

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŠTVÍ A
ENVIRONMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ



VODNÍ DÍLO ORLÍK A JEHO VLIV NA ŽIVOTNÍ
PROSTŘEDÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Adam Reil

Bakalant: Erika Šmatláková

2016

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Erika Šmatláková

Územní technická a správní služba

Název práce

Vodní dílo Orlík a jeho vliv na životní prostředí

Název anglicky

The dam reservoir Orlík and its effect on the environment

Cíle práce

Cílem této práce je přiblížení největšího vodního díla v České republice, přehrady Orlík. Především pak popis vzniku této přehrady, technických parametrů, účelu přehrady z hlediska využití v souvislosti s Vltavskou kaskádou. Dílčím cílem je zmapování dopadů výstavby na okolní krajinu a životní prostředí. Dále bude charakterizována funkce vodního díla při povodňovém ohrožení a využití vodní nádrže jako vodní elektrárny a eventuální záměr s nádrží do budoucna.

Práce má zhodnotit, zda vodní nádrž plní svou primární úlohu a poukazuje také na možné budoucí koncepty, které mají zdokonalit využití a především bezpečnost.

Metodika

Analýza využití vodní nádrže Orlík bude vyhodnocována na základě dostupné literatury věnující se hydro-technickým stavbám, dále z archivních materiálů Archivu města Příbram a také odborných podkladů a statistik získaných od státního podniku Povodí Vltavy.

Hlavní metodou práce bude rešerše odborné a další relevantní literatury, tedy literární rešerše, kdy bude zhodnocen aktuální stav poznání o dané oblasti. Použita bude v první řadě literatura, která se věnuje hydro-technickým stavbám a ostatní dostupná literatura, jako brožury a internetové zdroje. Samotné zpracování práce je založeno na základě získaných poznatků z hydrologie, geografie, environmentálních oborů, práva a znalostí souvisejících s požadavky týkající se provozu vodních elektráren.

Doporučený rozsah práce

cca 30 stran + grafické přílohy

Klíčová slova

Přehrada, Orlická přehrada, Vltavská kaskáda, Voda, Životní prostředí.

Doporučené zdroje informací

- BROŽA, V. [ed].: 2011. Dams in Czech Republic 2010. Prague: Czech National Committee on Large Dams, 83 s.
- BROŽA, Vojtěch a SATRAPA, Ladislav. Hydrotechnické stavby. Praha: Ediční středisko ČVUT, 1992. 169 s. ISBN 80-01-00853-3.
- CHLUM, A.: 1958. Vodohospodářská výstavba na Vltavě (Vltavská kaskáda). Praha: Ředitelství výstavby a rozvoje správy vodohospodářských děl.
- KREDBA M.: 1967. Historie vývoje řešení Vltavské kaskády, projektu vodního díla Orlík a jeho konečná koncepce Výstavba vodního díla Orlík. Praha: Ministerstvo stavebnictví, Ústav racionalizace ve stavebnictví.
- PŘÍKRYL, František. Vodní dílo Orlík. 1. vyd. Praha: STN, 1962. 34, [2] s.
- SLAVÍKOVÁ L., 2007: Ochrana před povodněmi. Praha: IREAS, 80 s.

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Adam Reil

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 23. 3. 2016

prof. Ing. Pavel Pech, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 24. 3. 2016

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 10. 04. 2016

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, pod vedením Ing. Adama Reila, a že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

V Praze 30. března 2016

.....
Erika Šmatláková

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Adamu Reilovi za cenné rady, připomínky a metodické vedení práce, dále za poskytování cenných informací pro zpracování práce, a pochopení při plnění pracovních povinností a v neposlední řadě své rodině za podporu.

V Praze 30. března 2016

Abstrakt

Vodní nádrže jsou dnes nedílnou součástí dnešní civilizace, která je závislá na vodě obecně, ať se již jedná o výrobu elektrické energie z vody nebo využití v potravinářství atd. Práce tedy pojednává o historii vodních nádrží a přehrad, jejich účincích, pozitivních i negativních, na okolní krajinu a prostředí. Hlavním cílem této práce je shrnutí poznatků a popis vodního díla Orlík z pohledu jeho historie, výstavby a technických parametrů.. Část práce pojednává o jejím vlivu na krajinný ráz a dopad na životní prostředí. Práce se dále věnuje využití přehradní nádrže Orlík a v neposlední řadě je popsána současnost přehrady s výhledem do budoucna.

Klíčová slova: Přehrada, Orlík, Vltavská kaskáda, Voda, Životní prostředí.

Abstract

Water reservoirs are currently an essential part of our civilization, which depends on water in general, whether it be the production of electricity from water, or use in food processing etc. Work discusses the history of water reservoirs and dams, their positive and negative effects on the surrounding landscape and environment. The main objective of this work is a summary of knowledge and description of the water work Orlik in terms of its history, construction and technical parameters. Part of the work is about its effect on the landscape character and impact on the environment. The thesis also deals with usefulness of the reservoir Orlik and finally describes the present of dam with a view to the future.

Key words: Dam, Orlík, Vltava cascade, Water, Environment.

OBSAH

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | Úvod | 8 |
| 2 | Cíle práce | 10 |
| 3 | Metodika | 11 |
| 4 | Voda a vodní díla | 12 |
| 4.1 | Dělení podle charakteristických hledisek | 12 |
| 4.2 | Účinky na okolní prostředí | 13 |
| 4.3 | Přehrady | 14 |
| 4.3.1 | Historie..... | 15 |
| 4.3.2 | Úloha přehrad..... | 16 |
| 4.4 | Technické informace | 17 |
| 4.4.1 | Přehrady dle stavební hmoty..... | 17 |
| 4.4.2 | Přehrady dle konstrukce a statického působení | 18 |
| 4.4.3 | Rizika vyplývající z existence přehrad | 19 |
| 4.5 | Vodní nádrže na řece Vltavě | 20 |
| 5 | Orlík | 21 |
| 5.1 | Vltavská kaskáda | 21 |
| 5.1.1 | Historie Vltavské kaskády..... | 22 |
| 5.1.2 | Současné účely Vltavské kaskády..... | 23 |
| 5.2 | Výstavba přehrady Orlík | 23 |
| 5.2.1 | Zmizelé obce | 25 |
| 5.3 | Využití orlické nádrže | 25 |
| 5.4 | Energetické využívání | 26 |
| 5.5 | Současnost přehrady | 27 |
| 5.6 | Vliv na životní prostředí | 28 |
| 5.7 | Obnova životního prostředí v okolí vodní nádrže Orlík | 29 |
| 5.7.1 | Navrhovaná opatření | 30 |
| 5.8 | Protipovodňová ochrana | 32 |
| 6 | Diskuze | 36 |
| 7 | Závěr | 38 |
| 8 | Přehled literatury a použitých zdrojů | 40 |
| | Literární zdroje | 40 |
| | Elektronické zdroje..... | 42 |

1 Úvod

Počátkem 20. století lidstvo začalo využívat vodu k výrobě elektrické energie za pomoci vodních elektráren. Povodí Vltavy, státní podnik, navazuje na nejlepší tradice a zkušenosti českého vodního hospodářství. Cílem je zlepšovat možnosti všestranného využívání povrchových a podzemních vod v celém hydrologickém povodí Vltavy tak, aby zůstalo významným místem zdravého životního prostředí a plnohodnotného života lidí. Na území o celkové rozloze 28 708 km² spravuje Povodí Vltavy, státní podnik, více než 23 000 km vodních toků v hydrologickém povodí řeky Vltavy a v dalších vymezených hydrologických povodích, z toho je 5 470 km významných vodních toků, téměř 12 000 km určených drobných vodních toků a dalších téměř 5 700 km neurčených drobných vodních toků. Dále má právo hospodařit se 111 vodními nádržemi a 9 poldry, z toho je 31 významných vodních nádrží, 20 plavebními komorami na Vltavské vodní cestě, 48 pohyblivými a 295 pevnými jezy a 19 malými vodními elektrárnami (Ďurica, 2010).

Asi jedním z nejčistších zdrojů energie, nejšetrnějších k životnímu prostředí vůbec, je energie vodní. Koloběh vody tak znamená stále se obnovující zdroj energie, u něhož je nepravděpodobné, že by došlo v blízké budoucnosti k jeho vyčerpání, na rozdíl od energie získávané z fosilních paliv, která se utvářela po dobu několika milionů let, a jejich množství je na Zemi omezené a vyčerpatelné. Avšak v České republice nejsou podmínky na řekách příliš ideální k budování velkých vodních přehrad s elektrárnami, protože značné množství řek pramenících na našem území, nemá potřebný spád, průtok ani dostatečné množství vody (Musil, 2009). Také proto se jako vhodnější varianta jeví do budoucna spíše stavba menších vodních elektráren a přečerpávacích vodních elektráren, které s sebou však nesou řadu negativních aspektů (Musil, 2009), mezi které bezpochyby patří i okolní vliv na životní prostředí.

Právě malé vodní elektrárny se dříve budovaly zvláště na místech bývalých mlýnů a jezů. Využívalo se tak již stávajících vodních náhonů, aby se nemusely budovat nové, což by se značně prodražilo. Přečerpávací elektrárny se vyznačují zvláště v možnosti řízení energie – akumulaci a okamžitého spuštění v akutních situacích a nutnosti rovnoměrného zásobování sítě nejen elektrickou energií (Motlík, 2007).

