

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

JAROSLAV VESELÝ

VODOHOSPODÁŘSKÉ STAVBY

MODUL 03

VODNÍ STAVBY



STUDIJNÍ OPORY
PRO STUDIJNÍ PROGRAMY S KOMBINOVANOU FORMOU STUDIA

OBSAH

1 Úvod.....	5
1.1 Cíle.....	5
1.2 Požadované znalosti.....	5
1.3 Doba potřebná ke studiu	6
1.4 Klíčová slova.....	6
2 Historie vodního stavitelství, názvosloví, organizace vodního hospodářství v ČR a EU, zákon o vodách	7
2.1 Z historie vodního stavitelství.....	7
2.2 Zákon o vodách.....	8
2.3 Tvorba právních předpisů v EU a návaznost legislativy ve vybraných oblastech oboru vodního hospodářství v ČR.....	9
2.4 Definice vybraných podkladů	12
2.5 Názvosloví a normalizace ve vodním hospodářství.....	12
2.6 Vybrané normy ČSN v oblasti vodního hospodářství a stavitelství ...	15
2.7 Autotest	17
3 Úprava odtokových poměrů, vodní toky, bystřiny, splaveniny, plaveniny a jakost vody v tocích.....	19
3.1 Úprava odtokových poměrů.....	19
3.2 Koryta přirozených vodních toků	19
3.3 Hrazení bystřin.....	20
3.4 Úprava vodních toků.....	22
3.5 Speciální objekty (mosty, propustky aj.)	26
3.6 Autotest.....	29
3.7 Studijní prameny	29
3.7.1 Seznam použité literatury	29
3.7.2 Seznam doplňkové studijní literatury	29
4 Jezy, revitalizace vodních toků, odběry vody z vodních toků, umělé kanály, vodní cesty.....	30
4.1 Pevné jezy	31
4.2 Pohyblivé jezy.....	32
4.3 Odběry vody z vodních toků.....	34
4.4 Revitalizace vodních toků.....	37
4.5 Revitalizace vodních toků a melioračních kanálů.....	38
4.6 Vodní cesty a plavba.....	39
4.7 Objekty na vodních cestách	42
4.8 Autotest.....	46
4.9 Studijní prameny	47
4.9.1 Seznam použité literatury	47
4.9.2 Seznam doplňkové studijní literatury	47
5 Přehrady, vodní nádrže, objekty k jímání povrchových vod a využití vodní energie	48
5.1 Údolní nádrže a přehrady	48

5.2	Konstrukce přehrad	49
5.3	Objekty na přehradách.....	51
5.4	Objekty k jímání povrchových vod	54
5.5	Využití vodní energie	57
5.6	Autotest.....	61
5.7	Studijní prameny	62
5.7.1	Seznam použité literatury	62
5.7.2	Seznam doplňkové studijní literatury.....	62
6	Závěr	63
6.1	Shrnutí	63
7	Klíč	64

1 Úvod

Voda je základ života, je součástí živých organismů, je základní složka potravy, její molekuly a atomy pronikají téměř všude, potřebujeme ji, škodí nám, vyhledáváme ji, ale také utíkáme před ní, je v různých skupenstvích, užíváme ji k mytí, ale znečištěnou se můžeme otrávit.



Hromadný výskyt vody na Zemi a její nezastupitelnost pro veškerý život a činnost člověka, byl příčinou toho, že se postupně vyvinula řada vědních oborů zabývajících se výskytem vody, jejím oběhem, mechanickými vlastnostmi, vodní biologii, chemií, atd. V naší části se budeme zabývat vodními stavbami, které řeší pohyb vody v otevřených korytech toku, zabývá se splaveninami, objekty na tocích, využitím toků pro vodní dopravu, plavbu, sport a rekreaci, využitím vodní energie.

Teoreticky vychází z části „Základy hydrauliky“ modul 01 a tvoří ucelený komplex s moduly 02 a 04. Dále se zmiňuje o matematickém a fyzikálním modelování složitých jevů, k nimž v přírodě dochází.

1.1 Cíle

Ve stavebnictví vodu potřebujeme jako technologickou do maltových a betonových směsí, k zařízení stavenišť, při zakládání nám může komplikovat situaci, musíme před ní chránit stavby proti navlhání, natírat a ošetřovat konstrukce proti korozi, může sloužit k přepravě nadrozměrných technologických částí, sypkých hmot, materiálů, je-li splavná, k těžbě písku a štěrku ze dna toku či inundací apod.



Předložený studijní text má naučit, ale i v praxi pomoci, řešit otázky, týkající se vodních staveb, zejména kapacity koryt včetně úprav či revitalizací, zařízení stavenišť, odběry vody z toku a vypouštění do toku, opatření k ochraně před povodněmi, vodní dopravy resp. přepravy nadrozměrných nákladů či velkého množství nákladu, využití vodní energie, ale i řešení otázek životního prostředí.

Studijní text „Vodní stavby“ modul 3 pro „Vodohospodářské stavby“ je studijní oporou předmětu Vodohospodářské stavby v kombinovaném studiu bakalářského studijního programu Inženýrské stavitelství na Fakultě stavební Vysokého učení technického v Brně. Snahou autora bylo, aby obsah textu byl srozumitelný a zároveň stručný. Doplnění nalezne čtenář v citované literatuře u jednotlivých kapitol.

1.2 Požadované znalosti

Mezi požadované znalosti patří zejména základy fyziky a matematiky, hydrauliky, hydrologie a základů stavitelství.



1.3 Doba potřebná ke studiu



Doba potřebná ke studiu této části je cca 4 až 5 týdnů.

1.4 Klíčová slova



pojmy z hydrauliky, hydrologie, proudění vody v otevřených korytech, kanály, úpravy toků a revitalizace toků, koryto a inundace, proudění říční a bystřinné, jezy, prahy, stupně, vývar či vývařiště, skluzy, přepad vody přes přelivné plochy, mosty, lávky, propustky, tunely, brody, vodní cesty, plavba, člun, loď či plavidlo, plavební komora, plavební kanál, průplav, rejda, přehrada, nádrž, hráz, odběrný objekt, plaveniny a splaveniny, elektrárna, turbína a její části, vodní motory.

Kontrolní otázky

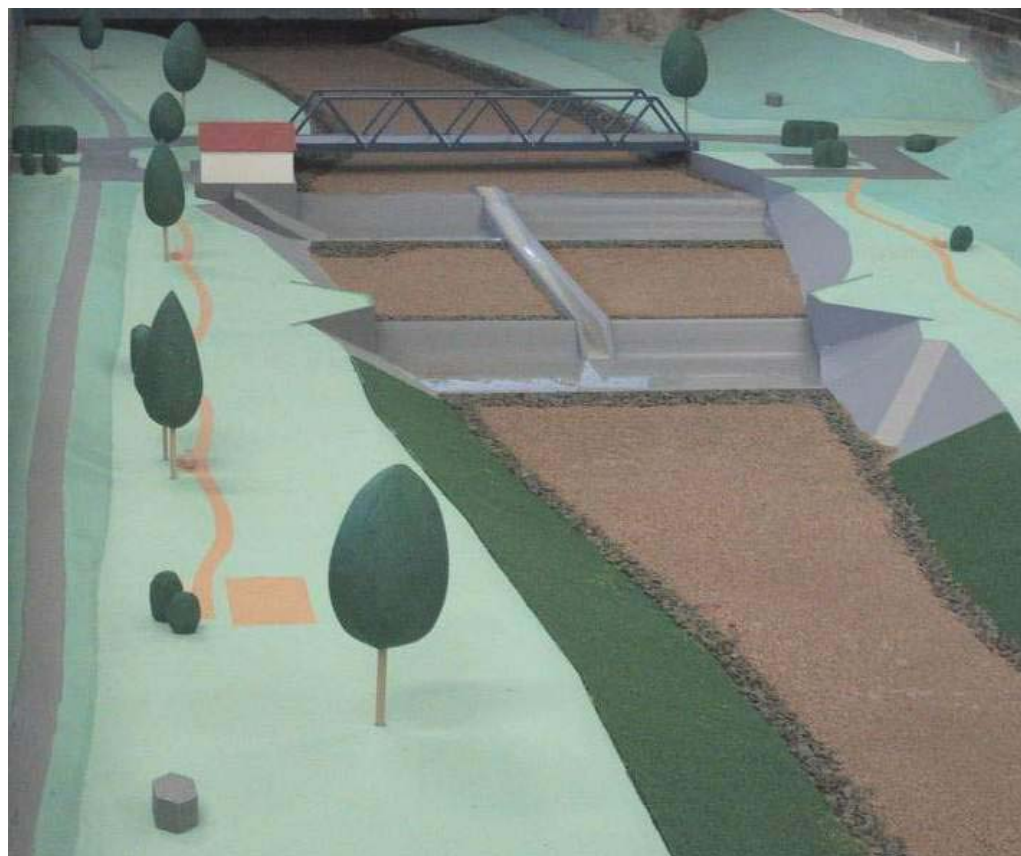


Umím si představit obsah jednotlivých pojmů?

Poznámka



Musím se zeptat či nastudovat to, čemu nerozumím!



Obr.1.1 Fyzikální model Hrabovského jezu na řece Ostravici v km 12 s malou vodní elektrárnou a rybochodem

2 Historie vodního stavitelství, názvosloví, organizace vodního hospodářství v ČR a EU, zákon o vodách

2.1 Z historie vodního stavitelství

Počátky vodního hospodářství a vodního stavitelství je možno najít v raných dobách rozvoje slavných starověkých civilizací.



