

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

**KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A ENVIROMENTÁLNÍHO  
MODELOVÁNÍ**



**Vodní dílo Nýrsko jako hlavní zdroj pitné vody  
pro Klatovsko a Domažlicko**

**Bakalářská práce**

**Vedoucí práce:** Ing. Radek Roub, Ph.D.

**Bakalant:** Pavel Míka

© 2019 ČZU v Praze

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Pavel Míka

Vodní hospodářství

Název práce

**Vodní dílo Nýrsko jako hlavní zdroj pitné vody pro Klatovsko a Domažlicko**

Název anglicky

**The water reservoir Nýrsko as the main drinking water for Klatovy and Domazlice**

---

### Cíle práce

Cílem této práce bude obecně seznámit s pojmy týkajícími se velké vodní nádrže a úpravní vody. Práce je zaměřena na konkrétní vodní dílo na Šumavě, která slouží nejen jako zásobárna pitné vody, což je v dnešní době velmi aktuální téma.

### Metodika

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Cíle práce
3. Literární rešerše
4. Metodika
5. Vodní dílo Nýrsko
6. Úpravna vody Milence
7. Diskuze
8. Závěr
9. Použitá literatura
10. Přílohy

## **Doporučený rozsah práce**

cca 30 stran + grafické přílohy

## **Klíčová slova**

úpravna vody, akumulace, přehrada, kvalita vody, průtok

---

## **Doporučené zdroje informací**

BROŽA, V. a kol. Přehrady Čech, Moravy a Slezska. Liberec: Knihy 555, 2005. ISBN 80-86660-11-7.

BROŽA, V. Přehrady v České republice 2010: rekonstrukce, mechanizace, sanace a opravy. Praha: Český přehradní výbor, 2011. ISBN 978-80-260-0789-0.

PATERA, A., NACHÁZEL, K., FOŠUMPAUR, P. Nádrže a vodohospodářské soustav 10. Praha: ČVUT, 2002. ISBN 80-01-02620-5.

RATAJ, M., 2004. Provozní řád pro vodní dílo Nýrsko. Praha: Povodí Vltavy, státní podnik.

VOTRUBA, L., BROŽA, V., KAZDA, I.: Přehrady. Praha, ČVUT 1979.

---

## **Předběžný termín obhajoby**

2018/19 LS – FŽP

## **Vedoucí práce**

Ing. Radek Roub, Ph.D.

## **Garantující pracoviště**

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 22. 3. 2019

**doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 3. 2019

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 19. 04. 2019

**Čestné prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Radka Rouba, Ph.D. a zároveň prohlašuji, že jsem uvedl všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpal.

V Praze dne 19.4.2019

.....

Pavel Míka

**Poděkování:**

Rád bych poděkoval Ing. Radkovi Roubovi, Ph.D. za vedení mé bakalářské práce, cenné rady a odborný dohled. Mé díky patří také všem dotyčným, kteří mi poskytli potřebné dokumenty. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat mé rodině za podporu v průběhu studia.

V Praze dne 19.4.2019

.....

Pavel Míka

## **ABSTRAKT**

Předkládaná bakalářská práce má název Vodní dílo Nýrsko jako hlavní zdroj pitné vody pro Klatovsko a Domažlicko. Tato práce je zaměřena na problematiku vodních nádrží, jejich výstavbu a vliv na životní prostředí. Jsou zde popsány jednotlivé typy nádrží včetně jejich historie. V bakalářské práci jsou vymezeny stěžejní pojmy, jako například vodní dílo, přehrada, vodní nádrž a další, které s řešeným tématem úzce souvisí. Druhá část práce je věnována konkrétnímu vodnímu dílu v Nýrsku.

**Klíčová slova:** úpravna vody, akumulace, přehrada, kvalita vody, průtok.

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis has a title The water reservoir Nýrsko as the main drinking water for Klatovy and Domazlice. This work is focused on the issue of water reservoirs, their construction and impact on the environment. There are individual types of tanks, including their history. The bachelor thesis defines the key concepts such as water works, dam, water reservoir and others, which are thematically closely connected. The second part of the thesis is devoted to a specific water work in Nýrsko.

**Keywords:** water treatment, accumulation, dam, water quality, flow.

# Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíle práce .....	2
3. Literární rešerše.....	3
3.1. Definice přehrady .....	6
3.1.1 Rozdělení přehrad .....	6
3.1.2 Funkce přehrad.....	8
3.2. Historie výstavby přehrad.....	9
3.2.1 Přehrady ve Starověku .....	9
3.2.2 Výstavba ve 20. století .....	10
3.2.3 Výstavba ve světě .....	11
3.2.4 Výstavba v ČSSR.....	12
3.3. Bezpečnost přehrad.....	12
3.4. Vztah přehrad k životnímu prostředí .....	14
3.4.1 Vliv staveniště.....	15
3.4.2 Začlenění přehrady do prostředí .....	17
3.5. Stavební podmínky .....	18
3.6. Geografická charakteristika území .....	20
4. Metodika.....	22
5. Vodní dílo Nýrsko .....	23
5.1. Hydrologické údaje.....	25
5.1.1 Rozdělení prostoru nádrže .....	26
5.1.2 Spodní výpusti .....	29
5.1.3 Vodárenské odběry .....	30
5.1.4 Šachtový (bezpečnostní) přeliv .....	31
5.1.5 Komunikační a odpadní štola.....	32
5.1.6 MVE – Malá vodní elektrárna .....	33
5.1.7 Úpravy pod hrází.....	34
5.1.8 Nádrž a pásma hygienické ochrany (PHO).....	35
5.1.9 Zařízení pro kontrolu a řízení hospodaření s vodou .....	36
5.2. Využití vodního díla Nýrsko .....	37
5.2.1 Účel vodního díla .....	38
6. Úpravna vody v Milencích.....	39
7. Diskuze.....	41
8. Závěr.....	42

9. Použitá literatura.....	43
10. Seznam zkratek .....	47
11. Přílohy .....	48



# 1. Úvod

V současné době je vnímána ochrana života a majetku jako velice důležitá. V důsledku toho jsou mimo jiné zpřísněny požadavky a kritéria na vodní díla. V době výstavby velkých vodních děl byly projektovány tyto objekty dle návrhových průtoků, které odpovídaly povodňovým průtokům Q1000. Roku 2005 si od Českého hydrometeorologického ústavu nechalo Povodí Vltavy vypracovat studii zabývající se teoretickým průběhem povodňových vln s průtokem kulminačním. Z této studie vzešla hodnota povodňového navrhovaného průtoku Q10 000 včetně průběhu teoretických povodní pro daný kulminační průtok.

Vodní díla jsou v první řadě velice zajímavá již jejich právním zařazením, které se nachází někde na pomezí práva životního prostředí a správního (stavebního) práva. Nezanedbatelné prvky zde zaujímá také pozemkové a občanské právo. Jedná se o technicky propracované, zajímavé, různorodé a esteticky výrazné stavby majícími naučný vliv na krajinný ráz. Příkladem jsou velká vodní díla, mezi která se řadí hráze rybníků, přehrady, plavební komory, jezy, vodní elektrárny apod. Problematika výstavby vodních děl není záležitostí pouze okrajového významu.

V první části bakalářské práce se autor věnuje historii, definici vodního díla obecně a jejich technické stránce. Ve druhé části práce se zaměřil na konkrétní vodní dílo v Nýrsku.

## **2. Cíle práce**

Cílem této bakalářské práce je prostřednictvím literární rešerše obecně představit problematiku vodních děl a přehrad včetně jejich historie, typologie a různých aspektů majících vliv na výstavbu těchto objektů.

Druhá část práce je soustředěna na pojmy týkající se velké vodní nádrže a úpravny vody v Milencích. Vybráno bylo vodní dílo s lokalitou na Šumavě. Jedná se o vodní dílo Nýrsko sloužící nejen jako zásobárna pitné vody, což je v dnešní době velice aktuálním tématem, ale i jako eliminační činitel průchodu velkých vod na řece Úhlavě, prevence před povodněmi a další.

### 3. Literární rešerše

Voda patří mezi nepostradatelné složky lidského života. Na celé planetě z důvodu rostoucí populace rostou nároky na vodu. Boj o vodu (pitnou i užitkovou) je současně prvořadou otázkou. Význam této problematiky vstupuje do povědomí lidí, jelikož její nedostatek i kvalita představují rozhodující faktory v růstu a vývoji společnosti. Jedním ze stěžejních znaků rozvoje společnosti v oblasti vyspělých zemí je výstavba přehrad a nádrží. Tyto stavby dokážou zpomalit a zadržet velký objem vody. Společně vytvářejí jeden ze základních prostředků hospodaření s vodou a ochranná opatření před povodněmi. Přehrady se svými rozměry řadí mezi nejvýznamnější inženýrská díla a vyžadují velkou pozornost během projektování, výstavby a v dlouhodobém provozu. I přes veškeré diskuze, které se týkaly těchto staveb, sehrály přehrady ve spojitosti k přírodnímu prostředí v minulosti podstatnou roli a v budoucnu budou mít nezastupitelné funkce i ve vývoji lidské civilizace.

Přehrady nepředstavují předmět moderní doby, jelikož voda byla vždy nepostradatelným článkem lidské existence. Jedná se o základní přírodní zdroj. Sice spadá globálně mezi obnovitelné a nevyčerpatelné přírodní zdroje, ale s velkým omezením v čase a prostoru, které nutí lidstvo k hospodaření s těmito zdroji nakládat zodpovědně, šetrně a hospodárně. Již v minulosti užívali lovci, kočovní pastevci či první usídlenci vodu z vodních toků a přirozených pramenů. Nutnost vodu hromadit vyvstala až během větší koncentrace obyvatel a vyšší kultuře. Mnohokrát tak byly vodohospodářské soustavy, vodní nádrže a různé zavlažovací a vodovodní stavby jedním z prvních předpokladů rozvoje starých kultur. Od nich se odvíjely mimo jiné parametry a rozsah staveb a rychlost vývoje. Pro zavlažovací potřeby byly hráze vybudovány za účelem zadržování vodních zásob na území Íránu a Indie. Jednalo se o nádrže závlahové, které pocházely ze 4. či 5. tisíciletí př. n. l. (Votruba, 2002).

Již v minulosti byla lidská sídla ochraňována před povodněmi regulujícími úpravami ochranných hrází a vodních toků včetně budování retenčních nádrží. Jelikož rostly nároky v oblasti užívání vody, bylo nutné ve stavbách vybudovat i vzdouvací náhony a objekty. Spád, který byl u nich vytvořený, umožňoval vodní energie využívat k pohonu pil, mlýnů a jiných zařízení či výrobě elektrické energie. Aby byl zajištěn odběr vody i v období sucha, byly budovány akumulární nádrže.

Čím více rostla hustota osídlení, rostly i nároky na likvidaci a odvádění odpadních (použitých) ploch čistírnami a kanalizačními systémy. Dále byly uplatňovány s rozvojem zemědělské výroby také meliorační stavby - odvodnění a závlahy (Matějček, Rotschein, 2006).

O výstavbě přehradních nádrží a celkově o vodohospodářském plánování existuje v rámci vodohospodářských plánů vědecká i odborná literatura. Cela řada publikací se věnuje samotným přehradám včetně jejich vývoje apod.

Jednou z publikací popisující plány výstavby vodních děl je „Hydrologická studie Inženýra A. Moravce“ od Aloise Moravce z roku 1913. Autor v knize popisuje studii zabývající se výpočty alternativy akumulace vody ve vodním díle a možností jejího využití v energetice. Mimo jiné se studie zabývala výpočty, jak by pomohla případná přehrada na Berounce v navýšení vodního stavu na dolním Labi. Další knihou vydanou ústavem ku podpoře průmyslu z roku 1914 je „Zpráva a posudek technického výboru o projektu údolní přehrady na Berounce u Křivoklátu a podružných přehrad s ní souvisejících“. V první části publikace jsou porovnávány dvě možnosti umístění hráze a to u Týřovic a u Roztok. Jako výhodnější se jevila hráz u Roztok. V dalších kapitolách byly popisovány náklady a pozitiva účinků přehrad u Křivoklátu. Možnosti výstavby přehrad a jejich užitku v souvislosti s průmyslem jsou popisovány i v knize F. Radouše „Vodní hospodářství“ (1915).

S ohledem na výstavbu přehradních nádrží v České republice se základním zdrojem informací staly knihy autora Josefa Bartovského (1946) jako například „Vodní cesty a vodohospodářské plánování v Čechách a na Moravě“ či „Moravský vodohospodářský plán“ od Jana Bažanta (1941). Z roku 1953 jsou to Státní vodohospodářské plány republiky Československé, v roce 1975 Směrný vodohospodářský plán ČSR a další. Mezi novější materiály zabývající se touto problematikou patří například z roku 2007 „Plán hlavních povodí České republik“ a z roku 2011 „General LAPV“. Všechny zmiňované publikace vydaly instituce a orgány ve správě státu. Cílem bylo naplánovat a vyhodnotit hospodaření s vodou s ohledem na dané období. Ve svém odborném článku se o historii přehradních nádrží zmiňuje také autor Punčochář v roce 2012. Tento článek byl součástí Konference vodní nádrže ve stejném roce. Historický vývoj vodních nádrží v ČR

shrnoval současný pohled na úlohy vodních nádrží a zahrnoval údaje o jejich využívání, počtu, funkci a struktuře vodních ekosystémů apod.