Tato práce pojednává o vodních dílech obecně, jejich rozdělení dle různých hledisek, následně je zaměřena na přehrady a jejich historii a funkci v krajině. Dále konkrétně přechází k vodnímu dílu Orlík, jeho budování, a to jak přehrady samotné, tak i nádrže Orlík, historické aspekty vzniku přehrady, její všestranné využití, narušování životního prostředí, potažmo možné návrhy na jeho obnovu. Řešena je též protipovodňová ochrana, která je jistě nedílnou složkou při návrzích a budování vodních nádrží. V případě protržení hráze Orlické přehrady by totiž povodňová vlna způsobila katastrofální škody a zaplavila by rozsáhlá území a některé obce by tak zmizely celé pod vodou, přičemž nelze opomenout nevyčísitelné škody na obětech, na lidských životech.

2 Cíle práce

Cílem této práce je přiblížení největšího vodního díla v České republice, přehrady Orlick, zejména popis geneze vzniku této přehrady, její technické parametry, přiblížení účelu vzniku v souvislosti s Vltavskou kaskádou z hlediska využití. Dílčím cílem je zmapování dopadů výstavby na okolní krajinu a životní prostředí, a navrhovaná případná opatření, dále bude charakterizována funkce vodního díla při povodňovém ohrožení a využití vodní nádrže zvláště pak jako vodní elektrárny a eventuální záměr s nádrží do budoucna.

Práce má zhodnotit, zda vodní nádrž plní svou primární úlohu, a poukazuje také na možné budoucí koncepce, které mají zdokonalit využití a především bezpečnost.

3 Metodika

Analýza využití vodní nádrže Orlík bude vyhodnocována na základě dostupné literatury věnující se hydrotechnickým stavbám, dále archivních materiálů Archivu města Příbram a také odborných podkladů a statistik získaných od státního podniku Povodí Vltavy.

Hlavní metodou práce bude rešerše odborné a další relevantní literatury, tedy literární rešerše, kdy bude zhodnocen aktuální stav poznání o dané oblasti. Použita bude v první řadě literatura, která se věnuje hydrotechnickým stavbám, následně pak bude použita dostupná literatura, jako brožury a internetové zdroje.

Samotné zpracování práce bylo postaveno na základě získaných poznatků z oborů hydrologie a geografie, enviromentalistiky, práva a znalostí souvisejících s požadavky týkajícími se provozu vodních elektráren.

4 Voda a vodní díla

Vodní díla a jejich výstavba mají v Čechách bohatou historii sahající až k počátku 19. století. V současné době vodní díla, respektive vodní nádrže, plní svou nezastupitelnou funkci při hospodaření s povrchovou vodou (správě povodí a vodních toků), ať už se jedná o zásobování pitnou vodou, ochranu před povodněmi, zlepšení odtokových poměrů, využití energetického potenciálu, odběry akumulované vody pro průmyslové a zemědělské účely nebo účely rekreační. Z hlediska technicko-bezpečnostního dohledu nad vodními díly, ve smyslu zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (Vodní zákon), lze vodní díla rozdělit, dle jejich významu do I. až IV. kategorie, podle rizika ohrožení lidských životů, možných škod na majetku v přilehlém území a ztrát z omezení funkcí a užitek ve veřejném zájmu. Povodí Vltavy, státní podnik, má právo hospodařit s celkem 31 významných vodních nádrží o celkovém objemu cca 1 767 mil. m³ ovladatelného retenčního prostoru. Nejvýznamnější z těchto vodních děl jsou se svým celkovým objemem 1 026 mil. m³ vodní díla Lipno I a Orlik na Vltavě. Z hlediska zásobování hlavního města Prahy pitnou vodou je nejvýznamnější nádrží v povodí Vltavy vodní dílo Švihov na Želivce s celkovým objemem 309 mil. m³. Účinnost vodních elektráren je velice vysoká s nízkými provozními náklady. Produkuje velice málo tepla, čímž škodlivé emise ohrožují životní prostředí minimálně (Mastný a kol., 2011).

Dle Státní správy zeměměřičství a katastru vodních nádrží s objemem větším než 30 mil. m³ je patrné, že na řece Vltavě se nachází tři přehrady, z toho Orlik a Lipno, které jsou největší co do objemu vody. Tyto nádrže neslouží jen k chovu ryb, ale především k rekreačním účelům a také k požární ochraně.

4.1 Dělení podle charakteristických hledisek

Dělení nádrže podle charakteristických hledisek (Broža a kol., 1992):

- *podle vzniku,*
- *podle umístění,*
- *podle funkce,*
- *podle cyklu hospodaření.*

Dělení nádrží podle vzniku (Broža, 1988):

- přírodní - jezera vulkanického, tektonického, krasového nebo ledovcového původu,
- umělé – vzniklé cíleně člověkem.

Dělení nádrží podle umístění (Votruba a kol., 1978):

- protékané vodním tokem,
- neprotékané – nádrže mimo tok s uměle vybudovaným přívodem a odvodem vody.

Dělení nádrží podle základní funkce (Nacházel a kol., 1997):

- zásobní – zajištění odběrů vody, zlepšení průtoků v tocích,
- ochranné – snížení povodňových průtoků.

Další funkce nádrží (Milerski a kol., 2005):

- rekreační,
- využití pro energetické účely,
- úprava vlastní vody,
- zachycení splavenin hromadění odpadů.

Dělení nádrží podle cyklu nádrže (období, kdy proběhne jedno vyprázdnění a naplnění nádrže), (Tlapák a kol., 2002):

- roční cyklus - sezónní cyklus řízení odtoku,
- víceletý cyklus – nádrž není schopna po částečném či úplném vyprázdnění zásobního prostoru jej během každého roku - opět zcela zaplnit – víceletý cyklus řízení odtoku,
- krátkodobý cyklus odtoku – cyklus proběhne během relativně krátké doby (1 dne nebo týdne) – denní či týdenní řízení odtoku,
- nepravidelný cyklus – v případě nádrží s příležitostným odběrem.

4.2 Účinky na okolní prostředí

Fyzikální účinky nádrží (Kratochvíl a kol., 1985):

- vliv nádrže na hydrologický režim toku pod nádrží,
- ovlivnění mikroklimatu v okolí nádrže,
- vliv nádrže na režim podzemních vod v okolí nádrže,

- zanášení nádrží a ovlivnění splaveninového režimu toku pod nádrží,
- abraze a sesuvy břehů,
- teplotní režim nádrže a toku pod nádrží,
- ledový režim nádrže a toku pod nádrží,
- seismičita v souvislosti s výstavbou nádrží.

Biologické a chemické účinky (Broža, 1988):

- změna kyslíkového režimu,
- tvorba biomasy v nádrži,
- život vyšších živočichů.

Nepříznivé účinky (Benndorf, 1990):

- výrazné zhoršení prostředí v průběhu stavby trvající několik let,
- problematika řešení stávající zástavby a průmyslu v dosahu navrhovaného vzdutí,
- razantní zásah do přirozeného režimu vodních toků – přerušení přirozené migrace živočichů v podélném profilu toku.

4.3 Přehrad

Povodně již od pradávna postihují člověka při jeho aktivitách a každodenním životě. S rostoucím počtem lidí a jejich infrastruktury v těsné blízkosti vodních toků dochází také k jejich stále častějšímu a zvyšujícímu se ohrožení, které je způsobené právě povodněmi. Jedním ze způsobů, jak je možné se následkům povodní bránit, je zadržování povodňové vody ještě před tím, než nás může ohrozit. Toho lze dosáhnout buď zvyšováním retenční kapacity krajiny, nebo budováním retenčních nádrží-přehrad. A protože historie budování retenčních nádrží v České republice je poměrně bohatá, byl učiněn pokus v rámci řešení výzkumného projektu Ministerstva kultury ČR s názvem „Metody a nástroje ochrany a záchrany kulturního dědictví ohroženého povodněmi“, který měl představit široké veřejnosti historii výstavby přehrad a nádrží s protipovodňovým účinkem prostřednictvím výstavy na půdě Národního technického muzea s názvem: „Přehrad jako odkaz kulturního dědictví v ochraně před povodněmi“. Tato historie v našich zemích sahá až do období 14. století (např. Máchovo jezero) a dále pak do 15. až 16. století, kdy došlo k rozmachu rybníkářství, zejména na jihu Čech a na Pardubicku. Řada již tehdy budovaných rybníků měla jako jeden z účelů ochranu před povodněmi. Nejvýznamnějším obdobím budování přehrad

k ochraně před povodněmi je přelom 19. a 20. století a začátek 20. století, kdy bylo vybudováno velké množství přehrad, z nichž je dnes již řada vyhlášena jako kulturní památky. Jednalo se zejména o stavby hrází zděných z lomového kamene, posléze i zemních a betonových. Výstava mapuje přibližně 40 přehrad v České republice s protipovodňovým účinkem, které dnes již představují odkaz kulturního dědictví, a dále jsou také na výstavě prezentovány související výsledky výzkumu v rámci uvedeného projektu (Votruba a kol., 1978).

4.3.1 Historie

Historie výstavby vodních nádrží v České republice je velmi pestrá. První zmínky jsou zaznamenány již ve 12. století. Tehdy se nejednalo o klasické nádrže takové, jak je známe dnes, ale stavěly se většinou rybníky, které se využívaly pro chov ryb a k získávání vody, která měla sloužit k všemožným účelům. Největší rozvoj rybníkářství u nás probíhal v 16. století, kdy se budovaly celé rybníční soustavy, například na Třeboňsku či Pardubicku. Dalším velkým mezníkem ve vývoji budování nádrží bylo 18. století. Tehdy se budovaly za účelem získání vody pro manufakturní výrobu. Některé tyto nádrže se u nás, na Příbramsku, dochovaly dodnes. Potřebu a nutnost výstavby vodních nádrží na území ČR si uvědomovali nejen odborníci koncem 19. století, takže významný rozvoj těchto monstrózních staveb se následně rozvíjel během první poloviny 20. století. V tomto období byly již budovány nádrže tak, jak je známe dnes. Existovalo mnoho projektů pro využití různých vhodných míst, na kterých by se později vystavěla vodní díla. Ne všechny lokality byly ovšem dodnes využity. Dnes se již účelnost nádrží rozšířila a přináší s sebou mnoho účelných funkcí, mezi které patří například retenční funkce, či zásobování pitnou vodou. Hráže těchto nádrží se budovaly převážně z lomového kamene, který byl ve třicátých letech díky rozvoji stavebních materiálů, zvláště betonu, vyměněn právě za beton. Budování nádrží také naplňovalo další funkce, mezi které patří i dnes ochrany proti povodním díky, do značné míry možnému řízení hladiny vody a také využití vodní energie (Větvička, 2007).