- Jsou známy ochranné hráze proti záplavám, odvodňovací a závlahové kanály z doby 4 000 let př. n. l. v Mezopotámii.
- V Egyptě asi 30 km jižně od Káhiry, je zachováno těleso hráze vytvářející vodní nádrž Moeris, údajně o objemu 12 miliard m³.
- Výstavba prvních vodovodů v Babylónii a v Sýrii se předpokládá někdy kolem r. 2 500 př. n. l.
- Za první vodohospodářský projekt komplexního využití vodních zdrojů na světě je možno označit soustavu zahrnující soubor staveb v Babylónii (asi z r. 1740 př. n. l.) pro závlahy, úpravu toků. Využití vodní energie, vodovody a lázně. Ze stejného období tu pochází i první veřejná kanalizace.
- Kolem r. 1 200 př. n. l. byly postaveny první vodovody z pálené hlíny a kameniny na Krétě, v Řecku, v severní Africe i jinde.
- Pozoruhodná vodohospodářská soustava zajišťující potřeby Jeruzaléma vznikla za krále Šalamouna (kolem r. 1 000 př. n. l.). Voda jímaná v povodí řek byla nejprve vedena do soustavy tří nádrží (Šalamounovy rybníky) a odtud do města. Splašková voda se sváděla do usazovacích nádrží.
- K největším starověkým stavbám patřil Císařský kanál v Číně (1650 – 485 př. n. l.), spojující Peking s ústím řeky Jang-č-t'iang.
- Staří Řekové dokázali odvodnit Kopajské jezero o rozloze 25 tisíc hektarů.
- V okolí Madrásu ve starověké Indii bylo kolem 50 000 nádrží.
- V Persii asi v 6. stol. př. n. l. byla na řece Kor vybudována nádrž pro závlahy, která v omezené míře souží i dnes.
- Nejslavnější starověké vodovody byly v Římě. V r. 305 př. n. l. byl postaven první, tzv. Aqua Appia, o délce 16,6 km. O 40 let později byl vybudován Anio Vetus (63,7 km), v roce 145 př. n. l. vodovod Marcia (91,6 km), v r. 127 př. n. l. Tepula o délce 189 km a další. Odpadní vody byly odváděny hlavním kanalizačním sběračem (tzv. Cloaca maxima s podkovovitým průřezem o výšce i šířce 3,6 m) do Tibery.
- Římské impérium je založeno na silnicích a vodovodech (výrok G. J. Caesara-Octaviana). Zbytky římských akvaduktů udivují i dnes např. v jižní Francii (Nimes, Fréjus) a ve Španělsku (Segovia).

- V r. 97 př. n. l. byl v Římě ustaven první ředitel vodovodů Curator aquarum.
- Agrippa Marcus Vipsanius, * 63 př. n. l., římský vojevůdce a diplomat. Římu dal řadu významných staveb (první veřejné lázně, vodovod, Pantheon), byl i zeměpiscem a kartografem.
- I ve vodním hospodářství a stavitelství se středověk taktně přechází několika převážně zdvořilostními větami.
- Takto bychom mohli pokračovat všemi obdobími až do současnosti a se současnými problémy ve vodních stavbách se seznámíme a budeme se pokoušet je řešit.



V současné době prochází legislativa v oblasti vodního hospodářství vývojem, který je ve velké míře ovlivněn procesem přibližování se legislativě EU a jeho transpozicí do českého právního řádu. Nedílnou součástí tohoto procesu je vytváření podmínek pro dosažení stavu ve vodohospodářské oblasti, která by umožnila přijetí ČR do EU. Jedná se o legislativní a ekologickou „kapitolu“. Tento proces zahrnuje nejen tvorbu právní předpisů, ale také technickou normalizaci.

Legislativu Evropské unie (dále EU) ve vodohospodářské oblasti je nutno chápat jako právní formulaci cílového stavu, ke kterému se musí členské země postupně dopracovat v určených časových limitech. Technické normy a předpisy mají umožnit určitou unifikaci přijímaných technických opatření. Tato opatření jsou finančně velmi náročná a v podstatě lze říci, že ani v ekonomicky nejvyspělejších zemích nemohou v současné době vynakládat prostředky v předpokládané výši. Je proto zřejmé, že pro ČR by investice do ochrany vod, realizovaná ve výši požadované ze strany EU a její legislativy, tj. odhadem vynaložení 100 miliard Kč v krátkém časovém období do přijetí, byla těžko realizovatelná. Vzhledem k tomu, že většina našich budoucích absolventů již bude pracovat v zóně EU, považujeme za nutné se této problematice v této kapitole věnovat.

Z právních předpisů EU byla jako předmět transpozice pro výhledové členy EU vyčleněna skupina právních předpisů - tzv. komunitární právo, s nímž musí ČR harmonizovat své právní předpisy do data vstupu do unie. Právní předpisy s vodohospodářskou tematikou jsou zařazeny jako samostatná podoblast „**Voda**“ do jedné z oblastí komunitárního práva, tj. práva v oblasti životního prostředí. V této stručné kapitole učebního textu bychom rádi informovali o základních problémech uvedené problematiky; podrobnější informace o jednotlivých normativních a legislativních otázkách budou vždy součástí přednášek k jednotlivým partiím přednáškového cyklu předmětu „Vodní stavitelství“. Jedním ze základních legislativních podkladů řešení problematiky vodního hospodářství jako celku, je „**zákon o vodách**“.

2.2 Zákon o vodách



Hlavní rámcové zásady „vodního zákona“ představují a charakterizují systém nejdůležitějších zásad a nejzávažnějších změn současné platné úpravy vodního práva. Zásady nového vodního zákona (při tvorbě uvedeného zákona bylo definováno 47 hlavních rámcových zásad) plošně pokrývají celou oblast

vodního hospodářství a vodního stavitelství podrobně v paragrafovém znění. Je zde definována zásada chránit vodu jako nenahraditelnou složku životního prostředí, členění vod, ochrana vod, práva k užívání vod v různých odvětvích, je definována problematika „státní zprávy“, otázka škod a řada dalších. Podrobný rozbor „zákonu o vodách“ přesahuje možnosti dané rozsahem učebního textu. Jak bylo uvedeno, detailněji bude prezentováno v přednáškovém cyklu v konkrétních kapitolách a v samostatné partii kurzu.



2.3 Tvorba právních předpisů v EU a návaznost legislativy ve vybraných oblastech oboru vodního hospodářství v ČR

Vytváření právních předpisů EU v oblasti *Voda* prošlo několika etapami – generacemi, které odráží jednak vývoj vodohospodářského poznání, jednak různou úroveň hospodářské a technické vyspělosti a možností jednotlivých států EU. Obecně lze říci, že vnitrostátní právní předpisy v jednotlivých státech mohou dle jejich vyspělosti být přísnější než členské, pokud tím nedojde k narušení podmínek volné soutěže. Není možné rozebírat každou oblast legislativy v oboru vodního hospodářství a vodního stavitelství samostatně. Z hlediska zaměření předmětu v základní části všeobecné části studia proto definuje vybrané principy a základní etapy zejména pro oblast nesmírně významnou všeobecně pro ochranu ekologického systému jako celku – tzn. právní oblast definující problematiku z hlediska ochrany před negativními vlivy jednotlivých odvětví. Pro orientaci přikládáme v závěru této kapitoly seznam vybraných norem v oblasti vodního hospodářství a stavitelství.



Jako první generaci právních předpisů EU v oblasti *Voda* lze vymezit skupinu tzv. **imisních směrnic**, které stanovují závazné a směrné požadavky na jakost vod, resp. jednotlivých vodních útvarů určených ke specifickým účelům. Podobným způsobem bylo například koncipováno dnes již zrušené Nařízení vlády ČSR 25/1975 Sb., jímž byly stanoveny ukazatele přípustného stupně znečištění vod. Výslovně se však věnovalo jen vodárenským tokům a všeobecně ostatním povrchovým vodám. Vzhledem k všeobecně nízké míře čištění odpadních vod a reálným možnostem zabezpečit čištění vod vedlo k neúnosnému počtu výjimek. Proto bylo nahrazeno novým nařízením - tj. Nařízením vlády ČR č.171/1992 a později dnes platným č. 82/1999 Sb. Těžiště těchto nařízení bylo a je stanovení závazných limitů pro vypouštění odpadních vod. Ukazatele znečištění povrchových vod (nebo vyjadřující stav vody v toku) a jejich hodnoty nejsou striktně závazné, i když jsou uváděny jako přípustné a vodohospodářský orgán z nich při povolování vypouštění odpadních vod vychází. Při detailním porovnání této generace směrnic EU a našimi lze najít určité rozdíly v jednotlivých ukazatelích, ale harmonizace nebude obtížná. Chybějící ukazatele lze doplnit a metody jejich rozborů lze, buď přizpůsobit, nebo doložit „Komisi EU“ s tím, že naše metody jsou prověřené a poté při verifikaci tzv. „kapitol“ pouze doplnit korelační koeficienty.

Jako druhou generaci právních předpisů EU v oblasti *Voda* lze vymezit skupinu tzv. **emisních směrnic**, které stanovují závazné požadavky, resp. povinnost vnitrostátně stanovit emisní limity a termíny, od kterých jsou všeobecně závazné pro vypouštění jednotlivých nebezpečných látek

obsažených v odpadních vodách do stokových systémů a do vodního prostředí. Při porovnání těchto směrnic s Nařízením vlády č. 82/1999 Sb. lze konstatovat, že směrnice se jeví nedostatečná - bude nutno zcela přepracovat její přílohu 1B (vymezuje jednotlivé typy průmyslu, je požadováno vymezit podrobněji tj. jednotlivé typy průmyslových výroby) a doplnit zvláštními ustanoveními pro ty nebezpečné látky, jejichž vypouštění je upraveno evropskými směrnicemi po jejich vzoru. Bude třeba reagovat také na skutečnost, že vypouštění nebezpečných látek je nutno monitorovat, buď kontinuálně nebo 24 hodinovými slévanými vzorky.