Jedním z primárních zdrojů o realizaci nádrží je kniha Vojtěcha Broži z roku 2005 s názvem „*Přehrady Čech, Moravy a Slezska*“. Tato publikace poskytuje ucelený a přehledný popis nejvýznamnějších vodních děl na území ČR. Zároveň je sledována historie, plánování projektu včetně výstavby a současnost. Další publikací autora Broži je „*Přehrady v České republice 2010: rekonstrukce, modernizace, sanace a opravy*“. Tato kniha se zakládá na informacích obsažených především v příspěvcích, které jsou publikované ve sbornících z odborných konferencí a v odborných časopisech. Popisována je historie přehradních nádrží v ČR, průběh modernizací, oprav a celkový účel a funkce vodních nádrží.

O vodním díle shrnuje nejlépe informace Karel Kraml (2002) v článku „*Vodní dílo Křivoklát na Berounce*“. Zde jsou popisovány diskuze a plány o možnosti výstavby přehrady na Berounce. Zmiňovány jsou technické parametry eventuálních staveb a je upozorňováno na nevýhody i výhody u těchto staveb.

Během 20. století zažívaly přehrady velký rozmach a to nejen u nás, ale i ve světě. V krátkém období na našem území vzniklo velké množství přehrad, které měly za cíl zejména vznik pitné vody a levné elektrické energie a ochranu před záplavami. Během pohledu na některé z nich je zřejmá i technická vyspělost lidské civilizace (Patera a kol., 2002).

- **Vodní nádrž** – jedná se o omezený prostor, ve kterém se hromadí voda za účelem pozdějšího využití, vytvoření vodního prostředí, zachycení povodňových průtoků chránících údolí pod nádrží či k úpravě vlastní vody. Nádrže napomáhají lidem osvobodit se od závislosti na přirozeném režimu vodotečí, srážek, podzemních vod a nepříznivé důsledky měnit ve vlastní prospěch (Brože, 1967).

Často je používán pojem „vodní dílo“ k popisu celku zahrnujícího nádrž, přehradu, výpusť, přeliv či další objekty. Ovšem tento pojem je ve skutečnosti podstatně obsáhlejší (Broža, 2005).

#### **Typy vodních nádrží (Broža, 2005):**

Dle místa a způsobu vybudování nádrže se rozdělují na umělé a přírodní.

- a) **Přírodní nádrž** – v přírodní nádrži je nádržní pánev umístěná pod povrchem či nad ním a na její vznik nemá člověk vliv. Tyto nádrže jsou z hlediska vodního hospodářství nejdůležitějšími přírodními nádržemi jezer.
- b) **Umělá nádrž** – vytvořil ji člověk vlastní prací a zásahem do přirozených dějů v přírodě. Může být protékaná či neprotékaná (leží mimo vodní tok).

### 3.1 Definice přehrady

Přehrada je jednou z hydrotechnických staveb, které slouží ke vzduť vody a přehrazují vodní toky. Cílem je hromadění vody z důvodu ochrany před povodněmi a různých vodohospodářských účelů. Pojem „přehrada“ zahrnuje přehradní těleso včetně veškerých příslušenství přehrady (přeliv, spodní výpusť atd.). Avšak někdy je používán tento pojem i v užším slova smyslu pro přehradní těleso (Broža a kol., 1987).

V oblasti vodohospodářství je nádrž důsledně rozlišována jako prostor, ve kterém je možné pro pozdější využití zadržovat vodu či ji zachytit v době povodní, aby nezpůsobila četné škody (Broža, 1967).

#### 3.1.1 Rozdělení přehrad

Přehrady je možné zařazovat dle různých typologických kritérií do následujících skupin (Broža a kol., 1987):

##### **Dle převládajícího stavebního materiálu (Broža a kol., 1987):**

Stavební hmota a její mechanické vlastnosti mají největší vliv na statické působení přehrad a konstrukční uspořádání. Z toho důvodu je během jejich kategorizace stavební hmota základním rozlišovacím elementem a jsou podle ní rozeznávány:

- a) **Přehrady z lokálních materiálů** – jedná se o přehrady s tělesem, které bylo vybudováno především z nespojovaného kamene, místních zemin či jiného podobného materiálu. Přehrady jsou zpravidla sestaveny ze stabilizační, ochranné a těsnící části. Jedna část může někdy plnit i dvě

funkce a to například těsnící i stabilizační či ochrannou a stabilizační. Podle materiálu jsou přehrady rozděleny do následujících typů:

- **Přehrady kamenité** – stabilizační část je tvořena lomovým kamenem bez pojiva. Dle způsobu výstavby se jedná o přehrady sypané nebo rovnaté a vždy mají zvláštní těsnící prvek.
  - **Přehrady zemní** – základní hmotou stabilizační části je zemina. Dle technologie výstavby se jedná buď o přehrady naplavované či sypané. Dle složení tělesa v oblasti příčného řezu jsou přehrady heterogenní mající těsnící prvek nebo homogenní.
  - **Zonální přehrady zemní a kamenité** – stabilizační část je částečně zemní a částečně kamenitá. V tomto případě plní zpravidla zemní část také těsnící funkci. Přehrady, které jsou s těsnícím prvkem a mohou být členěny také podle materiálu těsnění a polohy.
- b) **Přehrady z lomového zdiva** - ze zdiva zpravidla na cementovou maltu je vybudováno jejich těleso. Ve většině případů jde o tížný typ.
- c) **Přehrady dřevěné** - jsou dodnes vzácné a mohou být srubové s kamenitou zátěží nebo bez ní.
- d) **Betonové přehrady** – těleso je z betonu cementového (předpjatého, prostého, železového) či z dílců betonových. Konstruktoři nabízí beton různé možnosti pro ztvárnění přehrad.
- e) **Přehrady ocelové** – pohyblivé nebo pevné. Zcela ojedinělé.
- f) **Přehrady kombinované** - jsou složeny v podélném směru několika přehradními typy, většinou z různého materiálu.

Novodobé přehrady většinou spadají do typu a, c, f (Broža a kol., 1987).

#### **Dle statického působení a konstrukce (Bažant, 1981):**

Dle konstrukčních materiálů a statického působení byla propracována postupně odborná kvalifikace přehrad.

1. Přehrady klenbové.
2. Přehrady gravitační (tížné).
3. Přehrady pilířové.
4. Přehrady členěné.
5. Přehrady sypané (kamenité, zemní) – jedná se o nejvíce rozšířený typ, základní stabilizační prvek je násyp hutněný z přírodních zemin.

### 3.1.2 Funkce přehrad

Účelem přehrad je rozhodovat a ovlivňovat koncepční uspořádání objektů přehrad včetně konstrukčních řešení příslušenství u přehrad. Svou funkcí přehrada vzdouvá vodu v oblasti toku. Podle funkce nádrže se toto vzduť mění v závislosti na času. Rozměry a koncepci výpustných, přelivných a odběrných objektů je důležité volit způsobem, aby byla požadovaná funkce zajištěna během každé výšky hladiny (Tealdi, 2011).

Návrh přehrad ovlivňuje funkce nádrže. U nádrží funkce vodohospodářská určuje přibližně polohu přehrad (energetické využití toku, oblast zásobovaná vodou atd.). Hlediska racionální výstavby rozhodují o přesném lokalizování přehrad, zejména poměry přehradních míst geologických, morfologických a geotechnických (Kolář, 1966).

Funkce nádrže ovlivňuje zpravidla pouze nepatrně volbu přehradního typu. Volbu typu těsnění sypaných přehrad může ovlivnit rychlé kolísání hladiny, na vodotěsnost přehrad může klást ochranná funkce nádrže nárok apod. Vybavení a koncepce manipulačních zařízení jsou ovlivňovány funkcí nádrže. Pojistné zařízení na přehradách je nazýváno přeliv. Kapacita spodních výpustí je určována jejich funkcemi - doba, která je požadována na prázdnění atd. (Kolář, 1966).

**Při stavbě a návrhu přehrad je nutné brát v potaz tyto základní faktory** (Broža, 1987):

- Provoz a účel díla.
- Bezpečnost díla.
- Stavební podmínky.
- Vztah díla k životnímu a přírodnímu prostředí.



## 3.2 Historie výstavby přehrad

V České republice jsou vodní nádrže budovány už od 13. století. Jejich počet dosáhl postupem času až 75 tisíc. Během třicetileté války, po ní i v 19. století zanikl a byl zároveň zrušen značný počet zmiňovaných nádrží. V současné době je evidováno 25 tisíc těchto objektů, které mají různé využití (Přehrady v České republice, 2011).

### 3.2.1 Přehrady ve Starověku

První přehrady byly stavěny již ve starověku z důvodu závlah. Jednalo se především o rovníkové státy, které byly často sužovány suchem. Výstavba přehrad byla závislá na vyspělosti státu, politické situaci a sociálních změnách. V těchto dobách stavitelé využívali především gravitaci a stavební prvky jako je oblouk a pilíř. Tímto dali základy dnešnímu rozdělení typů přehrad. Z počátku se stavěly gravitační přehrady, které byly díky hmotnosti kamenných hrází velmi stabilní (Chanson, James, 2002).

S civilizačním procesem souvisela mimo jiné i výstavba přehrad a to již od nejstarších dob v oblastech, které vyžadovaly nutné závlahy (Írán, Irák, Egypt). Pravděpodobně 2900 př. n. l. přehradil Menes, zakladatel první egyptské dynastie během stavby hlavního města Memfidy kamenitou hrází řeku Nil. Tato hráz byla vysoká přibližně 15 m a dlouhá 450 m. Přehrada Sadd el Kafara byla přibližně 2 500 let př. n. l. vybudována několik kilometrů od Káhiry. Složená byla z kamenitých hrází svírajících zemní jádro o tloušťce 36 m. Nedlouho po dokončení byla přehrada zničena přelitím, jelikož neměla přeliv, což byla častá chyba i u pozdějších přehrad (Šálek, Mika, Tresová, 1989).

Dodnes je v provozu kamenitá hráz v Sýrii u Homsu vybudovaná v letech 1319 – 1304 př. n. l., která je vysoká 6 m a 2000 m dlouhá. V Iráku byly budovány první přehrady pro zásobení hlavního města vodou přibližně v letech 705 – 681 př. n. l. Stavba tří tížných přehrad vybudovaných na řece Kor půl století př. n. l. poblíž paláce Persepolis je přisuzována perskému králi Dareiovi I. Římské vojsko, které zajal král Shapur I. 239 – 272 př. n. l. stavělo v oblasti Íránu závlahové

soustavy a na řece Karun vybuřovalo inovativní přehradu, která byla kombinována s mostem a dlouhá až 550 m. Přehrada Sudd al Arim je nejvýznamnější ze starých přehrad v Jemenu. Přes pět tisíc let sloužila závlahám a ve druhé polovině 6. století př. n. l. se objevila zmínka o jejím zničení i v koránu. Řekové se ve stavění přehrad neprojeví. Římané je začali stavět poměrně pozdě v koloniích. Přibližně roku 240 př. n. l. byla v Číně postavena přehrada v provincii Shansi z kamene. Ve středověku bylo vybudováno nejvíce závlahových nádrží v Indii. Největšího rozkvětu tyto stavby dosáhly v 11. století v jihovýchodním Bhopalu, kde měla nádrž o ploše 650 km<sup>2</sup> dvě zemní nádrže, které byly chráněné opracovanými kameny na obou svazích. Přehrada Madduck Masur v Madrasu dosáhla největší výšky a to 33 m (Pokorný, Pešek, Medunková, 2006).

### 3.2.2 Výstavba ve 20. století

Již na počátku 20. století ve světě prudce stoupala výstavba nádrží, co se týče počtu a rozměrů. Jedním z důvodů byl rostoucí význam funkcí (zásobení průmyslu a obyvatel vodou, závlaha, ochrana před povodněmi apod.), na který měly vliv zvyšující se životní úroveň a počet obyvatelstva včetně přibývajících nových funkcí (rekreace, hydroenergetika atd.). Vznikem různých teorií, vývojem mechanizace, uplatňováním nových hmot ve stavebnictví (asfaltový beton, beton, plasty), novými technologiemi (injektování, naplavování, prefabrikace, předpínání atd.) a vývojem metod pro měření, pozorování a přístrojovými technikami, byl umožněn další rozvoj přehradářství (Waters, 1996).

Zemní přehrady nad 30 m vysoké se u nás do první světové války považovaly za nákladné a nevhodné. Naplavováním, což byla nová technologie, se dosáhlo v Americe výšky kolem 70 m. Jelikož došlo na několika přehradách v USA k sesuvům, muselo se přejít na variantu sypaných přehrad. Velké objemy zemin byly zpracovány výkonnými stroji a výška přehrad tak mohla růst (Šálek, 1996).

V SSSR se po technologickém a vědeckém propracování rozvinulo opět naplavování zemních přehrad a roku 1954 byla dosud nejvyšší přehrada Mingečaur (81 m) dokončena. Ze všech typů mají největší objemy zemní přehrady. U nás se jedná o zemní přehradu na Ohři u Nechranic z roku 1968 a Lipovskou Maru

z roku 1976. Přehrady kamenité překonaly výškou zemní přehrad. U nás byly ve druhé polovině 20. století kamenité přehrad Mostišťe a Jirkov (Grišin, 1962).

V oblasti výstavby tížných přehrad zahájilo novou vývojovou etapu používání litého betonu. U nás byla takto vybudována přehrada Vranov v roce 1934. Jelikož je litý beton méně odolný, především co se mrazu týče, přešlo se postupem času na plastický beton, který se hutnil nejprve dusáním a později hloubkovými vibracemi (Hobst, 1962).