Největšího rozmachu dosáhla stavba vodních nádrží až po druhé světové válce. V této době se budování nádrží zaměřilo na získávání energie či zajištění průmyslové a pitné vody. O velikosti rozvoje výstavby v tomto období svědčí také to, že od roku 1946 do roku 1985 bylo vystavěno 94 nádrží. Následovalo období zpomalení

a postupného ukončování výstavby nádrží. Ale je nutné podotknout, že pro využívání vody z našich toků jsou vodní nádrže velice důležité, souvisí totiž se zásobováním většiny obyvatel České republiky pitnou vodou právě z povrchových vodních zdrojů, a proto jsou, ať chceme či ne, přehrady nedílnou součástí našeho života (Votruba a kol., 1978).

Budování nádrží ale nezáleží jen na lidském usmyslení, že teď a tady prostě postavíme nádrž, ale odvíjí se především od místních přírodních podmínek, geologie, morfologie či hydrologie. V dnešní době však dochází spíše k opravám již vystavěných vodních děl. Současná situace za posledních 15 let, kdy naši zemi často sužovaly povodně nebývalých rozměrů, se má tak, že se začalo znovu hovořit o aktualizaci různých námětů na stavby přehrad, které nebyly nikdy realizovány, týká se to převážně povodí řek Moravy a Odry. Ovšem ekologické a jiné zájmové skupiny jsou zásadně proti (Větvička, 2007).

4.3.2 Úloha přehrad

Přehrady jsou vzdouvací objekty, které vytvářejí nádrže pro hospodaření s vodou, jsou stavěny kolmo k vodnímu toku a díky možnosti hýbat s hladinou vody dokáží zadržet nebo významně ovlivnit transformace povodňových vln. Dalšími vzdouvacími objekty na tocích jsou jezy. Rozdíl mezi přehradou a jezem není mnohdy zcela zřetelný, a proto se většinou rozlišuje podle výšky. Lze je také rozpoznat podle toho, zda tato stavba pouze vzdouvá vodu (jez), nebo zda vytváří nádrž pro hospodaření s vodou (přehrada). Přehrady bývají tvořeny spíše mohutnými hrázemi, které slouží k zadržování vody a vytvoření údolních nádrží a následné akumulaci a využívání vody. Přehrady musí být budovány s dostatečně vodotěsných materiálů, přičemž je nutné, aby překonaly zatížení, které vzniká tíhou vzduché vody na podloží hornin, jež vytvářejí údolí. Požadavky na kvalitu a bezpečnost výstavby přehrad jsou velmi náročné a vysoké. Pokud by totiž došlo k jejímu narušení, mohlo by být v ohrožení celé území podél toku pod přehradou. Velmi důležitá a žádoucí u těchto staveb je také jejich dlouhá životnost. Případné opravy by byly velmi nákladné a složité. Proto je důležité při navrhování a výstavbě přehrad dodržovat předem stanovené podmínky pro jejich výstavbu. Mezi tyto podmínky patří zohlednění účelu a provoz vodního díla, dále jeho bezpečnost a funkční spolehlivost, ale také dopad a životní prostředí. Přehrady i přes veškeré dohady, které neustále řeší dopad těchto

staveb na životní prostředí, sehrály nejen v historii lidstva velice důležitou roli, ale svůj zásadní význam plní dodnes (Broža, 2011; Větvička, 2007).

4.4 Technické informace

Přehrady jsou ovlivňovány morfologickými, geologickými a hydrologickými podmínkami, na jejichž základě lze přehradu rozdělit dle různých kritérií. Hlavními kritérii dělení přehrad jsou stavební hmoty (z nichž je přehrada vystavěna), tvar konstrukce a její statické působení. Následně můžeme tyto typy přehrad ještě rozčlenit do dalších skupin.

4.4.1 Přehrad dle stavební hmoty

Pro tyto typy přehrad je specifické, že se k výstavbě využívají místní hmoty, zemina, kámen a beton. Každá z těchto hmot má své funkční vlastnosti, které vycházejí z jejich fyzikálních možností. Jedná se o to, zda jde o soudržné nebo nesoudržné zeminy. Soudržné zeminy mají funkci těsnící a stabilizační, kdežto nesoudržné bývají naopak propustné, takže plní funkci také stabilizační a ochrannou. Právě proto se přehrad z místních hmot musí skládat i z částí stabilizačních, těsnících a ochranných (Milerski, 2005).

Přehrady zemní: Jak je patrné z názvu, základním stavebním prvkem je zde zemina. Podle technologie je podle zeminy rozdělujeme do dvou základních skupin, a to na *naplavované* a *sypané*.

Podle složení tělesa přehrady *na heterogenní* (stavěny z několika různých materiálů) a *homogenní* (z jednoho stavebního materiálu), které se příliš nestaví, protože se tato technologie prakticky nepoužívá. (Milerski, 2005). Mohlo by s největší pravděpodobností docházet k fyzikálně-mechanickým změnám vlastností zeminy.

Přehrady kamenité: Jejich jádro je tvořeno kamenivem bez přídavného pojiva. V jednu dobu bylo tento typ přehrad nejprogresivnější vůbec. Tento typ dělíme ještě na *přehrad rovinné* a *přehrad sypané*. Jejich největší rozmach byl v období druhé poloviny 20. století. Průřez – příčný profil je lichoběžníkovitého tvaru a sklony svahů vycházejí z vlastností materiálů použitých na stavbu hráze (Kratochvíl a kol., 1985).

Přehrad z betonu: Tento typ se velmi hojně budoval v 70. letech 20. století, kdy došlo k masivnímu používání betonu snad u všech v té době budovaných staveb. Do této doby se používal ve stavebnictví kámen a stavěly se zděné přehrady právě s použitím kamene. Od doby používání betonu se stavby těší z tvarové rozmanitosti, zvláště pak u vzdouvacích staveb. Z betonu se většinou staví přehrady tížní, pilířové a klenbové. U tohoto typu přehrad je pak neopomenutelné budovat na kvalitních základech, tj. na dostatečně únosném skalním podloží. Ke stavbě se užívají některé druhy betonu, jako cementový, vyztužený a válcový. Postupem času se k betonu začaly připojovat další suroviny jako například železo, později následovala ocel a staví se tak železobetonové ocelové konstrukce, čehož se využívá při stavbě klenbových a členěných přehrad (Broža, 1992).

4.4.2 Přehrad dle konstrukce a statického působení

Tvar konstrukce, její uspořádání a druhy použitých stavebních hmot jsou stanoveny zatížením, které vyvolává voda, nánosy, led a ostatní vnější činitelé působící na podloží přehrad. Zároveň celková stabilita přehrad závisí na tvaru konstrukce přehrad a druhu použitých stavebních hmot (Tlapák a kol., 2002).

Přehrad tížné: Nejčastěji využívaný typ přehrad ve světě, často označován také jako gravitační. Přehradní celková stabilita je zajištěna díky své vlastní hmotnosti, stejně tak jako je tomu u zemních a kamenitých přehrad. Bývají vybudovány z betonu, nebo ty, co byly vystavěny již dříve, ze zdiva z kamene na maltu. Tyto přehrad jsou charakterizovány svým trojúhelníkovitým tvarem v příčném řezu a téměř svislým návodním lícem, jako je tomu například u všech přehradních stupňů Vltavské kaskády.

Přehrad klenbové: U tohoto typu přehrad je zatížení přeneseno do boků údolí, které tak musí být dostatečně odolné, na rozdíl od ostatních typů přehrad, které přenáší zatížení do podloží. Proto je jedno z podmínek pro vybudování tohoto typu kvalitní silné skalnaté podloží a samotná stavba je možná jen v úzce spjatých říčních údolích. I zde je největší rozmach úzce spjat s rozvojem a využíváním betonu v přehradním stavitelství. Ovšem z dlouhodobého hlediska po několika desítkách let se tento typ jeví jako méně efektivní, a to díky vlivu tlaku podzemní vody okolo opěr, kde může dojít ke snížení bezpečnosti přehrad (Nacházel a kol., 1997).

Přehrady členěné: Tento typ vznikl díky snaze o oproštění se od betonu nebo snížení množství spotřebního betonu. Jejich charakteristickým znakem jsou samostatné pilíře, o které se opírají hradící desky. Jejich návrhy a budování si vyžaduje kvalitní technologie. Aktuálně se používá k jejich výstavbě železobeton.

Přehrady kotvené: Konstrukce u těchto typů je spojena s podložní soustavou kotev a přepjatých kabelů, které se upevňují do skály do určité hloubky a zároveň do konstrukce přehrad. Používají se tam, kde vlastní tíha přehrady nemůže zajistit celkovou stabilitu (Kratochvíl a kol., 1985).

4.4.3 Rizika vyplývající z existence přehrad

Mezi tato rizika rozhodně patří existence a tvorba škodlivých látek, které při styku s vodou způsobují její kvalitativní znehodnocení, čímž se snižuje také její užitková hodnota. Těmito látkami jsou myšleny produkty, odpadky, suroviny, různé přípravky, z nichž jejich složky mohou pronikat do odpadních vod, anebo se mohou tyto látky vyskytovat samostatně - nezávisle na použití vody, a znečišťovat povrchové nebo podzemní vody.