Třetí generaci právních předpisů v oblasti **Voda** jsou směrnice pro vypouštění odpadních vod, obsahujících klasické organické znečištění nebo vnázející živiny do životního prostředí, včetně technických požadavků na technickou infrastrukturu, která těmito látkami nakládá (tj. kanalizace, ČOV, skladování a používání hnojiv apod.) Směrnice vyslovují celou řadu požadavků na vybavenost jednotlivých aglomerací stokovými sítěmi a ČOV, včetně požadavků na technickou úroveň systému a stanoví lhůty k jejich uplatnění. Tento požadavek nereaguje na stávající stav a možnosti výstavby, ale požaduje dosáhnout optimálního stavu do určité lhůty. Výjimky jsou možné pouze tehdy, když stát prokáže, že výstavbou kanalizace se nedosáhne žádného významného zlepšení životního prostředí. Plnění této směrnice je investičně nejnáročnější ze všech právních předpisů EU.

Např. pro ČR jsou relevantní požadavky dané směrnicemi EU tyto:

~Do 31.12.2000 vybavit na celém území aglomerace větší než 15 000 EO stokovými systémy a ČOV se sekundárním čištěním a splnit limity pro vypouštění odp. vod

~Do 31.12.2005 totéž pro aglomerace od 2000 – 15 000 EO.

Směrnice č. 82/1999 Sb. se s těmito směrnicemi vyrovnala celkem uspokojivě a drobné nedostatky a odlišnosti bude nutno ještě upravit.

Čtvrtou generaci právních předpisů v oblasti **Voda** jsou integrované směrnice, které se věnují komplexnímu řešení dané oblasti tj. vytýčení a určení lhůt pro postupné dosažení žádoucího stavu jednotlivých vodních útvarů z hlediska jakosti, množství a ekologických kvalit. Těchto cílů má být dosaženo kombinovaným působením emisních a imisních principů spolu s nejlepšími dostupnými technologiemi. Tyto směrnice si vyžádají speciální právní úpravu, vzhledem k důrazu na zachování emisních limitů bude podkladem přepracované a inovované Nařízení vlády č. 82/1999 Sb.

Vedle tvorby legislativních zákonů a předpisů je důležitou součástí procesu tvorba technických norem. V současné době probíhá přejímání a přizpůsobování nejen v oblasti legislativních nástrojů, ale také v **technické normalizaci**. Podmínkou vstupu do EU je členství v Evropském výboru pro normalizaci (CEN). ČR je řádným členem od roku 1997. Hlavním úkolem CEN je zpracování a vydávání evropských norem (EN), harmonizace národních norem členských států EU a tím odstraňování technických překážek obchodu s výrobky a službami. EN se vydávají ve třech oficiálních verzích – anglické, německé a francouzské. Členové CEN jsou povinni převzít všechny vydané EN do svých národních normalizačních soustav, a to buď překladem do národního jazyka, převzetím originálu (norma kromě úvodních stran obsahu

úplné anglické znění normy), nebo převzetím k přímému využití (tzv. endorsement, tj pouze jedna strana, která oznamuje, že norma byla převzata do soustavy národních norem a je k dispozici v originálním znění).

ČR je v CEN zastoupena svým národním normalizačním orgánem – *Českým normalizačním institutem*. ČNI dostává dokumenty technických komisí CEN a rozesílá je příslušným organizacím, které ve spolupráci s technickými komisemi zabezpečují odborná stanoviska k návrhům evropských norem a posouzení nově vznikajících evropských norem v návaznosti na naše právní předpisy. ČNI je povinen zabezpečit zavádění evropských norem do 6 měsíců do soustavy ČSN po jejich publikaci v CEN. Čisté ČSN tj. normy pouze na národní úrovni, lze zavádět jen s jejich předchozí notifikací členy CEN. Členové CEN jsou také povinni dodržovat „Dohodu o zastavení prací (standstill)“, která ukládá pozastavit normalizační práce na národní normě, která má shodný technický obsah s připravovanou EN.



Evropská normalizace je založena na nezávaznosti a dobrovolnosti EN. EN se považují za doporučení, která navazují na příslušné právní předpisy. Legislativa EU využívá technická řešení obsažená v normách, různými způsoby. Některé normy jsou vyhlášovány v úředních věstnících národních normalizačních orgánů jako „harmonizované normy“ – tj. takové, které jsou vztaženy ke konkrétnímu technickému předpisu, jsou s ním v souladu a splnění požadavků normy znamená, že jsou splněny i požadavky technického předpisu (např. nařízení vlády, předpisy ministerstev a ústředních orgánů). Používání EN není všeobecně povinné, ale je všeobecně uznávané – použití EN zaručuje vyloučení rozporu se všeobecně závaznými právními předpisy. Může se použít i jiné řešení, v případě pochybností je však třeba prokázat, že dané řešení je ekvivalentní nebo na vyšší úrovni než dle EN. Řešení popsána v EN zaručují splnění požadavků na technickou úroveň, funkčnost, bezpečnost a ochranu životního prostředí.

Vývoj normalizace v ČR byl značně odlišný od vývoje v EU. Oblast národních norem byla upravena právními předpisy od roku 1948, kdy vedle technické unifikace plnily normy funkci nástroje státem řízení ekonomiky. Od roku 1964 získaly povahu právního předpisu a závazně stanovovaly podmínky pro výrobu a oběh zboží. Právní úprava v roce 1989 měla přechodný charakter pro přizpůsobování se stavu v EU.

Do roku 1991 byly všechny normy závazné, zákon č. 142/1991 Sb. ponechal všeobecnou závaznost všech norem do 31.12.1994, od tohoto data ponechal pouze některým normám závaznost a nové normy se stávaly závaznými pouze na základě požadavků ústředních orgánů státní správy. Tento typ závaznosti skončil k 31.12.1999. Normy do tohoto období byly zaměřeny jinak než normy v EU – zahrnovaly i požadavky, které jsou v EU obsahem právních předpisů. Proto byl vydán zákon č. 22/1997 Sb., který nově zavedl pojem technický předpis a harmonizovaná ČSN. Tímto bylo zrušeno ustanovení, které umožňovalo dle zákona č.142/1991 učinit závaznou normu nebo její část neopomenutelným účastníkem.

2.4 Definice vybraných podkladů



Technické předpisy – jsou obecně závazné právní předpisy, které upravují technické požadavky na výrobky (zákony, nařízení vlády, vyhlášky, nikoliv ČSN). Normy se nově nazývají *české technické normy* (dříve české normy). **Harmonizované normy** jsou ty normy, které jsou vztaženy ke konkrétnímu předpisu. Zákon řešil také otázku rozmnožování a kopírování norem, které je možné pouze se souhlasem právnické osoby, pověřené jejich tvorbou a vydáváním – Českým normalizačním institutem.

V současné době jsou všechny platné normy ČSN nezávazné včetně všech ustanovení v nich obsažených.

Československé státní normy (ČSN) vzniklé před rokem 1991 (formát A5) – všechna ustanovení mimo doporučení povolené Úřadem pro normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (UNMZ) byla závazná do 31.12.1994, poté veškerá ustanovení nezávazná

Československé technické normy (ČSN formát A4) tj. nové, revidované, ČSN EN, ČSN ISO vydané po roce 1991 – obsahovala pouze závazná ustanovení, požadovaná ústředními orgány státní správy. Závaznost těchto ustanovení skončila k 31.12.1999.

Oborové normy (ON)– obsahovala závazná ustanovení, kromě nezávazných doporučení. Od 31.12.1993 byla ukončena platnost ON.

Odvětvové normy vodního hospodářství (TNV) – vydávány od 21.3.1994 schválením zásad MZe pro vydávání TNV, obsahují nezávazná ustanovení.

2.5 Názvosloví a normalizace ve vodním hospodářství



Voda je :

- nejrozšířenější kapalina na Zemi;
- jeden z hlavních faktorů životního prostředí;
- součást přírodního bohatství;
- živel;
- základ života.

Podle výskytu rozlišujeme :



- Povrchovou vodu, což je podle zákona o vodách č. 138/73 Sb. voda přirozeně se vyskytující na zemském povrchu.
- Podzemní vodu, což je voda v zemských dutinách a ve zvodnělých zemských vrstvách.

Jsou i další druhy vody, např. :



- Zvláštní vody, mezi něž zařazujeme např. léčivé minerální vody (ty spravuje zdravotnictví) nebo vody důlní (ty se řídí horním zákonem č. 41/57 Sb.).
- Půdní vody (absorpční, kapilární nebo gravitační).
- Srážkové vody a atmosférická voda.
- Ostatní vody.

Zvláštní kategorií jsou odpadní vody, což jsou vody, které mají následkem svého použití (v obcích, průmyslu, zemědělství apod.) změněnou jakost nebo teplotu.

Vodní hospodářství je:

soubor technických oborů, které se zabývají využíváním vodních zdrojů a jejich ochranou. Do hospodářství vodního patří např. vodárenství, stokování a čištění odpadních vod, hydrotechnika, hydromeliorace, vodní doprava, rybníkářství.



Vodní stavby jsou:

objekty, které slouží k zachycování (jímání), soustřeďování, hromadění, vzdouvání, dopravě, úpravě a čištění vody, k úpravě toků, dopravě po vodě, využívání vodní energie, k zamezení záplav a jiných škodlivých účinků vod.



Úloha normalizace ve VH v současné době spočívá v přejímání EN a v aktivní práci v pracovních skupinách CEN při získávání nových informací, projednávání a připomínkování návrhů nových norem. Kromě EN vznikají harmonizační dokumenty (HD) nebo předběžné evropské normy (ENV), které jsou určeny k ověření na dobu 3 let. V případě zavedení EN nebo HD je nutné zrušit konfliktní národní normy. Agendu vyplývající z členství ČR v technických komisích zajišťuje Hydroprojekt a.s. V oblasti vodního hospodářství pracují 4 technické komise CEN:



CEN/TC 230 – Rozbor vod,
CEN/ TC 308 – Charakteristika kalů,
CEN/TC 164 – Zásobování vodou,
CEN/TC 165 – Kanalizace.