Ve Švýcarsku je nejvyšší tížnou betonovou přehradou Grande Dixence, v Indii Bhakra, v USA Dworshak atd. Snahou zmenšit objem u tížných přehrad došlo ke vzniku vylehčených typů, které dosáhly největšího použití v případě pilířových tížných přehrad. Joergensen přispěl k rozvoji přehrad klenbových typem přehrady se středových konstantním úhlem a především Coyne v případě návrhu smělých kleneb s dvojitou křivostí, který byly uváděny do práce po roce 1930 (Hule, 2003).

I přesto, že proběhlo u nás více pokusů o vybudování klenbové přehrady, byla doposud vybudována jediná u Kutné Hory na Vrchlici. Velice významnou inovací u tohoto přehradního typu byla v padesátých letech rozpracována francouzskými konstruktéry nová tvarová koncepce typická vzdáleností pilířů 50 m a více. Dnes je nejvyšší přehradou kanadská Daniel Johnson z roku 1968 (Peter, 1977).

*„Z dosavadních zkušeností i z uvedených vývojových trendů vyplývá velká společenská odpovědnost všech pracovníků podílejících se na výzkumu, navrhování, výstavbě i provozu přehrad a nádrží. Vyvolává ji velký hospodářský význam přehradních staveb a ekonomické i mimoekonomické důsledky jakéhokoli selhání díla“ (Broža a kol., s. 21, 2007).*

### **3.2.3 Výstavba ve světě**

Přehledy zabývající se přehradní výstavbou jsou sestavovány Mezinárodní přehradní komisí (ICOLD – International Commission on Large Dams). V prvním Světovém soupisu přehrad (1937) bylo uvedeno 13 361 vysokých přehrad. Přehled není zcela kompletní a ČLR se svými cca 12 500 přehradami v něm chybí. V novém úplném soupisu jsou zahrnuty všechny přehrad, které byly vybudované do roku 1982 (Broža, 2007).

Dle aktuálních odhadů je ve světě 150 000 přehrad splňujících otázku bezpečnosti. Mnoho betonových přehrad vykazují Španělsko, Japonsko, Itálie, Velká Británie, Švýcarsko a Francie. Oproti tomu méně jich je v ČLR, Indii, NSR a Koreji (Broža, 2007).

### **3.2.4 Výstavba v ČSSR**

Na území ČSSR nelze výstavbu přehrad rozdělit do etap jako tomu je například u rozvoje nádrží dle jejich účelu. I přesto je možné určit období, ve kterých se určité typy přehrad převážně nebo výhradně prosazovaly. Od 14. století do konce 19. století se u nás stavěly zejména zemní přehrady a to za účelem rybníkářství a později hornictví. Mezi lety 1885 a 1939 nad zemními přehradami převládaly přehrady tížné z lomového zdiva. Přehrady betonové se budují od roku 1934 a mají přibližně totožné zastoupení jako zemní přehrady. V průběhu dalšího vývoje začaly převládat místní materiály. Od roku 1961 se začaly začleňovat mezi přehrady zemní i kamenité. Pouze výjimečně se budovaly i jiné typy přehrad. V československém vodním hospodářství zaujaly významnou úlohu svou četností rybníky a malé nádrže, které byly tvořené nízkými zemními hrázemi. Hráze i nádrže byly postiženy častými poruchami v důsledku méně pečlivého provádění provozu a navrhování. Jejich funkce byla často nezastupitelná, a proto bylo nutné věnovat jim kvalifikovanou pozornost. Součástí historie přehradní výstavby je vývoj příslušenství přehrad zahrnující technologické vybavení, měření na přehradách s vývojem statického řešení, vývoj technologie včetně jejich zakládání do příslušných stavebních hmot a další (Votruba, Broža, 1979).

## **3.3 Bezpečnost přehrad**

Jelikož následky v případě katastrofy přehrady mohou být velice dalekosáhlé, například v případě mnohonásobných hmotných škod překračují hodnotu samotného vodního díla atd., je bezpečnost a spolehlivost funkce přehrady prvořadou podmínkou během návrhu, provozu a stavby. Kategorickým imperativem je bezpečnost přehrady, která stojí v hierarchii všech hledisek na prvním místě před originalitou, ekonomii, technickým řešením apod. (Bažant, 1981).

Obdobně jako i jiné objekty zaměřené na vzduší vody vytvářejí i přehrady jejich existenci potenciální nebezpečí pro dané území, které bude v případě poruchy v dosahu polomové vlny. Velikost rizika je možné měřit odhadem vzniklých škod během porušení přehrady či počtem ohrožených lidských životů (Paris 1995 in Broža, Satrapa, 2000).

**Potenciální nebezpečí vyplývá především (Boor a kol., 1968):**

- Z nepřesných ocenění následků v důsledku vzduší vody, především na stabilitu podloží.
- Ze složitosti a nedostatečného obeznámení s přírodními podmínkami, ve kterých se buduje přehrada a ve kterých bude následně plnit její funkci.
- Z existence v minulosti vybudovaných přehrad, tzn. přehrad z doby, kdy byla úroveň tohoto stavitelství na nižší úrovni, nežli je v současnosti.
- Z negativních vlivů činnosti člověka, např. výstavba jiných objektů (tunel, dálnice atd.), těžba surovin, úmyslné poškození přehrady zapříčiněné sabotáží, válkou a další.
- Z nedostatků samotné přehrady založených na chybách v projektu, neodborných či nekvalitním provozu apod.
- Z negativních vlivů okolí přehrady, například sesuvů, průlomové vlny během havárie, zřícení skal a další.

Míra ohrožení je odrazem výšky vzduší, respektive samotné přehrady, na jejím objemu a na dalších morfologických charakteristikách nádrže včetně průběhu narušení přehrady (Kratochvil 1961 in Broža, Satrapa, 2000).

Povinností hospodářů je obyvatelstvo osidlující území pod přehradou zbavit veškerých obav z následků jejího porušení. Mezi hlavní prostředky patří vysoká bezpečnost návrhu přehrady, která je spjata se zodpovědností projektanta, kvalitní zrealizování stavebně montážních prací, za které je zodpovědný stavbyvedoucí a svědomitá obsluha včetně soustavného sledování funkční spolehlivosti a technického stavu. Všeobecně uznávaným a základním prostředkem je dohled technickobezpečnostní včetně dozoru nad výkonem tohoto dohledu, který zajišťují

orgány státní správy. Ve světové přehradářské praxi jsou pozorovány i další alternativy, například pojištění proti katastrofě přehrady či různé varovné systémy mající automatickou funkci, která ohlašuje probíhající porušení. Tyto způsoby se prozatím setkávají v praxi s různými problémy (Haindl, 1982).

Kvalifikovaný dohled vyplývá z odhadu škod potenciálního charakteru a ztrát na životech, soustředěn je na nejpravděpodobnější rizika, která vyplývají z navrženého typu přehrady a z konkrétních zvláštností přehradního místa a opírají se o odhady kritických a mezních hodnot sledovaných jevů, které jsou významné pro bezpečnost přehrad a operativně zajišťují v případě nebezpečí opatření vedoucí ke zmírnění následků katastrofy. Účinek těchto činností podmiňuje skutečnost, že je z chování přehrad většinou možné usuzovat blížící se porušení (Haindl, 1982).

Existují případy, kdy se nedalo sice katastrofě zabránit, ale zachránilo se to nejcennější, tedy životy lidí. Například během přelítí nedostavěné přehrady Oros v Brazílii, roku 1960 muselo být evakuováno 100 tisíc obyvatel (Votruba 1979 in Broža, Satrapa, 2000).

Značný význam má informovanost odpovědných zaměstnanců lidosprávy, kteří zajišťují zároveň také úkoly povodňových služeb a informovanost správců často méně významných vodohospodářských děl (odkališť, rybníků atd.) o eventuálních porušeních těchto staveb a o opatřeních, které je zapotřebí operativně zrealizovat (Votruba, Heřman, 1993 in Broža, Satrapa, 2000).

I přesto, že četnost havárií přehrad je vcelku nízká, jejich nebezpečí se nezmenšuje ani s rozvojem techniky a vědy, jelikož ekonomický nátlak na úspornost návrhů roste a nepřetržitě se uplatňují moderní přehradní typy včetně stavebních hmot a rostou parametry těchto děl a přehradní profily využívají z hlediska bezpečnosti méně výhodné podmínky (Votruba, Heřman, 1993 in Broža, Satrapa, 2000).

### **3.4 Vztah přehrad k životnímu prostředí**

Funkce vodohospodářských děl na tocích zasahuje významným způsobem do životního a přírodního prostředí. Během využívání vodních zdrojů jsou stěžejní, jelikož kdyby nedošlo k vyrovnání průtoků, nebylo by možné upravit přirozený režim průtoků tak, aby byl v souladu s vodohospodářskými potřebami. V průběhu

hodnocení vlivu na okolí není možné přehradu oddělit, popřípadě jiné objekty od vodního toku pod vodním dílem, od nádrže či od vlastního povodí nádrže. Přehrada může ve vztahu k okolí vystupovat samostatně jen během výstavby, kdy neexistuje nádrž (Starý, 1990).

Během projektové a plánovací přípravy vodohospodářských děl je nutné zvážit kompletně škody i užitky, které nastanou výstavbou a provozem soustavy v budoucnosti. V tomto období je vhodná doba pro posouzení veškerých kritických připomínek týkajících se ochrany životního prostředí a přírody a pro návrhy jednotlivých opatření vedoucích k omezení negativních důsledků výstavby. Jsou-li tato opatření investičního charakteru, stávají se ve většině případů součástí souboru staveb projektu vodohospodářského komplexu. Čím přesnější a úplnější budou návrhy a rozborů projektantů vodohospodářských děl v rámci interakce s okolím, tím budou vyšší přínosy celospolečenské u jejich staveb. Platí to především pro výstavbu přehrad a nádrží jakožto nejnáročnějších objektů výstavby vodohospodářské s nejvýznamnějším vlivem na okolí (Patera, 2002).

Dopady výsadby na její okolí se mohou projevovat dlouho před zahájením prací stavebních. Během realizace výstavby je možné v předstihu na dotčeném území vyhlásit stavební uzávěru a to především v prostoru budoucí nádrže, aby se nebudovaly zbytečně nové objekty. Ostatní zásahy, které se konají již s průzkumnými pracemi, se projevují výrazně během výstavby i za provozu díla (Starý, 2002).

Stavitelé přehrad bývají často kritizováni. Jejich kritika je často odrazem lítosti nad zánikem nedotčeného, původního údolí vodního toku a z nedostatečného ocenění společenského užitku díla. Na točích přitom tato díla nedevastují krajinu, ani neznečišťují ovzduší či vodu a spoluvytvářejí často nové krásy krajiny nebo i alternativy pro pasivní či aktivní odpočinek (Starý, 2002).

### **3.4.1 Vliv stavenišť**

Každá stavba představuje dočasný a nepříznivý zásah do přírodního a životního prostředí. V tomto směru není stavba přehrad výjimkou a to i přesto, že probíhá její výstavba mimo oblasti, kde je velká koncentrace obyvatel. Spolu s jinými staveništi se vlastní přehradní místo nádrže obvykle rozprostírá na území,

keré je poměrně rozsáhlé a na němž zatěžuje i poškozují stavební činnost komunikace, zabraňuje hospodářskému využití pozemků, komplikuje činnost služeb a obchodu, klade vysoké nároky na telekomunikační a elektrorozvodnou síť apod. Může nastat i stav, kdy budou dosavadní zdroje vody narušené v důsledku zakalení nebo snížení podzemní vody (Broža, 2005).

Významným faktorem je koncentrace dopravy, která ovlivňuje široké okolí stavenišť. Zatěžovány jsou železniční spoje a to zejména vzhledem k dopravě kameniva, cementu atd. Během dopravy těžké velkých technologických článků (uzávěry přelivů a jiné) je zatížena silniční doprava. V průběhu procesu výstavby musí být budoucím poměrům přizpůsobena komunikační síť a to nejen železnice či silnice, ale i lesní a zemědělské cesty včetně telekomunikační a elektrorozvodné sítě apod. (Votruba, Broža, Kazda, 1979).

Součástí realizace stavby by mělo být zajištění vysídlení daného prostoru, kde je plánovaná nádrž a zajištění náhradní úpravy a výstavby v nádržním prostoru. Je nutné provést odlesnění prostoru, demolici zatápných objektů, skrývků humusu ze zemědělských ploch a zajistit další využití. Dále by měly být zahájeny včas práce na vytvoření ochranných pásem okolo nádrže (Broža, Saltrapa, 2007).

Velká koncentrace pracovních sil obnáší četné problémy spojené se stravováním a ubytováním apod. Zdraví pracovníků je během výstavby nadměrně ohrožováno prašností a hlukem. To může být příčinou různých úrazů. Zdrojem zmiňovaných negativních činitelů jsou většinou výkopové práce, nákladní automobilová doprava, výroba kameniva či provoz betonárny. Některé provozy obnáší různá ochranná opatření, například izolační zařízení proti hluku, odprašovací zařízení atd. Obzvláště důležitá je ochrana pracovníků v podzemních prostorech, jelikož tam ubývá prašnosti a hluku se vzdáleností od pracoviště minimálně (Votruba, Broža, Kazda, 1979).

Prostřednictvím soustavy organizačních a technických opatření lze omezit negativní vlivy výstavby přehrad v rámci jejich okolí. Mezi základní prostředky patří dodržování technologických postupů, dodržování harmonogramu a soustavnost během realizace jednoduchých ochranných opatření, například kropení prašných ploch, včasná likvidace ze stavby, kázeň během uskladňování stavebních materiálů apod. (Peter, 1977).