Škodlivé látky existující samostatně nebo v odpadních vodách lze rozdělit dle různých hledisek. Nejčastější rizika uvádí Synáčková (1994):

- *místa vzniku (vyprodukování),*
- *zdroje znečištění,*
- *povahy látek,*
- *vlivu na jakost a zdravotní nezávadnost vod.*

místo vzniku látky - vyprodukováné:

- obyvatelstvem,
- průmyslem,
- zemědělstvím,
- dopravou,
- jinými složkami.

zdroje znečištění:

- plošné,
- bodové.

podle povahy látek:

- fyzikální,
- chemické,
- biologické.

4.5 Vodní nádrže na řece Vltavě

Pramen Vltavy leží v nadmořské výšce 1 172 m, přičemž na soutoku s Labem u Mělníka je tato výška jen 155 m, z čehož vyplývá, že voda ve Vltavě klesá při své cestě skrze Čechy o více než 1 000 metrů. Na horním toku je spád větší, až 3 m na 1 km, zatímco u Orlíku 1 m, a za Prahou dokonce méně než 0,5 m na 1 km. Množství vody a její spádový rozdíl patří mezi nejcennější bohatství Vltavy. K využití tohoto bohatství byl vypracován plán, „Vltavská kaskáda“. Tzv. Vltavská kaskáda má několik stupňů, tvořených nádržemi, které na sebe navazují a jsou tak ve své podstatě klíčem k ovládnutí celého povodí této řeky (Příkryl, 1962). Kaskáda měla být tvořena původně třinácti hlavními stupni, z nichž Orlík je jedním z těch nejvýznamnějších a největších. K dalším významným přehradám patří Lipno, které je první přehradou na toku Vltavy se sypanou hrází a je největší svou rozlohou ze všech přehrad. Význam nádrže je mnohoúčelový. Především spočívá v ochraně před velkými vodami. Dále slouží k rekreačním a podnikatelským účelům a zároveň k výrobě elektrické energie, protože je zde také vybudována vodní elektrárna.

5 Orlík

Orlická přehrada je v soustavě vltavských přehrad článkem největším, nejvyšším a nejmohutnějším (obr. č. 1). Jezero může zaujímat objem až 716,6 mil. m³ vody a řadí se tak objemem zadržené vody na první místo v České republice. Její 450 m dlouhá betonová tížní hráz dosahuje v koruně výšky 91 m a zadržuje jezero o ploše 2 732 ha (rozlohou je na druhém místě ihned za Lipnem), dlouhé na Vltavě 68 km, na Otavě 23 km a na Lužnici 7 km. Největší hloubka je 74 m. Stálý objem nádrže, určený kótou 330,0 m, činí 280 mil. m³. Zásobní objem je 374,5 mil. m³, z toho využitelný zásobní objem po kótu 351,6 m představuje 85 mil. m³. Ochranný objem nad touto úrovní činí 62,1 mil m³ s maximální hladinou na úrovni 354,0 m nad mořem. Celkový maximální teoretický objem vody tak může dosáhnout 716,6 mil. m³ (www.pisecko.net).



Obr. č. 1; Hráz přehrady Orlík. 81,5 metrů vysoká, 450 metrů široká. Více než milion kubiků betonu (zdroj: <http://zpravy.aktualne.cz>)

5.1 Vltavská kaskáda

V tehdejším původním projektu Vltavské kaskády, které navrhovalo Ředitelství pro stavbu vodních cest v Praze, se počítalo se třinácti stupni na Vltavě. Dnes je realizováno pouze devět, přičemž se o dalších neuvažuje (Chlum, 1958).

Vodní dílo Orlick je tím nejdůležitějším článkem celé soustavy, protože zadržuje vodu o největším objemu z celé kaskády (Kredba, 1967).

Mezi lety 1951-1952 bylo zpracováno celkem osm studií s konečným řešením. Vybrána byla jako nejlepší varianta s přepadovým žlabem na pravém údolním boku se čtyřmi otvory 10,5 m x 8 m, dvěma základovými výpustěmi a jednou střední výpustí u pravého boku. Je zde umožněna plavba 300 t lodím, a to šikmým lodním výtahem. Elektrárna je nepřetékáná - umístěná v levé údolní části (Kredba, 1967).

Jako Vltavská kaskáda je označována soustava devíti vodních děl, která začíná Lipenskou přehradou a končí vodní nádrží Vrané poblíž Prahy. Prakticky jediný případ, kdy některá součást kaskády zcela zachytila velkou vodu, byl zaznamenán v roce 1954. Tehdy čerstvě dostavěná přehrada Slapy zarazila povodňovou vlnu, ale jen díky tomu, že byla poloprázdná. Kaskáda vznikala v letech 1930 až 1991 a názory na využití jednotlivých přehrad se měnily již v průběhu jejího budování. Raná díla (Vrané, Štěchovice) měla zpočátku převážně plavební účel. Některé pozdější přehrady, zejména Slapy, vznikaly jako vodní elektrárny. Stavitelé Orlicku a Lipna už zahrnuli do účelu stavby i protipovodňovou ochranu, takže nádrže získaly vymezený prostor pro zadržování mimořádné vody. Poslední stavba Vltavské kaskády – Hněvkovice a sousední jez Kořensko – vznikly výhradně kvůli zásobování jaderné elektrárny Temelín vodou určenou pro chlazení (www.novinky.cz).

5.1.1 Historie Vltavské kaskády

Vltava se v Čechách považuje za jakousi vodní páteř celé naší hydrologické soustavy. Její pramen vyvěrá v Jižních Čechách, a to na Šumavě pod Černou horou v nadmořské výšce 1 172 m n. m. Její délka je 430 km až k ústí u Labe, do něhož se vlévá u Mělníka (Chlum, 1958).

Asi první myšlenka vznikla již za doby krále Karla IV., který uvažoval o spojení Vltavy a Dunaje kvůli rozvoji obchodu v českých zemích (Mezera, 2006).

První jezy na Vltavě byly stavěny již za Ferdinanda I., spolu s dalšími úpravami zlepšujícími splavnost. V letech 1640 až 1643 strahovské opatství na žádost Ferdinanda III. odstranilo skalisko Horní slap, které nebezpečně zasahovalo do poloviny řečiště. Na zbytku skály byl na památku vztyčen Ferdinandův sloup,

zvaný též Solný. V roce 1722 k němu přibyla socha svatého Jana Nepomuckého, po níž Svatojánské proudy získaly jméno. Obě památky byly přemístěny pod hráz Slapské nádrže poblíž budovy elektrárny. První ucelený projekt usplavnění Vltavy mezi Mělníkem a Českými Budějovicemi zpracovala roku 1894 firma Lanna a Vering. V té době byla Vltava hojně využívána pro voroplavbu a klasickou plavbu, zejména přepravu dřeva, kamene a soli. Po první světové válce se objevil námět na postavení dvou vysokých přehrad, u Slap a u Orlíku. Nový, energetický zájem se dostal do střetu s dosavadními hospodářskými zájmy. První dvě vodní díla kaskády, Vrané a Štěchovice, byla budována ve 30. letech 20. století, ještě s ohledem na plavební účely. Přehrada Orlík byla budována v letech 1954 - 1961. V první etapě výstavby bylo připraveno zázemí pro budoucí stavbaře. V další etapě byl vybudován žlab, do něhož byla po dobu stavby hráze převedena voda Vltavy. Ihned potom započaly práce na vlastním tělese hráze. U paty hráze byla na levém břehu postavena hydroelektrárna se čtyřmi Kaplanovými turbínami (www.pisecko.net).

5.1.2 Současné účely Vltavské kaskády

Vltavská kaskáda je nejvýznamnější vodohospodářskou soustavou v povodí Vltavy vůbec. Její pozitiva se projevila zvláště v době povodní, a to v letech 2002 a 2013, kdy díky možnosti manipulace s vodním tokem a hladinou řeky tak došlo k částečnému snížení průtoku při kulminaci, a díky tomu byl ušetřen čas, který byl následně využit při přípravách protipovodňových opatření Prahy, na dolní Vltavě a Labi (www.pisecko.net).

Aktuální nastavení parametrů nádrží a funkčních přehrad Vltavské kaskády má strategický význam a vychází především z původního komplexního manipulačního řádu, který byl podložen vodohospodářským řešením z roku 1964. Výjimka byla stanovena doplněním nádrží Hněvkovice a Kořensko, podložena vodohospodářským řešením z roku 1989 (Nacházel, 1993).

