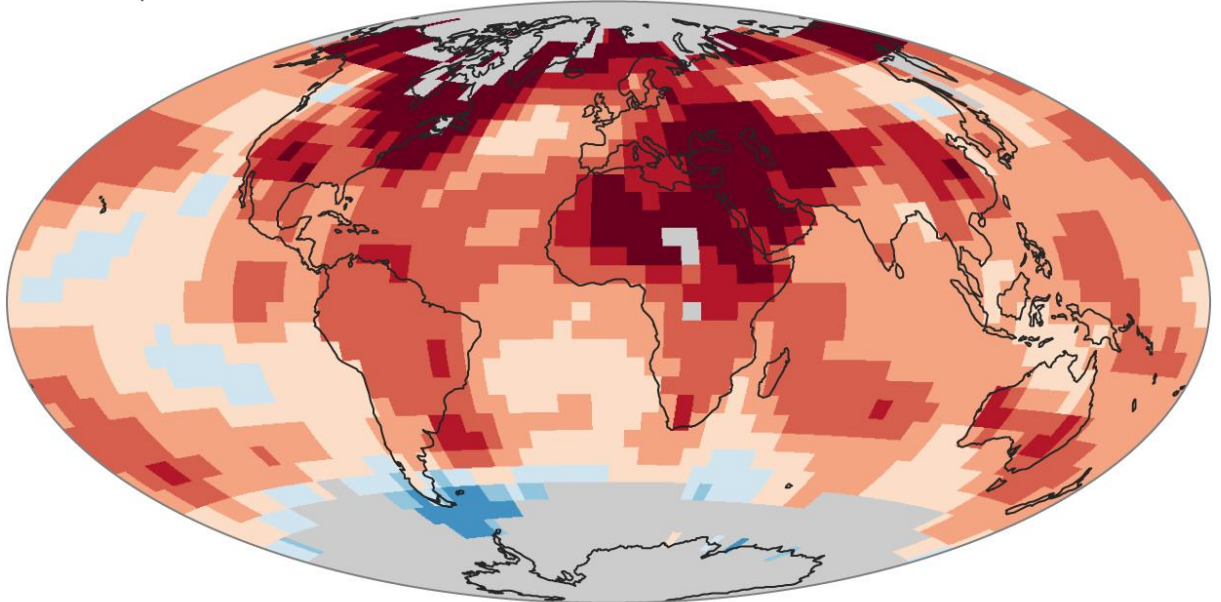
### 1.1.6 Opatření k adaptaci na klimatickou změnu

Klimatické změny lze podle Novického (2008) identifikovat především pozorováním průměrných teplot vzduchu a oceánů (viz obrázek 1), zvyšování průměrné výšky mořské hladiny či rozsáhlého tání sněhu a ledovců. Ke zvyšování emisí skleníkových plynů dochází podle IPCC (2014) převážně díky ekonomickému a populačnímu růstu.

Global temperature trends from 1901 to 2017



Global temperature trends from 1988 to 2017



NOAA Climate.gov  
Data: NCEI

*Obrázek 1- Trendy změn v globální povrchové teplotě po dekádách for období 1880-2017 (horní mapa) ve srovnání s trendy pro období 1988-2017 (spodní mapa), které ukazují rychlé oteplování v posledních 30 letech. Zdroj: Lindsey a Dahlman (2020)*

Tyto a další faktory poukazují na oteplování klimatického systému. Hlavní příčinou klimatických změn je změna energetické bilance klimatického systému. Ta je způsobena především díky změnám v koncentraci skleníkových plynů, intenzity slunečního záření a také díky změnám krajinného pokryvu (Novický, 2008).

Hladný (2007) uvádí, že v souvislosti se změnou klimatu lze vyjít z několika přístupů. První a nejpočetnější skupinu tvoří odborníci, kteří kalkulují se skleníkovým efektem. Druhá skupina zdůrazňuje účinky extraterestrických vlivů, třetí skupina vychází z účinků globálních termodynamických oscilací a poslední skupina bere za základ geologicky dlouhá střídání období různých teplot.

IPCC (2014) uvádí, že dopady změny klimatu lze v největší míře pozorovat u přírodních systémů. Předpokládaná změna klimatu může mít následující dopady:

- oteplování, které se projevuje nejvíce nad pevninou v severních šířkách a nejméně nad jižním oceánem a částmi severního Atlantického oceánu
- snižování rozsahu sněhové pokrývky, tání permafrostu do větších hloubek a snižování objemu mořského ledu
- zvýšená pravděpodobnost výskytu jevů jako jsou extrémní horka, vlny vysokých teplot a silné přívalemé srážky
- zvýšení intenzity tropických cyklon
- zvýšení úhrnu srážek ve vyšších zeměpisných šířkách a snížení úhrnu srážek ve většině subtropických pevninských regionů, čímž budou pokračovat trendy, které lze pozorovat již nyní (Novický, 2008)

Další emise skleníkových plynů spolu s dalšími faktory mohou podle IPCC (2014) způsobit dlouhodobé změny. Tyto změny pak mohou mít nevratné dopady na ekosystémy a také obyvatele. Klíčové bude snížení emise skleníkových plynů, které mohou spolu s adaptací omezit rizika, která ze změny klimatu vyplývají.

Změna klimatu již probíhá a je globální. Průměrné teploty stále rostou, bude důležité vyvinout strategii na ochranu druhů a stanovišť, která se nedokážou přizpůsobit změnám. Roste důkaz, že nejlepší jsou velké, zdravé a neporušené ekosystémy, které jsou schopny odolat změně klimatu. Navíc, velmi rozmanité ekosystémy budou pravděpodobně nejodolnější vůči rychlé změně prostředí (Kaeslin et al., 2012).

Na území České republiky se podle Novického (2008) nepředpokládají zásadní změny v ročních srážkových úhrnech. Pro odtok je však kromě ročních srážkových úhrnů důležitý roční



chod srážek, u kterého dochází k výrazným změnám (viz např. Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí, 2018).

Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí (2011) schválily dokument „Generel území chráněných pro akumulaci povrchových vod a základní zásady využití těchto území“. Soubor stanovuje 65 vhodných lokalit pro rozvoj vodních zdrojů. Z adaptačního opatření slouží lokality k případnému řešení dopadů klimatických změn v dlouhodobém horizontu, pro zajištění zdrojů pitné vody a snížení nepříznivých účinků povodní. Soubor lokalit je rozdělen do dvou kategorií:

- kategorie A (21 lokalit) - klíčové zdroje pitné vody,
- kategorie B (44 lokalit) - ostatní zdroje.

Aktuálně bylo schváleno rozšíření generelu LAPV o dalších 31 lokalit z Ministerstvem zemědělství původně navrhovaných 47 (Bílý, 2020).

### **1.1.7 Národní plán povodí Labe**

Pro implementaci směrnice 2000/60/ES využila Česká republika členění na správu povodí, které bylo zavedeno v 70. letech minulého století. Toto členění pak bylo rozděleno na oblast povodí Vltavy a oblast povodí Moravy, které byly dále rozčleněny na menší jednotky.

Národní plán povodí Labe byl zpracován podle § 24 vodního zákona a schválený vládou v roce 2015. Hlavním cílem plánu je podle Ansorge (2007) harmonizace veřejných zájmů především v oblastech:

- ochrany vod jako složky životního prostředí
- ochrany krajiny a obyvatelstva před povodněmi a dalšími škodlivými účinky vod
- udržitelného užívání vodních zdrojů a hospodaření s vodami pro zajištění požadavků na vodohospodářské služby, zejména pro účely zásobování pitnou vodou

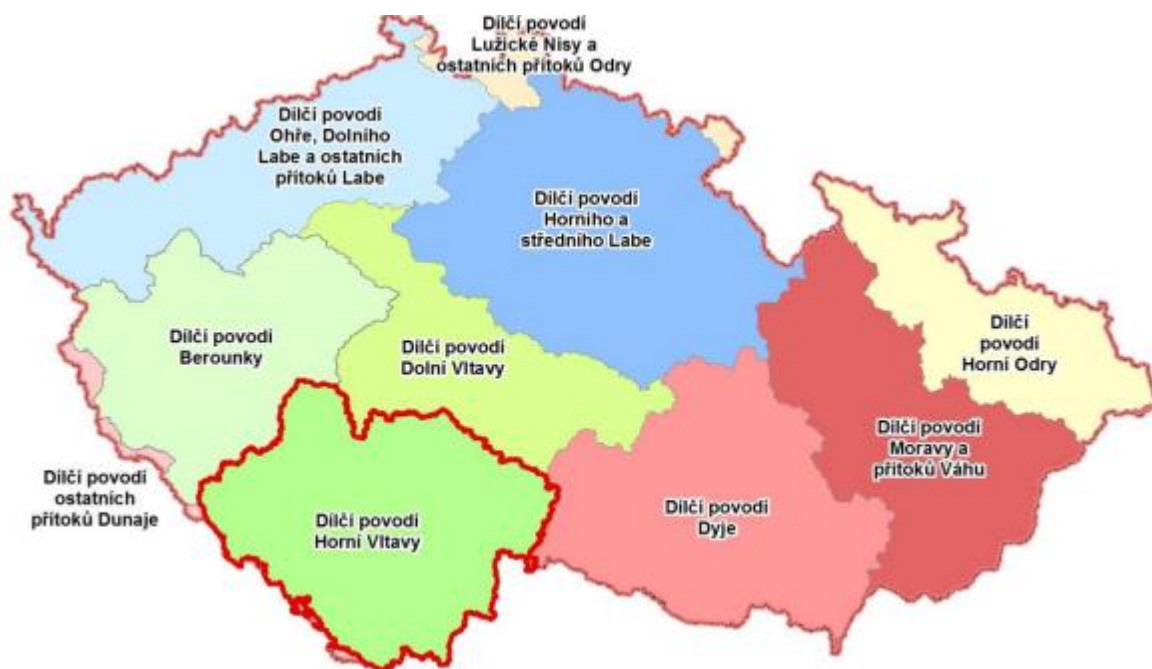
Národní plán povodí Labe je doplněn pěti plány dílčích povodí. Těmi jsou Plán dílčího povodí Horního a středního Labe, Plán dílčího povodí Horní Vltavy, Plán dílčího povodí Berounky, Plán dílčího povodí Dolní Vltavy, Plán dílčího povodí Ohře, Dolního Labe a ostatních přítoků Labe (Ministerstvo zemědělství ČR, 2020b).

Dalším ze strategických dokumentů je i Plán pro zvládání povodňových rizik v povodí Labe, který byl vypracován v souladu se základním legislativním předpisem pro plánování v oblasti povodňových rizik, což je směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/60/ES ze dne 23. října 2007 o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik, která byla následně promítnuta do zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), konkrétně hlava IV, §§ 23-26 a hlava IX §64a.

Plán pro zvládání povodňových rizik v povodí Labe vymezuje celkem tři cíle:

- zabránění vzniku nového rizika a snížení rozsahu ploch v nepřijatelném riziku
- snížení míry povodňového nebezpečí
- zvýšení připravenosti obyvatel a odolnosti staveb, objektů infrastruktury, hospodářských a jiných aktivit vůči negativním účinkům povodní (Fakulta životního prostředí ČZU v Praze, 2015)

Povodí Vltavy má zpracovány plány dílčího povodí, a to konkrétně Plán dílčího povodí Horní Vltavy a Plán dílčího povodí Dolní Vltavy. Oba tyto dílčí plány byly zpracovány v roce 2016 a obsahují jak úvodní informace o plánování v oblasti vod, tak také aktualizaci plánů povodí, členění a strukturu plánů dílčího povodí. Součástí těchto plánů je také vymezení základních pojmů. Oblast dílčího povodí Horní Vltavy a také Dolní Vltavy je uvedena na obrázku č. 2. Berounka se též vlévá do Vltavy, ale do dílčích oblastí není počítána, jelikož se vlévá až za Vltavskou kaskádou, tudíž na ni nemá vliv.



Obrázek 2 - Dílčí povodí České republiky. Zdroj: Povodí Vltavy (2016a)

Dílčí plány povodí Horní a Dolní Vltavy vymezují také cíle pro povrchové vody, podzemní vody a chráněné oblasti vázané na vodní prostředí. Stanoveny jsou cíle pro ochranu a zlepšování stavu povrchových vod, podzemních vod a ekosystémů, cíle pro hospodaření s povrchovými a podzemními vodami a udržitelné užívání těchto vod pro zajištění vodohospodářských služeb, cíle pro zlepšování vodních poměrů a ochranu ekologické stability a také cíle pro silně ovlivněné a umělé vodní útvary. Plány obsahují také zhodnocení dosažení cílů a jednotlivá opatření pro dosažení těchto cílů (Povodí Vltavy, 2016b).

### 1.1.8 Řeka Vltava a její charakteristiky

Řeka Vltava je členěna na dvě dílčí povodí, a to na povodí Horní Vltavy a na povodí Dolní Vltavy. Plochy dílčích povodí, páteřní toky a také další informace jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2 - Dílčí povodí, zdroj: Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí (2015)

Zkratka dílčího povodí	Název dílčího povodí	Plocha dílčího povodí [km <sup>2</sup> ]	Páteřní toky dílčího povodí	Správce povodí, státní podnik
HVL	Horní Vltava	10 988	Vltava, Malše, Lužnice, Otava, Lomnice	Povodí Vltavy, státní podnik
DVL	Dolní Vltava	7 267	Vltava, Sázava, Mastník, Kocába, Rokytka, Bakovský potok, Želivka, Blanice	Povodí Vltavy, státní podnik

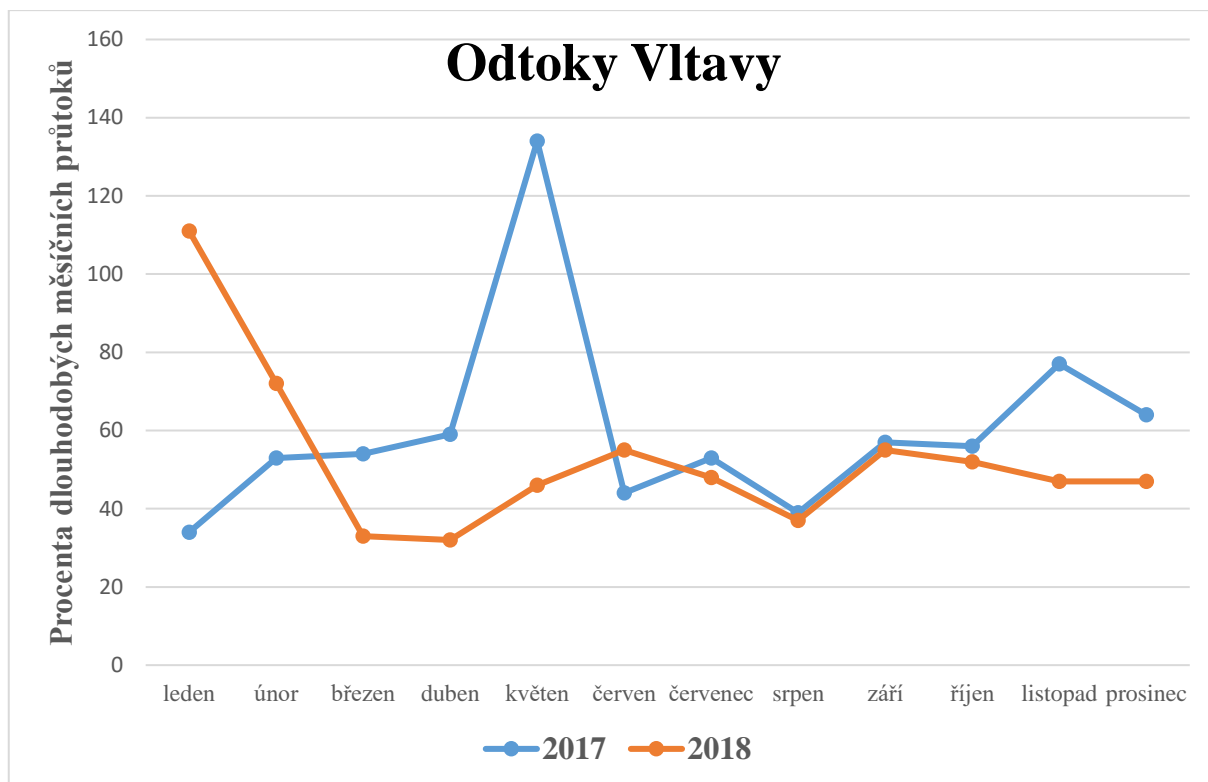
Průtoky ve vodních tocích jsou přitom podle Povodí Vltavy (2016b) ovlivněny třemi klíčovými činiteli:

- charakteristiky povodí
- meteorologické podmínky
- působení člověka

Povodňový režim na dolním toku Vltavy je ovlivněn manipulací nádrží Vltavské kaskády, které jsou do určité míry schopné transformovat povodňové vlny z horní Vltavy, Lužnice a Otavy.