Podstatné je, aby se odstranily negativní vlivy či co nejdříve vymizely. To je reálné zajistit brzkým provedením rekultivačních a dokončovacích prací. Jedná se o úpravu lomů a zemníků, o odstranění zbytků zařízení, úpravu dočasných komunikací, o úpravu dočasně zabraných ploch a vyvezení zbylého kameniva (Peter, 1977).

Je nezbytné brát ohledy na zájmy ochrany zemědělských půdních fondů a to tak, aby se včas vrátila maximální výměra dočasně zabraných pozemků k původnímu využití. Kvalitní a včasné provedení rekultivací a dokončovacích prací má pozitivní vliv mimo jiné i na estetickou hodnotu nově vybudovaných přehrad a jejich bezprostředního okolí (Starý, 1990).

### **3.4.2 Začlenění přehrad do prostředí**

Přehrad a nádrže jsou podstatným zásahem do původní krajiny a jejího prostředí, jehož se stávají trvalou součástí. Z toho důvodu je povinností budovatelů přispět ve spolupráci s pracovníky ochrany přírody, architekty, pracovníky územního plánování a dalších institucí k harmonickému vztahu nového díla k okolnímu prostředí (Mareš a kol., 1983).

Ve většině případů se budují přehrad v krásné přírodě, především v sevřených údolních řekách apod. Rozměry i technickou výlučností přitahují zájem ze strany veřejnosti, stávají se atrakcí turistickou obdobně jako je tomu u památek kulturních, historických či technických. Z toho důvodu je nutné jejich architektonické ztvárnění, které využívá a zdůrazňuje typické tvarové konstrukce, které jsou v souladu s okolní krajinou. Zároveň se věnuje doplňkovým objektům, například účelovým výstavbám správy přehrad, parkovištím atd. Je možné i do jisté míry využít umělecká díla (např. moderní plastika). U zděných a betonových přehrad se vychází ze zásad, že působí v krajině výrazná dominanta. Co se týče estetického účinku, přispívají prosté plochy a linie vzdušných líců přehradních těles, vhodné členění polí korunových přelivů, pilířů, úprav koruny přehrad a další (Starý, 1990).

Přehrad sypané a jejich vzdušní líc je pokrytý buď travním porostem, nebo oživen vzrůstem křovin či stromů, které vcelku umožňují nenápadné začleňování objektu do krajiny. Nesmí být ovšem ztížené podmínky

pro sledování stavu technického a bezpečnostního jejich přílišným vzrůstem. U vysokých zemních a kamenitých přehrad byla během architektonického ztvárnění dána v mnoha případech přednost zdůraznění objektu v prostředí a často i s estetickým účinkem (Říha, 2008).

Velký význam má pro začlenění do krajiny kvalitní a včasná realizace dokončovacích prací. Bohužel se často tyto práce opožďují a snaha je omezit jejich rozsah, jelikož pro stavební výrobu jsou příliš neatraktivní. Zároveň přispívá řádný provoz k hodnotě estetické v rámci vodohospodářských děl. Přínosy, které obnáší včasné běžné opravy a cyklické úpravy se projevují kladně a zahrnují i okolí přehrady (Kutílek, 1984).

Základem příznivého začlenění přehrad a nádrží do okolí je znalost oboru a komplexní chápání interakcí díla ve společnosti, k zájmům tvorby krajiny a její ochrany a k potřebám hospodářství vodního z pozice kvalitativní i kvantitativní (Kutílek, 1984).

### **3.5 Stavební podmínky**

Pojem stavební podmínky zahrnuje faktory ovlivňující bezprostředně výstavbu přehrady. Jedná se zejména o podmínky geologické, morfologické, hydrogeologické, technické, klimatické, hydrologické a další, které souvisí s výstavbou přehrady (Mejzlík, 1960).

#### **1. Podmínky morfologické**

Jedním z nejdůležitějšího rysu podmiňujícího hospodárnost nádrže je tvar údolí, tedy jeho hloubka, šířka a sklon dna. Výhodnými jsou takové podmínky, kdy se údolí otvírá nad úzkým přehradním profilem, tudíž během malého objemu přehradního tělesa dosahuje většího objemu nádrže a tím i výhodnějších ekonomických a technických ukazatelů. Morfologií jsou ovlivňovány přivaděče do nádrží, rozmístění zařízení stavenišť, trasování komunikací, poměry na konci vzdutí nádrží, změny vodorysů nádrží a procesy zanášení nádrží atd. (Kysela, 1983).

V přehradních profilech ovlivňuje tvar příčného řezu údolí volbu typu přehrady. Úzká skalnatá údolí umožňují vhodnější podmínky pro betonové či klenbové přehradní profily. Při hlubokých nánosech a nížinných řekách se širokým údolím

představují vhodnější podmínky pro zemní přehradu. Je ovšem více případů, kdy nejsou podmínky jednoznačně příznivé pro jisté přehradní typy. Zároveň je na základě zmiňovaných příkladů zřejmé, že morfologické hledisko je samo o sobě nedostatečné a je žádoucí brát v potaz i stavby geologické (Kysela, 1983).

Topografie přehradních míst bývá mimo jiné rozhodujícím faktorem pro koncepci příslušenství přehrad a pro umístování ostatních staveb, jakými jsou například vodní elektrárny (Peter a kol., 1964).

V každém případě jsou morfologické podmínky přírodního typu jiné i z toho důvodu, že představuje každá přehrada prototyp a dává možnost využívat tvůrčí způsoby přírodních podmínek k ideálním řešením (Peter a kol., 1964).

## **2. Hydrogeologické, geologické a geotechnické podmínky**

V přehradním místě a nádržní pánvi mají geologické poměry stěžejní význam pro hospodárnost díla a bezpečnost. Zpravidla lze přirozené poměry vylepšit uměle, například zpevněním, injektováním, konstrukčními prvky atd., avšak se značnými náklady. Aby bylo možné zvolit hospodárné a účelné konstrukční i koncepční řešení, je zapotřebí dopodrobna poznat dané území po stránce geologické, k čemuž slouží průzkum geologický. Po nedostatečně zhodnoceném a uskutečněném průzkumu v minulosti docházelo k určitým obtížím při stavbách, někdy i ke změnám projektů, k obtížím během provozu zhotoveného díla, ke zdražování stavby a dalším katastrofám. Geologický průzkum bývá doplňován průzkumem hydrogeologickým a způsoby výskytu a vlastností podzemních vod, filtračními vlastnosti hornin a dalšími (Votruba a kol., 1967).

Předmětem průzkumu geologického je zejména přehradní oblast či oblast nádrže s přilehlým okolím a naleziště stavebních hmot (Votruba a kol., 1967).

## **3. Klimatické a hydrologické podmínky**

Z hlediska stavby přehrady je podstatné být obeznámen s povodňovými poměry na toku, s charakterem a obdobím nízkým průtoků a zimním režimem toku.

Ledové poměry a povodně mohou stavbu ohrozit, narušit její harmonogram a ohrozit také lidské životy. Vyplývá z toho požadavek na zařazení určitých prací do vhodných ročních období. Během řízení stavby mají velký význam hydrologické a hydrometeorologické predikce a tudíž je žádoucí využívat již od začátku spolupráci

s ČHMÚ. Znalost lokality přehrady a jejích klimatických poměrů představuje předpoklad pro zpracování logického harmonogramu prací, jelikož počet mrazových či dešťových dnů může ovlivnit podstatným způsobem využití pracovních dnů a plnění plánů výstavby (Ježdík, 1957).

#### **4. Ostatní stavební podmínky**

Již během projektování a přípravě výstavby je nutné brát ohledy na podmínky realizace stavby vybraným podnikem. Zejména během volby přehradního typu by se měly brát ohledy na možné dodavatele a jejich technologické vybavení. Pro přehradní výstavbu jsou očekávány jasné perspektivy výstavby a jejich plynulost. Pořadí výstavby je dáno vodohospodářskými a hospodářskými potřebami (Kamenov, Kysela, 1983).

Stavební výrobě je nutné poskytovat adekvátní výhled o typu budoucí přehradní výstavby, aby mohla být vybavena příslušnou technologií a plynule zaměstnávala a vyškolila pracovníky (Kamenov, Kysela, 1983).

#### **Stavební podmínky přehradních děl určují (Bažant, 1981):**

- a) lokální podmínky stavenišť (sociální zařízení, zařízení stavenišť, vnitrostaveništní dopravu atd.),
- b) možnost získání místních pracovních sil,
- c) návaznost stavenišť na elektrickou a dopravní síť,
- d) vybavení blízkého okolí různými službami.

Požadavky dodavatelů obnáší význam celospolečenský, jelikož rozhodují o ekonomické výhodnosti díla nejen v nákladech rozpočtových, ale i skutečné a zhmotnělé práci, nutné k jeho realizování (Bažant, 1981).

### **3.6 Geografická charakteristika území**

Oblast Šumavy tvoří součást krystalinika Českého masivu. Tato oblast je budována přeměněnými neboli metamorfovanými horninami (pararuly, krystalické břidlice, migmatity atd.) a hlubinnými vyvřelinami (granitoidy). Na mírných svazích a plošinách jsou výchozy moldanubických hornin pokryté hlubokým pláštěm zvětralin hlinitopísčitých s kolísajícím podílem suti. Podobu hrubých balvanů mívají

zejména na granitoidech, které nápadně vystupují na povrchu. Typickým, ale plošně méně významným pozůstatkem z doby ledové jsou morénové balvanité akumulace při ledových karech (Anděra, Zavřel, 2003).

V mnoha údolních oblastech lze vidět ploché pokryvy písčitohlinitých zkamenělých materiálů svahového původu, do kterých je vložena současná niva, kterou tyto uloženiny často lemují. Popisovaná oblast může být rozdělena zhruba na dvě různé klimatické části. Hlavní část zahrnuje pohraniční pásmo Šumavy a přilehlé údolí vltavické brázdy, horní Otavy a Vltavy na 800 m včetně jihozápadních svahů Želnavské hornatiny a Boubínské hornatiny. Druhá klimatická oblast je tvořena svahy severovýchodními a severními a přilehlou částí Šumavského podhůří (Anděra, Zavřel, 2003).

Většina Šumavy náleží dle klimatického členění do chladné části středoevropského středohorského podnebí. Pouze některé oblasti Šumavy – jižní svahy Želnavské hornatiny, Údolí Vltavy od Lenory se s některými částmi Šumavského podhůří zařazují do mírně teplé oblasti. Celkové podnebí je přechodného charakteru mezi podnebím kontinentálním a oceánským, ve kterém jsou typickým znakem každoroční výkyvy teplot s vyššími srážkami se stejnoměrným rozložením v průběhu roku (Anděra, Zavřel, 2003).

Oblast vodní nádrže Nýrsko se nachází v Chráněné krajinné oblasti Šumava v západní části tohoto území. Lidově se jedná o bránu Šumavy. Pozemky spadají do okresu Klatov. Oblast je lemována turistickými i cyklistickými stezkami. Louky jsou obklopovány lesy. Pod loukami je situována zmiňovaná nádrž. Co se týče zemědělství, je v této oblasti hnojení povoleno pouze se souhlasem pracovníků povodí Berounky (Rataj, 2004).

## 4. Metodika

Jedním z hlavních cílů této bakalářské práce bylo získání odborných informací a podkladů ke zvolenému tématu. Obecné informace o vodních dílech autor získal z vybraných odborných publikací zabývajících se zvoleným tématem. Druhá část práce navazuje na první obecnou část konkrétním vodním dílem (dále „VD“) v Nýrsku. Získané informace jsou zde aplikovány na tento objekt, který je popsán dle reálných informací poskytnutých z provozního řádu. Nejprve jsou rozebrány základní údaje VD Nýrsko včetně důvodů jeho výstavby. Dále se autor zabývá účelem vodního díla, jeho hydrologickými údaji, analyzován je celkový prostor nádrže a všechny jeho části včetně malé vodní elektrárny. Poslední část práce je věnována úpravě vody v Milencích, která poskytuje pitnou vodu pro celé Klatovsko.

## 5. Vodní dílo Nýrsko

Vodní nádrž (konkrétně typ přehradní nádrž) Nýrsko je situována 3 km od města na toku řeky Úhlavy. Nýrsko se zapsalo do dějin zejména první vodou poháněnou elektrárnou v České republice. Stavba přehrady byla schválena ministerstvem vodního a lesního hospodářství. Nádrž zaujímá celkovou plochu 141,59 ha (Matoušek, 2010).

Přehrada Nýrsko je situována na úpatí Šumavy v oblasti horního toku Úhlavy nad obcí Nýrsko. Výstavba přehrady byla realizována v letech 1965 až 1969 v době, kdy docházelo k velkému rozvoji průmyslu a v důsledku toho se místní vodovody staly nedostatečnými. Plánovány byly různé alternativy řešení této situace v oblasti jihozápadních Čech. Výsledkem byla nádrž na řece Úhlavě, která byla hodnocená nejlépe po finanční i územní stránce. Prvotním účelem této stavby bylo akumulování vody, kterou bylo možné v různých intervalech vylepšovat průtok v řece Úhlavě pro plzeňskou úpravnu vody a to i přesto, že se jednalo o velkou vzdálenost mezi místem spotřeby a samotnou nádrží (Matoušek, 2010).