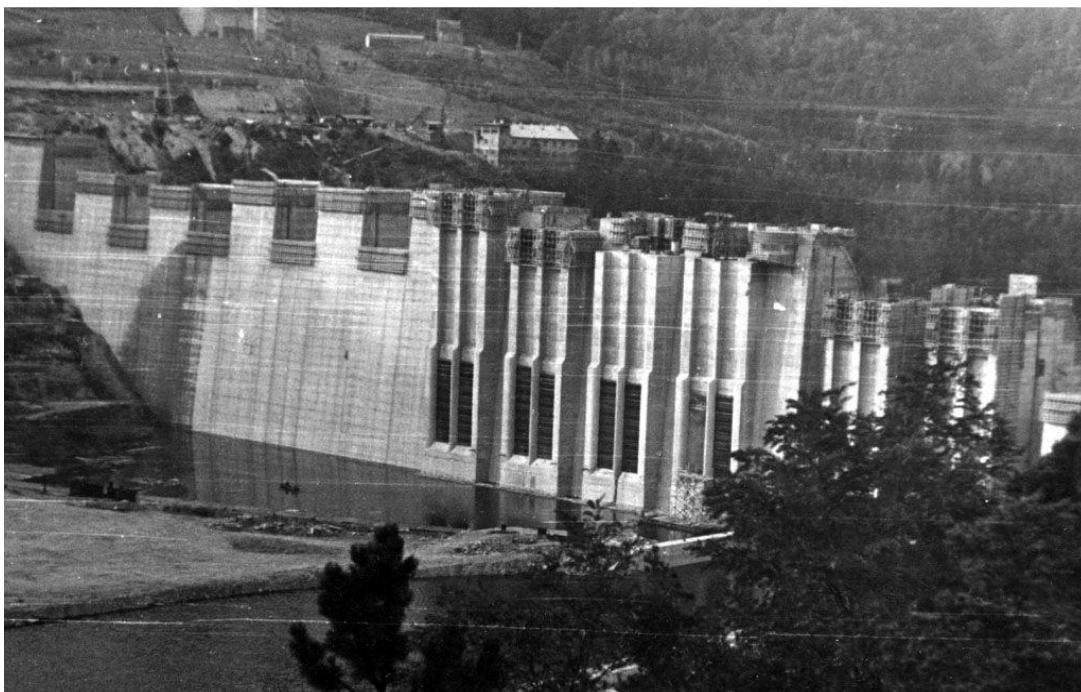
5.2 Výstavba přehrady Orlík

Přípravné stavební práce na přehradě začaly již v roce 1954, a to dříve, než byl projekt oficiálně schválen tehdejší vládou. Během stavby se denně střídalo přes

1 500 dělníků a samotná stavba si vyžádala dvě oběti. Vzniklému umělému jezeru muselo ustoupit 14 mlýnů, velký počet pil a 650 obytných a hospodářských staveb.



Obr. č. 2; Výstavba hráze Orlické přehrady 1954 (zdroj: <http://zpravy.aktualne.cz>)



Obr. č. 3; Napouštění ještě nedostavěné přehrady - 29. září 1960 (zdroj: <http://zpravy.aktualne.cz>)

5.2.1 Zmizelé obce

Vesnice a osady zatopené Orlickou přehradou: Orlické Zlákovice, Zbenické Zlákovice, Těchnice, Korce, Podskalí, Radava a Velký Vír. Upraven musel být zámek Orlík, byly zpevněny skalní ložiska pod zámek, do zvětralých částí byly vpraveny betonové injekce, rozebrán a znovu sestaven byl i kostelík v Červené z 12. století.

5.3 Využití orlické nádrže

Ve vodě jsou zastoupeny všechny nezbytné chemické prvky, nezbytné pro život vodních živočichů. Hlavní složkou jsou chloridy, uhličitany a sírany. Vlastnosti břehů jsou závislé na geologickém podloží a na sklonu krajiny. (Sládeček, 1996).

Všechny rostliny a živočichové potřebují pro svůj růst a pohyb živiny, které jsou rozpuštěny ve vodě. Pro život je důležitý obsah kyslíku, který je závislý na atmosférickém tlaku a samozřejmě teplotě vody (Vaněk, 1987).

Pro suchozemské živočichy a obojživelníky jsou rostliny, které prostupují na mělčině a vyčnívají nad hladinu vody, pro život nutností. Jsou zde zastoupeny svými vývojovými stádii všechny druhy hmyzu. (Podubský, 1948).

Ačkoliv účelem výstavby prvních děl Vltavské kaskády byla výroba elektrické energie, po druhé světové válce byla upřednostněna akumulární funkce a z ní vyplývající nadlepšení průtoků na Vltavě a na dolním Labi. Vltavské nádrže mají význam především energetický (výroba el. energie v hydroelektrárnách, zejména při špičkovém odběru) a ochranný před povodněmi, dále plavební, rekreační a vodárenský. Vedlejšími přínosy jsou ochrana před povodněmi, usplavnění některých částí Vltavy, stabilizace hladiny pro odběr vody k průmyslovým účelům i pro výrobu pitné vody, vytvoření nových rekreačních míst. Vodní hospodaření na Vltavě umožňuje ovlivnit i splavnost Labe pod Mělníkem. Kaskáda je podle platného manipulačního řádu schopna zcela zastavit povodeň do velikosti dvacetileté vody a povodně větší zmírnit (transformovat). Například během povodně v roce 2002, byl max. přítok do VD Orlík v hodnotě $3\,900\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$, překračující úroveň tisícileté povodně, snížen transformací na VD Orlík o $800\text{ až }900\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$. Také technické řešení a architektura přehrad jsou předmětem obdivu. Výstavba přehrad však znamenala také zničení jedinečných přírodně i historicky cenných míst, například Svatojánských

proudu a mnoha vesnic i osad. Také ukončila tradiční vltavskou voroplavbu. Výstavbou se stabilizovala teplota řeky pod přehradami, takže v Praze již v zimě obvykle mimo slepá ramena nezamrzá a v létě je naopak příliš chladná ke koupání. U Žďákova překlenul Vltavu jedno obloukový Žďákovský most s největším rozpětím jednoho oblouku v Evropě (www.pvl.cz). Most láká i řadu turistů, bývá tu provozován tzv. bungee jumping. Most také neblaze proslul tzv. orlickými vraždami podnikatelů a vznikl tak námět na film „Sametoví vrazi“.

Vodní doprava patří mezi energeticky málo náročný druh dopravy. Podle německých údajů se však při provozu jedné motorové lodi nebo vlečného člunu dostane do vodního toku za jeden měsíc 100 až 200 litrů oleje. Vodní ekosystémy jsou rovněž postihovány napřimováním a regulací toků (zrychlení toku, kumulace vln), hlukem, výfukovými plyny, činností lodního šroubu atd. Říční doprava je poměrně náročná na infrastrukturu, loděnice, překladiště, ostatně i některé přístavy zabírají značné plochy (Dirner a kol., 1997).

5.4 Energetické využívání

Jedním z účelů Orlické vodní nádrže je úprava toku, respektive navyšování průtoku pro energetické využití. Dále je zajišťován a spravován v této souvislosti průtok pro vodárnu Podolí a možnému odběru užitkové vody. K propouštění a regulaci vodního toku jsou určeny dvě základové výpusti typu Johnson, tři přelivná pole na koruně hráze se segmentovými uzávěry. Vodní elektrárna využívá čtyři Kaplanovy turbíny, jež mají naklápěcí lopatky a lze tak díky jim regulovat tlak vody, přičemž zároveň vyrábí elektrickou energii tak, že turbína přeměňuje tlakovou energii vody na mechanickou a spolu s generátorem je pak mechanická energie převáděna na elektrickou. Průměrný dlouhodobý roční průtok je $83,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, ale hodnota například stoleté vody Q_{100} je stanovena na $2\,050 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Avšak při povodni v srpnu 2002 byla přehrada vystavena největšímu průtoku za celou dobu své existence a současně svým retenčním objemem transformovala přítok do nádrže až $3\,900 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ na odtok z nádrže $3\,100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (www.pvl.cz).

Elektrárna je umístěna na levém břehu, se svými rozměry $17 \times 127,5 \text{ m}$ a výškou 20 m. Voda je naháněna čtyřmi ocelovými potrubími o průměru 6 250 mm, která jsou zabetonována v hrázi. Vtok má k dispozici rychlouzávěry a nouzová hradidla. Uvnitř

elektrárny jsou instalovány čtyři Kaplanovy turbíny, které slouží především k pokrytí špičkových odběrů elektřiny. Elektrárna pracuje se spádem v rozmezí 44,0 – 70,5 m o celkovém výkonu generátorů 364 MW. Použití kaplanových turbín při tomto pracovním spádu je světovou raritou. Jedno desetilopátkové kolo Kaplanovy turbíny bylo dokonce v Bruselu na světové výstavě EXPO 58 oceněno zlatou medailí. Průměrná roční výroba elektrické energie je přibližně 398,1 GWh. Celkový instalovaný výkon pak činí 364 MW. Elektrická energie z generátorů o napětí 15 kV je transformována v šesti jednofázových jednotkách na napětí 220 kV (Koblihová, 2015).



Obr. č. 4; Průměr kola turbíny 4,5 m (zdroj: <http://zpravy.aktualne.cz>)

5.5 Současnost přehrady

K hlavním účelům díla patří vylepšování průtoků, odběr vody pro energetické využití, částečná ochrana území pod přehradou před velkými vodami, zajištění průtoků pro vodárnu Podolí a odběry užitkové vody. Je také využíváno pro lodní dopravu, rybářství, sport a rekreaci. Přehradním tělesem je přímá, tížná, betonová hráz. K převádění vody jsou určeny dvě základové výpusti typu Johnson, 3 přelivná pole na koruně hráze, hrazená segmentovými uzávěry a případně 4 turbíny typu Kaplan vodní elektrárny, která převádí vodu při normálních průtocích po většinu roku. Průměrný dlouhodobý roční průtok je $83,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Naopak hodnota stoleté vody $Q_{100} = 2050 \text{ m}^3/\text{s}$. Při povodni v srpnu 2002 byla přehrada vystavena největšímu průtoku za celou dobu své existence a současně svým retenčním objemem transformovala přítok do nádrže $3900 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ na odtok z nádrže $3100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Na pravém břehu je umístěno plavební zařízení. Lodní zdvihadlo pro lodě 300 t má sklon 22 stupňů a délku 190 m. Vybudována je pouze jeho stavební část. Lodě do výtlačku

3,5 t a šířky 2,6 m jsou přepravovány na plošinovém vozíku taženém elektrickým navijákem po kolejové dráze. Celá nádrž i území okolo je hojně využíváno k rekreaci, vodním sportům, plavbě a rybaření (www.pvl.cz).