V rámci CEN dochází v současné době k viditelnému nárůstu ve vydávání nových norem, které jsou přejímány v VH jako ČSN EN. Dochází tím v české technické praxi k nové situaci – není zcela zažit způsob, jak pracovat a používat stále rostoucí množství nových norem, které nejsou závazné. V zemích EU jsou evropské technické normy přes svou nezávaznost široce používané při tvorbě technického řešení i úpravě vztahů ve výstavbě :

Použití normy jednoznačně vymezuje *technické řešení projektu* na základě poznatků, systematicky zpracovaných a připomínkovaných širokou odbornou veřejností

Použití normy zabezpečuje investorovi *splnění požadavků* na technickou úroveň, funkčnost, bezpečnost a ochranu životního prostředí.

Urychluje projednávání projektu - použití EN zaručuje řešení v souladu se závaznými právními předpisy.

Je možné použít řešení odlišné od EN, ale v případě pochybností musíte dokázat, že vaše řešení je ekvivalentní nebo lepší než v EN.

V EU se v oblasti vodního hospodářství používají EN při vyhlášení podmínek veřejných soutěží a vyhodnocování nabídek, jako samostatnou přílohu smluvních vztahů mezi investorem a projektantem, v zadání tendrových řízení, jako součást reklamací a soudních sporů. EN jsou využívány

jako součást technických standardů majitelů a provozovatelé vodohospodářských zařízení i vyhlášek správců povodí.



Pro ucelenost kapitoly (i když bylo rámcově uvedeno v kapitole č.1 textu) uvádíme pro vysvětlení:

CSN	- česká technická norma
CSN ISO	- mezinárodní norma ISO, zavedené do české soustavy norem
CSN EN	- evropská norma, zavedená do soustavy CSN
CSN EN ISO	- mezinárodní norma ISO, převzatá do soustavy EN a zavedená do soustavy CSN
ON	- bývalá oborová norma
ORIG	- zavedené normy EN, ISO v originálu v anglické verzi
TNV	- odvětvové technické normy vodního hospodářství v působnosti ministerstev zemědělství a životního prostředí.

Zákony se v ČR neustále obnovují a doplňují, a protože neznalost zákona neomlouvá je třeba, tak jak se celý život vzděláváme a učíme, sledovat novelizace zákonů.

Zákon o vodách č. 254/2001 Sb. a změně některých zákonů, který nabyt účinnosti 1. 1. 2002 je postupně doplňován zákony 76/2002 Sb., 320/2002 Sb., 274/2003 a navazující zákony resp. některé nahrazující za zrušené vyjmenované zákony, nařízení vlády a zejména vyhlášky (v zákoně 254 citováno 19 položek) byl konkretizován a doplněn oproti původnímu 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a zákony č. 320/2002 Sb. a 274/2003 Sb. Navazuje na něj vyhláška č. 293/2002 Sb. o poplatcích za vypouštění odpadních vod do vod povrchových, což je bezprostřední návaznost na příl. č. 139/2003 Sb. o evidenci stavu povrchových a podzemních vod a způsobu ukládání údajů do informačního systému veřejné správy. Povinnostmi odběratelů se zabývá vyhl. č. 20/2002 Sb. o způsobu a četnosti měření a jakosti vody.

Zákon o vodách je nutno dávat do úzké souvislosti se zákonem č. 17/1992 Sb. o životním prostředí navazující na zákon 100/2001 Sb. o posuzování vlivů na životní prostředí. Záměry jsou členěny na kat. I podléhající posouzení a kat. II vyžadující zjišťovací řízení, jako přílohy jsou pro projektanty, ale i správní orgány důležité přílohy specifikující zásady pro zjišťovací řízení, náležitosti pro oznámení a pro dokumentaci, pro posudek i pro stanovisko aj.

K výše citovaným zákonům se váží zákony č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny i č. 123/1998 Sb. o právu na informace o životním prostředí (má např. význam v realitní činnosti, projekci a geodetické činnosti). Zákon č. 76/2002 Sb. o integrované prevenci vč. Stanovení emisních limitů. Vyhl. č. 395/1992 Sb. obsahuje prováděcí ustanovení, vztahující se na ochranu přírody a krajiny. Důležité z dlouhodobého hlediska a ke sledování vývoje je nařízení vlády č. 386/2003 Sb. o integrovaném registru znečištění.

Ochrana životního prostředí se člení na:

- a) ochrana ovzduší,
- b) ochrana vod (zákon o vodách), jímž jsme se zabývali již v úvodu,
- c) ochranu půdy a rostlin i zákony vztahující se k těžbě surovin,
- d) odpadní a obalové hospodaření včetně skládek a revitalizací po těžbě surovin a k nim patří ještě hospodaření s energiemi.



Jenom stručně k a) zákon č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší , vyhláška 358/2002 Sb. je celosvětové nejen v rámci EU zaměřen na ochranu ozonové vrstvy Země. Vyhlášky č. 356,357/2002 Sb. znečišťování ovzduší (limity, evidence, autorizace) a stanovení kvalitativních limitů pro paliva a nařízením vlády 354/2002 Sb. se stanoví emisní limity a podmínky pro spalování odpadů. k c) zákon č. 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu k tomu č. 242/2000 Sb. ekologické zemědělství. Důležitý z hlediska zejména podzemních zdrojů vody je tzv. lesní zákon č. 289/1995 Sb. o lesích. Zákony genetiky v zemědělství a lesnictví jsou řešeny v zákonech 148,149/2003 Sb. a vyhláškách č. 13/1994 Sb. a 91/2002 Sb. o ochraně zemského půdního fondu i rostlin.

Ve stavební činnosti, ale i obecně v každodenním životě, se setkáváme s odpady, legislativně se v této části d) váží základní zákony č. 185/1991 Sb. o odpadech, č. 477/2001 Sb. o obalech. Z vyhlášek na ně navazujících jsou nejdůležitější č. 376/2001 Sb. o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů, č. 381/2001 Sb. katalog odpadů a nakládání s nimi 383/2001 Sb., 237, 115 až 117/2002 Sb. a nařízení vlády 111/2002 Sb., 197/2003 Sb.

Energetické zákony 406, 458/2000 Sb. a pravidla pro poskytování dotací obsažená v nařízení vlády č. 63/2002 Sb. Jednotlivé zákony se promítají do celé řady obecnějších zákonů a musí také respektovat ustanovení a zásady z těchto zákonů pro ně vyplývající. Takto jsou např. řešeny návaznosti na SFŽP (Státní fond životního prostředí), ČEA (Česká energetická agentura), ČIŽP (Česká inspekce životního prostředí) aj., ale i na veřejnou a místní správu.

Jako stavaři nesmíme opomenout souvislosti i návaznosti na stavební zákon, jehož novelizace zjednodušující úřední postupy je realizována v roce 2004. S tímto zákonem úzce souvisí tzv. autorizační zákon č. 360/1992 Sb. ve zněních zákonů č. 164/1993 Sb., 275/1994 Sb. a 224/2003 Sb. a Směrnice Rady ES č. 85/384/EHS z 10. 6. 1985 až 64/427 EHS a pro absolventy středních škol zákon č. 171/1990 Sb. a vysokých škol č. 111/1998 Sb.

Kontrolní otázky

| *Jaké hlavní zákony platí ve vodním hospodářství?*



2.6 Vybrané normy ČSN v oblasti vodního hospodářství a stavitelství

ČSN 01 1320	Veličiny, značky a jednotky v hydraulice (1.3.1980)
ČSN 01 3460	Výkresy inženýrských staveb. Společné požadavky na výkresy (1.1.1986)





- ČSN 01 3462 Výkresy inženýrských staveb. Výkresy vodovodu (12.1994)
 ČSN 01 3463 Výkresy inženýrských staveb. Výkresy kanalizace (1990)
 ČSN 01 3469 Výkresy inženýrských staveb. Výkresy hydrotechnických staveb. (1.7.1990)
- ČSN 01 3473 Výkresy inženýrských staveb. Výkresy hydromeliorací (1.7.1990)
- ČSN 13 8740 Drenážne rúrky z plastov (1.5.1988)
 ČSN 72 2699 Drenážní trubky
 ČSN 73 1208 Navrhování betonových konstrukcí vodohospodářských staveb (1.8.1988)
- ČSN 73 1404 Navrhování ocelových konstrukcí vodohospodářských staveb (1.1.1987)
- ČSN 73 3050 Zemné práce. Všeobecná ustanovenia
 ČSN 73 6503 Zatížení vodohospodářských staveb vodním tlakem (1.7.1981)
- ČSN 73 6506 Zatížení vodohospodářských staveb ledem (31.8.1972)
 ČSN 73 6561 Hydrologické údaje podzemních vod (1.3.187)
 SN 73 6611 Tlakové skúšky vodovodného a závlahového potrubia (1.8.1984)
- ČSN 73 6614 Zkoušky zdrojů podzemní vody. (1.7.1985)
 ČSN 73 6615 Jímání podzemní vody. (1.5.1981)
 ČSN 73 6639 Zdroje požární vody (1.2.1964)
 ČSN 73 6814 Navrhování přehrad. Hlavní parametry a vybavení. (1.8.1988)
- ČSN 73 6815 Vodohospodářské řešení vodních nádrží. (1.8.1991)
 ČSN 73 6820 Úpravy vodních toků (1.7.1989)
 ČSN 73 6823 Úpravy vodních toků s malým povodím (1.9.1989)
 ČSN 73 6850 Sypané přehradní hráze. (1.4.1977)
 ČSN 73 6650 Vodojemy (1.7.1986)
 ČSN 73 6822 Křížení a souběhy vedení a komunikací s vodními toky (1.10.1982)
- ČSN 73 6850 Sypané přehradní hráze (1.4.1977)
 ČSN 73 6852 Asfaltobetonové plášťové těsnění (1.6.1981)
 ČSN 73 6881 Malé vodní elektrárny. (1.6.1989)
 ČSN 73 6961 Křížení a souběhy melioračních zařízení s komunikacemi a vedeními (1.9.1984)
- ČSN 75 0000 Vodní hospodářství. Soustava norem ve vodním hospodářství. Základní ustanovení. (1.7.1988)
- ČSN 75 0140 Vodní hospodářství. Názvosloví hydromeliorací (1.1.1988)
 ČSN 75 0142 Vodní hospodářství. Názvosloví protierozní ochrany půdy (1.3.1992)
- ČSN 75 0144 Terminologie pozemkových úprav (1.1.1996)
 ČSN 75 0145 Meliorace. Terminologie v pedologii. (12.1994)
 ČSN 75 0170 Vodní hospodářství. Názvosloví jakosti vod. (1.7.1987)
 ČSN 75 0255 Výpočet účinků vln na stavby na vodních nádržích a zdržích (1.4.1988)
- ČSN 75 0434 Meliorace. Potřeba vody pro doplňkovou závlahu (1.2.1994)
- ČSN 75 0905 Zkoušky vodotěsnosti vodárenských a kanalizačních nádrží (1.12.1992)