Výstavbou této přehrady muselo být zatopeno Úhlavské údolí, ve kterém se v té době nacházela část vesnice Hamry. Hamry tedy byly skutečně zatopeny, respektive část, která se nazývala přední Hamry, kde žila v té době i početná komunita dosídlených Rumunů a Němců. Samotný projekt výstavby byl velice inovativní nejen v samotné výstavbě, ale i v systému stavby. Tato skutečnost se projevila nakonec v průsacích, které bylo zapotřebí řešit ihned po dokončení stavby přehrad a jejím zprovoznění (Pašek, 2012).

Jak uvádí Pavel Pašek (2012), byla to „*sypaná hráz kamenitá, s těsnícím návodním betonovým štítem, v podstatě betonová deska. A třeba Hracholusky, tak ty mají těsnění, že mají uprostřed jíl, jílový těsnění a k tomu jsou pak posypány kameny. Správný odborný výraz je kamenitá. Balvany se tam vozily. Podobná je tomu nádrž Skalka u Chebu, tam jsem taky dělala, tak je taky návodní těsnící štít a podle toho se dělalo Nýrsko.*“ (Rozhovor Elišky Kutné s Ing. Pavlem Paškem roku 2012).

Během kontroly zmiňovaných průsaků přehrady byla aplikována technologie, na kterou si nárokuje výhradní právo francouzská firma Bachy Solentache, která funguje již od roku 1992 i na území ČR (Gergel, Husák, 1997).

Samotnou výstavbu komplikovaly různé problémy, jako například velice častý déšť, který doprovázel výstavbu přehrady i silnice. Mimo jiné výstavbu doprovázely různé nehody dělníků. Jednou z příčin úrazů byly kameny, které během lámání odlétaly příliš daleko, což byl důsledek nepředepsaných přesných podmínek v rámci množství trhavín, které měly být použity (Gergel, Husák, 1997).

Kapacita nýrské nádrže je dostačující pro Domažlicko i Klatovsko. V roce 1973 bych schválen záměr postavit novou úpravnu vody poblíž přehrady. Stavba byla uskutečněna v letech 1980 až 1986. Úpravna vody v Milencích dodávala vodu do Domažlic, Klatov a ostatních přilehlých oblastí. V povodí Berounky je zde ze všech nádrží nejvíce čistá voda a je snadno upravována na pitnou vodu (Hasík, 1974).

Kamenitá, sypaná hráz má železobetonový návodní těsnící štít. Vzdušní líc přirozeně do okolní přírody a je osázen okrasnými dřevinami. Délka hráze je v místě koruny 320 m a výška nad terénem 36 m. U levého břehu hrází prochází komunikační a odpadní štola, na jejímž začátku se nachází kruhová věž objektu sdruženého s šachtovým přelivem, dvěma spodními výpustěmi a vodárenskými odběry. V roce 1996 byla dodatečně instalována na každou výpust' turbína Bánkiho ČKD (Hasík, 1974).

Nádrž je umístěna ve III. zóně CHKO Šumava (Chráněná krajinná oblast). Směrem k Hojsově Stráži je nad nádrží přírodní rezervace Úhlavský luh. Šumava je pro turisty velice vyhledávanou a atraktivní oblastí protkanou mnoha značenými turistickými cestami včetně cyklostezek. Úhlavu vyhledávají i vodáci, minimálně jednou do roka se voda z nádrže odpouští pro vodáckou akci, která je celostátně organizována (Kratochvíl, 1961).

V průběhu roku se průtok vody mění. Klimatickými výkyvy je na řece vytvářen proměnlivý tok. Mezi priority Nýrské přehrady patří eliminování těchto výkyvů. V jarních měsících se průtok řeky od běžného stavu vychyluje a v Nýrské přehradě je zadržován určitý objem vody. V letním období je naopak v přehradě zajišťováno dostatečné množství vody, především pro úpravnu pitné vody v Plzni. Po dokončení stavby a spuštění do provozu bylo zjištěno, že je retenční schopnost nádrže tak vysoká, že zvládne pitnou vodou zásobovat i Domažlicko a Klatovy. V současnosti je problematika zásoby pitné vody aktuálním tématem. Právě z toho



důvodu jsou na udržení vody v přírodě velice vhodným řešením retenční nádrže (ITRAS, online).

S vybudováním každé nádrže hrozí i její protržení. K tomuto negativnímu vlivu může dojít například z důvodu nevhodně zvoleného materiálu, povětrnostních vlivů, záměrného zničení přehrad, nesprávné údržby atd. Pokud dojde k protržení, způsobí to nepříznivé dopady a je stěžejní reagovat okamžitě zajištěním veškerých opatření. Prioritou je obyvatelstvo varovat a začít evakuovat osoby, které může ohrozit zátopová vlna. Vše by mělo být řešeno územně příslušným havarijním plánem zahrnujícím plán ochrany území pod daným vodním dílem (ITRAS, online).

V případě protržení přehrady Nýrsko má vlastník tohoto díla zpracovaná opatření a typové plány, jak předat co nejrychleji příslušným orgánům veškeré potřebné informace. Město by zasáhla povodňová vlna přibližně za 10 hodin, tedy existuje relativně dostatek času na uskutečnění opatření snižujících následky zvláště povodně (Zákon č. 254 o vodách a změně některých zákonů).

## 5.1 Hydrologické údaje

Základní data hydrologického charakteru pro VD Nýrsko poskytl Český hydrometeorologický ústav s pobočkou v Plzni. Data byla zpracována pro období 1931 – 1980. Hydrologická data vychází z platného řádu VD.

- Plocha povodí – 81 km<sup>2</sup>.
- Hydrologické číslo povodí – 1-10-03-007.
- Průměrný dlouhodobý roční průtok  $Q_a$  – 1,45 m<sup>3</sup>/s.
- Průměrný roční úhrn srážek  $H_s$  – 1037 mm.

### N-leté průtoky $Q_N$ (m<sup>3</sup>/s)

Q1	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q1000
10	24	32	41	55	66	115

Zdroj: vlastní zpracování, 2019

### m-denní průtoky $Q_{md}$ ( $m^3/s$ )

Q30	Q60	Q90	Q12	Q15	Q18	Q21	Q24	Q27	Q30	Q33	Q35	Q36
			0	0	0	0	0	0	0	0	5	4
2,9	2,2	1,8	1,5	1,3	1,14	1	0,9	0,75	0,6	0,5	0,4	0,2

Zdroj: vlastní zpracování, 2019

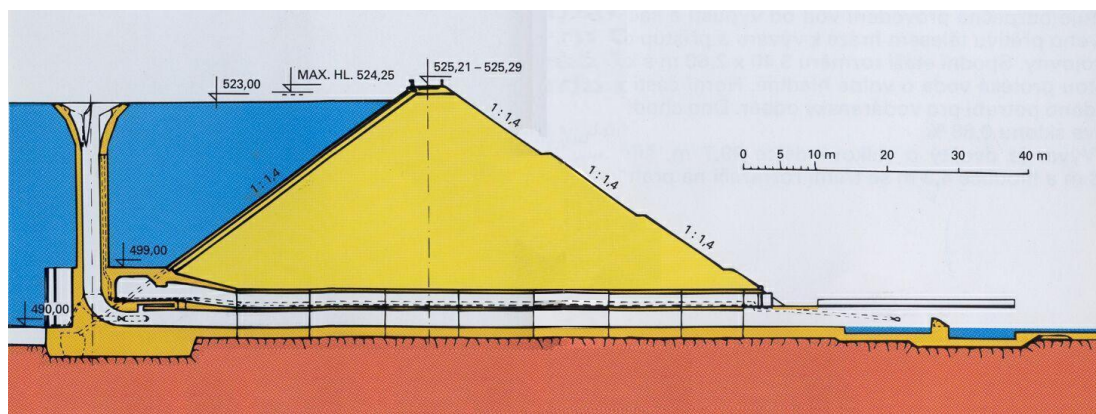
### 5.1.1 Rozdělení prostoru nádrže

VD Nýrsko je sestaveno z následujících objektů (Rataj, 2004):

- Úpravy pod hrází.
- Vzdouvací objekt.
- Funkční objekt (odběrné a výpustné zařízení; šachtový přeliv; komunikační a odpadní štola; malá vodní elektrárna.
- PHO, nádrž.
- Plovoucí garáž.
- Skladovací a technické zázemí, dům hrázného.

V prostoru nádrže se nachází zásobní prostor, stálé nadržení, celkový ovladatelný prostor, ochranný ovladatelný prostor, nádrž, ochranný neovladatelný prostor (Rataj, 2004).

#### Prostor nádrže



Zdroj: provozní řád VD Nýrsko

- **Vzdouvací objekt**

Vzdouvací objekt VD byl vybudovaný ve druhé polovině 20. století. Hráz je přímá a sypaná svorovými rulami z lomu v Hamrech s návodním těsněním.

Materiál byl navážen do hráze čelně v silných vrstvách (1,6 m) a byl hutněn vibračními válci. Sklon návodního líce je od koruny hráze k patě nepřerušovaný. Návodní líc je pomocí vrstvy makadamu vyrovnán a hudeňou maltou zatřen za účelem podkladu těsnícího štítu. Vzdušný líc je přerušovaný třemi lavicemi, které jsou umístěné na třech kótách. Ohumusovaný svah je porostlý keři a travou (Rataj, 2004).

### VD Nýrsko



Zdroj: *provozní řád VD Nýrsko*

Na základě měření TBD (technicko-bezpečnostní dohled) a dle provozních zkušeností byly provedeny v letech 1981 – 1983 úpravy za účelem zlepšení stability hráze a zabezpečení průsakových poměrů. Zmiňované úpravy tkvěly v přisypání návodní lavice (patní) s celkovou délkou 255 m a šířkou 4,5 m v koruně. Návodní sklon byl 1:3 a výška od betonové ostruhy na kótě 489,40 m n. m. Lavice byla zakončena kamenným záhozem a textilií Netex. Dále bylo uskutečněno provedení injektáže místa podloží u paty (návodní) hráze a zajištěna trvanlivost těsnícího pláště epoxidovanými nátěry. Před tím, než byla lavice dosypána, byla zrealizována nová celková injekční clona (Rataj, 2004).

- a) **Vzdušný líc** – sklon činí 1:1,4 se třemi lavičkami o šířce 1,5 m. Svah je ohumusován nepravidelným způsobem, oseto je travním semenem a dále jsou na něm keře.
- b) **Těsnící štít** – na návodní straně hráze se nachází těsnící štít, který je tvořen železobetonovým těsnícím pláštěm. Tato deska je silná 45 cm v místě napojení na betonovou patku. Spáry, kde navazují železobetonové desky na betonovou patku, jsou pod gumovým pasem vyplněny měkkou gumou.

Spára je nad gumovým pasem zalitá tmelem dvousložkovým. Řešení vodorovných spár je obdobné.

c) **Odvodnění** – v oblasti vzdušné paty hráze byla uskutečněna drenáž z betonových trubek, s obsypem šterkopískovým. Drény jsou na pravém i levém břehu prodlouženy z důvodu zajištění spádu nutného k měření odpadu měrným přepadem, což zajišťuje možnost sledovat objem vody vytékající z obou drénů. V šachticích obdélníkového tvaru jsou osazeny přepady. Z těchto šachet je odpad zaústěn do odpadního koryta.

d) **Příjezd pod hráz** – zajišťuje jej silnice odbočující vpravo směrem ze stávající silnice Milence-Zelená Lhota. Silnice je upravena tak, aby byla bezprašná, a navazuje na ní asfaltová stezka vedoucí souběžně s patou hráze. Od veřejné silnice ji odděluje ocelová závora. Stezka spadá do Povodí Vltavy.

e) **Osvětlení koruny hráze** – jedná se o tři parková výbojková svítidla umístěná na stožárcích. Ruční ovládání a napájení je z elektroměrového rozváděče v domu hrázného.

f) **Osvětlení venkovní** – toto osvětlení je rozděleno na čtyři části. Jedná se o osvětlení koruny hráze, horní hladiny u plovoucí garáže, šachtového přelivu, schodiště z koruny hráze směrem ke štole zahrnující i osvětlení prostoru přístupové cesty k domu hrázného a před štolou.

g) **Osvětlení horní hladiny u šachtového přelivu** – toto osvětlení je zajišťováno halogenovým reflektorem 1000 W umístěným na stožárku osvětlení ve středu koruny hráze. Reflektor je ručně ovládán (vypínačem) a napojen z napájecí a ze zásuvkové skříně. Je možné ho zapnout jen spolu s osvětlením koruny hráze.

h) **Osvětlení horní hladiny u plovoucí garáže** – dva halogenové reflektory (1000 W) umístěné na stožárku koruny hráze. Reflektory jsou opět ručně ovládány a napojeny ze zásuvkové skříně. Reflektory lze zapnout jediné současně s osvětlením koruny hráze.

i) **Zásuvkové skříně** – zásuvkových skříní je celkem šest. Jsou označeny RH 1 – RH 6. Umístěné jsou na koruně hráze. Zajišťují případné napojení elektrického zařízení během oprav atd.

j) **Osvětlení prostoru před štolou, schodiště ke štole a přístupové cesty k domu hrázného** – zde je sedm kusů parkových výbojkových svítidel

na stožarcích. Ovládání a napojení je z rozvaděče R7 umístěného u vchodu do štoly. Ovládání svítidel je realizováno ručně nebo fotobuňkami v závislosti na intenzitě světla přes den. Fotobuňky jsou umístěny na portále nad vchodem do štoly. Nad vchodem štoly je halogenové svítidlo 500 W, které je napojeno z rozvaděče R7.