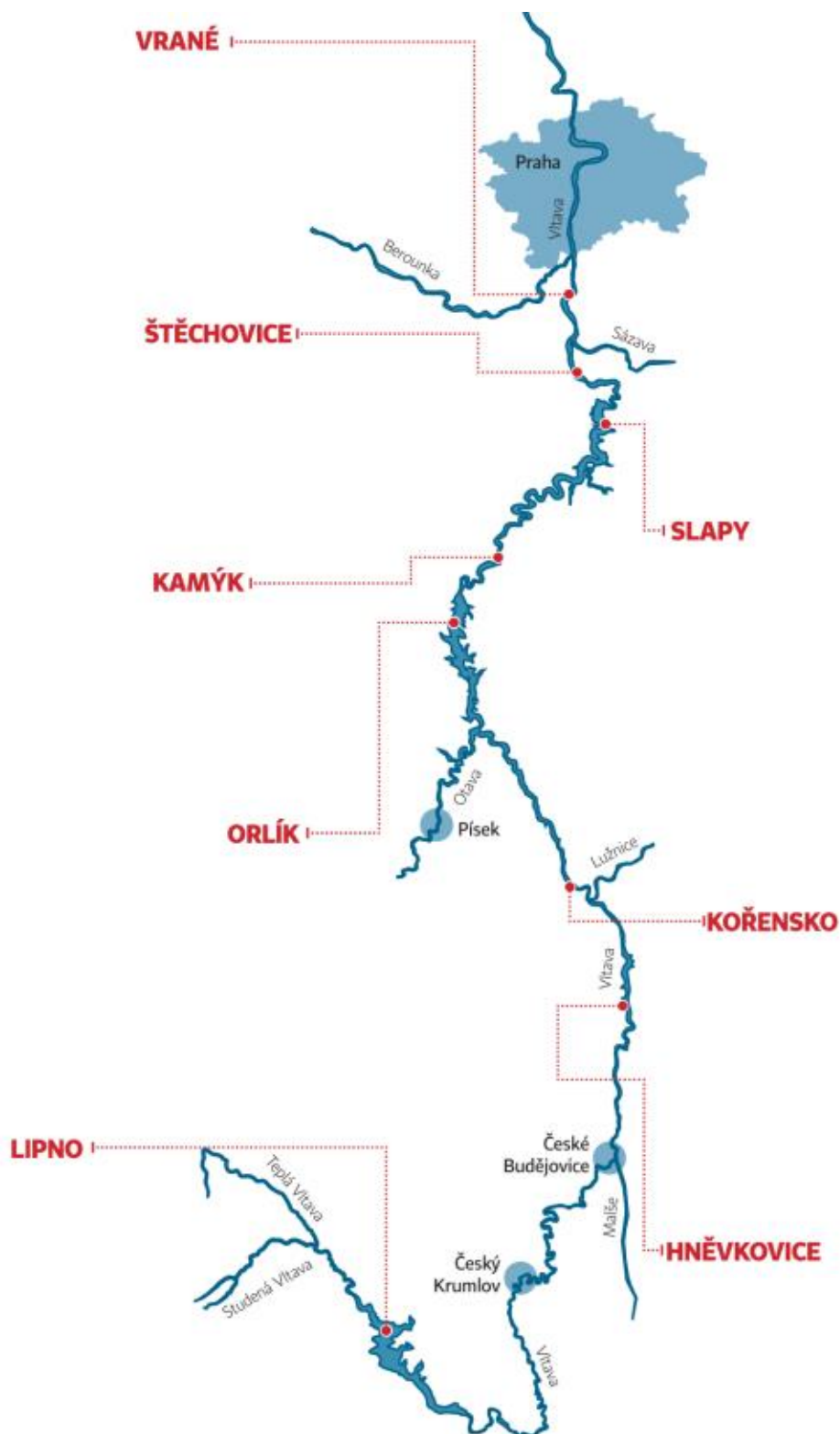
## 1.2 Vodní díla Vltavské kaskády

Řeka Vltava pramení v nadmořské výšce 1173 m n. m. na Šumavě. Celková délka toku činí 430 km a plocha povodí 28 090 km<sup>2</sup>. Hydrologický režim Vltavy je přitom ve veliké míře ovlivněn vodními díly, která jsou na ní umístěna. Vodní díla mimo jiné zachycují extrémní průtoky, a především navyšují průtoky v období nižších průtoků. To má za následek, že průměrné měsíční průtoky jsou téměř vyrovnané (Povodí Vltavy, 2011). Na obrázku 3 jsou pro ilustraci uvedeny odtoky v posledních dvou letech v procentech dlouhodobých průměrných měsíčních průtoků Vltavy v profilu Praha-Chuchle.



*Obrázek 3- Graf odtoků Vltavy v posledních dvou letech v procentech dlouhodobých průměrných měsíčních průtoků, zdroj: vlastní zpracování na základě dat Ministerstva zemědělství a Ministerstva životního prostředí (2017 a 2018)*

Ve 20. století bylo postupně po etapách vybudováno devět přehradních nádrží nazývaných souhrnně Vltavskou kaskádou. Kaskáda začíná na horním toku Vltavy přehradami Lipno I a II. Po opuštění Českých Budějovic protéká Vltava vodními díly Hněvkovice, Kořensko, Orlík, Kamýk, Slapy, Štěchovice a Vrané. Vltavská kaskáda je víceúčelový systém vodních nádrží využívajících především efekt akumulace jezer Lipno I a Orlík za účelem zvýšení účinnosti celkových protipovodňových opatření. Provoz Vltavské kaskády je provozován z dispečerského střediska, které slouží zejména pro účely výroby energie a také pro zajištění minimálních vodních cest (např. průtok 40 m<sup>3</sup>/s v Praze-Podolí), pro navigaci, zavlažování a rekreaci (Blažek et al., 2006).



Obrázek 4 - Vltavská kaskáda, zdroj: Keményová a Kubala (2012)

### 1.2.1 Lipno I

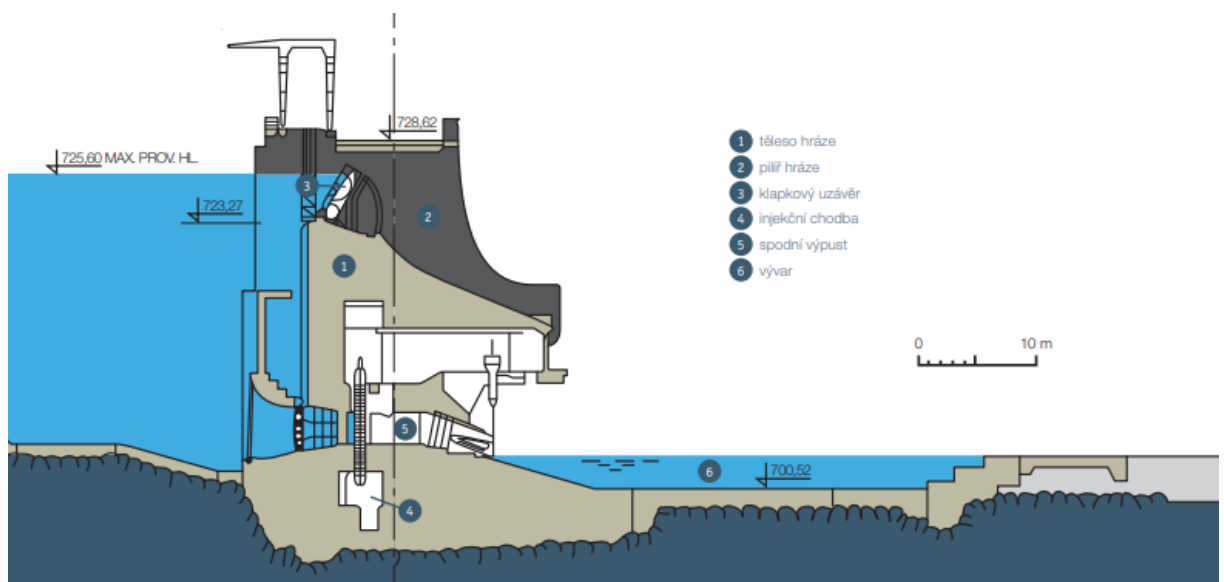
Vodní nádrž Lipno I (viz tabulka 3 a obrázek 5) se nachází na jihozápadě Jižních Čech a téměř celá jeho plocha spadá do Chráněné krajinné oblasti Šumava a Národního parku Šumava. O stavbě této vodní nádrže bylo rozhodnuto v roce 1946, kdy v rámci návrhu byla navržena také

podzemní vodní elektrárna. Přípravné práce pro stavbu přehrady Lipno I probíhaly v letech 1946–1947 a schválení úvodního projektu bylo provedeno v roce 1952. Hlavní stavební práce pak probíhaly v letech 1952-1959 (Povodí Vltavy, 2013a).

Tabulka 3 - Základní údaje – Lipno I., zdroj: vlastní zpracování na základě dat Povodí Vltavy (2013b)

Plocha povodí	948,2 km <sup>2</sup>
Průměrný roční průtok	13,16 m <sup>3</sup> /s
Celkový objem	309,5 mil. m <sup>3</sup>
Zatopená plocha	4870 ha
Říční kilometr	329,543

Vodní nádrž Lipno I je největší vodní plochou v České republice. Broža (2005) uvádí, že je v současné době vodní nádrž Lipno I využívána především k rekreaci a provozování vodních sportů. Jako hlavní účel této přehrady pak Broža (2005) uvádí zásobní, energetický, ochranný a rekreační.



Obrázek 5 - Vodní dílo Lipno – příčný řez, zdroj: Povodí Vltavy (2013b)

Vodní elektrárna Lipno I je využívána především pro regulaci výkonu celostátní energetické soustavy. Vodní elektrárna se nachází v podzemní kaverně, voda je na turbíny přiváděna dvěma

tlačnými ocelovými šachtami a přes klouzavé uzávěry je odváděna podzemním odpadním tunelem (ČEZ, 2019).

### 1.2.2 Lipno II

Vodní elektrárna Lipno II (viz tabulka 4) je součástí elektrárny Lipno I a jejím hlavním účelem je vyrovnání odtoku z vodní elektrárny Lipno I. Přehrada Lipno II je vybavena hydrotechnickým zařízením, které umožňuje řídit odtok i za současných oprav soustrojí vodní elektrárny (ČEZ, 2019). Broža (2005) uvádí, že špičkové odtoky z elektrárny Lipno I jsou také dále energeticky využity s vyrovnaným odtokem pod elektrárnu.

*Tabulka 4 - Základní údaje – Lipno II., zdroj: vlastní zpracování na základě dat Brožy (2005)*

Plocha povodí	950,56 km <sup>2</sup>
Průměrný roční průtok	46 m <sup>3</sup> /s
Celkový objem	1,685 mil. m <sup>3</sup>
Zatopená plocha	232 ha
Říční kilometr	319,120

### 1.2.3 Hněvkovice

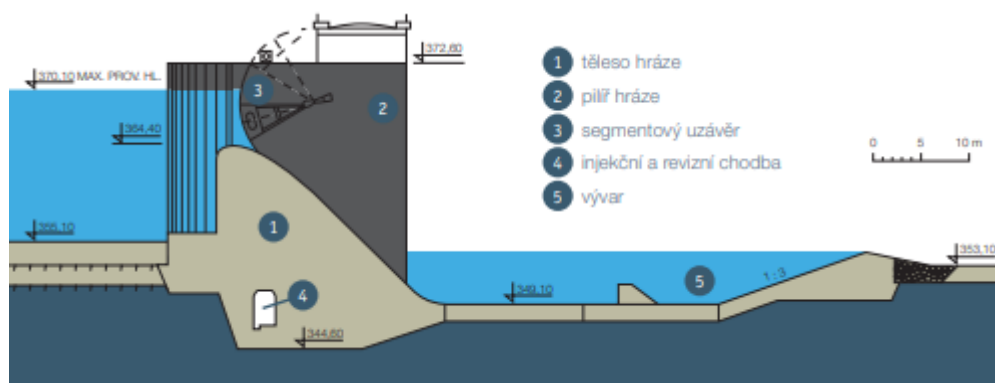
Vodní nádrž Hněvkovice (viz tabulka 5 a obrázek 6) tvoří spolu s vodní nádrží Kořensko nejnovější stupně Vltavské kaskády. Byla vybudována v letech 1986-1991 a to především kvůli vybudované jaderné elektrárně Temelín pro zabezpečení technologické vody (Povodí Vltavy, 2013c).



Tabulka 5 - Základní údaje – Hněvkovice, zdroj: vlastní zpracování na základě dat Povodí Vltavy (2013c)

Plocha povodí	3 540,3 km <sup>2</sup>
Průměrný roční průtok	30,6 m <sup>3</sup> /s
Celkový objem	21,1 mil. m <sup>3</sup>
Zatopená plocha	276,7 ha
Říční kilometr	210,390

Podle Broží (2005) slouží vodní nádrž Hněvkovice kromě odběru vody pro jadernou elektrárnu Temelín také jako rekreační středisko. Uvádí také další důležitý úkol této přehrady, a to likvidaci havárií v čistotě vody a proplachování vodního toku za účelem zlepšování kvality vody díky krátkodobému vypouštění zvýšeného odtoku z nádrže.



Obrázek 6 - Vodní dílo Hněvkovice – příčný řez, zdroj: Povodí Vltavy (2013c)

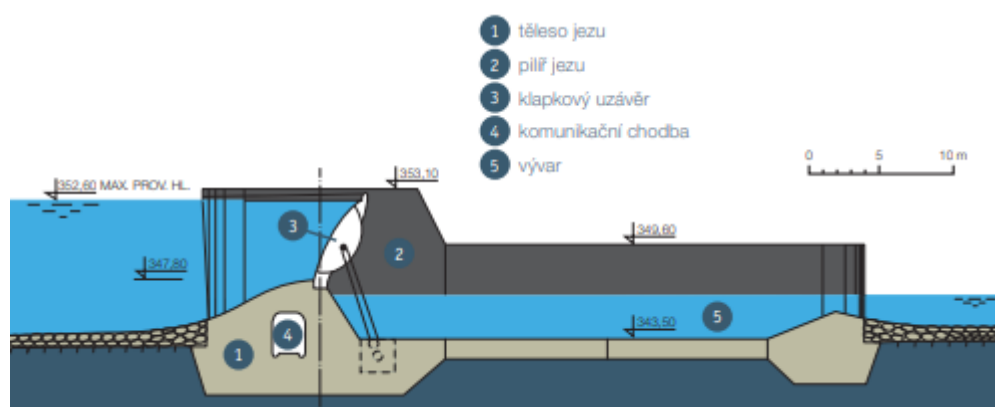
#### 1.2.4 Kořensko

Díky provozu vodní elektrárny, které způsobovalo výrazné změny průtoku pod vodní nádrží Hněvkovice, a také pro stabilizaci hladiny vody v Týně nad Vltavou byla vybudována Vodní nádrž Kořensko (viz tabulka 6 a obrázek 7). Na břehu této nádrže je vybudován tlumicí objekt pro využívání odpadních vod z jaderné elektrárny Temelín (Povodí Vltavy, 2013d).

Tabulka 6 - Základní údaje – Kořensko, zdroj: vlastní zpracování na základě dat Povodí Vltavy (2013d)

Plocha povodí	7 828,9 km <sup>2</sup>
Průměrný roční průtok	54,9 m <sup>3</sup> /s
Celkový objem	2,8 mil. m <sup>3</sup>
Říční kilometr	200,460

Společně s elektrárnou Hněvkovice byla vybudována také nízkotlaková jezová elektrárna Kořensko. Hlavní funkcí vodního díla Kořensko je především udržování stálé hladiny, čímž je zajištěna eliminace hygienických a také estetických závad, které vznikaly v městské aglomeraci Týna nad Vltavou (ČEZ, 2019).



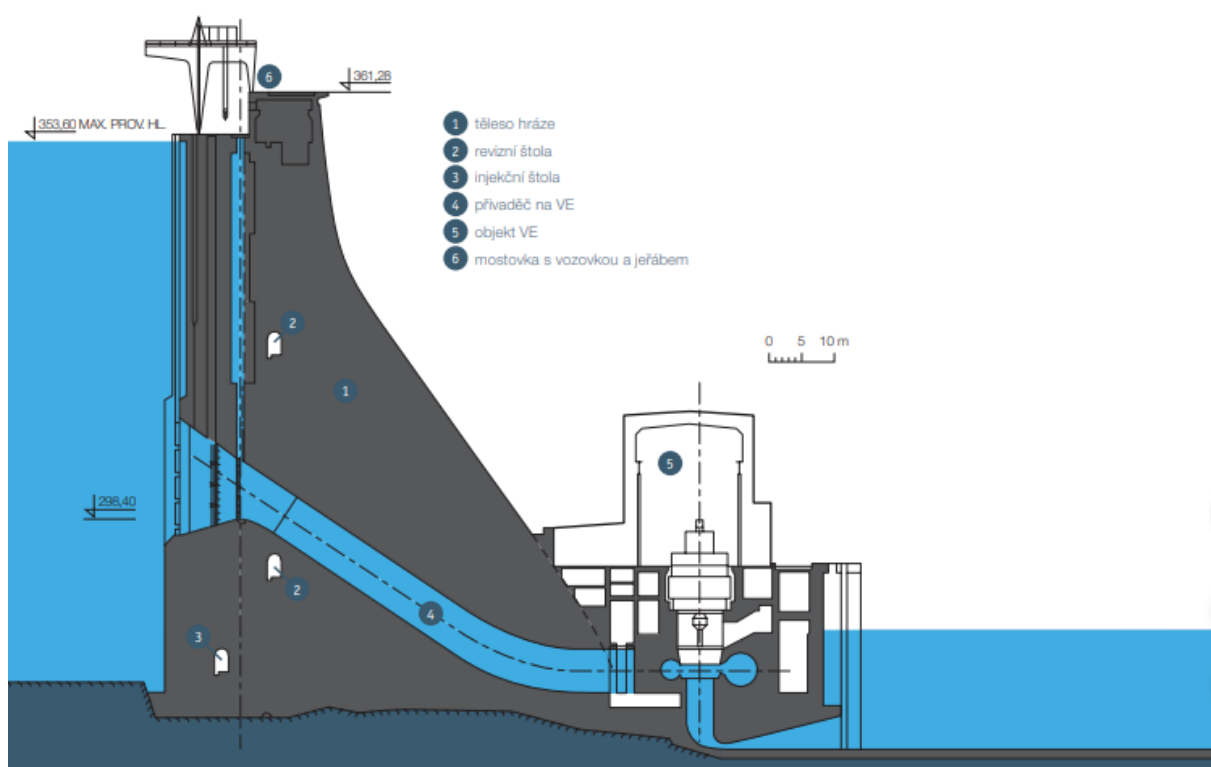
Obrázek 7 - Vodní dílo Kořensko – příčný řez, zdroj: Povodí Vltavy (2013d)