ČSN 75 1400	Hydrologické údaje povrchových vod. (1.8.1991)	
ČSN 75 2101	Ekologizace úprav vodních toků (1.9.1993)	
ČSN 75 2410	Malé vodní nádrže (1997)	
ČSN 75 2911	Vodní značky (1.2.1993)	
ČSN 75 3102	Ochrana vodních zdrojů. Značení ochranných pásem zásobování pitnou vodou (1.3.1992)	
ČSN 75 3310	Odkaliště (1.2.1992)	
CSN 75 3415	Ochrana vody před ropnými látkami (10.1992)	
ČSN 75 4100	Průzkum pro meliorační opatření na zemědělských půdách	
ČSN 75 4200	Hydromeliorace. Úprava vodního režimu zemědělských půd odvodněním (1.1994)	
ČSN 75 4210	Hydromeliorace. Odvodňovací kanály (2.1993)	
ČSN 75 4306	Hydromeliorace. Závlahové trubní sítě (3.1993)	
ČSN 75 4500	Protierozní ochrana zemědělské půdy. Základní ustanovení (1996)	
ČSN 75 5911	Tlakové zkoušky vodovodního a závlahového potrubí (4.1995)	
ČSN 75 6101	Stokové sítě a kanalizační přípojky (1995)	
ČSN 75 6261	Dažďové nádrže (1.2.1988)	
ČSN 75 6403	Čistírny odpadních vod pro 500 až 5000 ekvivalentních obyvatel (1995)	
ČSN 75 6402	Malé čistírny odpadních vod (5.1992)	
ČSN 75 7143	Jakost vod. Jakost vody pro závlahu (1.1.1992)	

Podklady:

1. Materiál Hydroprojektu a.s. – Technické normy vodního a odpadového hospodářství.
2. Podklady z konferencí Asociace čistírenských expertů ČR.
3. Příslušné normy a další podkladový materiál v oblasti legislativy VH v ČR.
4. Sbírka zákonů v konkrétním znění.

2.7 Autotest

Autotest vztahující se k učivu dané kapitoly. Minimálně jedna odpověď je správná (správné odpovědi jsou pak uvedeny v „Klíči“).



1. Vodní hospodářství je:
 - a) starý obor, neustále aktuální a vyvíjející se;
 - b) starý obor, neměnný, přírodě neporučím, nedá se vyvíjet;
 - c) starý obor, ale vlivem rozvoje výpočetní techniky došlo k jeho změně;
 - d) zcela nový obor, vytvořený na základě zákonů a norem EU.
2. Zákon o vodách je:
 - a) samostatný, nevztahuje se k jiným zákonům;
 - b) platný pouze v resortu ministerstva zemědělství;
 - c) úzce spjatý s dalšími zákony včetně např. i stavebního zákona;
 - d) platný výhradně pro místní správu a správce toků.

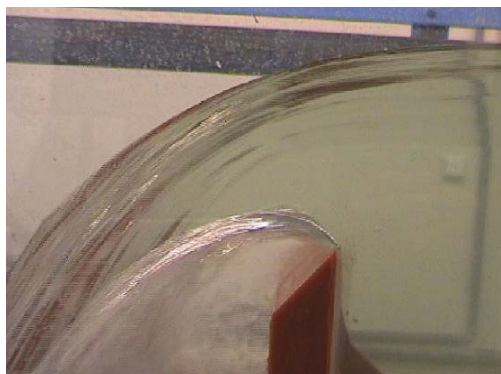


Poznámka

Laboratoř vodohospodářského výzkumu v Ústavu vodních staveb - výuka studentů



Obr. 2.1 Boční kontrakce při zúžení průřového profilu



Obr. 2.2 Přepadající paprsek přes ostrohranný přeliv



Obr. 2.3 Přepad a vodní skok



Obr.2.4 Laminární a turbulentní proudění (Reynoldsův pokus)



Obr.2.5 Ztráty v potrubí (místní a třením po délce)

3 Úprava odtokových poměrů, vodní toky, bystřiny, splaveniny, plaveniny a jakost vody v tocích

3.1 Úprava odtokových poměrů



Vodní toky umožňovaly v historii vznik prvních osad a měst, v jejich blízkosti docházelo k rozvoji zemědělské výroby, obchodu a později průmyslu. Vodní toky byly významnými zdroji obživy, umožňovaly vodní dopravu, byly zdrojem energie na pohon mlýnů, hamrů aj., ale současně vytvářely i přirozenou ochranu sídlišť. Vodní tok způsoboval i řadu potíží, zaplavovaná území umožňovala rozšiřování nemocí, povodně narušovaly zemědělskou výrobu, ničily domy a devastovaly okolí toků.

Úkolem úprav vodních toků je protipovodňová ochrana objektů a ploch, řešení odtokových poměrů a splaveninového režimu, stabilizace břehů a dna koryta, zajištění zaústění přítoků, odpadů a umožnění odběru vody, úprava vodního režimu přilehlých pozemků, případné energetické využití toku apod. Veškeré úpravy je třeba navrhovat mimořádně citlivě v souladu s požadavky ekologické stability toku, jeho okolí a přírody, respektovat požadavky uspořádání zástavby v intravilánech, dopravních zařízení, inženýrských sítí apod.

3.2 Koryta přirozených vodních toků



Uspořádání koryta vodního toku, jeho podélný profil a rozsah inundace jsou výsledkem mnoha složitých pochodů, při nichž voda postupně vytváří a mění trasu, příčný profil, sklon, rychlost, unášecí sílu apod. Hlavním zdrojem vody je povrchový přítok z dešťových srážek, tání sněhu; v menším rozsahu jsou to pramenné vývěry, zajišťující minimální průtoky v období letního sucha a v zimě za velkých mrazů. Každému vodnímu toku patří sběrné povodí, z jehož plochy voda povrchově a podzemně odtéká do vodního toku. Povodí je ohraničeno rozvodnicí, která tvoří geografickou hranici mezi povodími.

Kvalitativní vlastnosti povodí se vyjadřují řadou ukazatelů, kterými jsou průměrná šířka povodí, míra symetrie, členitost obvodu, protáhlost, průměrná nadmořská výška, průměrný sklon apod.

Při posuzování stability dna vychází se buď ze stanovení tečného napětí, které vyvolává proudící voda na dně koryta, někdy označované jako „unášecí síla“, nebo z určení „vymílací rychlosti“, při jejímž dosažení a překročení dochází k vymílání dna. Koryto toku se prouděním vody neustále mění a přetváří. Sklon toku od pramene k ústí postupně klesá; s tím souvisí transportní schopnost. Splaveniny se postupně obrušují, zmenšují. Ve vodním toku se pak dosahuje rovnovážného stavu, kdy množství přinášených splavenin v konkrétním profilu se rovná množství odnášených splavenin.

Koryto přírodního vodního toku v přímém úseku a nesoudrzných zeminách má přibližně parabolický příčný profil, v obloucích vzniká vždy v důsledku nerovnoměrného rozdělení rychlostí asymetrický profil. Rychlost vody a odstředivá síla narůstá od dna k hladině. Důsledkem toho je proudění vody

při hladině ke konkávnímu břehu, kde se otáčí ke dnu a podél dna ke konvexnímu břehu. Složí-li se tento pohyb s prouděním vody v korytě, vzniká spirálovitý pohyb, při němž jsou splaveniny transportovány ke konvexnímu břehu při současné abrazi konkávního břehu.

Vývoj koryta vodního toku ovlivňují různé překážky v korytě vodního toku, složení podloží z různě tvrdých materiálů, ale významnou měrou se na tom podílí i činnost člověka.

3.3 Hrazení bystřin



Bystřina je podle ČSN 75 2106 přírodní tok s malým povodím, s náhlými a výraznými změnami průtoků, se strmými průtokovými vlnami, které prohlubují dno, podemílají svahová úpatí a tvoří nátrže břehů; přemísťují značně a nepravidelně splaveniny, které dočasně ukládají ve štěrkových lavicích a nánosech na bystřinném dně, na zaplavovaném území, nebo je odnášejí do toků vyššího řádu a vodních nádrží.

Úkolem hrazení bystřin a strží je systémovou kombinací lesnicko-technických opatření preventivně, postupně a účelně upravovat genezi odtoků z povodí usměrňováním hospodářských aktivit, s cílem retence dešťových vod, zvyšování vsaku a retardace odtoku. Je třeba zakládat a udržovat stanovištně vhodnou ochrannou vegetaci na silně erodovaných svazích a březích, sanovat plošnou a rýhovou erozi půd, ustálit bystřinná koryta k neškodnému průtoku povodní a umožnit přežít rostlinám a živočichům velmi suchá období bez nákladných opatření.