5.6 Vliv na životní prostředí

Narušování životního prostředí patří již v dnešní moderní době k fenoménům této společnosti, a to ať již vědomě či nevědomě. Obě tyto formy jsou v první řadě zapříčiněny lidským faktorem, tj. lidskými činnostmi. Nevědomé narušování spočívá především v lidské činnosti, o níž se mnohdy mylně domníváme, že nijak negativně nezasáhne do ekologické stability. Vědomé neboli úmyslné narušování je taktéž zapříčiněno lidskou činností, a to s jasným záměrem přírodu poškodit. Ale narušování, znehodnocení případně až úplná devastace životního prostředí je zapříčiněna i dalšími faktory, než jen lidskou činností. Mnohdy je to příroda sama, počasí apod. Jedná se také například o tektonickou činnost, která způsobuje zničení půdy a znehodnocení země. Dále lze hovořit o faktorech působících mimo naši planetu, jako například erupce na Slunci, které vnikají na Zemi skrze ozónovou díru a které mají nedozírné účinky na naše životní prostředí, ať se jedná již o oteplování planety aj. Důsledků je mnoho (Štulc, 1999).

V podstatě můžeme říci, že narušení životního prostředí směřuje k narušení dobře spolupracujícího ekosystému nebo společenství, žijícího na daném území, kde se prostředí poškozují. Několika způsoby, zapříčiněnými lidským faktorem, dochází k narušování a někdy až k postupnému devastování environmentálního prostředí (Štulc, 1999).

V době budování orlické přehrady jistě platila nějaká základní pravidla ohledně zajištění ochrany životního prostředí, jako je například neprovádět doplňování pohonných či pracovních náplní přímo na staveništi, protože tyto látky by se následně z půdy dostávaly do vody a hrozilo by tak znečištění nejen vod povrchových, ale i podzemních. Tyto pravidla platí stále a vzhledem k novelizaci zákonů jsou přísnější. Jedná se především o (Synáčková, 1994):

- Žádné doplňování pohonných látek nebo výměnu dalších náplní (např. olejů) na staveništi. Pokud je nezbytný zásah pojízdné dílny, vytvoří se vhodné

pracovní podmínky pro důkladný záchyt unikajících škodlivých kapalin nebo úkapů pohonných hmot.

- Na staveništi se za žádných okolností neprovádí údržba mechanismů (výměna mazacích náplní atd.) s výjimkou běžné denní údržby.
- V případě havárie - únik ropných látek ze stavebního stroje, osobního nebo nákladního vozidla, je nutné neprodleně nebezpečné látky zachytit vhodným sorbentem, nebo odtěžit kontaminovanou zeminu a zajistit její likvidaci podle zákona.
- Zajistit shromažďovací prostředky na velmi nebezpečný odpad ze stavby takovým způsobem, aby nedošlo k neoprávněné manipulaci s těmito odpady, nebo k jejich úniku do životního prostředí.
- S dotčenými obcemi se finančně podílet na rekonstrukci obecních čistíren odpadních vod a kanalizace ve vazbě na zvoleném řešení podle studie a projektu příslušných opatření.

5.7 Obnova životního prostředí v okolí vodní nádrže Orlík

Příčiny znečišťování, jak je již zmíněno několikrát, lze spatřovat především v lidské činnosti, a to zejména v zemědělské produkci, kácení místních lesních porostů a samotným nešetrným zacházením se životním prostředím (Synáčková, 1994).

Prvotním úsilím, jak toto změnit, je uvědomit si tento problém a začít ho co možná nejdříve řešit. Pokud se podíváme zpět do historie, je celkem zjevné, že se problémy ohledně životního prostředí v daných lokalitách nijak významněji neřešily, což samozřejmě vedlo k dalšímu poškozování, přitom existuje relativně dosti způsobů, jak tyto problémy řešit, počínaje lokálními pozemkovými úpravami, až po opatření rozsáhlejšího charakteru (Štulc, 1999).

Jedny z posledních dotací končícího rozpočtového období Operačního programu Životní prostředí půjdou na obnovu a regeneraci krajiny, vodní režim, prevenci sesuvů a skalních zřícení (Synáčková, 1994).

5.7.1 Navrhovaná opatření

- Vytvoření takové organizační struktury, která by dohlížela na chod níže uvedených kroků, které by vedly k obnově nebo přeměně krajinného rázu dané oblasti. Ideální by bylo, aby pracující tým výborně spolupracoval a zvláště pak aby měl subjektivní vztah ke spravované lokalitě (Synáčková, 1994).
- Vzhledem k tomu, že lidé sami ani netuší, co se kolem nich odehrává, bylo by zapotřebí řádně informovat veřejnost o příčinách a následcích znečišťování. V dnešní době, kdy se rozvíjí komunikační technologie, mocnou zbraní je internet, by bylo vhodné přes letáky a propagační materiály, televizní spoty a články v novinách, ale také právě přes internet a často navštěvované servery (seznam, google, facebook, aj.) ukázat lidem, jak mohou vypadat negativní dopady na nesprávné zacházení s životním prostředím.
- Komplexní úprava pozemků – lokalit, na základě scelování půdy, tj. uspořádání půdy v lokalitě, aby byla efektivní jak ekonomicky, tak ekologicky, tzn. uspořádat ji tak, aby byla harmonicky – v souladu mezi životním prostředím a co možná nejvyšší ziskovostí pro člověka a pro tyto úpravy je nutná již výše zmíněná organizační struktura se vztahem k řešené lokalitě (Štulc, 1999).
- Dalším důležitým bodem – opatřením, je vytvoření protierozních pásů, a to na základě podkladových erozních map. Protierozní pásy by se vytvořily na svazích, které směřují k vodní ploše, a to především v oblastech, kde bývá zaznamenán největší výskyt kritických erozí (Štulc, 1999).
- Vytvoření zádržných struh, kde by byla zadržována voda stékající zvláště při povodních nebo přívalových deštích po zemědělských plochách. Zde se dá ještě spekulovat o pěstovaných plodinách. Protože se některé zemědělsky obhospodařované půdy vyskytují na svazích, které směřují k vodní ploše, je nutné vytvořit tyto strouhy, které by následně „špinavou“ vodu kontaminovanou zemědělskými hnojivy odváděly do sběrných míst. U Orlické nádrže obecně se vyskytují povětšinou lesy – bory, které mají poměrně značnou retenční schopnost, ale i tak při bouřích nebo záplavách bývá půda z lesů a dokonce půda z okolních polí, plavící se přes lesy, dopravena mnohdy až do vody, a to i s větvemi, kusy dřeva a někdy i celými vyvrácenými stromy (Dirner a kol., 1997).

- Pomohlo by i zatravnění břehů místních potoků a struh, které se při povodních přeplňují a vlévají se dále do Vltavy. To by mělo zadržet nadměrnou vodu, která stéká po stráních poblíž vodní nádrže, jako již výše zmíněné strouhy (Dirner a kol., 1997).
- Zvýšit počet ČOV. V dané lokalitě žije několik desítek tisíc lidí, kteří svojí činností více či méně přispívají ke znečišťování vody. Vytvořit toliko ČOV, aby odpadní vody z domácností netekly přímo do potoků a struh, které se postupně vlévají do Vltavy, nebo přímo do Vltavy samotné.
- Určitě by bylo vhodné omezit hnojení v zemědělských oblastech, protože používaná hnojiva bývají poměrně častou příčinou velmi rozsáhlého znečištění vodstva tekoucího právě v oblastech zemědělských půd. Jak již bylo zmíněno výše, zvláště při přívalových deštích a povodních dochází k vyplavování půdy a tím i hnojiv do vody, která stéká po zemědělských plochách, až do přehradní nádrže. Takto kontaminovaná voda bývá přímým zdrojem již samotného poškození ekosystémů, nacházejících se v této nádrži nebo její blízkosti.

Opatření a nápadů je mnoho, každého z nás by určitě něco napadlo pro zlepšení situace v konkrétnějších oblastech, ale problém spočívá ve financování těchto opatření, které často přesahují rámec rozpočtů obecních kas. Bylo by vhodné zajistit spolufinancování z větších územních celků, například ze strany nejen okresů, ale především krajů, státu případně dotací z EU.

Dalšími opatřeními pro ochranu životního prostředí při rekonstrukci Orlické přehrady je nutné (Štulc, 1999):

- Dodržovat požadovaný technický stav vozidel a stavebních strojů, minimalizovat jejich hluk, taktéž minimalizovat jejich emise do ovzduší a případné úkapy olejů nebo pohonných hmot odchyťovat do speciálních nádob.
- U výjezdu ze staveniště zřídit zpevněnou plochu, která bude používána pro očištění všech vozidel vyjíždějících ze stavby. Důsledným čištěním, nebo mytím vozidel a stavební mechanizace. Před výjezdem ze staveniště se snažit zabránit znečištění vozovek a následnou prašnost.

- V případě odstávky strojů, zařízení a nákladních automobilů vypínat motory vozidel a stavebních strojů po dobu, kdy nejsou v provozu.
- Provádět důslednou kontrolu všech komunikací v blízkém okolí stavby. V případě nutnosti zajistit jejich ruční čištění, nebo úklid zajistit čistícím vozem, nebo mytí kropicím vozem.
- Na staveništi neskladovat látky, které jsou škodlivé vodám (například pohonné látky pro stavební stroje).