### 1.2.5 Orlík

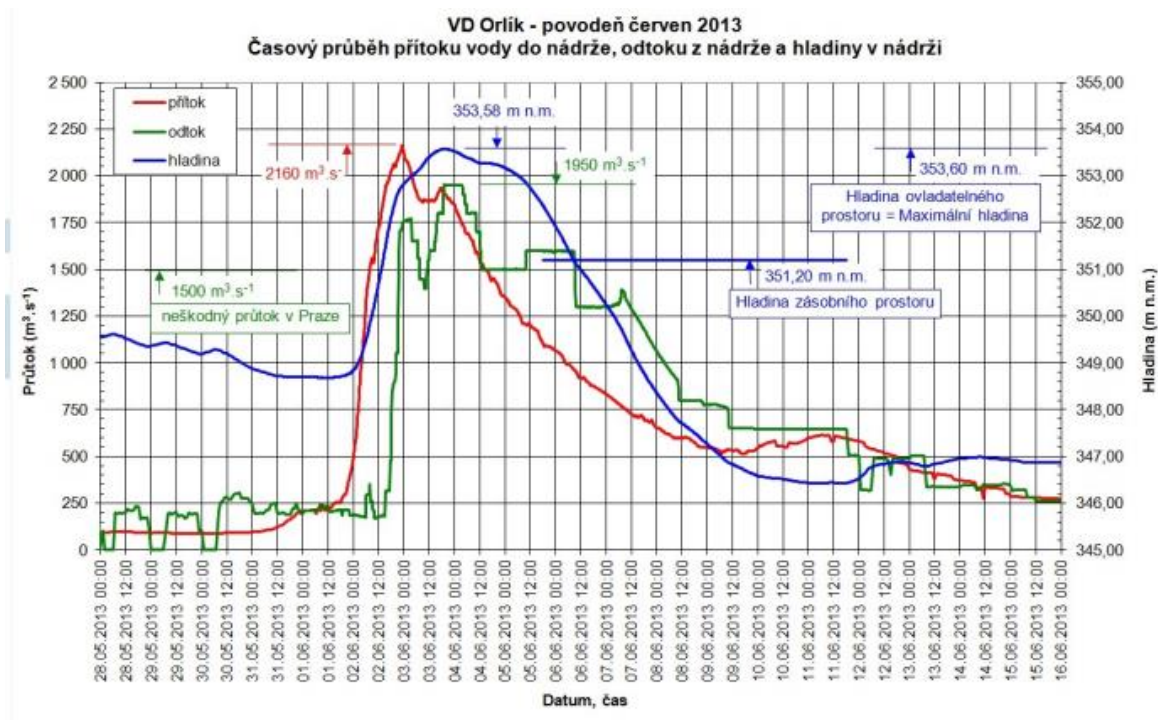
Vodní nádrž Orlík je největším vodním dílem (viz tabulka 7 a obrázek 8), a tak tvoří i nejvýznamnější článek Vltavské kaskády. Tato vodní nádrž byla napuštěna a uvedena do provozu v roce 1960, i když přípravné stavební práce začaly již v roce 1957. Hlavním účelem tohoto vodního díla je akumulace vody pro nadlepšení průtoků na spodní části Vltavy. Dále je tato přehrada využívána pro rekreaci, vodní sporty a také rybí hospodářství (Povodí Vltavy, 2013e). Na obrázku 9 je graf průběhu povodně v r. 2013.

Tabulka 7 - Základní údaje – Orlik, zdroj: vlastní zpracování na základě dat Povodí Vltavy (2013e)

Plocha povodí	12 106,00 km <sup>2</sup>
Průměrný roční průtok	83,5 m <sup>3</sup> /s
Celkový objem	716,5 mil. m <sup>3</sup>
Zatopená plocha	2 732,7 ha
Říční kilometr	144,650



Obrázek 8 - Vodní dílo Orlik – příčný řez, zdroj: Povodí Vltavy (2013e)



Obrázek 9 - Průběh povodně na vodním díle Orlik, zdroj: Knedlík (2014)

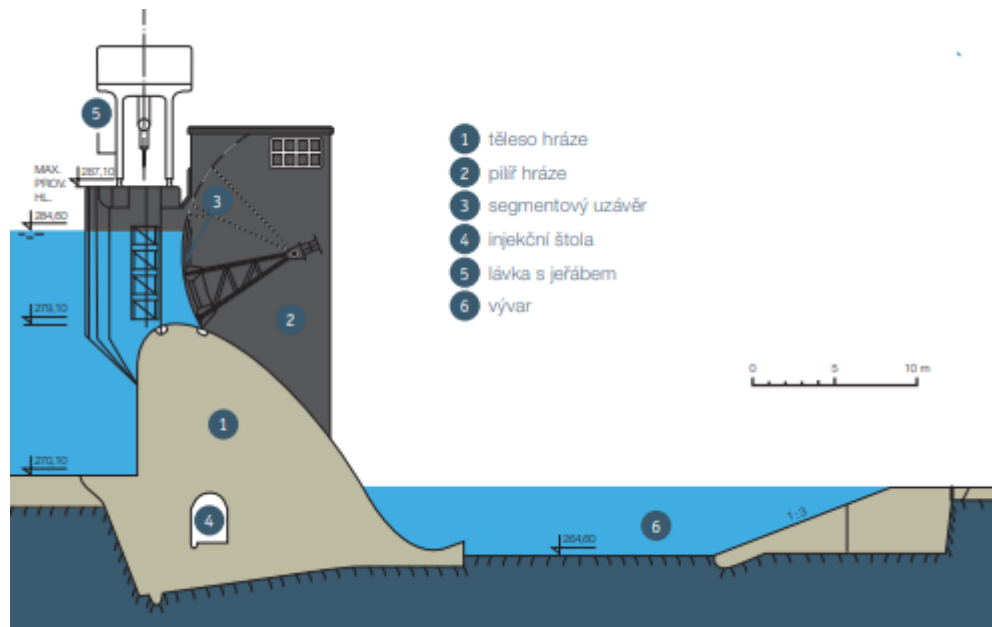
### 1.2.6 Kamýk

Vodní dílo Kamýk (viz tabulka 8 a obrázek 10) slouží především pro vyrovnání špičkových odtoků z hydrocentrály Orlik. Další jeho využití je pro výrobu elektrické energie. Stavba vodní nádrže byla připravována v roce 1951, kdy byla zpracována studie a úvodní projekt. V roce 1953 pak bylo rozhodnuto o stavbě vodního díla Kamýk spolu s vodním dílem Orlik. Samotná stavba vodní nádrže Kamýk probíhala v období 1957-1961 (Povodí Vltavy, 2013f).

Tabulka 8 - Základní údaje – Kamýk, zdroj: vlastní zpracování na základě dat Povodí Vltavy (2013f)

Plocha povodí	12 217,9 km <sup>2</sup>
Průměrný roční průtok	83,7 m <sup>3</sup> /s
Celkový objem	12,98 mil. m <sup>3</sup>
Zatopená plocha	195 ha
Říční kilometr	134,730

Broža (2005) pak uvádí, že je samotný provoz řízen dálkově z centrálního dispečinku Vltavské kaskády tak, aby bylo možné operativní najíždění a provoz elektrárny Orlík. Dále je také Kamýk vybaven plavební komorou.



Obrázek 10 - Vodní dílo Kamýk – příčný řez, zdroj: Povodí Vltavy (2013f)

Hlavním účelem vodního díla Kamýk je vyrovnávání kolísavého odtoku z elektrárny Orlík. Ačkoli došlo k poškození technického zařízení elektrárny po jejím zatopení při povodních v srpnu roku 2002, je tato elektrárna nejméně poruchovou elektrárnou Vltavské kaskády. Provoz přehrady a elektrárny Kamýk probíhá podobně jako tomu je u ostatních vodních děl, z centrálního dispečinku, který je ve Štěchovicích (Majling, 2015).

### 1.2.7 Slapy

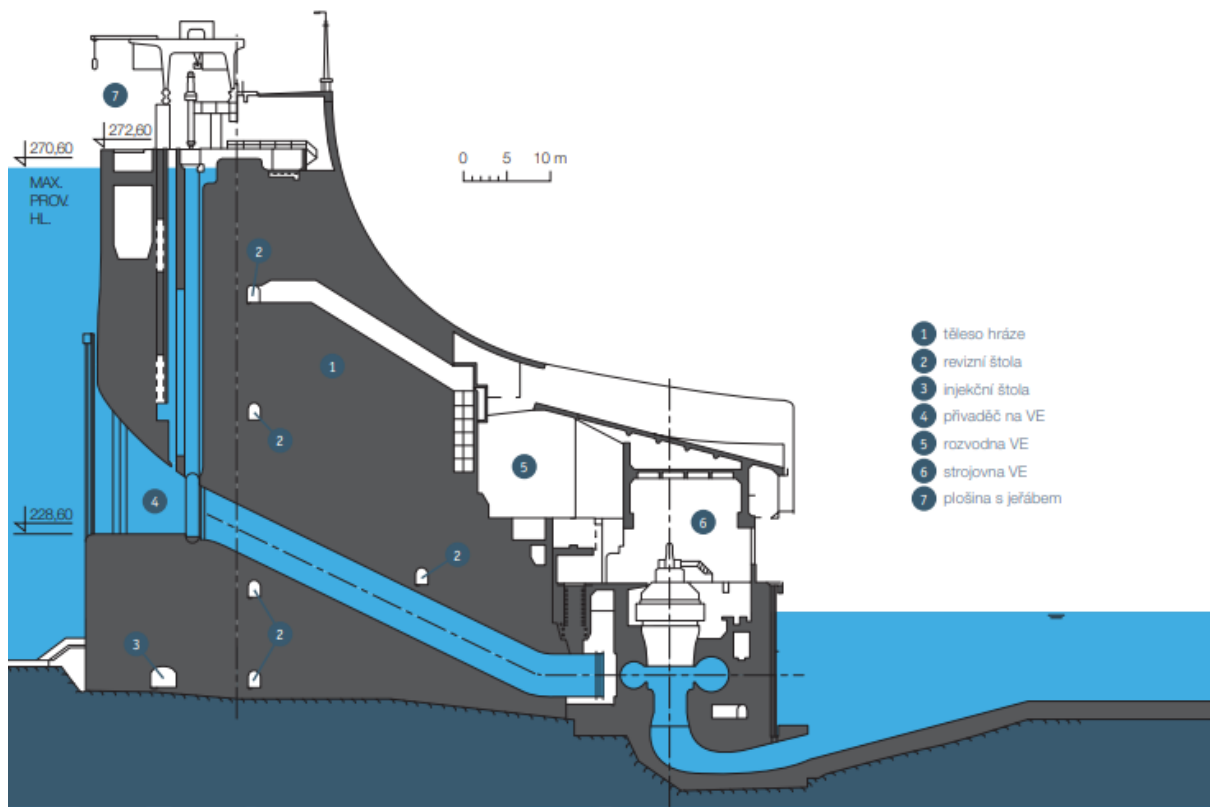
Vodní dílo Slapy představuje třetí vybudovaný stupeň Vltavské kaskády (viz tabulka 9 a obrázek 11). Stavba této přehrady začala již za druhé světové války. Příprava na stavbu začala v roce 1949 a dokončena byla v roce 1955. Tato vodní nádrž je využívána především pro výrobu špičkové energie díky průtoku a spádu řeky. Dále je určena pro odběr pitné i průmyslové vody, nalepšování průtoků Vltavy a také pro rybí hospodářství, rekreaci a sportovní využití (Povodí Vltavy, 2013g).

Tabulka 9 - Základní údaje – Slapy, zdroj: vlatní zpracování na základě dat Povodí Vltavy (2013g)

Plocha povodí	12 956,8 km <sup>2</sup>
Průměrný roční průtok	85,2 m <sup>3</sup> /s
Celkový objem	269,30 mil. m <sup>3</sup>
Zatopená plocha	1 162,6 ha
Říční kilometr	91,610

Vodní nádrž Slapy je pátou nejobjemnější vodní nádrží v České republice. Vybudována však byla především pro výrobu elektrické energie a v současné době je vodní elektrárna na Slapech čtvrtou nejvýkonnější vodní elektrárnou v České republice (O vodárenství, 2014). Vodní elektrárna Slapy je druhou nejvýkonnější vodní elektrárnou Vltavské kaskády (Majling, 2015).

Tato přehrada v současnosti plní také rekreační funkci, a to především díky dobré dostupnosti z Prahy. Na Slapech je také teplejší voda než na blízkém Orlíku, což činí vodní nádrž atraktivnější pro rekreaci, než zmiňovaná vodní nádrž Orlík (O vodárenství, 2014).



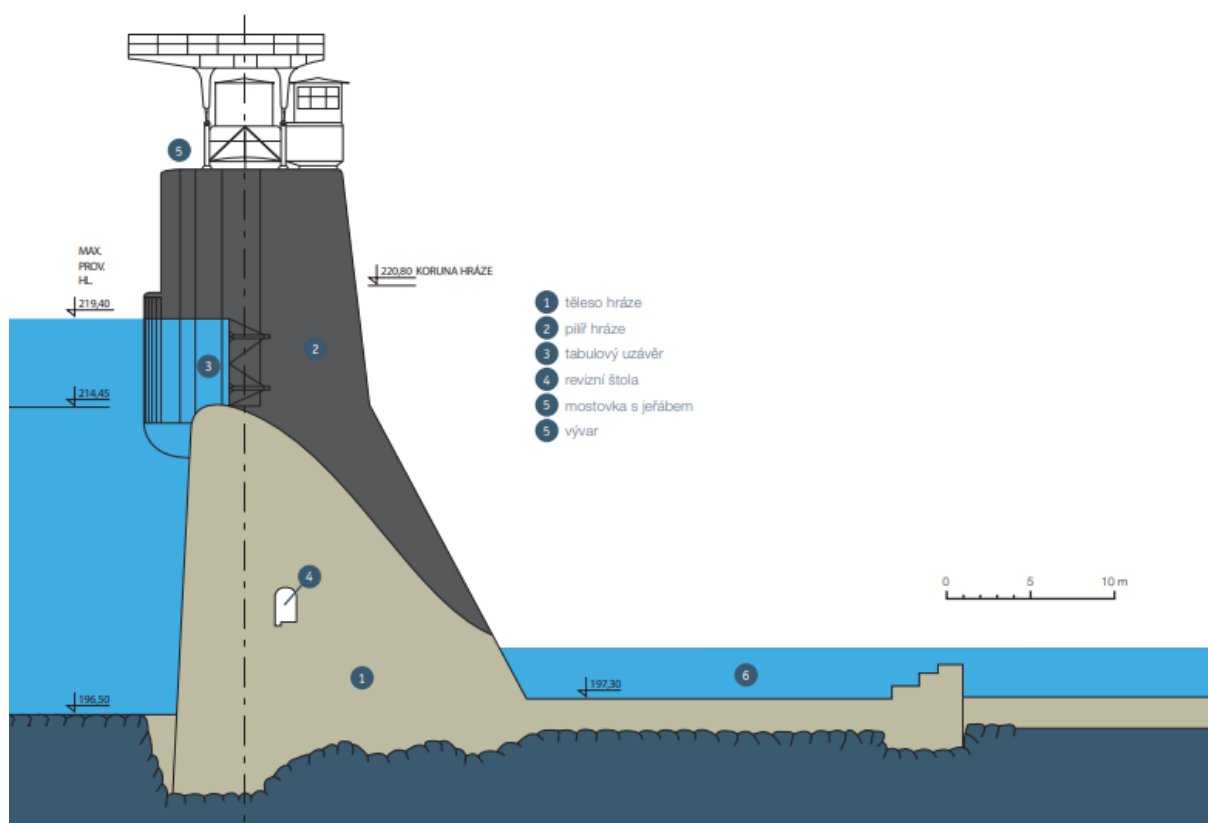
Obrázek 11 - Vodní dílo Slapy – příčný řez, zdroj: Povodí Vltavy (2013g)

### 1.2.8 Štěchovice

O přehrazení Vltavy se uvažovalo od roku 1927 a samotná realizace začala deset let poté. Vodní nádrž Štěchovice (viz tabulka 10 a obrázek 12) je složena z betonového tělesa s pěti přelivovými poli. Tato přehrada byla prvním z významných děl Vltavské kaskády a dodnes je považována za jedno z nejkrásnějších vodních děl kaskády (Švihálek, 2013). Druhá část Štěchovické elektrárny, přečerpávací vodní elektrárna Štěchovice II, zastává hlavní energetickou funkci (Majling, 2015).