### **5.1.2 Spodní výpusti**

Objekt spodních výpustí lze rozdělit na tyto části (Rataj, 2004):

- Komunikační a odpadní štola.
- Komora spodních uzávěrů a výpustí.
- Plato nacházející se před portálem komunikační štoly.
- Vývar situovaný za odpadní štolou.

#### **Spodní výpusti**

Tento objekt navazuje na přívodní koryto v místě nad hrází, které prochází kolmo na osu hráze a je napojováno na vývar a odpadní koryto pod hrází (Rataj, 2004).

Dvě spodní výpusti jsou umístěné ve spodní části funkčního věžového objektu po bokách šachtového přelivu a souměrně k ose hráze. Vtoky jsou lískovcového tvaru (Rataj, 2004).

Přiváděcím korytem je zajištěno napojení spodní výpustí na původní říční koryto. Koryto je napojeno na postranní zdi základových výpustí, které jsou protaženy v rozsahu stavební jímky (protivodní). Jedná se o úsek, kde je koryto zpevněno po celé ploše. Směrem proti vodě je neopevněno (Rataj, 2004).

Vtokový kus je svařovaná konstrukce dimenzovaná na DN 10. Na potrubí spodních výpustí je uchycena DN 700. Redukce profilu na DN 600 z původních DN 700 napomáhá k dostatečnému přetlaku před rozstříkovacím uzávěrem i během otevřeného stavu. Tedy plný průtok je možné využít bez kavitačních jevů a vibrací. Na každé větvi spodních výpustí jsou dva regulační a revizní uzávěry. V případě vyšší hladiny je nezbytné vyčistit česle potápěči během dodržení veškerých

bezpečnostních opatření. Jednou ze základních podmínek je uzavření odběru a výpustí (Rataj, 2004).

V místě za česlemi vtoku se nachází betonové dno zdí. Světlý profil plynule přechází do průměru 700 mm (délka kusu je 1 000 mm). Vtokový kus je svařovanou konstrukcí a dimenzovaný je na DN 10. Na průměr 1 300 je příruba zabetonovaná, na zadní straně kusu vtokového je příruba uchycena na potrubí výpustí spodních. Vtokový kus je kotven v armatuře a opatřený žebry (Rataj, 2004).

Opravy a seřizování servomotorů lze vzhledem ke kovovým plošinám, kam je reálné sestoupit ze strojovny po jednotlivých skobách. Regulačním uzávěrem je vstříkovací ventil DN 600/ DN 10 nacházející se na obou větvích SZ. Tento uzávěr je namontovaný na přírubách výtokových kusů a skládá se z pláště a tělesa. Ovládaný je elektrickým servomotorem, který pohybuje za pomoci mechanických převodů pláštěm. Těleso ventilu je konstrukcí svařovanou a jeho válcová část je na vstupní straně ukončena přírubou. K válcové části je připojen na odtokové části výztužnými žebry rozrážecí kužel. Na vnější straně tělesa jsou připevněny vodící lišty pláště pokračující v odtokové části uzávěru vodícími žebry. Na kuželu se nachází přední těsnění v podobě uchyceného přitlačného pruhu s teflonovým těsněním. Válcová část – plášť ventilu je po obvodu vyztužená žebry a ukončená v čelních rovinách přírubami. Plášť se posouvá za pomoci vodících čepů po lištách tělesa a je opatřený bočními čepy z důvodu uchycení ovládacích táhel (Rataj, 2004).

Ovládací stojan je sestavený z elektrického servomotoru, stojanu s kotvením a pohybového šroubu s maticí. Příslušenství uzávěru je tvořeno soustavou jednotlivých ovládacích pák, spojovacích táhel a ovládacím hřídelem. Ovládací hřídel se nachází ve vodících konzolách na nosné konzole. Doba uzavření a otevření činí přibližně 12 minut (Rataj, 2004).

### **5.1.3 Vodárenské odběry**

Existují celkem tři vodárenské odběry zajišťující odběr surové vody do Milence k úpravě. Zabudovány jsou ve funkčním objektu přelivu šachtového se spodními výpustěmi. Otvory odběrů jsou tvořeny kusy přechodovými svařované konstrukce. Každý tok chrání ocelová mříž. Pro případ revizí či oprav může být vtok zahrazen ocelovou hradidlovou tabulí se šroubem přitlačným, kdy potápěč provádí osazení (Rataj, 2004).

- Uzávěry odběrů – dva uzávěry DN 400/Jt 16 jsou umístěny na každé větvi potrubí odběrného. Ovládají je servopohony.
- Potrubí odběrů – na každém vtoku je připojeno na přechodový kus odběrné potrubí DN 400 mm. Potrubí je vyvedeno do strojovny a uloženo v dříku šachty.

Pohony uzávěrů jsou u klapek typové elektrické motory. Servopohony uzávěrů na odběrech vodárenských jsou ovládány prostřednictvím stykačů z rozváděče RM1 za pomoci trojtlačítek. Na tomto rozváděči je mimo jiné signalizován stav uzávěrů a chodu pohonů včetně indikování poruch svítidly signálními (Rataj, 2004).

Mechanický ručičkový ukazatel je umístěn na každé skříní pohonu jako ukazatel polohy otevření. Krajní polohy jsou vybaveny vypínači dvojího typu – momentovými a koncovými. Za účelem zabránění navlhnutí funkčních částí jsou vybaveny elektropohony vyhřívacími odpory. Veškeré uzávěry je možné ovládat v nouzových případech ručně. Nastane-li havárie na obou větvích SZ, je možné vodu vypouštět do koryta z odběrného řadu. Množství odebrané vody měří indukční průtokoměr umístěný na odběrném potrubí ve štole (Rataj, 2004).

#### **5.1.4 Šachtový (bezpečnostní) přeliv**

Šachtový přeliv slouží k odvedení velkých vod. Společně s vodárenskými odběry a základovými výpustěmi představuje sdružený funkční objekt. Jeho parametry a tvar byly ověřeny na modelu a probírány s pracovníky VÚV v Praze – Podbabě (Rataj, 2004).

Nálevka čili přepadová plocha je konstruována jako parabola vrhová. V nálevce přepadu jsou umístěny čtyři vodící křídla k dosažení režimu spirálového. Vodící křídla jsou odpovídající morfologicky usměrňovacím křídům přepadu šachtového na vodním díle v Hracholuskách. Křídla i povrchové přímky jsou svislé (Rataj, 2004).

Vtoky do odběrů vodárenských jsou kryty ochrannou mříží. U vtoku zařízení pro upevnění a osazení je také provizorní uzávěr. V oblasti uložení trysek je zrealizovaný úkos drážky a trysky jsou po obvodě dříku rozloženy rovnoměrně. Mezi tryskami je potrubí zabetonováno do drážky. Na vnější straně nálevky a dříku je

přichycen profil č. 20 mající dřevěný trámec, na kterém je upevněna vodočetná lať (Rataj, 2004).

K napojení šachty do štoly je štola zavzdušněná, aby se předešlo přilnutí vodního paprsku směrem ke stropu štoly. Zavzdušnění je vyvedeno směrem do horní komunikační části štoly a navrženo takovým způsobem, aby se zabránilo výtryskům vody tímto otvorem do štoly komunikační. Před strojovnou uzávěrů se nachází otvor zavzdušnění. Strojovna uzávěrů je oddělena ocelovými dveřmi. Všechny tyto otvory ústí směrem do štoly komunikační a jsou kryty prorošty před strojovnou (Rataj, 2004).

V místě šachtového přelivu, konkrétně ve stěně dříku, jsou umístěny ve třech etážích pro úpravnu vody odběry vody. Mříže chrání otvory odběrů. Odběrné potrubí, které je uloženo v dříku, vede do strojovny uzávěrů. Každá etáž má svůj uzávěr typu DN 400/11040. Potrubí se spojuje za uzávěry a je po pravé straně štoly komunikační vyvedeno směrem na vzdušnou stranu hráze (Rataj, 2004).

Spodní výpustě (průměr 700 mm) jsou umístěny po stranách přelivu šachtového. Vtok do potrubí je dle návrhu uzpůsobený na minimální hydraulickou ztrátu. Na potrubí jsou umístěny dva uzávěry – vlastní regulační uzávěr a šoupě. V místech nárazu je v důsledku velkých rychlostí realizováno opacnění stěn kanálu odpadního. Nad vyústěním šachtového přelivu směrem do štoly a nad výpustěmi základovými se nachází strojovna uzávěrů. Prosáklá voda je soustředěna v levé dolní části do sběrné jímky (Rataj, 2004).

Voda je rozptylována pomocí rozstřikovacích uzávěrů do bočních kanálů, které jsou systematicky napojeny na odtokovou štolu. Odpadní kanály jsou v celém prostoru zavzdušněny. Směrové lomy jsou všechny zaoblené. Na principu zvedání teplé vody k hladině, je založeno zařízení rozmrazovací. V důsledku proudění je zabráňováno tvorbě ledu. Dávka vzduchu je zajišťována pístovým kompresorem umístěným na konci komunikační štoly poblíž strojovny. Kompresor totožného typu je připraven pro případ poruchy. Kompresor je ovládán ručně přímo na něm (Rataj, 2004).



### **5.1.5 Komunikační a odpadní štola**

Voda je odváděna odpadní štolou od výpustí spodních a z šachtového přelivu. Vlastní štola má dvě patra. Horní patro je komunikační cestou vedoucí ke strojovně. Spodní patro v obdélníkovém tvaru má skosené rohy a protéká jím voda. Za účelem převádění minimálního průtoku je provedena ve dně štoly kyneta. Pravou část tvoří štola, která je přístupná ke kontrole. Monolitický strop ve spodní části je dimenzovaný tak, aby mohla být horní část využita při opravě nebo výměně uzávěrů a v dopravě těžších kusů (Rataj, 2004).

Horní část štoly je parabolického typu a je přístupem do strojovny uzávěrů. Ocelové potrubí DN 600 se nachází v pravé části štoly komunikační a slouží pro přímý odběr vody z přehrady. Celá štola je za pomoci zákazníků rozdělena do tří částí a to základové desky, horní parabolické části a spodního obdélníkového rámu. Odběrné potrubí je uloženo na bločcích podpěrných a prochází na konci štoly kolenem o 90° do její spodní části a zavěšeno je na stropě (Rataj, 2004).

Během automatického provozu je k dopravě montovaného zařízení určený vozík vybavený brzdou ke snazší manipulaci na šikmých částech dráhy. Manipulace je prováděna po kolejkách a uložena v ose komunikační štoly. Vozík je spouštěn na dno vývaru otvorem z komunikační štoly. Světlo v komunikační štole zajišťuje 20 kusů zářivkových svítidel. K nouzovému osvětlení jsou na tomto místě tři kusy zářivkových svítidel. Veškeré zářivky jsou ovládány vypínačem umístěným u vchodu do štoly (Rataj, 2004).

### **5.1.6 MVE – Malá vodní elektrárna**

O odběr povrchové vody a povolení zřízení vodního díla rozhodl Okresní úřad v Klatovech. Investorem Malé vodní elektrárny bylo Povodí Vltavy a. s. V domku hrázného se nachází stavební i strojní dokumentace provedení díla. Umístění MVE je v základové části hráze strojovny. Podle ČSN 7502128 a ČSN 736881 se jedná o přelévanou, hrázovou, poloautomatickou, středotlakou a krytou malou vodní minielektrárnu druhé kategorie. Přes stykače jsou ovládány na přívodech k turbínám servopohony uzávěrů z rozvaděče RM1 prostřednictvím tlačítek či během automatického provozu MVE systémem, který ji řídí. Na tomto

rozvaděči je zároveň signalizován stav včetně indikace poruch svítidly signálními (Rataj, 2004).

- **Elektrotechnická část**

Celé elektrické zařízení VD Nýrsko napájí střídavý elektrický proud s napětím 400/230/24 V. Ochranou vůči dotykovému napětí je samočinné odpojení od zdroje. Kostra velkých kovových částí a pohonů je spojena páskem z oceli, který je spojen s VD (Rataj, 2004).

Ze stožárové stanice transformační je realizováno napájení celého VD. Transformační stanice se nachází pod hrází poblíž vývaru. Rozváděčová skříň je na této transformační stanici osazena a je v ní umístěno hlavní jištění druhotného vývodu pro celé VD. Celkem tři pojistkové vývody jsou provedeny v rozváděčové skříně za účelem napájení všech částí VD. Jeden vývod je pro napájení rozváděče R7, druhý pro dům hrázného a třetí pro napájení rozváděče strojovny. Kromě zmiňovaných vývodů je přiveden do uvedené skříně i vývod z MVE (Rataj, 2004).

Pro sběr dat vycházejících z čidel, propojení sdělovacích zařízení a propojení řídicího systému jsou využity kabely mnohažilového typu TCEKES či CYKY. Na lávkách či jednotlivě ve výkopu, v ochranné trubce a v hrázného domu jsou vedeny vodiče pod omítkou. Do domu hrázného vede silový napájecí kabel AYKY, stávajícím signalizačním kabelem je typ CYKY a sdělovacím kabelem TCEKES. Kabely jsou vyvěšeny na stožarcích od paty hráze k hrázného domu (Rataj, 2004).

### **5.1.7 Úpravy pod hrází**

**Vývar** – napojen je na štolu odpadní. Vývar je trojitý a má tři rozražeče a přechází pozvolna do hluboké a dlouhé štoly, která je zakončena prahem majícím tři rozražeče. V opěrné zdi napravo se nachází prostupy pro potrubí odvodňovací a jalového odpadu. Druhá část vývaru v obdélníkovém tvaru je umístěna za betonovým prahem s rozražeči v délce 10,5 m a v hloubce 1,5 m. Tato část je ukončena prahem z betonu postupuje desetimetrová přechodová část, na kterou pod hrází navazuje koryto odpadní (Rataj, 2004).