Při řešení hrazení bystřin je třeba splnit podmínky přírodní, geografické, požadavky ochrany přírody, neškodného odvedení vod v souladu s územním plánem, uchováním krajinného rázu při respektování socioekonomických potřeb a využívání krajiny. Vlastnímu návrhu jednotlivých opatření musí předcházet podrobný průzkum povodí, koryta bystřiny a jejího okolí.

Hrazením bystřin se soustřeďuje povrchový odtok do koryta bystřiny, upravuje se podélný svah bystřiny a zpevňuje průtočný profil, a tím se zvyšuje odolnost bystřiny proti nepříznivému působení vodní eroze. Nezbytnou součástí hrazení bystřin je úprava povodí bystřiny, která spočívá v návrhu opatření zabezpečujících maximální vsak vody do půdy. Na zemědělsky obhospodařovaných plochách se navrhuje protierozní osevní postupy a agrotechnika; při návrhu polních cest se vychází ze zásad komplexních pozemkových úprav. Pozemky na vysokých sklonech se zpravidla zatravnují, příp. zalesňují, svážná území se stabilizují.

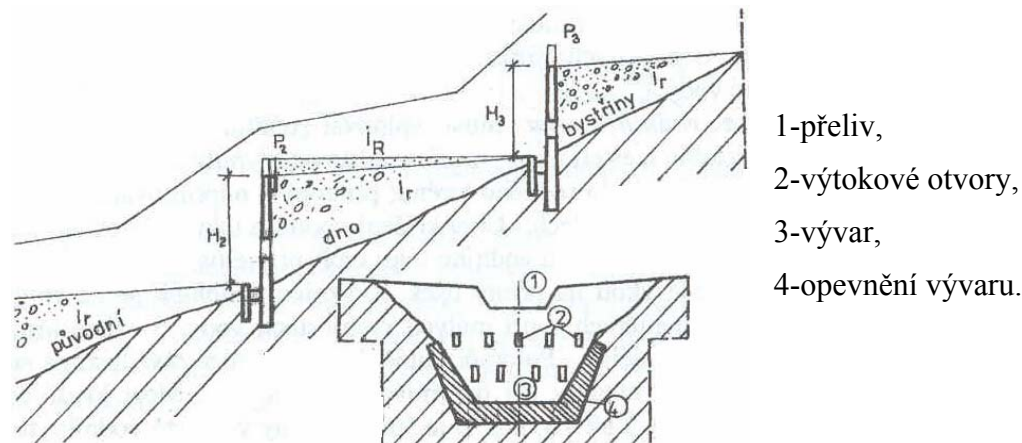
Úprava bystřiny spočívá v úpravě podélného sklonu bystřiny, který se upravuje na vyrovnaný sklon, čímž se zajistí stabilita dna bystřiny. Směrové poměry u bystřiny se navrhuje podle podobných zásad jako u úprav vodních toků. Příčný profil bystřiny se navrhuje obvykle lichoběžníkový, svah se zpevňuje tuhými stavebními konstrukcemi z kamene do betonu, polotuhými z drátošterkových matrací, dlažby na sucho, haťošterkovými válci a především vegetačními konstrukcemi. Rozsah opevnění závisí na objemu transportovaných splavenin, rychlosti proudící vody apod. Při úpravě a hrazení bystřin se uplatňuje v maximální míře vegetace. Vegetace plní účel protierozní tím, že zpevňuje břehy, ale má také význam estetický a krajnotvorný. Kvalitní

vegetační doprovod bystřiny plní v krajině funkci biokoridoru. Orientační hodnoty návrhového průtoku bystřiny jsou uvedeny v tab. 3.1.

Tab. 3.1 Orientační hodnoty návrhového průtoku

Druhy objektů a kultur	Návrhový průtok pro kapacitu průtočného profilu
Městská zástavba, průmyslové objekty, liniové stavby (železnice, dálnice a silnice I. tř. včetně mostů, uzavřené profily – ČSN 73 6201).	Q_{100}
Vesnická zástavba, památkově chráněné objekty, silnice II. tř.	Q_{50}
Nesouvislá zástavba, komunikace nižšího řádu, místní liniové objekty, lesní dopravní síť – ČSN 73 6108.	Q_{10} až Q_{20}
Orná půda, louky a pastviny, les, území s přípustným krátkodobým zaplavením.	Q_1 až Q_{10}

Odolnost koryta bystřiny se zvyšuje vkládáním prahů, snížením podélného sklonu nivelety dna příčnými objekty, opevněním koryta bystřiny kamenným pohozem a dlažbou, zvýšením drsnosti dna a zvětšením průtočného profilu. Z příčných staveb v bystřině se používají přehrážky (obr.3.1), skluzy, stupně a prahy, sloužící k zachycení splavenin a zmenšení sklonu dna bystřiny.



Obr. 3.1 Vyrovnání podélného sklonu toku soustavou přehrážek

Přehrážky primární upraví dno bystřiny do vyrovnaného sklonu; sekundární přehrážky upraví podélný profil bystřiny do rovnovážného sklonu. Retenční přehrážky s velkým retenčním prostorem zachycují především splaveniny. Přehrážky se budují kamenné, betonové, drátokamenné, srubové apod. V koruně přehrážky se navrhuje přepadová sekce lichoběžníkového tvaru; vývar přehrážky se opevňuje. Voda z přehrážky při malých vodních průtocích protéká otvory ve zdi.



Stupně tvoří úzké příčné stavby v korytě bystřiny; výška stupňů se pohybuje od 0.3 do 2.0 m. Stupně se navrhují kamenné, betonové, dřevěné, srubové apod. Uspořádání je podobné jako u přehrážek. V některých případech se stupně nahrazují skluzy; k tomuto účelu dobře slouží i balvanité skluzy se

zvýšenou drsností, s podélným sklonem 1:8 až 1:12, překonávající výškový rozdíl 1 až 2 m.

Prahy jsou úzké stavby ve dně bystřiny, sloužící ke stabilizaci dna. Prahy se zavazují do boků a mají maximální výšku do 0.3 m.

3.4 Úprava vodních toků



K hlavním úkolům úpravy vodních toků patří protipovodňová ochrana pozemků a objektů, úprava odtokových poměrů a splaveninového režimu, stabilizace břehů a dna, umožnění odběru vody, plavebního, energetického a rybářského využití, umožnění zaústění, úprava hladiny podzemní vody v přilehlém území, zvýšení účinků samočisticích procesů ve vodním toku, zvýšení estetické funkce vodního toku v krajině aj. Úprava toků se netýká jen vlastního koryta, ale celého přilehlého území, jehož vodní poměry souvisejí s tokem. Společně se stavebně technickou úpravou je třeba řešit biologické, resp. ekologické změny, které se úpravou vyvolají. Tyto změny je třeba předvídat a úpravy navrhnout a provést tak, aby se zlepšily celkové vodní i krajinné poměry.

Úpravy toků se chápou jako soubor vodohospodářských, lesnických, zemědělských a podle potřeby i jiných zásahů a opatření na toku, jeho přítocích a celé ploše povodí, jejichž účelem je zabránit nebo alespoň zmírnit škody způsobené tokem a dosáhnout větší jeho užitečnosti. Na tocích se buduje řada staveb – jezy, stupně, zaústění různých recipientů. Při návrhu úprav vodních toků se musí přihlížet především k podmínkám přírodním, technicko-hospodářským, územnímu plánování, ochraně přírody a životního prostředí. K hlavním podkladům, potřebným pro návrh úpravy toků patří směrný vodohospodářský plán a směrný územní plán, vodohospodářská studie dané oblasti, projektové dokumentace realizovaných, plánovaných a dotčených úprav a vodních děl, hydrologické údaje, podklady biologické a zemědělsko-výrobní, údaje o podzemních vedeních, hydromeliorační úpravy v zájmovém území apod.



Přípravné práce spočívají v podrobném průzkumu celého zájmového území, studiu průzkumných prací realizovaných v dané oblasti, zaměření toku a přilehlého území, v průzkumu hydrologickém, geologickém, hydrogeologickém a hydrogeologickém. Důležitý je průzkum splaveninového režimu, biologický a zemědělsko-výrobní, ekonomický aj. Měřický elaborát obsahuje výkres polohy s vyznačením polygonu a trasy předpokládané úpravy v měř. 1:500, příčné profily neupraveného vodního toku v měř. 1:50 až 1:500, podélný profil neupraveného vodního toku a předpokládané trasy úpravy, údolní profily, zaměření stávajících objektů, zaměření hladin, směrových a výškových bodů včetně seznamů nivelovaných hamů a cejchů. Výzkumné práce se provádějí jen ve složitých případech.

Zásady úpravy vodních toků vycházejí z účelu, který má vodní tok splnit, tj. odstranění záplav a břehových nátrží, směrové stabilizaci vodního toku, úpravě hladiny podzemní vody v přilehlém území, umožnění odběru vody, odstranění hygienických závad, zaústění přítoků, dešťové kanalizace, odpadů, odvodňovacích zařízení a plavby. Při úpravě vodních toků se musí vyřešit odtokové poměry v údolní nivě, trasa vodního toku, podélný sklon, niveleta

dna, příčný profil koryta vodního toku, splaveninový režim, vlivy zaústění, opevnění koryta a objekty na toku.

Návrhový průtok Q_a se stanoví v souvislé zástavbě a průmyslových areálech $Q_a > Q_{50}$, v intenzivně obhospodařovaných vinicích a chmelnicích $Q_a > Q_{20}$, u orné půdy se používá Q_5 až Q_{20} , v oblasti luk a lesů Q_2 až Q_5 . U složených profilů se návrhový průtok pro dimenzování kynety se volí v rozmezí třicetidenní až jednoleté vody.