Tabulka 10 - Základní údaje – Štěchovice, zdroj: vlastní zpracování na základě dat Povodí Vltavy (2013h)

Plocha povodí	13 298,3 km <sup>2</sup>
Průměrný roční průtok	85,6 m <sup>3</sup> /s
Celkový objem	10,4 mil. m <sup>3</sup>
Zatopená plocha	95,7 ha
Říční kilometr	84,318



Obrázek 12 - Vodní dílo Štěchovice – příčný řez, zdroj: Povodí Vltavy (2013h)

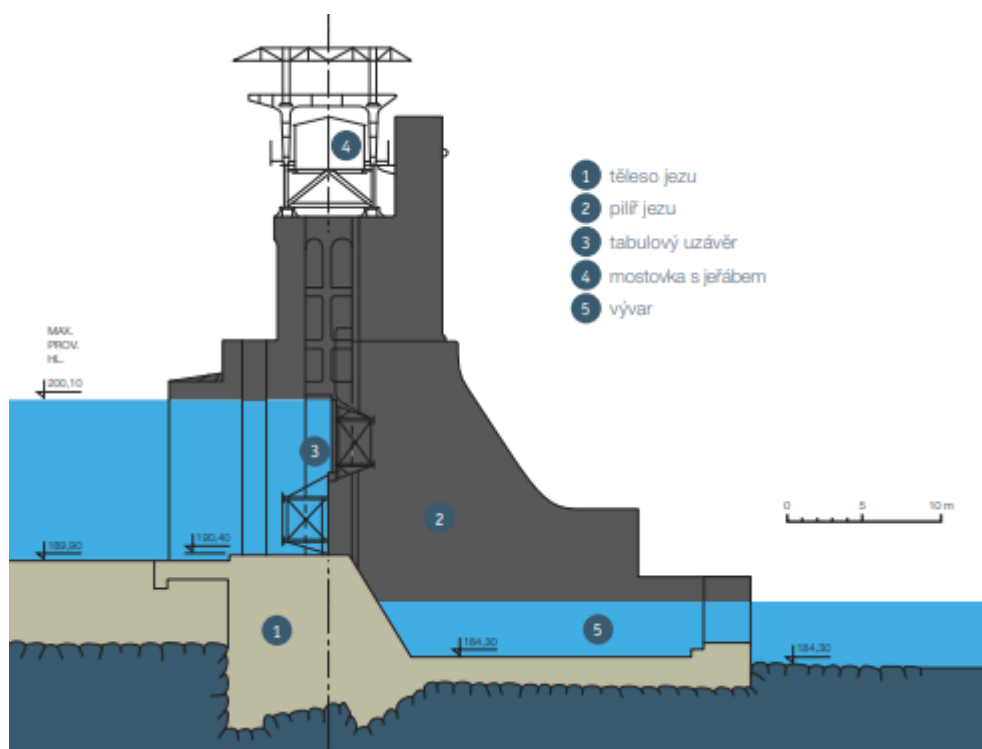
### 1.2.9 Vrané

Vodní dílo Vrané (viz tabulka 11 a obrázek 13) je nejstarším stupněm Vltavské kaskády a hlavním motivem pro jeho výstavbu byly plavební účely. Stavba vodního díla byla započata v roce 1930 a dokončena v roce 1935. Spolu se stavbou vodní nádrže byla také upravena plavební trať (Povodí Vltavy, 2013i).



Tabulka 11 - Základní údaje – Vrané, zdroj: vlastní zpracování na základě dat Povodí Vltavy (2013i)

Plocha povodí	17 784,6 km <sup>2</sup>
Průměrný roční průtok	111,0 m <sup>3</sup> /s
Celkový objem	11,1 mil. m <sup>3</sup>
Zatopená plocha	263 ha
Říční kilometr	71,325



Obrázek 13 - Vodní dílo Vrané – příčný řez, zdroj: Povodí Vltavy (2013i)

Majling (2015) uvádí, že vodní nádrž Vrané spolu s VD Štěchovice reguluje odtok z VD Slapy v době její špičkové výroby elektrické energie a jako poslední ze série přehrad i odtok z celé Vltavské kaskády.

### **1.3 Analýza a zhodnocení významu vodních děl na řece Vltavě**

V roce 2014 dokončil expertní tým ČVUT studii „Prověření strategického řízení Vltavské kaskády“. Cílem této studie bylo zjištění, do jaké míry Vltavská kaskáda zvyšuje ochranu území před povodněmi. V současné době slouží Vltavská kaskáda k několika účelům. Podle Fošumpaura (2014) tento komplex slouží k účelům:

- zajištění minimálního průtoku
- využití odtoku k výrobě el. energie
- snížení velkých vod
- dodávky povrchové vody
- nadlepšování průtoků
- vypouštění zvýšených průtoků
- rekreace, plavba, rybí hospodářství

Podle Vlašína (2008) však mohou přehradu narušit říční kontinuum, může docházet k ukládání plavenin a živin a v neposlední řadě také ke zničení biotopu a přetrhání kulturních vazeb při výstavbě nových přehrad.

Vlašín (2008) dále uvádí, že přehradu by mohly být určitým způsobem nahrazeny. Přehradu plní zpravidla funkci zadržování vody v krajině, modelování záplav, slouží také pro výrobu elektřiny, rekreaci a jako zásobárna vody. Pro zadržování vody v krajině by mohly být využity malé nádrže nebo mokřady, záplavy by mohly být korigovány rozlivem do nivy a pro výrobu elektrické energie by mohly být využity malé vodní elektrárny. Pro rekreaci by pak mohly být využity říční lázně, nebo také plavba po řece.

#### **1.3.1 Vliv vodních děl na životní prostředí**

V posledních letech probíhají intenzivní diskuse o budoucnosti přehrad v celosvětovém měřítku. Tyto diskuse byly zahájeny zejména kvůli environmentálním problémům a problémům s přesídlením souvisejícím s výstavbou nových nádrží (Schultz, 2002).

Snaha analyzovat možné dopady výstavby přehrad a jejich provozu lze označit jako celosvětový trend. Obzvlášť v blízkosti velkých světových toků je snaha o vybudování přehrad, a to především z důvodu vysokého zájmu o elektrickou energii, kterou by vyráběly vodní elektrárny. Vodní díla však kromě zmíněné elektrické energie můžou přinést mnoho hrozeb především pro životní prostředí.

Cochrane et al. (2017) se zabývali posouzením dopadů přehrad v Amazonii na životní prostředí. Uvádějí, že v současné době je v Amazonii plánováno nebo stavěno celkem 452 přehrad, přičemž mnoho z nich má nepředvídatelné enviromentální a sociální dopady.

Jako jeden z dopadů na životní prostředí je uváděno také kácení lesů a zábor půdy, a to za současného zvětšení vodní plochy v důsledku vybudování přehrad. Například pro oblast přehrady Santo Antônio (zahrnující například také přehradu Jirau) na řece Madeiře v Brazílii došlo ke zvětšení vodní plochy o 87,2 % (502 km<sup>2</sup>), z toho původně tvořilo 82,1 % (421 km<sup>2</sup>) této plochy les a zbylých 17,9 % (93 km<sup>2</sup>) nebyla zalesněna.

U často diskutovaných přehrad Santo Antônio a Jirau Cochrane et al. (2017) uvádí, že záplavy v roce 2013-2014 byly primárně důsledkem realizace těchto přehrad. Podle EIA z roku 2005 se očekávalo, že kombinované nádrže přehrad Santo Antônio a Jirau pokryjí 529 km<sup>2</sup>. V tomto očekávaném regionu EIA již zasažená oblast tento odhad v prvních několika letech provozu výrazně překročila. Vodní plocha nádrží postupovala z 554 km<sup>2</sup> v roce 2013 na 747 km<sup>2</sup> v roce 2014 a 870 km<sup>2</sup> v roce 2015, čímž překročila odhady oblasti EIA použité k žádosti o povolení k ochraně životního prostředí k výstavbě přehrad od roku 2015 o 64,5 %.

Vodní díla obecně ovlivňují krajinný ráz. Výstavba Vltavské kaskády změnila jak celkový charakter řeky Vltavy, tak také jejího okolí. Vybudovaná kaskáda nádrží pak vytváří několik bariér (Bukáček a Matějka, 1997):

- hodnotu krajinného rázu nelze zlepšit (jenom naopak)
- hráze nádrží jsou bariéry ekologické
- v neposlední řadě je zde bariéra výchovná (mladší generace si těžko mohou uvědomit, jak vypadá skutečná řeka)

Bukáček a Matějka (1997) dále uvádějí, že tyto bariéry jsou většinou silně nežádoucí a negativní a snižují tak hodnotu krajinného rázu.

Dalším diskutovaným tématem je vazba mezi protipovodňovou ochranou a vlivem na životní prostředí. Přitom často přirozené povodňové režimy poskytují širokou škálu důležitých ekologických funkcí (Fizthugh a Vogel, 2011).

K vodním dílům Poláková a Krolová (2013) uvádějí, že plní řadu významných ekologických funkcí. Obecně tvoří příbřežní a pobřežní prostory zónu pro život jak ryb a obojživelníků, tak také ptáků. V důsledku kolísání vody v nádrži Lipno však tento účel není vodním dílem Lipno plněn. Kolísání vody, které v průběhu roku může dosahovat až 3,5 metru, ničí litorální prostory.

Například vodní nádrž Lipno je významně morfologicky členěna. V břehové zóně této vodní nádrže dochází jak k fyzikálním, tak i biologickým změnám, které jsou poměrně významné. Tyto změny způsobuje především nepravidelné kolísání vodní hladiny. V důsledku toho a také v důsledku nízké průhlednosti vody je umožněn růst rostlin v oblasti eulitorálu (Krolová, 2015).

Vltavská kaskáda má také vliv na vyrovnávání teplotního režimu (alpinizace) během průtoku Prahou z nádrží kaskády (Fuksa, 2018).

### **1.3.2 Dopady vodních děl na člověka**

Podle Kryžanowského et al. (2014) trpěla Evropa v období 1998-2009 více závažnými povodněmi než v roce 2013. V tomto období došlo k usmrcení celkem 1126 lidí a škody v pojištěných ekonomických ztrátách dosahovaly až do výše 52 miliard eur. Povodně jsou příčinou jak ztrát na životech a majetku, tak také mohou mít vážné ekologické důsledky.

Problémem přehrad mohou být i možné sociální dopady, které velice úzce souvisí s jejich možným selháním. Například u přehrad Santo Antônio a Jirau EIA odhadovala životnost přehrad Santo Antônio a Jirau na sedmdesát let. V metodice použité pro stanovení míry akumulace sedimentu a délky životnosti hráze však byly zjištěny závažné nedostatky, což vede k obavám, že životnost je pravděpodobně kratší, než se očekávalo. Vzhledem k tomu, že řeka Madeira je jednou ze světově nejvíce sedimentujících řek, je to kritický faktor, protože riziko selhání přehrady se primárně zvyšuje v závislosti na hladinách sedimentu v nádrži (Cochrane et al., 2017).

Ve Švédsku se nachází již řada přehrad, které je nutné vzhledem k jejich stáří a technickému stavu nutno renovovat či odstranit. Ačkoli pro předčasné odstranění hrází hovoří především bezpečnost, v posledních desetiletích převládly enviromentální motivy. Pro odstranění přehrad byly identifikovány celkem čtyři důvody – bezpečnostní důvody, právní a politické důvody,

ekonomické důvody a ekologické důvody. Odstraňování přehrad se může podle Lejon et al. (2009) setkat se třemi významnými překážkami, a to s překážkou v podobě financování, kulturně-historické hodnoty a také s překážkou v podobě ochrany ohrožených druhů. Finanční podporu na pokrytí je často obtížné získat, a to z toho důvodu, že je obvykle požadováno financování z několika zdrojů. Kulturně-historické hodnoty jsou pak často v rozporu s potřebami ekosystémů. Pro odstraňování přehrad hovoří především zlepšení průchodnosti pro ryby a zvýšení biologické rozmanitosti. Adekvátně uplatňované právní předpisy v oblasti životního prostředí by měly zajistit, aby budoucí generace byly schopny užívat přirozená společenství, volně tekoucí vody, a prosperující krajinu. To by si člověk dokázal představit odstraněním umělých překážek z tekoucích vod, obecně by to bylo vnímáno jako dobrá věc v případech, kdy tyto objekty již nemají socioekonomickou hodnotu.

Pro ekosystémy mohou mít přehrady negativní důsledky. V případech, kdy se zvažuje odstranění starých a neefektivních přehrad, se často předpokládá, že tento záměr bude ze strany veřejnosti podpořen, avšak často tomu tak není. V mnohých případech převládá názor, že tyto přehrady jsou jakousi památkou lidské inženýrské dovednosti. Lejon (2012) dále uvádí, že v posledních desetiletích bylo odstraněno mnoho přehrad, motivací pro jejich odstranění pak byla především bezpečnost, ekonomika, ztráta kapacity a také zastaralá technologie. Odstraňování přehrad také často souvisí s ekologickou obnovou řek. Odstranění nádrží, přehrad a vodních elektráren za účelem obnovy stanovišť řeky je ve Švédsku nová praxe, ale mnoho malých přehrad již bylo v průběhu let odstraněno. Odstraňování přehrad se stává stále častěji používanou možností, zejména pro staré přehrady, které potřebují renovaci, jelikož představují bezpečnostní riziko, a malé přehrady, které již nejsou využívány, nebo ztratily většinu kapacity nádrže.

### **1.3.3 Vodní díla a protipovodňová ochrana**

Povodně mají mnoho negativních účinků na lidská sídla a také některé hospodářské činnosti. Na druhou stranu ale také mohou přinést zúrodnění půdy a poskytnutí živin, které by bez těchto povodní byly nedostatečné (IWA Publishing, 2020).

Technická ochrana před povodněmi zahrnuje jak stavbu, tak údržbu přehrad, hráze, zdí pro zadržování povodní a demontovatelná ochranná opatření na ochranu budov a městských oblastí (European Guideline, 2012).

Protipovodňová opatření lze obecně rozdělit do dvou kategorií, a to do kategorie strukturálních opatření a do kategorie opatření nestrukturálních. Rubinato et al. (2019) doplňují, že mezi strukturální opatření lze zařadit výstavbu přehrad a nádrží, hrází a obtokových kanálů. Nestrukturální přístupy zahrnují například změnu zemědělské půdy na jezera, nebo také změnu městské půdy na jezera. V USA se po přijetí zákona o národním povodňovém pojištění v roce 1968 posunulo hlavní zaměření na protipovodňové řízení více k nestrukturálním opatřením. Ta mohou zahrnovat například pojištění, které také může být spárováno s opatřeními strukturálními (National Research Council, 2013).

Během posledního desetiletí došlo k významnému pokroku ve stavu techniky modelování povodňových vln narušujících přehradní hráze (Wurbs, 1987).

U přehrad existuje riziko, že dojde k selhání jejich funkce. Scénářům selhání hrází při povodních se věnovali Prakasch et al. (2014), kteří namodelovali možné dopady při vzniku této situace. Poukazují na skutečnost, že pokud dojde při povodních ke kolapsu hráze, následky mohou být vysoce destruktivní. Proto se snažili předpovědět také chování toků, aby bylo možné zkoumat možné strategie zmírnění nebo plánování řízení při těchto živelných pohromách. Ačkoli se tato případová studie zabývala modelací scénářů historického kolapsu přehrady sv. Františka v roce 1928 (tato přehrada se nacházela asi 40 km od Los Angeles), je možné vymezené scénáře využít i v jiných případech. V případové studii stanovili celkem čtyři možné scénáře, které by bylo možné použít pro simulaci i jiných přehradních nádrží:

- úplné okamžité zhroucení hlavní hráze
- částečný okamžitý kolaps
- kompletní kolaps stěny přehrady
- částečné zhroucení hráze

Podle Kundzewicze (1999) jsou systémy protipovodňové ochrany a řízení stále více zvažovány v kontextu udržitelného rozvoje. Díky změně klimatu a také díky jeho proměnlivosti se zvětšují nepříznivé dopady a také četnost záplav. V souvislosti protipovodňovou ochranou existuje několik příkladů technické infrastruktury, které jsou kritizovány v souvislosti s udržitelným rozvojem. Přehrady a akumulární nádrže jsou v této kategorii často uváděny.

V celosvětovém měřítku je protipovodňová ochrana také velice intenzivně řešena. Například na Dunaji bylo v rámci protipovodňových opatření k ochraně města Vídně vykopáno koryto pro kanál Nový Dunaj, což zahrnovalo vykopání 28,2 milionu m<sup>3</sup> zeminy, z čehož většina byla použita na vytvoření Dunajského ostrova o celkové rozloze 390 ha. Délka Nového Dunaje je přibližně 21 km a průměrná šířka činí přibližně 210 metrů. Tento protipovodňový kanál je regulován pomocí jezů. Je použita stavidlová brána na předním konci na regulaci toku Nového Dunaje a dále také dva jezy k udržení hladiny vodního toku během období bez záplav. Povodí Dunaje je jedno z nejrozsáhlejších povodí na světě. Povodí Dunaje zasahuje celkem 19 zemí a se svou rozlohou 800 000 km<sup>2</sup> je také domovem mnohých kultur, jazyků a historického prostředí (Kryžanowski et al., 2014). Jen na samotném hlavním toku Dunaje se nachází 69 stupňů či jezů (Chapman et al., 2016).

Ve Velké Británii je proměnná úroveň protipovodňové ochrany. Příkladem může být ochrana hráze na řece Temži, která je navržena na 1000letou vodu. Pro bezpečnost celého vodního díla, které by při selhání funkce významným způsobem ohrozilo jak životy, tak majetek, jsou bariéry na řece navrženy na pravděpodobnou maximální povodeň (Wheater, 2006).

Řízení povodňových rizik je velice aktuální téma také ve Francii. Podle Poussina et al. (2015) je protipovodňová ochrana budov prosazována jako účinná strategie pro omezení škod způsobených povodněmi. Ve své studii dále uvádí:

- Shromažďuje se jedinečný datový soubor protipovodňové připravenosti a poškození 885 domácností.
- Jsou poskytnuty empirické důkazy o škodách, jimž bylo zabráněno pomocí opatření ke zmírnění škod způsobených povodněmi.
- Tato opatření jsou hodnocena pro tři regiony s různými povodňovými podmínkami.
- Opatření ke zmírnění škod způsobených povodněmi jsou řazena podle jejich nákladové efektivity.
- Jsou diskutována obecná poučení o politice řízení povodňových rizik.

Dalším příkladem může být Nizozemí, kde je více než polovina území vystavena riziku velkých povodní, proto je zde vybudován systém protipovodňové ochrany, který zahrnuje přibližně

3500 primárních protipovodňových zábran, mezi které lze zařadit například hráze, přehrady a duny (Kind, 2014).