### **Funkce vývaru:**

Snahou vhodného návrhu vývaru je vytvoření podmínek pro uskutečnění vodního skoku mírně vzduťého za všech průtoků, které se mohou na díle vyskytnout. Výpočet se liší dle tvaru koryta. Dle vodního skoku se navrhuje délka vývaru.

- **Koryto odpadní** – délka odpadního koryta činí 136 m se spádem 0,7%. Břehy zpevňují patky z kamene lomového o tloušťce až 30 cm mají výšku 1 m.

### **5.1.8 Nádrž a pásma hygienické ochrany (PHO)**

Do nádrže vedou tři přítoky:

- Svinský potok.
- Úhlava.
- Zelenský potok.

Každý přítok měří limnigrafická stanice. Celkový přítok je sledován v současnosti jen bilančním způsobem. Odtok z nýrské nádrže je první měřicí stanicí limnigrafickou. V příloze manipulačního řádu je uvedena měrná křivka stanice. Přenos dat z limnigrafu do počítače zajišťuje Monitorovací systém TBD.

Z koruny hráze vedou betonové schody do nádrže k přístavišti (Rataj, 2004).

PHO (pásma hygienické ochrany) jsou stanovena vodním zákonem č. 138/21973 Sb. PHO byla stanovena dle rozhodnutí odboru VLHZ západočeského KNV. Roku 2003 byl aktualizován návrh ochranných pásem (Rataj, 2004).

#### **Hranice veškerých PHO jsou na hrázi VD totožné (Rataj, 2004):**

- **PHO I. stupeň:** hranice, která je společná všem pásmům z hráze pokračuje k silnici Nýrsko směr Železná Ruda. V délce necelého kilometru pokračuje podél této hranice i I a II PHO. Podél okraje lesa schází hranice I. pásma směrem k zalesněnému pruhu a nádrži. Dále tvoří hranici i vnější okraj pruhu o šířce 50 – 100 m. Hranice vede při ústí Zelenského potoka k nádrži podél cesty do Zelené Lhoty končící pod hladinou nádrže. Tok Úhlavy postupně přechází a po levém břehu nádrže

se vrací po okraji cesty k Hamerskému Dvoru. Dále sleduje opět zalesněný pruh v šířce až 100 m a v oblasti lomu se rozšiřuje na 150 m. Hranice vede ve vzdálenosti cca 350 m od koruny kolmo na břehovou čáru až k silnici na levém břehu a pokračuje dále na hráz.

- **PHO II. stupeň:** jedná se o část vnitřní (PHO II a.) a část vnější (PHO II b.).
  - Vnitřní část – hranice vnitřní části vede po pravém břehu souběžně se silnicí vedoucí z Nýrska do Železné Rudy a do obce Zelená Lhota. V profilu hráze ve vzdálenosti 80 m schází na korunu hráze a tvoří společnou hranici II a., II b. A III pásma.
  - Vnější část – směrem vpravo od hráze vede hranice II b. A III PHO v prodloužení profilu hráze a dále po rozvodnici. Hranice pokračuje dále přes kóty podél lesní cesty a stoupá až do 1 000 m n. m. Za vrchem se vrací zpět na rozvodnici směrem na západ obloukem na jih k lokalitě Hojsova Stráž – Jižní Stráž. Po rozvodnici běží společné hranice až k hrázi.
- **PHO III. stupeň:** směrem vpravo od hráze vede hranice III PHO společně s hranicí PHO II b., až na kótu 1 030 m n. m. jak je výše popsáno. Dále je sledována rozvodnice lesních cest. Detailní průběh hranic veškerých PHO je možné vyčíst z mapových podkladů, které zpracovalo Povodí Vltavy, VR Plzeň a oddělení OČOV.

### 5.1.9 Zařízení pro kontrolu a řízení hospodaření s vodou

V průběhu výstavby VD Nýrsko došlo k vybudování čtyř limnigrafů a to (Rataj, 2004):

1. Limnigrafu na Úhlavě (Hamry).
2. Limnigrafu na Úhlavě (Stará Lhota).
3. Limnigrafu na Svinském potoce.
4. Limnigrafu na Zelenském potoce (Zelená Lhota).

Všechny limnigrafy mají totožnou konstrukci a jsou osazeny přístroji Metra 501 zajišťujícími dálkový přenos informací. Plovákovou šachtu tvoří betonové skruže vysoké půl metru. Dno šachty je z betonu typu B 170 a sestup do ní umožňují vidlicová stupadla. Limnigrafická budka je podle Hydroprojektu Praha. Vodotečná lať slouží k měření hladiny vody v nádrži a je umístěná v šachtovém přelivu na dřívku a na levém břehu podél schodů u návodního líce hráze. Úroveň hladiny vody v nádrži

mimo jiné sledují čísla a tlakový snímač, který je instalován vedle schodiště na nosné ocelové trubce. Zajištěn je přenos informací do hrázného kanceláře (Rataj, 2004).

Pro vodárenské účely slouží měření odběrů indukčním průtokoměrem, který je umístěný v komunikační štole na odběrném potrubí s přenosem vedoucím do hrázného kanceláře (Rataj, 2004).

## 5.2 Využití vodního díla Nýrsko

Hlavní úlohou VD je shromažďovat vodu pro Plzeňskou vodárnu. Během pravidelných kontrol nádrže hrázný dohlíží na dodržování ochranných opatření a hygienických podmínek I. ochranného pásma, svahů, stav břehů a vodní hladiny. Zvláštní pozornost je věnována břehovému opevnění, porostům, kvalitě vody a to stěžejně po přívalových srážkách a po průchodu velkých vod (Rataj, 2004).

### **Provozní práce (Rataj, 2004):**

- každodenní sledování hladiny vody a její čistota. V případě znečištění saponáty, oleji apod. musí být informován technik úseku Úhlavy,
- záznamy o vodních stavech v nádrži,
- pravidelné kontrolování abraze břehů během provozní hladiny, sledování stavu a druhu porostů, eroze atd.,
- po velké vodě kontrolování zátopové oblasti,
- během mimořádného zaklesnutí hladiny kontrolování stavu obnažených břehů,
- odstraňování splavenin z břehů a hladiny nádrže narušující provoz VD či zhoršující kvalitu a hygienické podmínky vody,
- udržování a kontrolování mezníků, výstražné tabule a znaky. Dojde-li k poškození, jejich doplňování a vyměňování.

Pokud je pokryta vodní hladina ledem, je odečítán stav hladiny na vodočtu a pozorovány ledové jevy včetně intenzity chodu ledů. Hrázný zajišťuje odsekávání ledu.

### 5.2.1 Účel vodního díla

Jedná se o vodohospodářské dílo, které zajišťuje prostřednictvím hospodaření s vodou a svou funkcí tyto účely (Rataj, 2004):

- 1) Využívání potenciálu hydroenergetického u menší vodní elektrárny, která je součástí celého vodního díla.
- 2) Odebírání surové vody z prostoru nádrže pro úpravnu vody, dále pro hromadný vodovod, který zásobuje Domažlicko a Klatovsko.
- 3) Minimalizace asanačního průtoku (hodnota 0,360 m<sup>3</sup>/s).
- 4) Částečná eliminace účinku průchodu velkých vod na řece Úhlavě a částečná prevence vodního díla před povodněmi.
- 5) Částečné nadlepšení vodáckých sportů pod vodním dílem.
- 6) Manipulace s účelem zlepšení kvality vody a hygienických podmínek Úhlavy a likvidování následků hygienických havárií.

## 6. Úpravna vody v Milencích

Základní hydrologická data VD Nýrsko jsou poskytována Českým hydrometeorologickým ústavem s pobočkou v Plzni (Semerád, projektová dokumentace)

Součástí vodárenské soustavy Nýrsko je úpravna vody v Milencích. Je zde upravována povrchová voda čerpaná z vodní nádrže v Nýrsku. Tato voda odtéká z filtrů do nádrží akumulčních o objemu 5 000 m<sup>3</sup>. Odtud je vedena gravitačně směrem do spotřebiště a následně čerpána do vodojemu, ze kterého je město Klatovy zásobováno. Voda z nádrže je do úpravný čerpány. Kapacita úpravný činí 230 l/s (Semerád, projektová dokumentace).

Úpravna vody v Milencích prošla rekonstrukcí. Před tím, než k ní došlo, nebyl na úpravně vody zřízen centrální systém řízení celého procesu. Byla zde zřízena pouze místnost dispečinku sloužící pro zobrazování a shromažďování provozních údajů a dat zabývající se poruchami. Morálně i technicky bylo vybavení dispečinku zastaralé. Nebyla zde umístěna dálková regulace (Semerád, projektová dokumentace).

Dnes jsou v provozu úpravný umístěny místní řídicí systémy, které realizují automatické koordinování celé technologie v reálném čase. Jedná se o čerpací stanice surové vody, dávkování chemikálií koagulantu PAX, vápenné hospodářství, akumulace, filtrace a rychlomísení, dávkování chlordioxidu, chloru a oxidu uhličitého, kotelna, čerpací stanice provozního vodojemu a upravené vody a dispečink (Semerád, projektová dokumentace).

Jelikož je čerpací stanice vody od úpravný vody v Milencích vzdálena a trasa přechází po cizích pozemcích, musel být přenos informací uskutečňován prostřednictvím Wi-Fi. Za účelem čerpání surové vody jsou zde čtyři čerpadla a každé z nich má na sání a výtlak speciální klapky. Je-li jedna z klapek otevřená, spouští se čerpadla. Pokud je žádoucí spustit čerpadlo, uzavře se klapka výtlaku a čerpadlo se spustí a poté se klapka výtlaku začne otevírat. Před tím, než je samotné čerpadlo spuštěno, musí se nejprve vydat povel připravující čerpadlo ke spuštění

a následně dojde k signálu o připravenosti čerpadla a dojde k jeho zapnutí (Semerád, projektová dokumentace).

Každé z čerpadel může být nastaveno do automatického regulování otáček. V tomto režimu jsou otáčky regulovány tak, aby se docílilo požadovaného přítoku. Upravená voda je desinfikována chlordioxidem, který napomáhá odstranit problém přechlorování. Oxid chloričitý nemá na rozdíl od chloru stopy zápachu a je mnohem více stabilní a lépe fungující voda odebíraná z VD Nýrsko patří mezi naprosto nejčistší surové vody (Semerád, projektová dokumentace).



## 7. Diskuze

Přehradní nádrž Nýrsko byla vybudovaná ve druhé polovině 20. století v důsledku zatopení Úhlavského údolí. V současnosti slouží mimo jiné jako zásobárna pitné vody pro Domažlicko, Klatovy a Plzeň. VD Nýrsko je situováno v chráněné krajinné oblasti Šumava přibližně 3,5 kilometru od města Nýrsko. Jak již bylo v bakalářské práci zmiňováno, voda je akumulována z několika potoků, zejména se jedná o Zelenský, Svinský potok a Úhlavu. Jako zdroj pitné vody slouží vlastní nádrž. Klatovsko a Domažlicko je zásobováno pitnou vodou skupinovým vodovodem. Částečnou ochranou zabraňující povodním je retenční prostor, který je součástí nádrže. Zákaz koupání zde platí z důvodu pitné vody a její ochrany. Turistům je povolený pohyb v okolí přehrady, avšak jen na vyznačených trasách.

V roce 1981 bylo nutné v rámci zlepšení stability hráze a zabezpečení průsakových poměrů zrealizovat úpravy spočívající v postupném přisypávání návodní patní lavice získané z místních zemín. Jednalo se o jílocementové injektáže v oblasti návodní paty hráze a to ve třech výškách a zajištění větší trvanlivosti co se týče těsnícího pláště ochrannými nátěry, které byly epoxidové. Před tím, než mohla být tato lavice nasypána, bylo nutné provést novou injekční clonu.

Za provoz tohoto VD zodpovídá více osob. Jsou jimi úsekový technik, ředitel závodu Berounka, vedoucí hrázný VD a vedoucí provozního střediska v Plzni.

## 8. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo poskytnout dostatečně obsáhle informace a zhodnocení problematiky týkající se výstavbou vodních děl z historického i současného hlediska. Pro podrobnější rozbor si autor vybral vodní dílo Nýrsko.

Je možné říci, že vodní díla a jejich problematika je uceleným souborem. Stěžejními právními předpisy jsou stavební a vodní zákon, ke kterým přistupuje subsidiárně správní řád. Aby mohla být realizována samotná stavba, je nutné přistupovat zodpovědně k prováděcím předpisům zákona stavebního včetně norem technických a měl by být brán ohled na předpisy zabývající se ochranou životního prostředí.

Vodní nádrže patří mezi významné prvky napomáhající zlepšování jakosti vody. Takový vliv může probíhat pouze ve správné konstrukci nádrže a také záleží na tom, jak dlouho je v nádrži voda zadržena. Nádrže mají mimo jiné funkci krajínotvornou a estetickou. Přispívají k narušování monotónnosti krajiny a její harmonizaci.

Jak z práce vyplývá, v rámci vodohospodářského plánování měla výstavba vodních nádrží na území České republiky několik etap od roku 1945 do současné doby. V současnosti se zrealizovaly pouze rekonstrukce některých vodních děl.