5.8 Protipovodňová ochrana

Dlouhodobý nebo intenzivní výskyt srážek a jiné nepříznivé klimatické podmínky, které se výrazně liší od běžného stavu, se vždy odrážejí v hydrologických údajích na ploše povodí. Takovéto výkyvy počasí se poté promítají na vodních tocích, a podle rozsahu změn lze předpovídat i četnost jejich výskytu. Právě do následků takových hydrologických změn patří velké přírodní katastrofy, do nichž lze zařadit právě povodně. Ty bývají zapříčiněny vytrvalými prudkými dešti, kdy půda nedokáže vsakovat nahromaděnou vodu a ta následně stéká, někdy se až přímo valí směrem dolů. Povodně však mohou být zapříčiněny i v zimním období, kdy dojde k rychlému oteplení, což vede k rychlému odtávání sněhu a ledu, čímž dojde k zaplavení koryta toků na neúnosnou míru. Příčina bývá v tom, že půda je většinou v zimních měsících promrzlá, takže voda po ní stéká, a dalším negativem je zanesení koryt toků např. půdou z okolí, která bývá odplavována pro změnu v letním období. Za příčinu povodní lze také považovat selhání přehrady – vodního díla, což může mít za následek protržení hráze a vylití vody případně povodňovou vlnu. Tento typ se však označuje jako zvláštní povodeň (Slavíková, 2007). Mezi betonovými bloky jsou dilatační spáry, které mají zabránit průsaku vody. Ty jsou utěsněny kaučukem. Kaučuk pochází z roku 1958 a již nelze vyměnit (obr. č. 5).



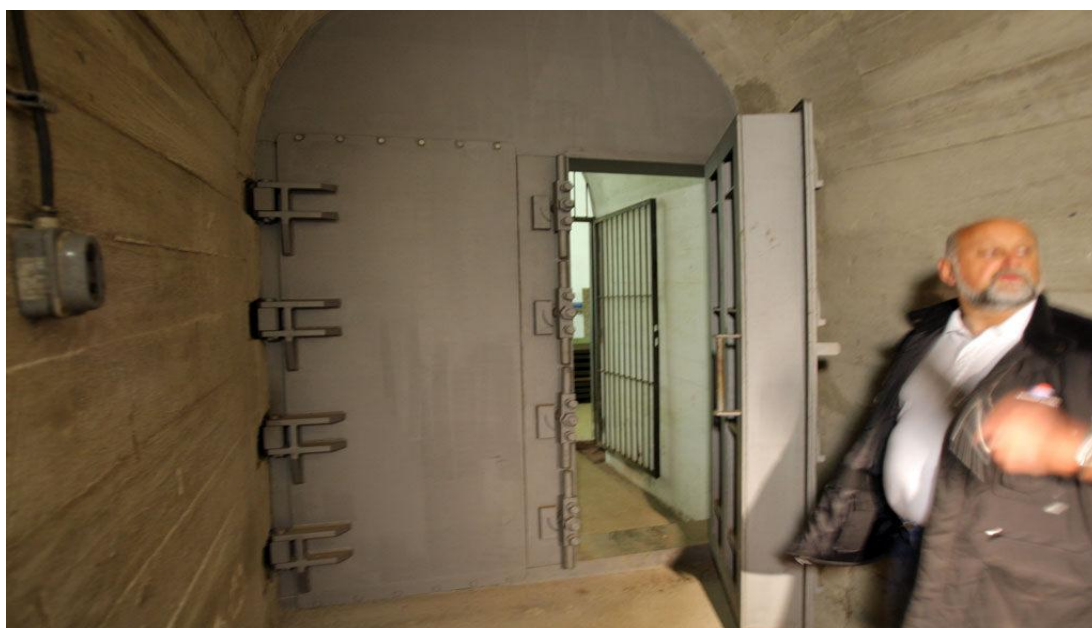
Obr. č. 5; Dilatační spára. Jedna mezi třiatřiceti betonovými bloky. Utěsněna je kaučukem z roku 1958. Vyměnit nejde (zdroj: <http://zpravy.aktualne.cz>)

Podle zákona č. 254/2001 Sb., o vodách, („vodní zákon“) v § 64 je uvedeno, co je povodeň: za povodeň se považuje „přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při kterém voda již zaplavuje území mimo koryto vodního toku a může způsobit škody. Povodní je i stav, kdy voda může způsobit škody tím, že z určitého území nemůže dočasně přirozeným způsobem odtékat nebo její odtok je nedostatečný, případně dochází k zaplavení území při soustředěném odtoku srážkových vod. Povodeň může být způsobena přírodními jevy, zejména táním, dešťovými srážkami nebo chodem ledů (přirozená povodeň), nebo jinými vlivy, zejména poruchou vodního díla, která může vést až k jeho havárii (protržení) nebo nouzovým řešením kritické situace na vodním díle (zvláštní povodeň).“ (Právní předpisy, 2016).

Průběh povodně může probíhat na částech povodí odlišně v různých časových intervalech, což vyplývá z měnícího se množství srážek, intenzity deště, retenčních prostorů na ploše povodí apod. A tak se liší i míra zajištění povodňové ochrany a návrhových průtoků na tocích.

Existují i případy, u nichž rozlité toky z koryta nemá nijak zvlášť závažné dopady, nebo dokonce přinese i pozitivní účinky. Nivní luky, lužní lesy a neúrodné půdy mohou zadržovat po určitou dobu daný objem vody z povodňové vlny, čímž mohou zmírnit dopad povodně v osídlených oblastech. Jako pozitivní účinky lze považovat případ, kdy tzv. okálová voda přináší do luk a polí živiny uvolněné díky erozi, a ty pak mají příznivý vliv na půdní vlastnosti. Z ekologického pohledu mohou být povodně považovány za přírodní proces, který s sebou vždy nese nějaký vývojový skok. Ovšem v osídlených územích a zastavěných plochách dochází k daleko větším finančním, ale i ekologickým škodám, než v samotné přírodě, a proto je celkem nezbytné, aby měly toky v krajině co největší možnost přirozeně se rozlévat. Povodně odjakživa způsobovaly lidstvu problémy a všechny možné potíže, ale v posledních několika letech se tyto problémy díky zvýšení a vývoji populace a zvyšování materiálních hodnot ještě narůstají (Konvička, 2002).

Pokud by v případě povodně došlo k zatopení přehrady, chrání vchod do elektrárny tlakové dveře (obr. č. 6).



Obr. č. 6; Tlakové dveře by měly ochránit elektrická zařízení před vodou pod tlakem osmdesáti atmosfér (zdroj: <http://zpravy.aktualne.cz>)

Navždy vypuštěný Orlík? Úvahy o přehradě na suchu děsí obyvatele

Studie, která je připravovaná pro Povodí Vltavy jak má v případě povodním zabránit škodám, je jedna z variant, že se Orlická přehrada vypustí. Ta by zachytila povodňovou vodu. To si ale obyvatelé okolních obcí nedokážou představit. Studie má také zhodnotit, zda vltavská kaskáda může trvale snížit hladinu některých přehrad, aniž by došlo k ohrožení ostatních funkcí kaskády. Mezi nejdůležitější funkce vltavské kaskády patří udržování splavnosti řeky na dolním toku, zásobování podniků a zemědělců vodou, udržení kvality vody ve Vltavě a dodržení požadavků energetiků na výrobu elektřiny. Ze studie začíná být patrné, že Orlík by byl pro zachycení povodňové vody nejvýhodnější, neboť se jedná o největší přehradu. Na druhé straně vypuštěná přehrada by vadila obyvatelům okolních vesnic, neboť po vypuštění by zde došlo k omezení cestovního ruchu, na kterém jsou mnohé vesnice závislé. Taktéž chataři, rybáři nebo provozovatelé lodní dopravy by byli poškozeni. Z hygienického hlediska by se vypuštěné dno orlické přehrady stalo jednou velkou žumpou. Na území 80 kilometrů dlouhém by byly nánosy bahna, přemnožili by se komáři. Rekultivace by si vyžádala obrovské náklady. Chataři, rybáři, turisté by krajinu opustili. Největší ztrátu by utrhli obchodníci i obyvatelé. Pohled ze zámku Orlík by byl katastrofální, nebyla by to krásná původní krajina, řeka by se neměla kam vrátit, původní koryto by bylo zanesené bahnem (www.tyden.cz).

6 Diskuze

V posledních letech stále častěji postihují Českou republiku ničivé povodně. Všechny záplavy následně vyvolávají spoustu otázek, mezi které patří i to, jaký mají přehrady vliv na následky povodní. Poměrně často se ozývají věty jako „proč přehrady nezačaly vypouštět vodu dříve?“ nebo „proč vody nevypouštěly víc, případně proč není trvale snížena hladina některých nádrží, abychom byli připraveni na zadržení případných povodní?“... Takto to zní velmi jednoduše, ale ve skutečnosti to není tak jednoduché, rychlé a jasné, jak by se na první pohled mohlo zdát. Musíme si uvědomit, že se jedná o živelnou pohromu, kterou není vždy možné dostatečně předvídat, a proto také lidstvo nemůže nad přírodou vítězit pokaždé. Nehledě na to, že trvalé snížení hladiny v některých nádržích s sebou přináší i spousty dalších negativních dopadů a aspektů, s nimiž se musí také počítat, a tudíž je tedy otázkou, do jaké míry je výhodnější a efektivnější trvalé snížení hladiny než následná rekultivace okolí po případných povodních. V loňském a letošním roce (2015-2016) je hladina orlické přehrady nejnižší za celou dobu od jejího napuštění, což s sebou nese právě i negativní dopady, jako problémy v rekreačních střediscích na jejích březích, nemožnost čerpání užitkové vody z přehrady, protože nikdo nepředpokládal takový pokles vody, takže čerpadla takové převýšení jednoduše nezvládla. Navíc dlouhodobý pokles hladiny vody a současná sucha způsobila i pokles podzemní vody, což se negativně projevilo i ve studnách.