V rámci nizozemského programu Delta byly vypočteny ekonomicky účinné standardy protipovodňové ochrany pro celé Nizozemsko pomocí nedávno vyvinuté metodiky analýzy nákladů a přínosů a aktuálních poznatků o hodnocení povodňových rizik. Výsledkem jsou ekonomicky efektivní standardy protipovodňové ochrany pro různé části Nizozemska, které se výrazně liší od současných zákonných norem protipovodňové ochrany. (Kind, 2014)

Kundzewicz (1999) uvádí, že existuje řada strategií pro snížení povodňových ztrát a protipovodňovou ochranu. Mezi ně lze zařadit například:

- změna náchylnosti majetku k poškození povodněmi (např. změnou využití území)
- modifikace povodňové vlny (např. protipovodňovou infrastrukturou)
- modifikace dopadu povodní (během a po povodni, např. zlepšením předpovědních a varovných systémů)

Podle Kundzewicze a Takeuchi (1999) navzdory rozsáhlým investicím do protipovodňových opatření nedochází ke snižování výskytu povodní ani škod v celosvětovém měřítku.

Grant (2015) shrnuje deset opatření, které by mohly zmírnit dopady povodní:

- zavedení lepšího systému varování před povodněmi
- úprava domácností a podniků, aby mohly odolávat povodním
- umístování nové výstavby mimo záplavová území
- řešení klimatických změn
- zvýšení výdajů na protipovodňovou ochranu
- ochrana mokřadů a strategické zalesňování
- obnovení řek v jejich přirozených korytech
- vymezení rozlivových oblastí a výstavba suchých poldrů



- zlepšení půdních podmínek
- umístění většího množství protipovodňových bariér

Původní koncept technických úprav vodních toků byl navržen tak, aby umožňoval soustředěný a také rychlý odtok vody z krajiny. Upřednostňovány byly funkce odtokové, ale také energetické a plavební. Přírozené formy zadržování vody v krajině byly převážně potlačeny. Protipovodňová ochrana představovala především kapacitní a hrázová koryta. Tyto technické úpravy byly prováděny jak v zastavěných územích, tak také ve volné krajině (Just, 2010).

V České republice lze pozorovat trend prosazování přírodě blízkých protipovodňových opatření. Podle Justa (2010) a Agentury ochrany přírody a krajiny (2020) jsou hlavními okruhy přírodě blízkých protipovodňových opatření:

- ochrana území pro přírozené povodňové rozlivy, především nivních ploch
- revitalizace vodních toků ve volné krajině pro zpomalení postupu povodňové vlny
- rozšiřování perimetrů vodních toků na původní či přírodě blízké rozměry pro zvětšení retenčního prostoru koryt při povodni
- přírodě blízká ochranná koryta pro odvedení části povodňového průtoku mimo ohrožená území
- vodohospodářsky rekultivované hloubené prostory v nivách s potenciálem retence vody
- 'ekologické' poldry, tedy revitalizované hydrotechnické suché poldry
- přírodě blízké revitalizace kapacitních koryt v intravilánech
- odstraňování průtokových překážek, které zároveň brání migraci ryb a dalších živočichů
- kompenzační revitalizační opatření, kdy se nutná technická opatření na toku vhodně kompenzují na jiných úsecích toku

Pithart (2010) uvádí, že přírodě blízká protipovodňová opatření mohou nejen tlumit povodňovou vlnu, ale také podpořit biodiverzitu lokality, ukládání uhlíku, samočistění a také produkci komodit. Schopnost oblastí vodních toků zatopeného povodí zpomalit odtok co nejdříve a na několika místech současně pomocí protipovodňových opatření s minimálním

dopadem na životní prostředí je základní myšlenkou konceptu decentralizovaných protipovodňových opatření (Agentura ochrany přírody a krajiny, 2020).

V České republice se v současnosti odděluje protipovodňová ochrana (čistě technická opatření aj.) a ochrana životního prostředí (revitalizace toků aj.). To je dáno mj. umělým roztržštěním kompetencí mezi Ministerstvo životního prostředí a Ministerstvo zemědělství, což se promítá i do základních plánovacích dokumentů (Plány oblastí povodí aj.), které pak rozdělují navrhovaná opatření na opatření protipovodňová a zvláště revitalizační (Hanousek, 2010).

#### **1.3.4 Plnění funkce přehradních nádrží v období povodní**

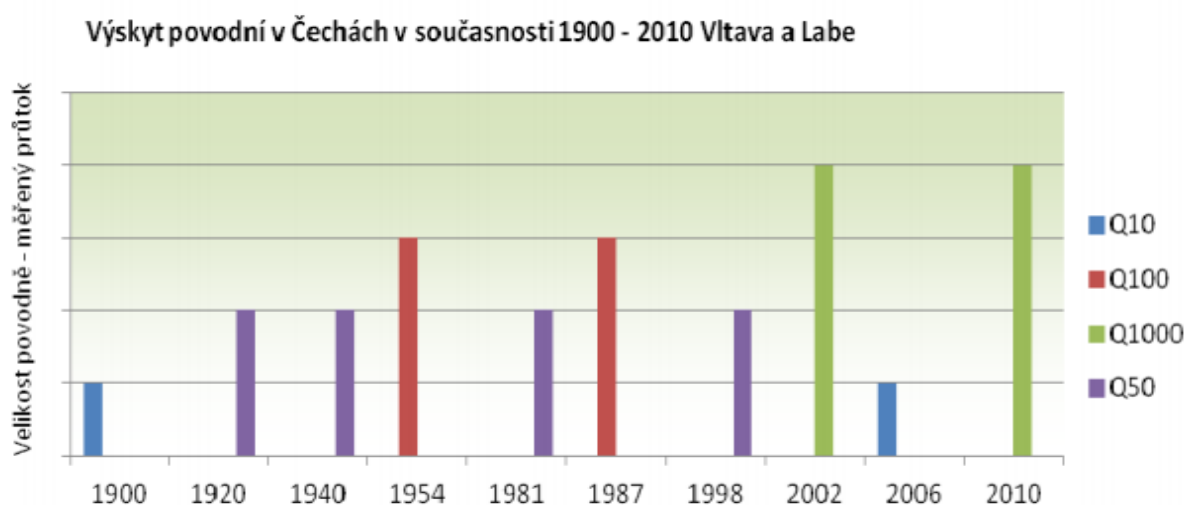
Povodně představují největší nebezpečí všech přírodních rizik v České republice. Vyskytují se nepravidelně jak v čase, tak v prostoru. Povodeň je situace, kdy množství vody proudící z různých důvodů přesahuje kapacitu průtoku kanálu. Pokud hladina přesahuje výšku břehu a okolní země začíná být zaplavena, voda se stává potenciálně škodlivým prvkem. Záplavová voda představuje riziko devastace obytných a hospodářských budov při své kulminaci. Při opadnutí záplavové vody je zem pokryta říčním bahem a vzniká riziko infekčních onemocnění, ohrožení chemikáliemi, což zabraňuje využití půdy, které jsou zasaženy těmito povodněmi. V daných oblastech v době povodní dochází ke kontaminaci pitné vody. Velké povodně mohou způsobit obrovské škody, jak ukazují statistiky z let 1997 - 2004 (Blažek et. al., 2006).

Hospodaření s vodou v nádržích Vltavské kaskády probíhá v běžném hydrologickém režimu a za normální provozní situace tak, aby byla ve spolupráci jednotlivých vodních děl zajišťována zabezpečení průtoků v rozhodujících profilech a dodávky vody pro odběratele (Knedlík a Březina, 2014). Pro tuto funkci mají největší význam vodní díla Lipno I, Orlik a Slapy, a to především díky největšímu vyčleněnému zásobnímu objemu.

Zvláštní úlohu sehrávají vodní díla při povodních. Například díky přetrvávajícím srážkám v roce 2002 došlo ke zvýšení vodní hladiny v řekách povodí Vltavy. Jelikož však vltavská kaskáda byla již naplněna v důsledku předchozích srážek, byla významná část středních Čech a také hlavní město Praha zaplavena.

Velká regulace vodních toků na území našeho státu se datuje od r. 1903. V tomto roce byly zahájeny rozsáhlé úpravy řečišť a budování přehrad (Vltavská kaskáda) jako základního prvku zádržných systémů, výstavba zdymadel, jezů a zpevňování břehů s cílem významně chránit

obyvatelstvo a majetek (Tupý et al., 2011). Na obrázku 14 je schématicky uveden výskyt povodní na Vltavě a Labi jako překročení n-letých průtoků.



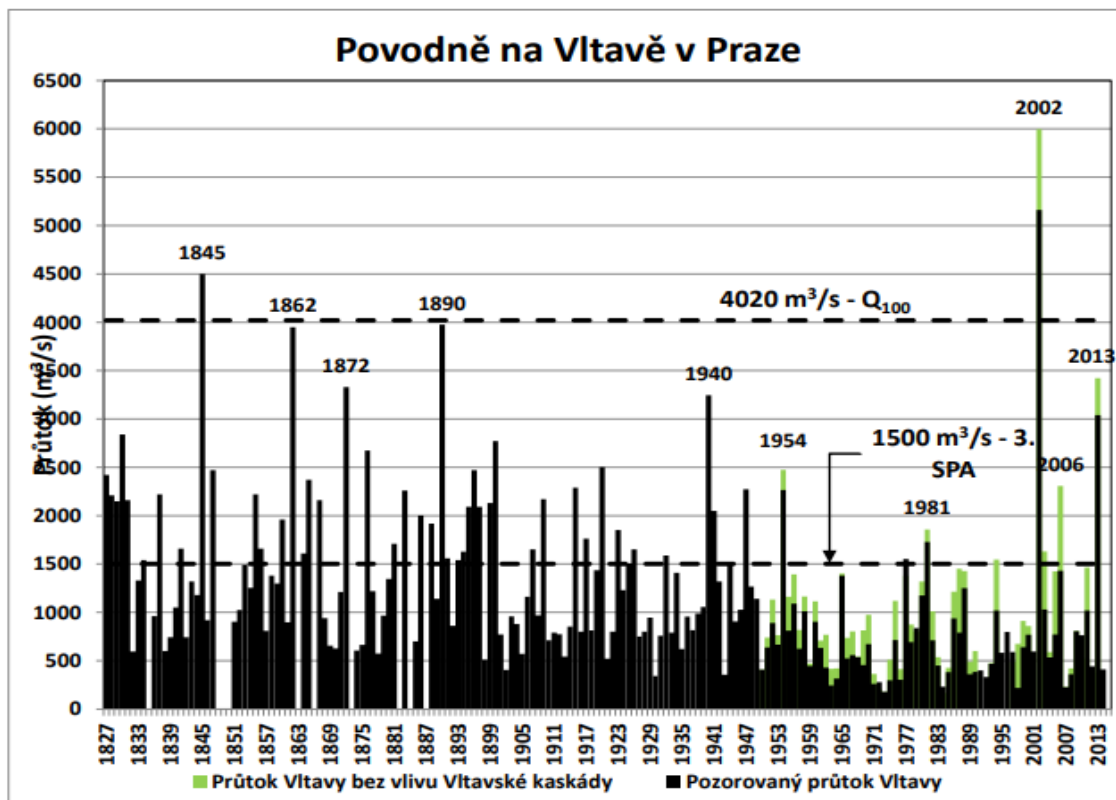
Obrázek 14 - Výskyt povodní na Vltavě a Labi v letech 1900-2010, zdroj: Tupý et al. (2011)

Podle studie „Prověření strategického řízení Vltavské kaskády“, která byla provedena v roce 2014, je Vltavská kaskáda schopna zvýšit ochranu území podél dolního toku Vltavy a také zvýšit ochranu hlavního města Prahy, a to až na úroveň stoleté vody. Větší ochrana již není možná, takovou ochranu by nezajistila ani zcela prázdná Orlická nádrž (Fošumpaur, 2014). Na obrázku 15 jsou pozorované kulminační průtoky Vltavy v Praze od r. 1827 s modelovanými průtoky zohledňujícími vliv Vltavské kaskády.

Podle Jakoubka et al. (2015) by se ke změnám ve strategickém řízení Vltavské kaskády mělo přistoupit jinak, než je doposud prezentováno. Navrhují postupovat v následujících krocích:

- vytvoření dokumentu, který by analyzoval problémy celého systému a také jednotlivé prvky, se kterými je nezbytné anebo možné se dále zabývat
- rozvinutí a vyhodnocení těchto prvků

V rámci tohoto postupu je navrženo například zjištění aktuální nejvyšší možné hodnoty neškodného průtoky a na základě znalosti této hodnoty a také dalších souvislostí provést analýzu změn v rozdělení prostorů v nádržích a také vyhodnocení vlivu těchto opatření. Vyhodnocení vlivu těchto opatření by mělo být provedeno na míru zajištění protipovodňové ochrany, na zajištění odběrů a také na zajištění minimálního průtoky a také dalších účelů.



Obrázek 15 - Povodně na Vltavě v Praze – porovnání průtoku Vltavy bez vlivu Vltavské kaskády a pozorovaného průtoku Vltavy, zdroj: Povodí Vltavy (2015)

Role Vltavské kaskády v protipovodňové ochraně je široce diskutována. Na jednu stranu se uvádí, že Vltavská kaskáda není za žádných okolností schopná ochránit obce a města na dolním toku Vltavy před povodněmi. Tato skutečnost je dána především tím, že Sázava a Berounka, které se do Vltavy vlévají, nejsou regulovány (Naše voda, 2015a). Na stranu druhou existuje studie, podle které je Vltavská kaskáda schopna výrazně zvýšit ochranu před povodněmi, aniž by byla významněji omezena její hlavní funkce: akumulace vody pro období sucha (Naše voda, 2015b). Zároveň se v této souvislosti uvádí, že pokud by byla zvýšena ochranná funkce této soustavy vodních děl, došlo by tak zároveň k negativnímu ovlivnění dalších účelů, pro které je určena. Jedná se například o plavbu na Vltavské vodní cestě, nebo také výrobu elektrické energie. Zvýšení ochranné funkce by také vyvolalo požadavky na investice souvisejících stavebních úprav, kompenzace sníženého výkonu elektráren a také kompenzace za útlum turistického ruchu v okolí přehrad.

Podle Fošumpaura et al. (2007) je zvládání extrémních povodní mimořádně náročným úkolem. Mohou vznikat značné vodohospodářské škody i ztráty na lidských životech. Nejstarším podkladem pro řízení těchto krizových situací jsou manipulační řády vodních děl. V praxi jsou

však také důležité zkušenosti dispečerů a také jejich intuice a schopnosti využití předpovědních modelů.

Zpracování hydrologických podkladů může být komplikované, a to především kvůli výskytu následujících možných problémů:

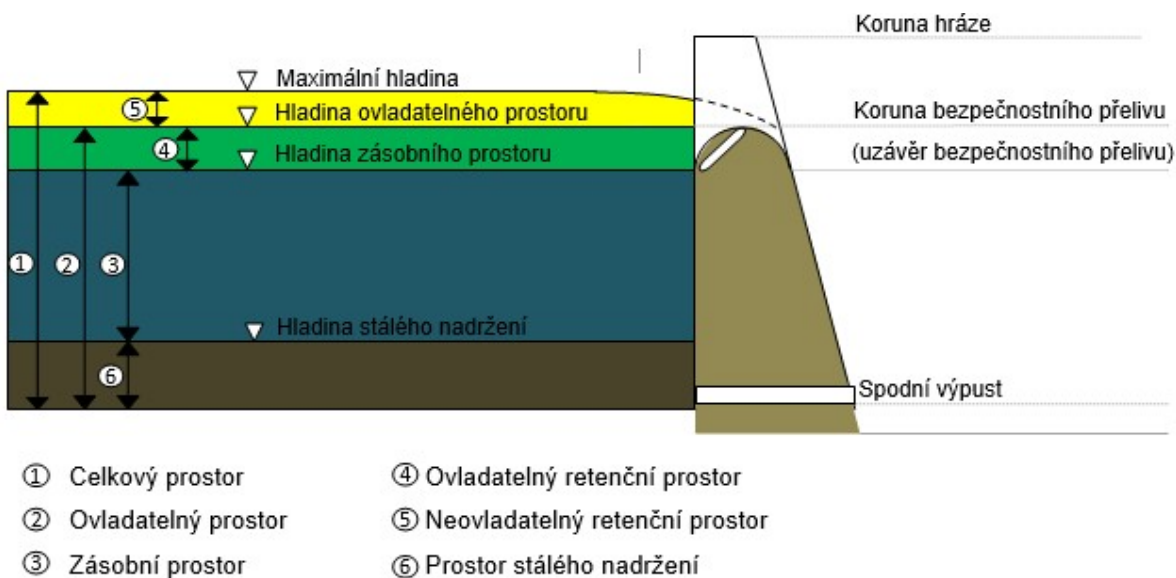
- nedostatek vyhodnocených průběhů povodňových vln
- malá spolehlivost měrných křivek srážkoodtokových problémů
- na velkých povodích se obtížně simulují povodňové průtoky
- odvozování modelů srážkových úhrnů, které je prováděno na krátkých časových intervalech (Fošumpaur et al., 2007)

Pro ochranu před povodněmi jsou realizována předběžná a také operativní opatření. Předběžná opatření spočívají především ve snížení povodňových rizik v dlouhodobém horizontu a zahrnují především omezení využití záplavového území, zpracování povodňových plánů a také zahrnují výstavbu technických opatření na ochranu před povodněmi. V reálném čase jsou pak realizována operativní opatření, které zahrnují například varování před povodněmi, monitoring stavů a průtoků, využití organizačních a technických opatření a také případnou evakuaci obyvatel.