Trasa vodního toku musí splňovat optimální požadavky z hlediska technického, biologického, ekonomického a estetického, musí umožňovat plynulý odtok vody, ledochod, příp. vodní dopravu. Konkávní břehy se umísťují do rostlého terénu; průkopy a napřimování vodních toků se navrhuje zcela výjimečně, ve zdůvodněných případech. Úhel křížení vodního toku s liniovými stavbami (silnice a železnice apod.) nemá být menší než 60° . Trasu vodního toku tvoří přímé úseky, jednoduché a složené oblouky postupně navazující přechodnou křivkou na přímý úsek. Kruhový oblouk se navrhuje pouze při středovém úhlu do 20° , ve stísněných poměrech a při malých rychlostech vody. Složené kruhové oblouky se navrhuje souměrné, přibližně stejné délky. Poloměry oblouků se určují v závislosti na šířce hladiny a nemají být menší než $6B$, kde B je šířka hladiny při navrhovaném průtoku. Mezi kruhové oblouky se vkládají přímé úseky minimální délky 2 až $4B$, kde B je šířka hladiny v korytě vodního toku. Použijí-li se k přechodu lemniskáty, přímé úseky není třeba navrhovat. Objekty na vodním toku, jako stupně a skluzy se navrhuje v přímé trati. Podélný sklon nivelety dna vodního toku se plynule zmenšuje od pramene k ústí. Při návrhu podélného dna se musí přihlídnout na odolnost dna při návrhovém průtoku. Podélný sklon dna musí zajistit stabilitu dna vodního toku. Výšková poloha dna se navrhuje s ohledem na optimální výšku hladiny podzemní vody v přilehlém území a se zřetelem na provoz vodních děl na toku, zaústění přítoků, odpadů a výpustí. Ve vodním toku se navrhuje tůně a přirozené úkryty pro vodní živočichy.



Příčný profil koryta vodního toku se stanoví v závislosti na poměru velkých a malých průtoků, návrhovém stupni ochrany a na poměrech místních, tj. zda se jedná o území zastavěné, intenzivně zemědělsky obdělávané apod. Zvláštní pozornost se musí věnovat vlivu objektů na průtočný profil; sklony svahů určuje stabilita zemních materiálů. Příčný profil se navrhuje lichoběžníkový (prostý lichoběžníkový, složený lichoběžníkový, lichoběžníkový s opěrnými zdmi), obdélníkový s opěrnými zdmi, kombinovaný, nepravidelný apod. Ve většině případů, kde je to možné, se navrhuje přírodní uspořádání s využitím místních materiálů a vegetace ke zpevnění břehů a dna.

Dimenze kynety se navrhuje tak, aby při průtoku Q_{210d} byla minimální hloubka vody 0.4 m a střední průřezová rychlost $v \geq 0.4$ m s⁻¹, při průtoku Q_{180d} nesmí docházet k podmáčení ani přesoušení okolního území. Svahy delší než 9 m se rozdělují lavičkami. Opevnění koryta vodního toku se stanoví v závislosti na odolnosti koryta proti účinkům proudící vody, vlnění, chodu splavenin a ledů, povrchově stékající vody apod. Koryto vodního toku se opevňuje tam, kde nestačí jeho přirozená odolnost. Nevymílací rychlosti pro různé materiály a břehová opevnění jsou podle VÝBORY (1978) uvedeny v tab.3.2. Dříve často používané způsoby opevnění jsou znázorněné v obr. 3.2. Ve městech, kde je málo volného prostoru kolem vodního toku, se navrhuje příčné profily koryt s opěrnými zdmi.

Tab.3.2 Nevymílací rychlosti pro různé materiály a opevnění

Druh opevnění	Tloušťka opevnění Pevnost v tlaku	Nevymílací rychlost (m.s ⁻¹) při h (m)			
		0.4	1.0	2.0	3.0
Dlažba spárovaná do štěrku	t = 0.2m	3.2	4.0	4.5	5.0
Dtto na cementovou maltu		3.5	4.5	5.0	5.5
Dtto spárovaná	t = 0.4m	5.5	6.5	7.5	8.0
Drátokamenné matrace	t = 0.3m	4.0	5.0	5.5	6.0
	t = 0.5m	5.0	6.0	6.5	7.0
Kamenné zdivo	1kN.cm ⁻²	3.0	3.5	4.0	4.5
(Pevnost v tlaku)	3kN.cm ⁻²	6.5	8.0	10.0	12.0
Vegetační opevnění					
Drn a osetí			1.0	1.4	1.7
Vrbový porost hustý			1.8	2.5	2.7
Vrbová krytina			2.6	3.0	3.3
Haťošterkové válce			3.2	3.5	3.8



Výběr opevnění ovlivňují hlediska krajinářská, odtoky vody, chod splavenin, eroze srážkovou vodou, možnosti výstavby, dostupné materiály, údržba apod. Opevnění se opatřují filtrem je-li nebezpečí vzniku vymílání, kontaktní sufóze apod. K opevnění dna se používají pohozy, štětování, dlažby, záhozy apod.



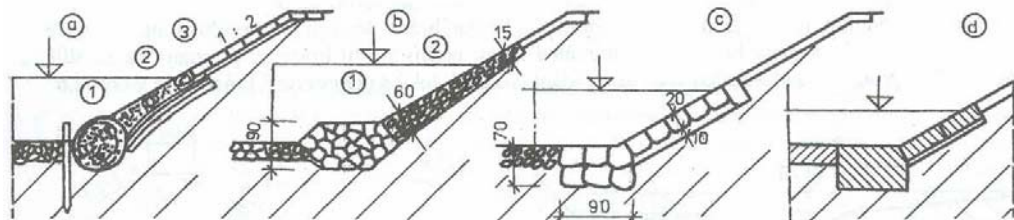
Kontrolní otázky

Vlastník, správce toku, návaznosti na stavební činnost.

Jaké znáte možnosti úprav toků z hlediska trasy a příčného profilu?

Plaveniny a splaveniny – na čem závisí začlenění a dle jakých podmínek?

Jak se stanovuje granulometrická (zrnitostní) křivka vzorku materiálu dna vodního toku, způsob odběru vzorku a výběr místa pro odběr?

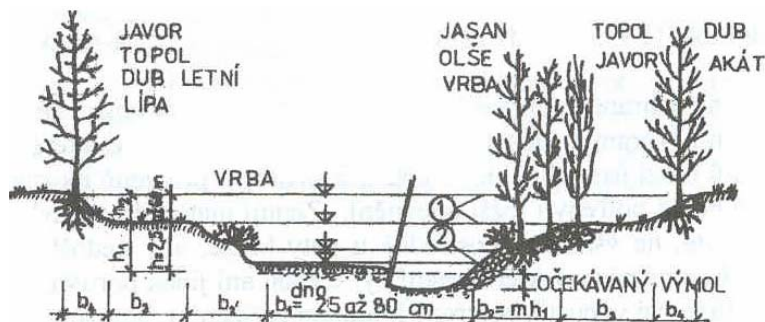
**Obr.3.2** Různé způsoby opevnění svahů vodních toků

a) haťové, b) se záhozovou patkou, c) a d) dlažbou



Svahy se opevňují vegetačními prostředky - zejména osetím, drnováním, haťovými povázky a válci, zápletovými plůtky, haťošterkovými stavbami a nevegetačními prostředky, především kamennými pohozy, štěrkovými

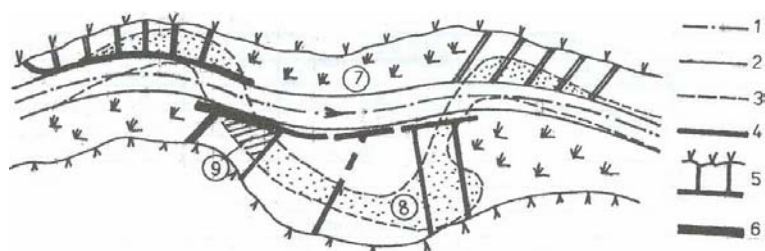
koberci, záhozy, kamennými a výjimečně betonovou dlažbou, drátokamennými matracemi (gabiony), nábřežními zdmi, dřevěnými sruby aj. Vegetační a nevegetační úpravy se mohou vzájemně kombinovat. K opevnění břehů se používají i biologické způsoby ochrany, především vegetace, příklad řešení podle ŠÝKORY cit. ŠÁLEK (1986) je uveden v obr. 3.3



Obr. 3.3 Opevnění břehů vodních toků pomocí vegetace

Zaústění přítoků se navrhuje zpravidla do konkávní strany vodního toku, osa přítoku má svírat s osou vodního toku (tečnou k ose) úhel $\alpha \leq 30^\circ$; sklon vyústního toku má být stejný jako u hlavního toku. Okolí zaústění se zpevňuje. Soustředovací a usměrňovací stavby se používají k soustředění vodního toku do navrženého koryta. Soustředovací stavby se dělí na podélné a příčné, pevné a pohyblivé. Příčné a podélné stavby se navrhují 0,3 m nad hladinou návrhového průtoku, při němž nastává průtok splavenin. Příčné stavby, nebo také výhony se navrhují vstřícně proti vodě nebo odchýlené po vodě. Uspořádání podélných a příčných staveb na vodním toku je znázorněno v obr. 3.4.

Soustředovací stavby se zřizují z lomového kamene, drátošterku, hatí a z kombinace více materiálů; o volbě rozhoduje jeho dostupnost. Zakládání příčných a podélných staveb se řídí hloubkou vody; většina těchto staveb se provádí za běžných letních průtoků bez zajímavování. Vybudováním příčných a podélných staveb úprava toku nekončí – následují po více let trvající údržbové práce hlavně na založení a následnou souvislých porostů. Toky, které byly takto upraveny, splývají s ostatní přírodní krajinou.