## 9. Použitá literatura

ANDĚRA, M., ZAVŘEL, P., 2003, *Šumava: příroda, historie, život*. Praha: Baset. ISBN 80-860-6465-4.

BARTOVSKÝ, J., 1946, *Vodní cesty a vodohospodářské plánování v Čechách a na Moravě*. Přehled a bilance práce dvou generací, další úkoly. Praha: Svoboda.

BÁČA, V. a kol., 2010, *Přehrady v České republice 2010*. Praha: Český přehradní výbor, ISBN 978-80-7422-103-3.

BAŽANT, J., 1941, *Moravský vodohospodářský plán: Povšechná studie*, Brno.

BAŽANT, Z., 1981, *Zakládání staveb*, Praha, SNTL.

BOOR, B., KUNŠTÁNSKÝ, J., PATOČKA, C., 1968, *Hydraulika pro vodohospodářské stavby*. Praha, SNTL.

BROŽA, V. a kol., 2005, *Přehrady Čech, Moravy a Slezska*. Liberec: Knihy 555, 2005. ISBN 80-86660-11-7.

BROŽA, V. a L. SATRAPA, 2007, *Navrhování přehrad*. Praha: ČVUT, ISBN 978-80-01-03654-9

BROŽA, V., 2011, *Přehrady v České republice 2010: rekonstrukce, mechanizace, sanace a opravy*. Praha: Český přehradní výbor. ISBN 978-80-260-0789-0.

BROŽA, V., 1967, *Nádrže, jezy a přehrady*. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury.

BROŽA, V., 1987, *Přehrady: celostátní vysokoškolská učebnice pro stavební fakulty*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury.

GERGEL, J., HUSÁK, Š., 1997, *Revitalizace vodních nádrží*. Metodika 22/1997. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha.

GRIŠIN, M., 1962, *Gidrotechničeskije sooruzenija*. Moskva, Gosstrojizdat, 1939.

HAINDL, K., 1982, *Zahlčení šachtového přelivu*. Vodní hospodářství.

HASÍK, O., 1974, *Vodohospodářská výstavba a životní prostředí člověka*. Praha: Academia.

- HULE, M., 2003, *Rybníkářství na Třeboňsku: Historický průvodce*. Třeboň: Carpio Třeboň, ISBN 80-86434-00-1.
- JUST, T. a kol., 2003, *Revitalizace vodního prostředí*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, ISBN 80-86064-72-7.
- JEŽDÍK, T., 1957, *Statická řešení zděných přehrad*. Praha, SNTL.
- KAMENOV, B., KYSELA, Z., 1983, *Spolehlivost a riziko při navrhování základů staveb a posuzování stability svahů*.
- KOLÁŘ, V. a kol., 1966, *Hydraulika. Technický průvodce č. 5*, Praha, SNTL.
- KRATOCHVÍL, S., 1961, *Vodní nádrže a přehrady*, Praha, Nakladatelství Československé akademie věd.
- KUTÍLEK, P., 1984, *Vegetační doprovod okolí přehradních hrází: resortní úkol R4 "Zlepšování životního prostředí"*. Brno: Hydroprojekt. KYSELA, Z., 1983, *Riziko a efektivnost navrhovaných základů staveb a svahů*. Inž. Stavby.
- PATERA, A., NACHÁZEL, K., FOŠUMPAUR, P., 2002, *Nádrže a vodohospodářské soustav 10*. Praha: ČVUT. ISBN 80-01-02620-5.
- PETER, P., 1977, *Teoretické problémy vzdůvacích objektů*. Bratislava, Edič. str. SVŠT.
- POKORNÝ, D., PEŠEK, V., MEDUNOVÁ, A., 2006, *Voda v ČR do kapsy*. 1. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství, 96 s. ISBN 80-708-4498-1.
- RATAJ, M., 2004. *Provozní řád pro vodní dílo Nýrsko*. Praha: Povodí Vltavy, státní podnik.
- ŘÍHA, J., 2008, *Úvod do rizikové analýzy přehrad*. Brno: CERM, ISBN 978- 80-7204-608-9.
- STARÝ, M., 1990, *Nádrže a vodohospodářské soustavy*. Brno: Vysoké učení technické, ISBN 80-214-0191-5.
- SEMERÁD, M., *Modernizace a rekonstrukce technologie úpravy vody Milence*, Siemens s.r.o., Divize IaS, Úsek Brno.

ŠÁLEK, J., 1987, *Malé vodní nádrže a životní prostředí*. 1. vyd. Brno: Dům techniky ČSVTS Brno.

ŠÁLEK, J., MIKA, Z., TRESOVÁ, A., 1989, *Rybníky a účelové nádrže*. 1. vyd. Praha: SNTL, 267 s. ISBN 80-030-0092-0.

MATĚJÍČEK, J., ROTSCHEIN, P., 2006, *Povodí Moravy: 1966-2006*. Brno: Povodí Moravy. ISBN 80-239-8163-3.

MAREŠ, S a kol., 1983, *Geofyzikální metody v hydrogeologii a inženýrské geologii*. Praha, SNTL.

MEJZLÍK, L., 1960, *Statické řešení betonových přehrad*. Praha, SNTL.

VOTRUBA, L., BROŽA, V., KAZDA, I., 1979, *Přehrady*. Praha, ČVUT.

VOTRUBA, I. a kol., 1967, *Nádrže, jezy a přehrady*. Technický průvodce. Praha, SNTL.

### **Internetové a jiné zdroje**

HOSCH, W. L., 2007, Tibi Dam [online]. [cit. 2019-03-11], dostupné z: <https://www.britannica.com/topic/Tibi-Dam>.

KRAML, K., 2002, *Vodní dílo Křivoklát na Berounce* [online]. [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: <http://www.karelkraml.cz>.

CHANSON, H. – JAMES, D. P., 2009, *Historical Development of Arch Dams: from Cut-Stone Arches to Modern Concrete Designs* [online]. [cit. 2019-03-14]. Dostupné z: <http://www.uq.edu.au/>.

RADOUŠ, F., 1914, *Zprávy zvláštního komitétu o výsledcích šetření o návrhu užitkové a vyrovnávací nádrže na Berounce*. Praha: Ústav ku podpoře průmyslu. Zprávy ústavu ku podpoře průmyslu Obchodní a živnostenské komory v Praze.

Tealdi S., Camporeale C., Ridolfi L., 2011, *Modeling the impact of river damming on riparian vegetation*, Journal of Hydrology.

Watters G. T., 1996, *Small dams as a barriers to freshwater mussels (bivalvia, unio-noida) and their hosts*, Biological conservation.

Zákon č. 254 o vodách a změně některých zákonů (vodní zákon).

Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění změn a doplňků.

*ITRAS. Přehrada Nýrsko, 2009-2015*, [online], [cit. 2019-03-14]. Dostupné z: <http://itras.cz/prehrada-nyrsko/>.

## 10. Seznam zkratek

General LAPV - území chráněné pro akumulaci povrchových vod

ČR - České republika

ČSSR - Československá socialistická republika

SSSR - Svaz sovětských socialistických republik

VD - vodní dílo

Př. n. l. - před naším letopočtem

n. m. - nad mořem

VÚV - Výzkumný ústav vodohospodářský

ČHMÚ - Český hydrometeorologický ústav

CHKO - Chráněná krajinná oblast

TBD - technicko-bezpečnostní dohled

PHO - pásmo hygienické stanice

MVE - malá vodní elektrárna

VLHZ - vodní, lesní hospodářství a zemědělství

KNV - krajský národní výbor

## 11. Přílohy

*Obrázek č. 1 Bezpečnostní přeliv*



Zdroj: autor

*Obrázek č. 2 Hráz vodní nádrže*



Zdroj: autor



*Obrázek č. 3 Hráz vodní nádrže*



Zdroj: **autor**

*Obrázek č. 4 Hráz vodní nádrže*



Zdroj: **autor**

*Obrázek č. 5 Komunikační štola*



Zdroj: autor

*Obrázek č. 6 Přítok Svinský potok*



Zdroj: autor



*Obrázek č. 7 Přítok Úhlava*



Zdroj: autor

*Obrázek č. 8 Přítok Zelenský potok*



Zdroj: autor

*Obrázek č. 9 Vodárenské odběry*



Zdroj: autor

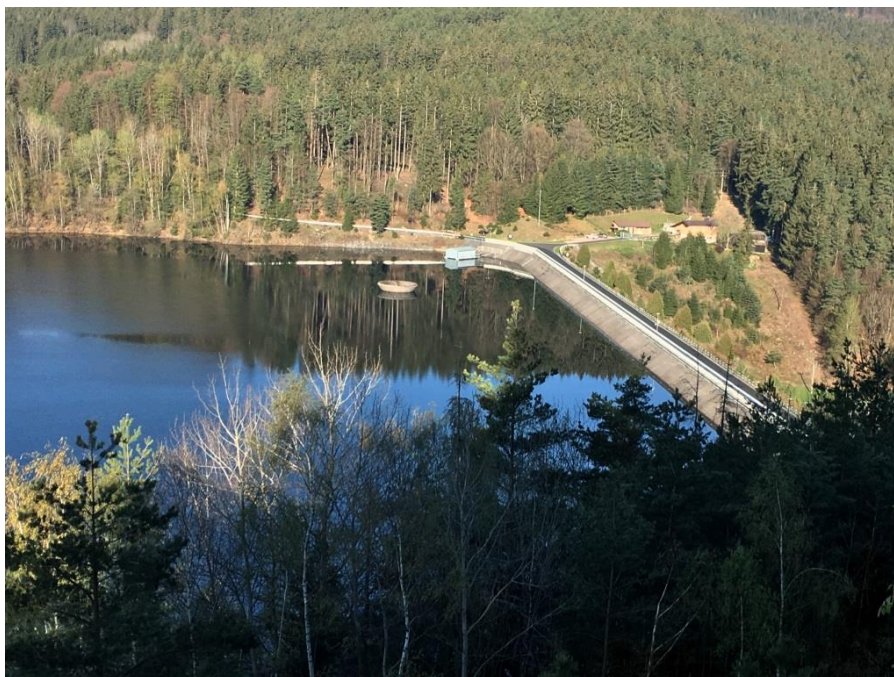
*Obrázek č. 10 Vodní nádrž*



Zdroj: autor



*Obrázek č. 11 Vodní nádrž*



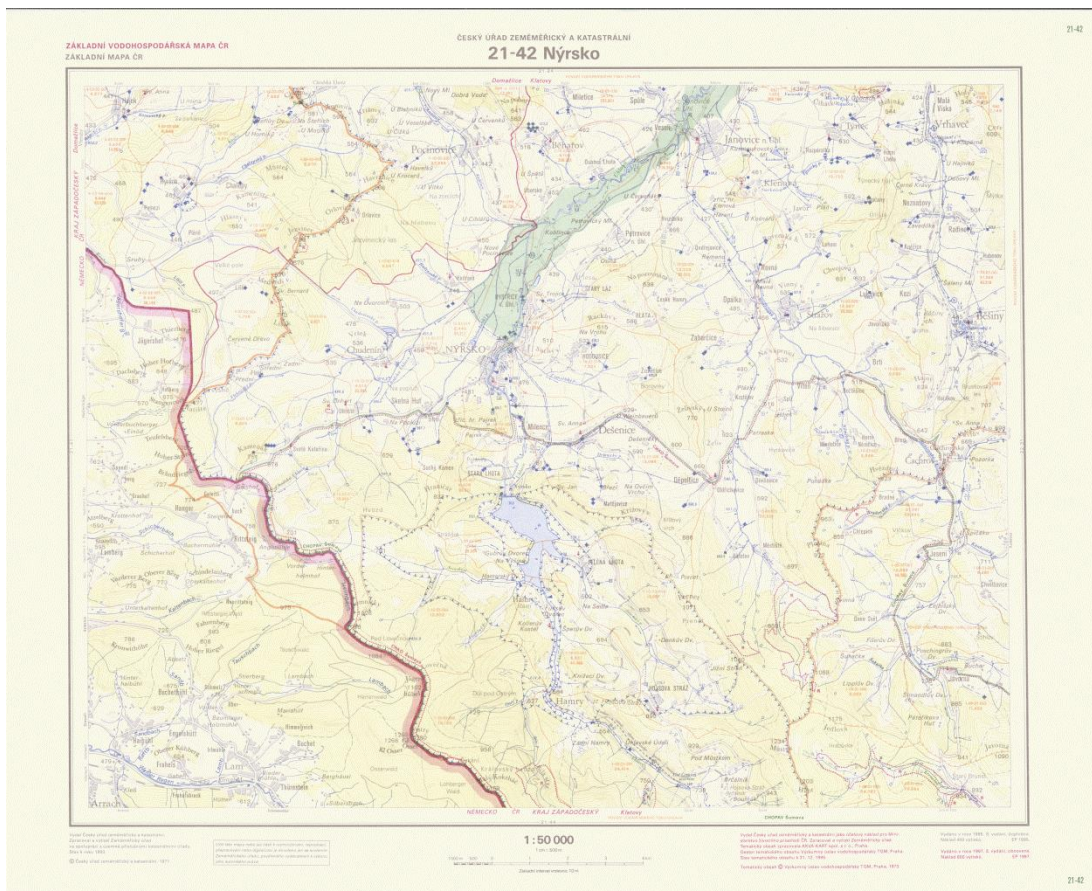
Zdroj: **autor**

*Obrázek č. 12 Vývar*



Zdroj: **autor**

Obrázek č. 13 Základní vodohospodářská mapa



Zdroj: <https://heis.vuv.cz/>