Při povodni plní vodní nádrže hned několik funkcí (Berit, 2017):

- využití retenčních prostorů nádrží (viz obrázek 16) na maximum k transformaci povodně
- částečné využití zásobních prostorů nádrží (ve vazbě na hydrologickou předpověď přítoku do nádrže)
- snížení hodnoty kulminačního přítoku do nádrže vhodnou manipulací až na úroveň neškodného odtoku z nádrže
- využití volných objemů nádrží k ovlivnění časového průběhu povodně s ohledem na eliminaci střetu povodňových vln na soutoku vodních toků pod nádržemi nebo na průběh a trend vývoje na přítocích pod nádrží

- oddálení kulminace povodně v čase a tím poskytnutí času na realizaci protipovodňových opatření (PPO)
- bezpečné převedení velkých vod v rámci disponibilních kapacit výpustných zařízení nádrží.
- průběžná aktualizace variant manipulací vodních děl dle vývoje synoptické situace a hydrologické předpovědi



Obrázek 16 - Schéma rozložení jednotlivých prostorů v nádrži. Zdroj: Povodí Vltavy (2020)

V průběhu povodní jsou prováděny manipulace ve vzájemné součinnosti, a to především z důvodu maximálního využití volného objemu nádrží. Z hlediska protipovodňové ochrany mají největší význam vodní díla Lipno I a také Orlick, a to především díky vyčleněnému velkému retenčnímu objemu. Retenční objem vodního díla Lipno I nebyl při povodních v srpnu roku 2006 plně využit. Obdobně tomu bylo i u vodního díla Orlick (Povodí Vltavy, 2006).

Ochrana před povodněmi je výrazně ovlivněna nejen technickými parametry vodních děl a zkušenostmi obsluhy, ale také kvalitou hydrologické předpovědi a odhadem kulminačního přítoku do nádrží. Knedlík a Březina (2014) uvádějí, že při povodních v červnu 2013 byla Vltavská kaskáda využita pro protipovodňovou ochranu optimálním způsobem. Z pohledu celospolečenského přínosu zůstává otázkou, zda zvýšení retenčního objemu nádrží Vltavské kaskády je významnější než účinky hydrologického sucha (Knedlík a Březina, 2014).

V době povodňové regulace vody na Vltavské kaskádě umožnily přípravu protipovodňových opatření. Jednalo se například o vystěhování náplavek a umístění lodí do ochranných přístavů. Postup manipulace na Vltavské kaskádě při povodních v roce 2013 byl potvrzen také odborníky z ČVUT. Tato povodeň byla specifická především velmi rychlým nástupem povodně. Nejprve byly zasaženy střední a níže položené toky a v důsledku tohoto stavu nebylo možné pozorovat vzestupy průtoků na horních úsecích vodních toků (Ministerstvo zemědělství, 2013).

Rozdělení nádržních prostorů pro případné povodně jsou uvedena v následující tabulce.

*Tabulka 12 - Rozdělení nádržních prostorů nádrží Vltavské kaskády, zdroj: Povodí Vltavy, 2015*

	<b>V<sub>s</sub></b>	<b>V<sub>z</sub></b>	<b>V<sub>r</sub></b>	<b>V<sub>celk</sub></b>
	<b>stálé nadržení</b>	<b>zásobní prostor</b>	<b>ochranný prostor</b>	<b>celkový objem</b>
	<b>[mil. m<sup>3</sup>]</b>			
Lipno I	23,354	252,991	33,156	309,501
Lipno II	0,222	1,442	0,000	1,664
Hněvkovice	8,940	12,155	0,000	21,095
Kořensko	1,070	1,730	0,000	2,800
Orlík	280,000	374,428	62,072	716,500
Kamýk	8,324	4,652	0,000	12,976
Slapy	68,800	200,500	0,000	269,300
Štěchovice	7,100	3,344	0,000	10,444
Vrané	8,578	2,523	0,000	11,101
<b>CELKEM</b>	<b>406,388</b>	<b>853,765</b>	<b>95,228</b>	<b>1355,381</b>

Při povodních v roce 2013 dosáhl přítok do vodní nádrže Orlík úrovně stoleté vody. Účinkem nádrže byl tento přítok snížen přibližně o 10 % a také odsunut o 18 hodin. I přesto však došlo v Praze ke střetu povodňové vlny z Berounky a Vltavy. Z průběhu povodně v roce 2013 byly potvrzeny omezené účinky protipovodňové ochrany.

Po povodních v roce 2013 byla provedena simulace předpokládaného přirozeného průběhu povodně, tedy bez vlivu Vltavské kaskády. Odhaduje se podle provedené simulace, že bez Vltavské kaskády by v době povodní Prahou při přirozeném průběhu byla kulminace větší zhruba o 550 m<sup>3</sup>/s (Knedlík, 2014).

Berit (2017) uvádí, že funkční rozdělení prostorů vodních nádrží převažuje účel akumulace nad účelem ochrany před povodněmi. Přitom ochrana před povodněmi a akumulace vody v nádržích jsou dva účely, které se vzájemně vylučují.

### **1.3.5 Plnění funkce přehradních nádrží v období sucha**

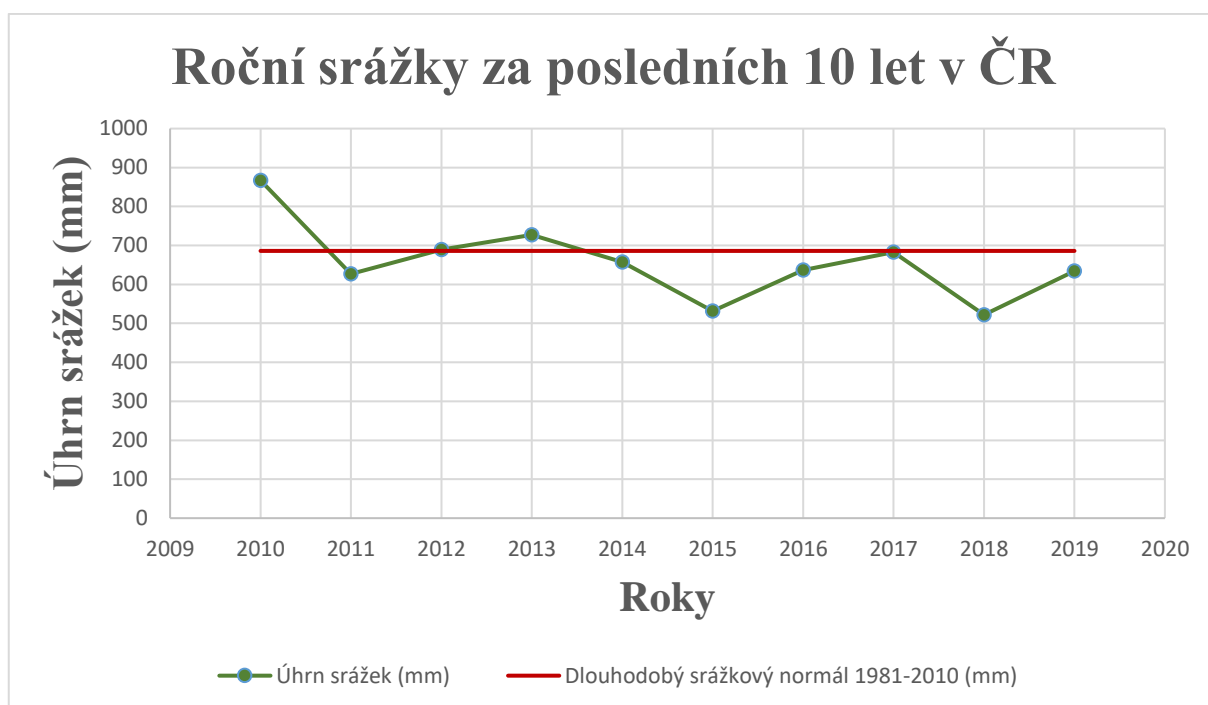
Sucho není hydrologicky explicitně definovatelný termín. Stav sucha na jednom místě se nemusí nutně podobat situaci na jiném místě. Vážný projev sucha nastává, když není dostatečný přísun vody pro účely spotřebitele tzv. socioekonomické sucho. Zemědělci, průmyslové podniky a každodenní spotřebitelé pitné vody tak mohou být ovlivněni v různých obdobích, různými způsoby. Podle délky trvání může deficit vody přetrvávat po omezenou dobu (otázkou dnů, měsíců nebo ročních období) nebo se může projevovat dlouhodobě (po celý rok, několik let nebo trvale) (Blažek et al., 2006). Výskyt sucha lze rozdělit na stálý, sezónní a nahodilý. Nahodilé sucho v důsledku nepravidelně se vyskytujících období podnormálních srážek může trvat několik týdnů, měsíců i roků (což je i případ ČR). Podle délky trvání lze sucho odstupňovat na meteorologické, projevující se nedostatkem atmosférických srážek, půdní či zemědělské, projevující se deficitem vláhy pro rostliny a zemědělské plodiny, a sucho hydrologické, kdy již dochází ke snížení průtoků ve vodních tocích a zaklesávání hladiny podzemních vod (Rožnovský, 2014).

Science Daily (2020) uvádí že, nedostatek vody je nedostatek dostupných vodních zdrojů k uspokojení požadavků na využití vody v daném regionu. Více než 1,2 miliardy lidí nemá přístup k čisté pitné vodě. Nedostatek vody zahrnuje vodní stres, deficit vody a vodní krizi. Vodní stres se relativně nově definuje jako obtížnost získávání zdrojů sladké vody k použití po určitou dobu. Může mít za následek další vyčerpání a zhoršení dostupných vodních zdrojů. Deficit vody může být způsoben změnou klimatu, jako je změna běžného průběhu počasí včetně sucha nebo záplav, zvýšeným znečištěním, zvýšou poptávkou obyvatelstva a nadměrným využíváním vody. Vodní krize je situace, kdy je v určitém regionu méně dostupné potenciálně pitné a neznečištěné vody, než je požadavek tohoto regionu.



Vodní stres lze kvantifikovat jako podíl skutečných odběrů vody z dostupných obnovitelných vodních zdrojů, který přesáhne 20 %. Pokud by tato hodnota přesáhla 40 %, jednalo by se o velmi vážný vodní stres. V letech 2014-2017 byla průměrná hodnota pro ČR 22 %, využívání vodních zdrojů v ČR je tedy velmi napjaté (European Environment Agency, 2019; Punčochář, 2020).

V České republice je dlouhodobý nedostatek vody. Po několika letech neobvykle nízkých srážek (viz obrázek 17) ho v přírodě pozorují nejen zemědělci, ale i lesníci. Český hydrometeorologický ústav varuje, že je třeba změnit náš postoj k vodě (Pohanka, 2018).



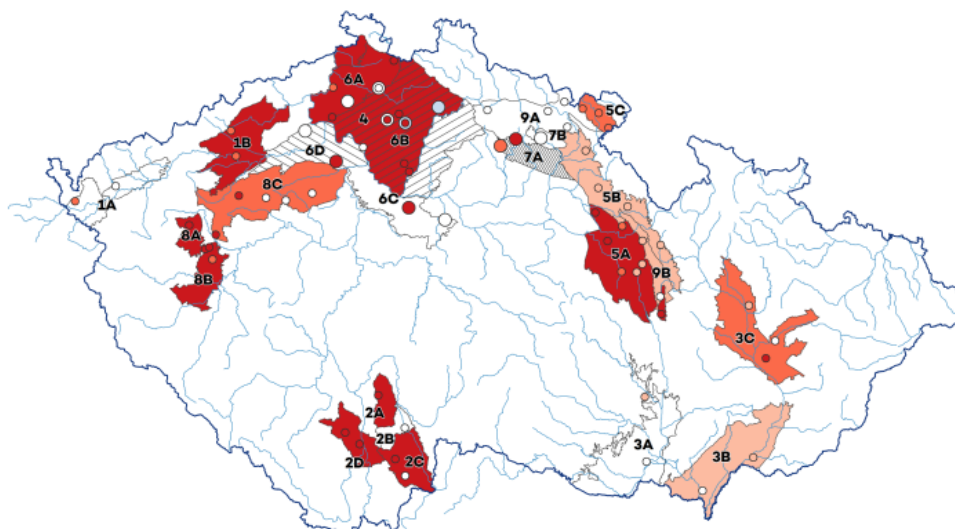
Obrázek 17 - Graf ročních srážek za posledních 10 let pro ČR, zdroj: vlastní zpracování na základě dat z Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ; 2011–2019)

Dle Pohanky (2018) je situace každým rokem čím dál vážnější. Nyní jsme však svědky shody několika negativních faktorů. Hladiny podzemních vod jsou dlouhodobě nízké a nejsou doplňovány přírodními srážkami (viz obrázek 18 a 19). Trvalá vegetace trpí. Zima je teplejší a většinou bez sněhu. To znamená na jaře méně vody, po níž následují teplejší a sušší léta. Výkyvy byly v minulosti docela běžné. Podnebí nikdy nebylo úplně ideální, vždy se objevovaly výkyvy. Bylo by dobré, kdybychom se naučili s vodou hospodařit, tak aby při větších srážkách byla voda zadržována a v období sucha použita.

## Stav hladiny podzemní vody v hlubokých vrtech

Květen 2020

Český  
hydrometeorologický  
ústav

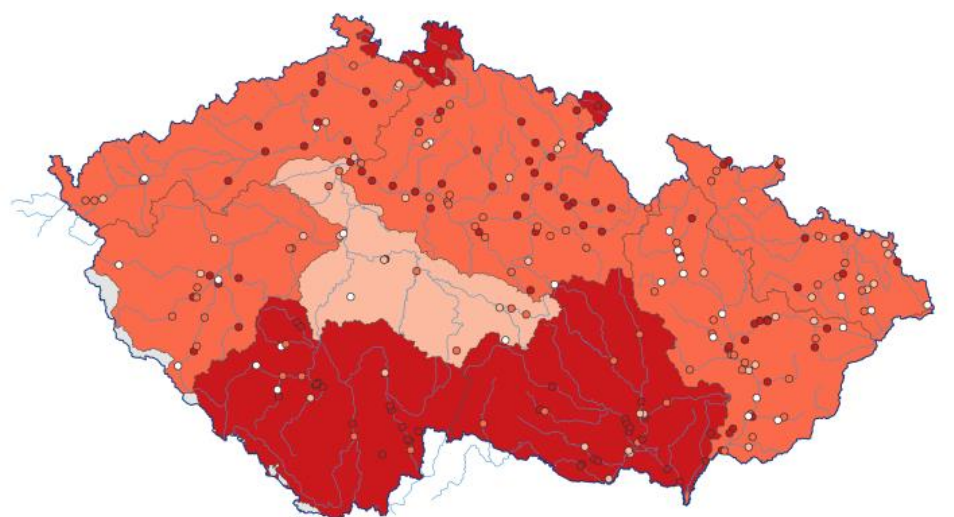


Obrázek 18 – Stav hladiny podzemní vody v hlubokých vrtech, zdroj: ČHMÚ (2020)

## Stav hladiny podzemní vody v mělkých vrtech

Květen 2020

Český  
hydrometeorologický  
ústav



Obrázek 19 – Stav hladiny podzemní vody v mělkých vrtech, zdroj: ČHMÚ (2020)

Suchům ani povodním zabránit nelze, ale je možné se připravit a zamezit jejich následkům. U sucha je tato příprava mnohem náročnější a zabírá delší časové období než ochrana před povodněmi, kdy protipovodňová opatření lze relativně rychle předem určit a uskutečňovat (Punčochář, 2019).

Vláda České republiky dne 24. července 2017 schválila strategický dokument „Koncepce na ochranu před následky sucha pro území České republiky“. Na jeho výstupech se podílela Mezirezortní komise VODA-SUCHO se skupinou pracovníků Ministerstva zemědělství, Ministerstva životního prostředí a VÚV TGM v. v. i.

Hlavním cílem koncepce je vytvoření strategického rámce pro přijetí účinných legislativních, organizačních, technických a ekonomických opatření k minimalizaci dopadů sucha a nedostatku vody na životy a zdraví obyvatel, hospodářství, životní prostředí a na celkovou kvalitu života v ČR (Ministerstvo zemědělství, 2020).

Přehradní nádrže se od roku 2019 rychle naplňují vodou a předpokládá se, že se budou naplněny i zásobní objemy. Úplně jiná situace zůstává u podzemních vod, kde stále přetrvává označení jako silné až mimořádné sucho (viz předešlé Obrázky 17 a 18). Pokud nebudou tyto podzemní zdroje vody včas doplněny, musela by být doplňována pitná voda z povrchových zdrojů a rostl by tak tlak na využití vody z nádrží (Punčochář, 2019).

Dle vyjádření Punčocháře (2019), který je jedním ze spoluautorů návrhu koncepce na ochranu před následky sucha na území České republiky, by měla mít opatření několik úrovní. Informovanost o suchu u obyvatel i státní správy a mapa sucha by měla být pro celý stát jednotná. Dalším krokem je stanovený odběr vůči vodním zdrojům. Mělo by dojít k posílení vodohospodářských i vodárenských sítí například propojením přehrad nebo propojením vodárenských soustav. Tam, kde je nedostatek vodního zdroje, by se skutečně měla připravit a realizovat vodní nádrž. Dalším a velmi důležitým opatřením je udržování krajiny, tak aby se zvýšila schopnost půdy pojmout vodu např. budováním remízků a mokřadů.

## Závěr

Tato bakalářská práce se zabývala významem vodních děl Vltavské kaskády. V první části bylo popsáno vodní hospodářství České republiky, jeho základní koncepce a také stav vodního hospodářství v ČR. Důležitou kapitolou pak byl popis právního rámce ochrany vod, a to jak v oblasti české legislativy, tak i v oblasti mezinárodních předpisů. V části vodního hospodářství byly také popsány vodohospodářské problémy, zadržování vody v krajině, opatření k adaptaci na klimatickou změnu, Národní plán povodí Labe a také řeka Vltava a její charakteristiky. Druhá část byla zaměřena na popis jednotlivých vodních děl Vltavské kaskády, kterými jsou Lipno I, Lipno II, Hněvkovice, Kořensko, Orlík, Kamýk, Slapy, Štěchovice a Vrané. U každého z nich byla provedena stručná charakteristika. Klíčovou kapitolou této bakalářské práce je pak poslední kapitola, a to analýza a zhodnocení významu vodních děl Vltavské kaskády. Tato vodní díla byla hodnocena v kontextu jejich vlivu na životní prostředí, dopadů na člověka, vlivu na protipovodňovou ochranu a také plnění funkce nádrží v období povodní a také v období sucha.