Starostové přilehlých obcí a občané, kam spadá vyhlášené rekreační středisko Radava a blízké okolí, k situaci na Orlické přehradě rozzlobeně dodávají: „Ptá se někdo podnikatelů, kteří investovali desítky a stovky milionů korun do toho, aby Orlík vypadal jako rekreační oblast, aby tady byly ubytovací kapacity, restaurace a dětská hřiště? Každému je to jedno!“ To ovšem zase pozdvihuje původní záměr nádrže, že **Orlík není oficiálně rekreační oblastí**, ale víceúčelovým zařízením, které má sloužit jako retenční nádrž a k tomu dodávají: „Jsem zvědav, kdo tam bude jezdit. Já vám to povím, nikdo!“ (www.pisecko.net). A tak mají majitelé a provozovatelé rekreačních objektů a restauračních zařízení obavy, že by mohla takto nízká hladina již zůstat natrvalo, protože je vyděsila studie vypracovaná ČVUT, která ukazuje Orlík v několika možných variantách, z nichž právě jedna z nich je ta s nízkou hladinou. Rekreační využití nádrže Orlík je velmi intenzivní. Jedná se o rekreační oblasti

s velkou tradicí a poměrně velkou turistickou a rekreační infrastrukturou a vybavením pro rekreační a sportovní plavbu.

Pro vyhodnocení vlivu jednotlivých variant na rekreační potenciál nádrže Orlík byla hodnocena plavební podmínka v okolí současné plavební infrastruktury. Hodnocení bylo zaměřeno zejména na dva základní aspekty, a to zajištění minimálních plavebních hloubek v prostoru stávajících trvalých přístavišť v nádržích, a posouzení kolísání hladiny v nádržích během jednoho roku a během plavební sezóny s ohledem na frekvenci potřebného převazování plavidel při změně polohy hladiny.

Zabezpečení plavby v úseku Orlík – Kořensko je limitováno zajištěním minimální plavební hloubky pod VD Kořensko a hodnota maximálního plavebního průtoku $150 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

7 Závěr

V roce 1956 byla zahájena výstavba vodního díla Orlík, která byla dokončena o deset let později. Přehrada je svou výškou i objemem největší mezi přehradami Vltavské kaskády, ale i v Čechách. Těleso přehrady tvoří přímá tízná betonová hráz.

K hlavním účelům Orlické přehrady patří zlepšení průtoků v dolní části Vltavy, odběr vody pro energetické využití, ochrana území pod přehradou před povodněmi, zajištění průtoků pro vodárnu Podolí a odběry užitkové vody. Je také využívána pro lodní dopravu, rybářství, sport a rekreaci.

Takto gigantická stavba má samozřejmě jak negativní, tak i pozitivní vliv na životní prostředí. Vzhledem k tomu, že stavba byla dokončena v šedesátých letech minulého století, je přirozené, že musí docházet k drobným opravám, i když beton, který byl použit, patří jako jeden k nejlepším. To je spojeno s automobilovou dopravou, na kterou navazují negativní vlivy, jak již bylo v práci popsáno (hluk, prach, úkapy pohonných hmot apod.). Taktéž v roce 2002, kdy došlo k záplavám, byla elektrárna zatopena a došlo k úniku 600 tun olejů (dle sdělení jednoho z bývalých zaměstnanců). Taktéž byly zatopeny některé vesnice, které jsou uvedeny v práci.

Jako pozitivní je přehrada Orlík vnímána mezi obyvateli jako zdroj obživy, co se týče turistického ruchu. Jsou vynakládány obrovské finanční prostředky pro výstavbu budov, rekultivaci okolí u těchto staveb a v neposlední řadě chov ryb. Nicméně, přehrada Orlík nebyla k tomuto účelu postavena.

ČEZ i stát vynakládají do této stavby od roku 1989 obrovské finanční částky v řádech stamiliónu korun na obnovu životního prostředí, na udržování technického stavu přehrady včetně elektrárny, která skutečně, jak jsme se v minulosti přesvědčili, dokázala zachránit tisíce lidských životů, faunu i flóru, neboť při povodních dokázala přehrada zachytit desetitisíciletou vodu, přičemž musela vypouštět pětisetletou vodu. I když následky byly v některých případech katastrofální, škoda byla minimální oproti tomu, kdyby zde přehrada nestála, nebo kdyby došlo k jejímu protržení. Bývalý hrázný přehrady Jiří Zídek říkal, že v případě protržení přehrady by došlo k tomu, že poškozený betonový kvádr, by neunesl tíhu kvádru nad ním a došlo by k jeho sesunutí na místo poškozeného, čímž by na vrchu vznikl jakýsi žlab, kterým by tekla voda,

a tím by došlo k zabránění tzv. přívalové vlny, která by byla několik desítek metrů vysoká, která by se rozestoupila do stran a smetla by vše, co by jí stálo v cestě.

Nicméně vodní nádrž Orlík a jeho vliv na životní prostředí má po zhodnocení všech faktorů kladný přínos pro naši společnost. Díky této největší stavbě v ČR, jsou na rekultivaci prostředí vynakládány velké finanční částky a taktéž chrání vše živé před povodněmi. Je nutné o tuto stavbu nadále pečovat, neboť tím bude životní prostředí po celém jeho okolí nadále vzkvétat a přináší obživu mnoha lidem.

8 Přehled literatury a použitých zdrojů

Literární zdroje

- BENNDORF, J., 1990: Conditions for effective biomanipulation, conclusion derived from whole-lake experiments in Europe. Dresden: Institute of Hydrobiology, 587 s.
- BROŽA, V., 1988: Nádrže a vodohospodářské soustavy. Praha: České vysoké učení technické, 114 s.
- BROŽA, V., 2011: Dams in Czech Republic 2010. Prague: Czech National Committee on Large Dams, 83 s.
- BROŽA, V., SATRAPA, L., 1992: Hydrotechnické stavby. Praha: ČVUT Praha, 128 s.
- DIRNER, V. a kol., 1997: Ochrana životního prostředí. Praha: Ministerstvo životního prostředí. 333 s.
- ĎURICA, D. a kol., 2010: Energetické zdroje včera, dnes a zítra. Brno: Moravské zemské muzeum, 165 s.
- CHLUM, A., 1958: Vodohospodářská výstavba na Vltavě (Vltavská kaskáda). Praha: Ředitelství výstavby a rozvoje správy vodohospodářských děl.
- KONVIČKA, M., 2002: Město a povodeň – strategie rozvoje měst po povodních. Brno: ERA, 232 s.
- KRATOCHVÍL, J., STARA, V., 1985: Přehrady. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 225 s.
- KREDBA, M., 1967: Historie vývoje řešení Vltavské kaskády, projektu vodního díla Orlická a jeho konečná koncepce Výstavba vodního díla Orlická. Praha: Ministerstvo stavebnictví, Ústav racionalizace ve stavebnictví.
- MASTNÝ, P. a kol., 2011: Obnovitelné zdroje elektrické energie. Praha: ČVUT, 254 s.

- MEZERA, M., 2006: Co odnesl čas a vltavská voda aneb tenkrát v Povltaví. Příbram: Mgr. Ivan Fojt, 135 s.
- MILERSKI, R., MIČÍN, J., VESELÝ, J., 2005: Vodohospodářské stavby. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 164 s.
- MOTLÍK, J. a kol., 2007: Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice. Praha: ČEZ, 143 s.
- MUSIL, P., 2009: Globální energetický problém a hospodářská politika. Praha: C. H. Beck, 204 s.
- NACHÁZEL, K. a kol., 1997: Vodohospodářské soustavy. Praha: ČVUT, 74 s.
- NACHÁZEL, K., 1993: Estimation Theory in Hydrology and Water Systems. Praha: Academia, 296 s.
- PODUBSKÝ, M., 1948: Vodní, bažinné a pobřežní rostliny. Práce: Praha, 194 s.
- PŘIKRYL, F., 1962: Vodní dílo Orlik. Praha: Sportovní a turistické nakladatelství, 34 s.
- SLÁDEČEK, V., 1996: Atlas vodních organismů se zřetelem na vodárenství, povrchové vody a čistírny odpadních vod. Praha: Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost, 350 s.
- SLAVÍK, L., NERUDA, M., 2007: Voda v krajině. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, 176 s.
- SLAVÍKOVÁ, L., 2007: Ochrana před povodněmi. Praha: IREAS, 80 s.
- SYNÁČKOVÁ, M., 1994: Čistota vod. Praha: ČVUT, 208 s.
- TLAPÁK, V., HERYNEK, J. 2002: Malé vodní nádrže. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 200 s.
- VANĚK, V., 1987: Vodní a vlhkomilné rostliny. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 305 s.

- VĚTVIČKA, V., 2007: Vltava. Praha: Vašut, 194 s.
- VOTRUBA, L., BROŽA, V., KAZDA, I., 1978: Přehrady. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 330 s.

Elektronické zdroje

- Letecké záběry přeplněné Vltavské kaskády, 2015: online: <http://www.novinky.cz/domaci/303801-letecke-zabery-preplnene-vltavske-kaskady.html>.
- Orlická přehrada, 2015: online: <http://www.pisecko.net/zajimavosti-pisecka/orlicka-prehrada>.
- Povodí Vltavy, Vltavská vodní cesta, 2015: online: <http://www.pvl.cz/vodohospodarske-informace/vodni-dila/vltavska-vodni-cesta/vodni-dilo-orlik>.
- Povodí Vltavy, vodní díla, 2015: online: <http://www.pvl.cz/vodohospodarske-informace/vodni-dila>.
- Právní předpisy, 2016: online: <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/zakon-c-254-2001-sb-o-vodach-a-o-zmene-nekterych-zakonu-vodni-zakon>.
- Stanislava Koblihová, 2015: on-line: <http://ceskobudejovicky.denik.cz/z-regionu/lide-nizkou-hladinu-orliku-nehceme-20151012-nw2o.html>.
- Týden.cz, Navždy vypuštěný Orlík?, 2014: online: http://www.tyden.cz/rubriky/domaci/navzdy-vypusteny-orlik-uvahy-o-prehrade-na-suchu-starosty-desi_307705.html#.U8J-d5RgyuI.