V současné době plní Vltavská kaskáda několik funkcí. Voda akumulovaná pro případ sucha zajišťuje minimální průtok a je využívána k výrobě elektrické energie. Dále pak v případě potřeby může nadlepšovat průtok, nebo také vypouštět zvýšené průtoky. V neposlední řadě hraje důležitou roli v oblasti rekreace, plavby a rybního hospodářství.

V České republice i v zahraničí však v oblasti vodních nádrží a také v oblasti protipovodňových opatření panují rozdílné názory. Na jednu stranu zde existuje riziko selhání funkce přehrad, na druhou stranu je možné pomocí nich alespoň částečně korigovat průběh povodňové vlny. Ale i zde se odborníci v názorech rozcházejí. Na příkladech povodí z minulých let bylo ukázáno, že Vltavská kaskáda vhodnou manipulací ovlivnila průběh povodní. Popsané funkce Vltavské kaskády by však dle některých popsaných prací mohly být řešeny i jiným způsobem. Při úvaze nahrazení stávajících přehrad přírodě blízkými opatřeními však může dojít k několika problémům, a to především v ekonomické oblasti, dále pak se tento zásah nemusí setkat se zájmem veřejnosti a odpůrci záměru můžou celý proces výrazným způsobem zkomplikovat. Vodní díla bezpochyby ovlivňují zásadním způsobem krajinný ráz. Vltavská kaskáda tvoří několik bariér, a to v oblasti snižování hodnoty krajinného rázu a také v oblasti ekologických bariér. Na druhou stranu jsou vodní nádrže útočištěm mnoha živočišných a rostlinných druhů. Často diskutovaným tématem jsou přírodě blízká opatření, jakožto alternativa vodních nádrží.

Avšak i toto řešení má svá omezení a v některých lokalitách, například ve vysoce urbanizovaném území, nemusí být vhodná.

Tato práce nastiňuje možná další opatření, která by bylo vhodné v rámci protipovodňových opatření realizovat. Jako vhodné je využití kombinace technických a přírodě blízkých opatření, nebo také využití kombinace strukturálních i nestrukturálních opatření při řešení otázek týkajících se protipovodňové ochrany. Problematika vodního hospodářství a také protipovodňové ochrany je natolik obsáhlá, že není možné ji celou postihnout v rámci této bakalářské práce. Proto jsou uvedeny klíčové faktory, které by mohly budoucnost Vltavské kaskády ovlivnit. Pro rozpracování tohoto tématu by mohlo být přínosné modelování extrémních výkyvů počasí, nebo také porovnání s dalšími zahraničními případy realizace protipovodňových opatření.

## Literatura

- Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. *Přírodě blízká protipovodňová ochrana (PBPPO)*. [online]. 2020. [Cit. 2020-01-24]. Dostupné z: <http://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/prirode-blizka-protipovodnova-ochrana-pbppo/>
- Agentura ochrany přírody a krajiny. *Konkrétní významné vodohospodářské problémy*. [online]. 2007. Dostupné z: <http://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/vodohospodarske-planovani/konkretni-vyznamne-vodohospodarske-problemy/>
- ANSORGE, Libor. Problematika extrémních hydrologických jevů v Plánu hlavních povodí ČR. In: *Zborník prác z vedecko - odbornej konferencie*. Trenčín: Slovenská technická univerzita v Bratislave. 2007. pp. 35–44. Dostupné z: [http://www.kzei.sk/ESF0608/DOKUMENT/11\\_ZBORNIKY/AQUA07.pdf](http://www.kzei.sk/ESF0608/DOKUMENT/11_ZBORNIKY/AQUA07.pdf)
- ANSORGE, Libor. Problematika vodního hospodářství v Atlasu krajiny České republiky - doplnění a aktualizace informací. *Acta Pruhoniciana*. 2011, 98, 31–34. Dostupné z: [http://www.vukoz.cz/acta/dokumenty/acta\\_98/Acta-98\\_komplet-cz.pdf](http://www.vukoz.cz/acta/dokumenty/acta_98/Acta-98_komplet-cz.pdf)
- BERIT, Tomáš. Vliv vodních děl (nádrží) v povodí Vltavy na hydrologické extrémy – povodeň a sucho. In: *Povodně 1997 a 2002 (20 a 15 let poté)“ 10 let od přijetí Povodňové směrnice. Sborník z mezinárodní konference*. [online]. 2017. [Cit. 2019-12-21]. Dostupné z: [https://www.tzb-info.cz/docu/clanky/0193/019352\\_blok\\_03\\_04\\_berit\\_vol2.pdf](https://www.tzb-info.cz/docu/clanky/0193/019352_blok_03_04_berit_vol2.pdf)
- BÍLÝ, Vojtěch. Ministr zemědělství: Současné vodní zdroje v budoucnu nepostačí, je nutné rozšířit seznam území pro možné stavby vodních nádrží. 2020. Tisková zpráva [online]. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/mze/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/x2020\\_ministr-zemedelstvi-soucasne-vodni.html](http://eagri.cz/public/web/mze/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/x2020_ministr-zemedelstvi-soucasne-vodni.html).
- BLAŽEK, Vladimír et al. *Water in the Czech republic*. Prague: Ministry of Agriculture, 2006. ISBN 80-7084-538-4.
- BROŽA, Vojtěch. *Přehrady Čech, Moravy a Slezska*. Liberec: Knihy 555, 2005. ISBN 80-86660-11-7.

- BUKÁČEK, Roman a Petr MATĚJKA. *Hodnocení krajinného rázu*. [online]. 1997. [Cit. 2019-12-21]. Dostupné z: [http://files.horizontos.webnode.cz/200000125-7663e78572/Krajiny\\_raz\\_metodika%5B2%5D.pdf](http://files.horizontos.webnode.cz/200000125-7663e78572/Krajiny_raz_metodika%5B2%5D.pdf)
- COCHRANE, Sheila M.V., Eraldo A.T. MATRICARDI, Izaya NUMATA a Paul A. LEFEBVRE. Landsat-based analysis of mega dam flooding impacts in the Amazon compared to associated environmental impact assessments: Upper Madeira River example 2006–2015. *Remote Sensing Applications: Society and Environment* . 2017, **7**, 1-8.
- Český hydrometeorologický ústav. *Stav hladiny podzemní vody v hlubokých vrtech*. [online]. 2020. [Cit. 2020-07-13]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/aktualni-situace/hydrologicka-situace/stav-podzemnich-vod>
- Český hydrometeorologický ústav. *Stav hladiny podzemní vody v mělkých vrtech*. [online]. 2020. [Cit. 2020-07-13]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/aktualni-situace/hydrologicka-situace/stav-podzemnich-vod>
- Český hydrometeorologický ústav. *Územní srážky* [online]. 2011 - 2019. [Cit. 2020-07-13]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky>
- ČEZ. *Malá vodní elektrárna Kořensko*. [online]. 2019. [Cit. 2019-12-21]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/elektrarny/vodni-elektrarny/male-vodni-elektrarny-cez/mala-vodni-elektrarna-korensko>
- ČEZ. *Vodní elektrárna Lipno*. [online]. 2019. [Cit. 2019-12-21]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobni-zdroje/obnovitelne-zdroje/voda/vodni-elektrarny/ceska-republika/lipno-58166>
- EnviGroup. *Novela vodního zákona – od 1.1.2019*. [online]. 2019. [Cit. 2019-12-05]. Dostupné z: <http://www.envigroup.cz/novela-vodniho-zakona-od-1-1-2019.html>
- European Environment Agency. *Use of freshwater resources in Europe* [online]. Copenhagen, 2019, pp 46. Dostupné z <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/use-of-freshwater-resources-3/assessment-4/download.pdf>

- European Guideline. *Protection against flood*. [online]. 2012. [Cit. 2020-01-21]. Dostupné z: [http://www.cfpa-e.eu/wp-content/uploads/files/guidelines/CFPA\\_E\\_Guideline\\_No\\_1\\_2012\\_N.pdf](http://www.cfpa-e.eu/wp-content/uploads/files/guidelines/CFPA_E_Guideline_No_1_2012_N.pdf)
- Fakulta životního prostředí ČZU v Praze. *Plán dílčího povodí Dolní Vltavy – zajištění enviromentální integrity*. [online]. 2015. [Cit. 2019-12-15]. Dostupné z: [http://www.pvl.cz/files/download/planovani-v-oblasti-vod/plany-dilcich-povodi/navrh-planu-dilcich-povodi-2014/hodnoceni\\_dopadu\\_pdp\\_dolni\\_vltavy\\_na\\_zivotni\\_prostredi.pdf](http://www.pvl.cz/files/download/planovani-v-oblasti-vod/plany-dilcich-povodi/navrh-planu-dilcich-povodi-2014/hodnoceni_dopadu_pdp_dolni_vltavy_na_zivotni_prostredi.pdf)
- FEDOROV, Mikhail, Vladimir BADENKO, Vladimir MASLIKOV a Alexander CHUSOV. Site Selection for Flood Detention Basins with Minimum Environmental Impact. *Procedia Engineering*. 2016, **165**, 1629-1636.
- FITZHUGH, Thomas W. a Richard M. VOGEL. The impact of dams on flood flows in the United States. *River Research and Applications*. 2011, **27**(10), 1192-1215.
- FOREJTNÍKOVÁ, M., OŠLEJŠKOVÁ, J., a MORÁVEK, T. Zvládání sucha a výstavba vodních nádrží v kontextu územního plánování. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2015, **57**(6), 17-23.
- FOŠUMPAUR, Pavel. *Prověření strategického řízení Vltavské kaskády – parametry manipulačního řádu*. Závěrečná zpráva [online]. Praha: České vysoké učení technické v Praze. 2014, 144 s. Dostupné z: [http://www.pvl.cz/files/download/vodohospodarske-informace/studie-CVUT/VltavKas\\_odb\\_final.pdf](http://www.pvl.cz/files/download/vodohospodarske-informace/studie-CVUT/VltavKas_odb_final.pdf)
- FOŠUMPAUR, Pavel, Miroslav HOLEČEK a Karel NACHÁZEL. Řešení povodňového řízení odtoku z nádrží v syntetických povodňových vlnách. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 2007, **55**(2), 98-107.
- FUKSA, Josef K. (ed.). *Vltava v Praze – vliv města na řeku a řeky na město*. *Sborník prezentací*. Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, Praha, 2018, 143 s. ISBN 978-80-87402-67-2.
- GRANT, Katie. *10 measures that must be taken to prevent more flooding in the future*. [online]. 2015. [Cit. 2020-01-24]. Dostupné z: <https://www.independent.co.uk/news/uk/10-measures-that-must-be-taken-to-prevent-more-flooding-in-the-future-a6788866.html>



HANOUSEK, Martin. Příklady nekoncepčního rozdělování přírodě blízkých a technických protipovodňových opatření. In: *Přírodě blízká protipovodňová ochrana: Prostor pro vodní toky a zapojení ekosystémů (sborník příspěvků)*. [online]. 2010. [Cit. 2020-01-23]. Dostupné z: <http://www.koaliceproreky.cz/wp-ulozto/sbornik-FIN.pdf>

HLADNÝ, Josef, et al. *Fakta a mýty o povodních. Povodně a změny v krajině*. Charles University Prague, Faculty of Science, Prague, 2007, 41-50.

CHAPMAN, Deborah V., Chris BRADLEY, Gretchen M. GETTEL, István Gábor HATVANI, Thomas HEIN, József KOVÁCCZ, Igor LISKA, David M. OLIVER, Péter TANOS, Balázs TRÁSY, Gábor VÁRBÍRÓ. Developments in water quality monitoring and management in large river catchments using the Danube River as an example. *Environmental Science & Policy*. 2016, **64**, 141–154.

IPCC, 2014: *Summary for Policymakers, In: Climate Change 2014, Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R. K. Pachauri and L. A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

IWA Publishing. *Flood Control and Disaster Management*. [online]. 2020. [Cit. 2020-01-24]. Dostupné z: <https://www.iwapublishing.com/news/flood-control-and-disaster-management>

JUST, Tomáš. Uplatnění revitalizačních opatření v protipovodňové ochraně. In: *Přírodě blízká protipovodňová ochrana: Prostor pro vodní toky a zapojení ekosystémů (sborník příspěvků)*. [online]. 2010. [Cit. 2020-01-23]. Dostupné z: <http://www.koaliceproreky.cz/wp-ulozto/sbornik-FIN.pdf>

KAESLIN, E., REDMOND I., DUDLEY N. *Wildlife in a changing climate*. Rome: Food and agriculture organization of the United nations, 2012. ISBN 978-92-5-107089-5.

KEMÉNYOVÁ, Zuzana. Petr KUBALA: Připravíme přehradu Orlik na desetitisíciletou vodu *Hospodářské noviny*. [online]. 2012. [Cit. 2020-06-06] Dostupné z: <http://archiv.ihned.cz/c1-58936270-petr-kubala-pripravime-prehradu-orlik-nadesetitisciletou-vodu>

KIND, J.M. Economically efficient flood protection standards for the Netherlands. *Journal of Flood Risk Management* [online]. 2014, **7**(2), 103-117 KNEDLÍK, Tomáš. *Ochranná funkce*

- vodních děl*. [online]. 2014. [Cit. 2019-12-22]. Dostupné z: [http://voda.chmi.cz/pov13/seminar/05-Vliv\\_vyznamnych\\_vodnich\\_del-Kendik.pdf](http://voda.chmi.cz/pov13/seminar/05-Vliv_vyznamnych_vodnich_del-Kendik.pdf)
- KNEDLÍK, Tomáš a Karel BŘEZINA. Průchod povodně v červnu 2013 Vltavskou kaskádou. In: *XXXIV Priehradné dni 2014*. [online]. 2014. [Cit. 2019-12-22]. Dostupné z: [http://www.evizig.hu/Nemzetkozi/1\\_4\\_Kendik\\_Brezina.pdf](http://www.evizig.hu/Nemzetkozi/1_4_Kendik_Brezina.pdf)
- KROLOVÁ, Monika. Proč a jak podpořit vodní a mokřadní druhy rostlin v umělých vodních ekosystémech, jako jsou nádrže? Případová studie nádrže Lipno. *Veronica*, 2015, 30(2), 18-21.
- KRYŽANOWSKI, A., M. BRILLY, S. RUSJAN a S. SCHNABL. Review Article: Structural flood-protection measures referring to several European case studies. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 2014, **14**(1), 135-142. KUNDZEWICZ, ZBIGNIEW W. Flood protection—sustainability Issues. *Hydrological Sciences Journal*. 1999, **44**(4), 559-571.
- KUNDZEWICZ, ZBIGNIEW W. a KUNIYOSHI TAKEUCHI. Flood protection and management: quo vadimus? *Hydrological Sciences Journal*. 1999, **44**(3), 417-432.
- LEJON, Anna G. C. *Ecosystem Response to Dam Removal*. Umeå universitet. [online] 2012. [Cit. 2020-01-22]. Dostupné z: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:umu:diva-55586>.
- LEJON, Anna G. C., et al. Conflicts Associated with Dam Removal in Sweden. *Ecology and Society*, 2009, **14**(2), 4
- National Research Council. *Levees and the National Flood Insurance Program: Improving Policies and Practices* [online]. Washington, D.C: The National Academies Press, 2013 [cit. 2020-01-24]. DOI: 10.17226/18309. ISBN 978-0-309-28290-1.
- LINDSEY, Rebecca a LuAnn DAHLMAN. *Climate Change: Global Temperature*. 2020. NOAA Climate.gov [online]. Dostupné z: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-temperature>
- MAJLING, Eduard. *Vodní elektrárny v ČR: Vltavská kaskáda – 2. část*. [online]. 2015. [Cit. 2019-12-27]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/vodni-elektrarny-v-cr-vltavska-kaskada-2-cast/>

- Ministerstvo průmyslu a obchodu. *Vodní hospodářství*. [online]. 2008. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/prumysl/prumysl-a-zivotni-prostredi/vodni-hospodarstvi--5088/>
- Ministerstvo zemědělství. *Shrnutí povodně – červen 2013 (podklad ÚPK, stav k: 27. 6. 2013) – Manipulace na Vltavské kaskádě*. [online]. 2013. [Cit. 2019-12-27]. Dostupné z: [https://www.praha10.cz/Portals/0/docs/KT/Dokumenty/Informace\\_MZ.pdf?ver=2013-06-28-114720-397](https://www.praha10.cz/Portals/0/docs/KT/Dokumenty/Informace_MZ.pdf?ver=2013-06-28-114720-397)
- Ministerstvo zemědělství. *Národní plány povodí*. [online]. 2020a. [Cit. 2020-01-23]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/ochrana-vody/vodni-ramcova-smernice/planovani-v-oblasti-vod/priprava-planu-povodi-pro-2-obdobi/narodni-plany-povodi/>
- Ministerstvo zemědělství. *Plány dílčích povodí*. [online]. 2020b. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/priprava-planu-povodi-pro-2-obdobi/plany-dilcich-povodi/>
- Ministerstvo zemědělství. *Voda*. [online]. 2020 [Cit. 2020-01-23]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/>
- Ministerstvo zemědělství. *Koncepce na ochranu před následky sucha pro území České republiky*. [online]. 2017 [Cit. 2020-06-20]. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/file/545860/Koncepce\\_ochrany\\_pred\\_nasledky\\_sucha\\_pro\\_uzemi\\_CR.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/545860/Koncepce_ochrany_pred_nasledky_sucha_pro_uzemi_CR.pdf)
- Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo Životního prostředí. *Předběžný přehled významných problémů nakládání s vodami zjištěných v části mezinárodní oblasti povodí Labe na území České republiky*. [online]. 2019. [Cit. 2020-01-23]. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/file/642616/VHP\\_LABE\\_TEXT.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/642616/VHP_LABE_TEXT.pdf)
- Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí. *Zpráva o stavu vodního hospodářství v České republice v roce 2018*. [online]. 2018. [Cit. 2020-01-23]. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/file/640731/Modra\\_zprava\\_2018\\_web.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/640731/Modra_zprava_2018_web.pdf)
- Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí. *Zpráva o stavu vodního hospodářství v České republice v roce 2017*. [online]. 2017. [Cit. 2020-01-23]. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/file/607186/Modra\\_zprava\\_2017\\_WEB\\_18.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/607186/Modra_zprava_2017_WEB_18.pdf)

- Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí. *Národní plán povodí Labe – Charakteristiky části mezinárodní oblasti povodí Labe na území České republiky*. [online]. 2015. [Cit. 2020-01-23]. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/file/437742/NPP\\_Labe\\_kapitola\\_I.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/437742/NPP_Labe_kapitola_I.pdf)
- Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí. Generel území chráněných pro akumulaci povrchových vod a základní zásady využití těchto území. [online]. 2011. [Cit. 2020-06-20]. Dostupné z: [file:///C:/Users/Nicolka/Desktop/Generel\\_LAPV\\_vc\\_protokolu.pdf](file:///C:/Users/Nicolka/Desktop/Generel_LAPV_vc_protokolu.pdf)
- Ministerstvo životního prostředí. ČR má nyní první plány pro zvládání povodňových rizik. [online]. 2015. [Cit. 2020-01-23]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/news\\_151222\\_povodnove\\_plany](https://www.mzp.cz/cz/news_151222_povodnove_plany)
- Naše voda. *Starostové nemají jednotný názor na funkci Vltavské kaskády*. [online]. 2015a. [Cit. 2019-12-22]. Dostupné z: <https://www.nase-voda.cz/starostove-nemaji-jednotny-nazor-na-funkci-vltavske-kaskady/>
- Naše voda. *Vltavská kaskáda a její rezervy v protipovodňové prevenci*. [online]. 2015b. [Cit. 2019-12-22]. Dostupné z: <https://www.nase-voda.cz/vltavska-kaskada-jeji-rezervy-protipovodnove-prevenci/>
- NOVICKÝ, Oldřich. *Klimatická změna a vodní zdroje v povodí Vltavy*. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, 2008. ISBN 978-80-85900-79-8.
- O vodárenství. *Slapy, třetí stupeň Vltavské kaskády, vznikly na výrobu elektřiny*. [online]. 2014. [Cit. 2019-12-28]. Dostupné z: <http://www.ovodarenstvi.cz/clanky/slapy-treti-stupen-vltavske-kaskady-vznikly-na-vyrobu-elektriny>
- PITHART, David. Revitalizace jako investice. In: *Přírodě blízká protipovodňová ochrana: Prostor pro vodní toky a zapojení ekosystémů (sborník příspěvků)*. [online]. 2010. [Cit. 2020-01-22]. Dostupné z: <http://www.koaliceproreky.cz/wp-ulozto/sbornik-FIN.pdf>
- POHANKA, V. *Czechs don't take water for granted anymore*. [online]. 2018. [Cit. 2020-06-20]. Dostupné z: <https://english.radio.cz/czechs-dont-take-water-granted-anymore-8145325>
- POLÁKOVÁ, Simona a Monika KOROLOVÁ. *Ekozóna Vřesná*. [online]. 2013. [Cit. 2019-12-28]. Dostupné z: <http://www.forumochranyprirody.cz/ekozona-vresna>

- POUSSIN, Jennifer K., W.J. WOUTER BOTZEN a Jeroen C.J.H. AERTS. Effectiveness of flood damage mitigation measures: Empirical evidence from French flood disasters. *Global Environmental Change*. 2015, **31**, 74-84. Povodí Vltavy. *Informace ke studii „Prověření strategického řízení Vltavské kaskády“*. [online]. 2014. [Cit. 2019-12-28]. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/file/406932/TZ\\_Povodi\\_Vltavy\\_Studie\\_CVUT\\_priloha.docx](http://eagri.cz/public/web/file/406932/TZ_Povodi_Vltavy_Studie_CVUT_priloha.docx)
- Povodí Vltavy. *Komentář a poznámky ke studii „Prověření strategického řízení Vltavské kaskády“* [online]. 2015. [Cit. 2019-12-28]. Dostupné z: [http://www.pvl.cz/files/download/vodohospodarske-informace/studie-CVUT/Komentar\\_PVL\\_final.pdf](http://www.pvl.cz/files/download/vodohospodarske-informace/studie-CVUT/Komentar_PVL_final.pdf)
- Povodí Vltavy. *Souhrnná zpráva o povodni v oblastech povodí Horní Vltavy, Berounky a Dolní Vltavy*. [online]. 2006. [Cit. 2019-12-28]. Dostupné z: <http://www.pvl.cz/files/download/hydrologicke-informace/zpravy-o-povodni/2013-06-zprava-o-povodni-spravce-povodi.pdf>
- Povodí Vltavy. *Vltavská kaskáda*. [online]. 2013a. [Cit. 2019-10-20]. Dostupné z: <http://www.pvl.cz/vodohospodarske-informace/vodni-dila/vltavska-kaskada>
- Povodí Vltavy. *VD Lipno I*. [online]. 2013b. [Cit. 2019-10-20]. Dostupné z: <http://www.pvl.cz/files/download/vodohospodarske-informace/vodni-dila-a-nadrze/lipno-i.pdf>
- Povodí Vltavy. *VD Hněvkovice*. [online]. 2013c. [Cit. 2019-10-20]. Dostupné z: <http://www.pvl.cz/files/download/vodohospodarske-informace/vodni-dila-a-nadrze/hnevkovice.pdf>
- Povodí Vltavy. *VD Kořensko*. [online]. 2013d. [Cit. 2019-10-20]. Dostupné z: <http://www.pvl.cz/files/download/vodohospodarske-informace/vodni-dila-a-nadrze/korensko.pdf>
- Povodí Vltavy. *VD Orlík*. [online]. 2013e. [Cit. 2019-10-20]. Dostupné z: <http://www.pvl.cz/files/download/vodohospodarske-informace/vodni-dila-a-nadrze/orlik.pdf>
- Povodí Vltavy. *VD Kamýk*. [online]. 2013f. [Cit. 2019-10-20]. Dostupné z: <http://www.pvl.cz/files/download/vodohospodarske-informace/vodni-dila-a-nadrze/kamyk.pdf>

- Povodí Vltavy. *VD Slapy*. [online]. 2013g. [Cit. 2019-10-20]. Dostupné z: <http://www.pvl.cz/files/download/vodohospodarske-informace/vodni-dila-a-nadrze/slapy.pdf>
- Povodí Vltavy. *VD Štěchovice*. [online]. 2013h. [Cit. 2019-10-20]. Dostupné z: <http://www.pvl.cz/files/download/vodohospodarske-informace/vodni-dila-a-nadrze/stechovice.pdf>
- Povodí Vltavy. *VD Vrané nad Vltavou*. [online]. 2013i. [Cit. 2019-10-20]. Dostupné z: <http://www.pvl.cz/files/download/vodohospodarske-informace/vodni-dila-a-nadrze/vrane.pdf>
- Povodí Vltavy. *Studie proveditelnosti zprůchodnění migračních překážek na vodních tocích v povodí Vltavy*. [online]. 2011. Dostupné z: [http://www.pvl.cz/migrace-vltava/projekt/3\\_TEXTOVA\\_CAST/3\\_textova\\_cast\\_Vltava.pdf](http://www.pvl.cz/migrace-vltava/projekt/3_TEXTOVA_CAST/3_textova_cast_Vltava.pdf)
- Povodí Vltavy. *Plán dílčího povodí Horní Vltavy*. [online]. 2016a. [Cit. 2019-12-15]. Dostupné z: <http://www.pvl.cz/portal/pdp/VH/index.html>
- Povodí Vltavy. *Plán dílčího povodí Dolní Vltavy*. [online]. 2016b. [Cit. 2019-12-15]. Dostupné z: <http://www.pvl.cz/portal/pdp/VD/index.html>
- Povodí Vltavy. *Schéma rozložení jednotlivých prostorů v nádrži*. [online]. 2020 [Cit. 2020-07-12]. Dostupné z: <http://www.pvl.cz/portal/Nadrze/cz/pc/Objemy.aspx>
- PRAKASH, Mahesh, Kai ROTHAUGE a Paul W. CLEARY. Modelling the impact of dam failure scenarios on flood inundation using SPH. *Applied Mathematical Modelling*. 2014, **38**(23), 5515-5534. PUNČOCHÁŘ, P. Sekce vodního hospodářství Ministerstva zemědělství. [online]. 2019. [Cit. 2019-12-15]. Dostupné z: <http://vodnihospodarstvi.cz/rndr-pavel-puncochar-csc/>
- PUNČOCHÁŘ, P. *Světový den vody 2019 – téma Voda pro všechny je významné i v České republice*. 2019. *Sovak* **28**(3): 5-7.
- PUNČOCHÁŘ, P. *Využívání vodních zdrojů v Evropě a situace v České republice*. 2020. *Sovak* **29**(6), 7-11.
- ROŽNOVSKÝ, J. *Sucho na území České republiky*. 2014. *Živa* **62**(1), 2-3.
- RUBINATO, Matteo, Andrew NICHOLS, Yong PENG, Jian-min ZHANG, Craig LASHFORD, Yan-peng CAI, Peng-zhi LIN a Simon TAIT. Urban and river flooding: Comparison of flood

- risk management approaches in the UK and China and an assessment of future knowledge needs. *Water Science and Engineering*. 2019, **12**(4), 274-283. Science Daily. *Water scarcity* [online]. 2020. [Cit. 2020-06-20]. Dostupné z: [https://www.sciencedaily.com/terms/water\\_scarcity.htm](https://www.sciencedaily.com/terms/water_scarcity.htm)
- SCHULTZ, Bart. Role of Dams in Irrigation, Drainage and Flood Control. *International Journal of Water Resources Development* [online]. 2002, **18**(1), 147-162.
- STRÁNSKÝ, D., KABELKOVÁ, I., VÍTEK, J., a SUCHÁNEK, M. (2008). Koncepce hospodaření s dešťovou vodou v ČR: Současný stav. *Semináře Hospodaření s dešťovou vodou, Brno*. [online]. 2008. [Cit. 2019-12-05]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/profile/Jiri\\_Vitek/publication/228619080\\_Koncepce\\_hospodareni\\_s\\_destovou\\_vodou\\_v\\_CR\\_Soucasny\\_stav/links/0c960530b2d3e9c67d000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jiri_Vitek/publication/228619080_Koncepce_hospodareni_s_destovou_vodou_v_CR_Soucasny_stav/links/0c960530b2d3e9c67d000000.pdf)
- Svaz vodního hospodářství ČR. *Koncepce vodního hospodářství*. [online]. 2020. [Cit. 2020-01-22]. Dostupné z: <http://www.svh.cz/index.php?lang=cz&main=koncepce>
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky In: *Úřední věstník*, L 237, 22. 12. 2000, s. 1-73. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=LEGISSUM%3A128002b>
- ŠVIHÁLEK, Milan. *Stavitel přehrad: putování legendárního moravského vodohospodáře Jana Čermáka 20. stoletím*. Praha: Grada, 2013. TEN. ISBN 9788024744650.
- TUPÝ, Jaroslav, Jana ZÁLEŠÁKOVÁ a Ľuboš JURÍK. Sanace území zasažených povodněmi. *The science for population protection*. 2011, **3**(2), 147-162.
- JAKOUBEK, Martin, Hana PÍŠOVÁ a Mikuláš EXNER. *Odborný posudek a připomínky k expertize „Prověření strategického řízení Vltavské kaskády – parametry manipulačního řádu“ zpracované ČVUT v Praze, 12/2014 a dalším materiálům týkajícím se Vltavské kaskády*. [online]. 2015. [Cit. 2019-12-28]. Dostupné z: [https://www.vhsprojekt.cz/wp-content/uploads/2017/08/publikace\\_9.pdf](https://www.vhsprojekt.cz/wp-content/uploads/2017/08/publikace_9.pdf)
- VLAŠÍN, Mojmír. *Přehrady ano či ne*. Literární noviny, 2008, 26.1.

- VOPRAVIL, Jan, et al. Vliv činnosti člověka na krajinu českého venkova s důrazem na vodní režim a zadržování vody v krajině. Praha : Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., 2010. 75 s. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/file/176029/Text\\_studie\\_TPS.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/176029/Text_studie_TPS.pdf)
- VRÁBLÍKOVÁ, J., VRÁBLÍK, P. Využívání území v průmyslové krajině. In Střelcová, K., Škvarenina, J., Blaženec, M., eds. “*Bioclimatology and Natural Hazards*”, *International Scientific Conference, Poľana nad Detvou, Slovakia, September 17-20, 2007*. Bratislava (Slovak Bioclimatological Society at the Slovak Academy of Sciences), pp. 1-5.
- WHEATER, Howard S. Flood hazard and management: a UK perspective. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. 2006, **364**(1845), 2135-2145.
- WURBS, Ralph A. Dam-breach flood wave models. *Journal of Hydraulic Engineering*, 1987, **113**(1), 29-46.



## Seznam obrázků

Obrázek 1- Trendy změn v globální povrchové teplotě po dekádách for období 1880-2017 (horní mapa) ve srovnání s trendy pro období 1988-2017 (spodní mapa), které ukazují rychlé oteplování v posledních 30 letech. Zdroj: Lindsey a Dahlman (2020).....	15
Obrázek 2 - Dílčí povodí České republiky. Zdroj: Povodí Vltavy (2016a).....	19
Obrázek 3- Graf odtoků Vltavy v posledních dvou letech v procentech dlouhodobých průměrných měsíčních průtoků, zdroj: vlastní zpracování na základě dat Ministerstva zemědělství a Ministerstva životního prostředí (2017 a 2018).....	21
Obrázek 4 - Vltavská kaskáda, zdroj: Keményová a Kubala (2012).....	22
Obrázek 5 - Vodní dílo Lipno – příčný řez, zdroj: Povodí Vltavy (2013b) .....	23
Obrázek 6 - Vodní dílo Hněvkovice – příčný řez, zdroj: Povodí Vltavy (2013c).....	25
Obrázek 7 - Vodní dílo Kořensko – příčný řez, zdroj: Povodí Vltavy (2013d) .....	26
Obrázek 8 - Vodní dílo Orlík – příčný řez, zdroj: Povodí Vltavy (2013e).....	27
Obrázek 9 - Průběh povodně na vodním díle Orlík, zdroj: Knedlík (2014) .....	28
Obrázek 10 - Vodní dílo Kamýk – příčný řez, zdroj: Povodí Vltavy (2013f).....	29
Obrázek 11 - Vodní dílo Slapy – příčný řez, zdroj: Povodí Vltavy (2013g).....	31
Obrázek 12 - Vodní dílo Štěchovice – příčný řez, zdroj: Povodí Vltavy (2013h) .....	32
Obrázek 13 - Vodní dílo Vrané – příčný řez, zdroj: Povodí Vltavy (2013i) .....	33
Obrázek 14 - Výskyt povodní na Vltavě a Labi v letech 1900-2010, zdroj: Tupý et al. (2011) .....	43
Obrázek 15 - Povodně na Vltavě v Praze – porovnání průtoků Vltavy bez vlivu Vltavské kaskády a pozorovaného průtoků Vltavy, zdroj: Povodí Vltavy (2015) .....	44
Obrázek 16 - Schéma rozložení jednotlivých prostorů v nádrži. Zdroj: Povodí Vltavy (2020) .....	46

Obrázek 17 - Graf ročních srážek za posledních 10 let pro ČR, zdroj: vlastní zpracování na základě dat z Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ; 2011–2019) .....	49
Obrázek 18 – Stav hladiny podzemní vody v hlubokých vrtech, zdroj: ČHMÚ (2020) .....	50
Obrázek 19 – Stav hladiny podzemní vody v mělkých vrtech, zdroj: ČHMÚ (2020) .....	50

## Seznam tabulek

Tabulka 1- Rizikové útvary vodních děl Vltavské kaskády, zdroj: Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí (2019) .....	14
Tabulka 2 - Dílčí povodí, zdroj: Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí (2015).....	20
Tabulka 3 - Základní údaje – Lipno I., zdroj: vlastní zpracování na základě dat Povodí Vltavy (2013b).....	23
Tabulka 4 - Základní údaje – Lipno II., zdroj: vlastní zpracování na základě dat Brožy (2005) .....	24
Tabulka 5 - Základní údaje – Hněvkovice, zdroj: vlastní zpracování na základě dat Povodí Vltavy (2013c) .....	25
Tabulka 6 - Základní údaje – Kořensko, zdroj: vlastní zpracování na základě dat Povodí Vltavy (2013d).....	26
Tabulka 7 - Základní údaje – Orlík, zdroj: vlastní zpracování na základě dat Povodí Vltavy (2013e).....	27
Tabulka 8 - Základní údaje – Kamýk, zdroj: vlastní zpracování na základě dat Povodí Vltavy (2013f) .....	28
Tabulka 9 - Základní údaje – Slapy, zdroj: vlastní zpracování na základě dat Povodí Vltavy (2013g).....	30
Tabulka 10 - Základní údaje – Štěchovice, zdroj: vlastní zpracování na základě dat Povodí Vltavy (2013h).....	32
Tabulka 11 - Základní údaje – Vrané, zdroj: vlastní zpracování na základě dat Povodí Vltavy (2013i).....	33
Tabulka 12 - Rozdělení nádržních prostorů nádrží Vltavské kaskády, zdroj: Povodí Vltavy, 2015 .....	47