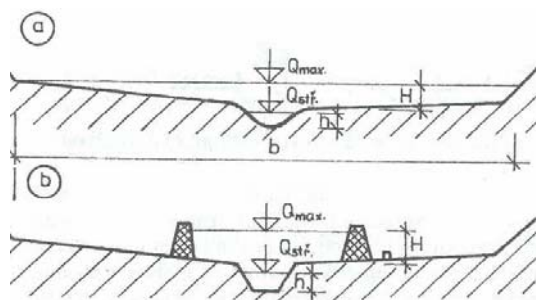


Obr. 3.4 Druhy a umístění usměrňovacích staveb

1-osa nového koryta, 2-břehy nového koryta, 3-břehy starého koryta, 4-podélná usměrňovací stavba, 5-příčné usměrňovací stavby zavázané do úpatí údolí a jejich kombinace se stavbou podélnou, 6-uzavírací hráz, 7-keře na zpevnění starého řečiště – vrby, olše, 8-staré koryto určené k zanesení, 9-staré koryto zavezené

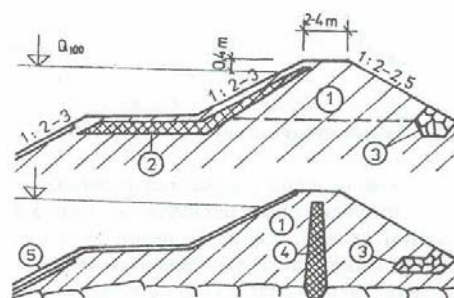
Ochranné hráze umožňují neškodné odvedení velkých vod inundacemi. Vodní tok se hrázuje jednostranně, příp. oboustranně, návrhový průtok se volí na Q_{100} . Schéma uspořádání nehrázaného a zahrázaného vodního toku je

uvedeno v obr. 3.5. Výška hráze se volí s bezpečnostním převýšením minimálně 0.4 m, šířka koruny hráze činí minimálně 2 m, příčný profil hráze se posuzuje na stabilitu se zahrnutím vlivu proudění podzemních vod; uspořádání vodních toků s ochrannými hrázemi je v obr. 3.6



Obr.3.5 Úprava vodního toku ochrannými hrázemi

a-neupravený vodní tok, b-zahrázovaný vodní tok, H-výška vody při Q_{max}



Obr.3.6 Schéma příčných profilů ochranných hrází

1-zemní hráz, 2-návodní těsnění, 3-patka, 4-středové těsnící jádro, 5-opevnění



Po koruně ochranných hrází se vedou zpravidla jen komunikace obslužné, vjezd na hráze z veřejné komunikace bývá uzavřena závorami. Hospodářské cesty a veřejné silnice, které křížují hráze, jsou vedeny po rampách. Sklony svahů hrází jsou obvykle 1:2 až 1:3. Svahy a případně i koruna hráze jsou chráněny drnem, návodní strana mívá podle potřeby i těžší opevnění. Zemní materiál na stavbu hráze má být místní a podle možností se těží z koryta, ne však bezprostředně u paty hráze, aby nedošlo k ohrožení její stability a nadměrnému průsaku. Ochranné pásmo, které nesmí být těžbou ani jinak porušeno, je nejméně 15 m široké. V tělese hráze se navrhuje hrázové výpustě, opatřené hradícím zařízením, umožňující gravitační vypouštění vody do toku.

Objekty na vodním toku jsou prahy, stupně, skluzy a jezy, mosty, propustky a lávky, brody a rampy, přívozy, křížení s liniovými stavbami apod. Prahy stabilizují říční dno; stupně, skluzy a jezy zmenšují podélný sklon vodního toku.

3.5 Speciální objekty (mosty, propustky aj.)



Křížení toku s komunikacemi (silniční, železniční), s průplavem, náhonem apod. nazýváme :

Mostem – pokud jde o větší objekt s jedním a více poli, v místě mostu je přerušen šikmý sklon ohrázování komunikace, hladina se při maximálním navrhovaném průtoku nesmí dotýkat spodní části vodorovné mostní konstrukce. Při průtoku je třeba z mostního profilu odstraňovat zachycené větší plovoucí části (stromy apod.), aby nedošlo ke zmenšení profilu a odstraňovat nánosy.

Propustkem – menším objektem, zpravidla potrubního charakteru i vícenásobným vedle sebe kruhového, obdélníkového nebo čtvercového profilu.

Shybkou – potrubní objekt zpravidla kruhového průřezu se sestupnou větví v přítokové části a vzestupnou částí na odtoku za vodotečí. Počítáme jako krátké potrubí zpravidla s tlakovým režimem proudění.



Při návrhu mostů i propustků se bráníme, aby mohlo dojít ke změně režimu proudění (říční nebo bystřinné), charakterizováno tzv. Froudeovým kriteriem

$$Fr = \frac{v^2}{g h_s}, \quad \text{pro bystřinné proudění } Fr > 1,$$



kde v je profilová rychlost proudění v toku, g je tíhové zrychlení, h_s je střední hloubka v toku.

Kritická hodnota $Fr = 1$ – pozor změna režimu proudění z bystřinného proudění na říční není plynule možná a děje se tzv. vodním skokem, způsobujícím vibrace a erozi koryta toků i vlastního objektu.



Mosty jsou objekty :

- 1) ***o jednom poli*** a) s pobřežními pilíři nezasahujícími do průtočného profilu – neovlivňuje proudění. Počítáme jako otevřené koryto jak pro příčný, tak podélný průběh proudění;
b) s pilíři zasahujícími do průtočného profilu.

Průtok počítáme jako dokonalý neovlivněný přepad ze vztahu:

$$Q = m b \sqrt{2g} h_0^{1,5}$$

nebo nedokonalý

$$Q = \varphi b t \sqrt{2g(h_0 - t)},$$

např. při vzduť vody pilíři dle Rehbockova vztahu:

$$z = \frac{s}{S} \cdot \frac{v^2}{2g}, \quad \text{kde } z \text{ je vzduť hladiny mostem, } S \text{ je celková průtočná plocha}$$

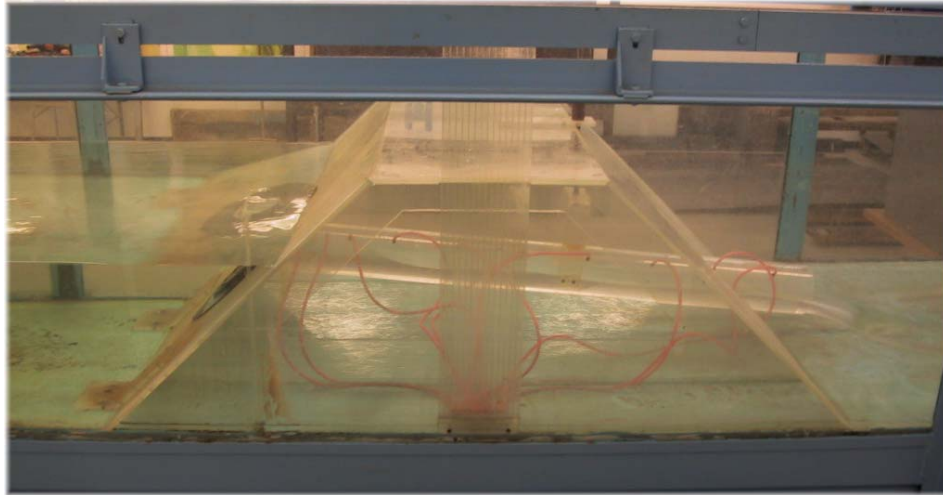
nevzduť toku, s je část této plochy zastavěná pilíři.

- 2) ***o více polích*** počítáme jako složený profil dle postupného využívání polí od kynety toku
- 3) ***zvláštní*** jsou v armádě používané ponořené mosty (přelévané do hloubky 0,5 m) – kombinace výpočtu průtok otvorem a přepad.

Poznámka

Podrobnosti viz Modul 1 studijních opor nebo literatura [3.2] zde uvedeného seznamu použité literatury.





Obr.3.7 Výukový model kruhového propustku při zahlněném vtoku a volném výtoku (slouží pro porovnání teoretického výpočtu s fyzikálním experimentem)

Kontrolní otázky

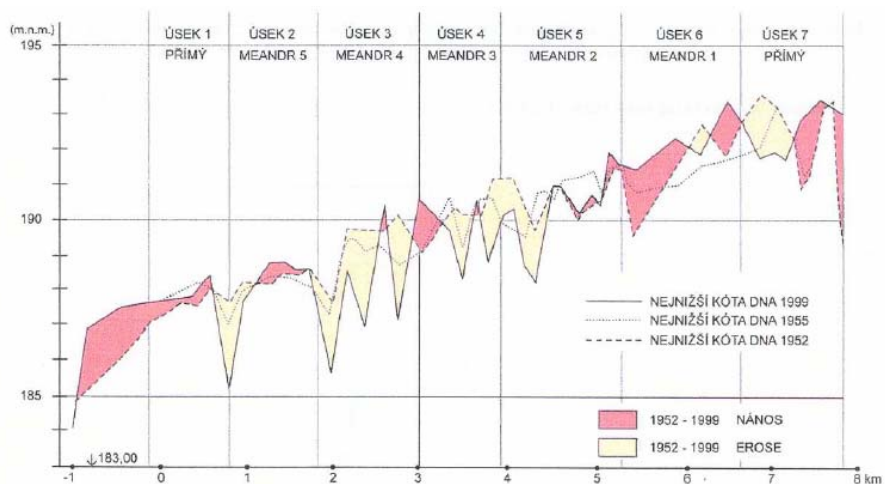


Rozdíl mezi mostem, brodem, lávkou a propustkem?

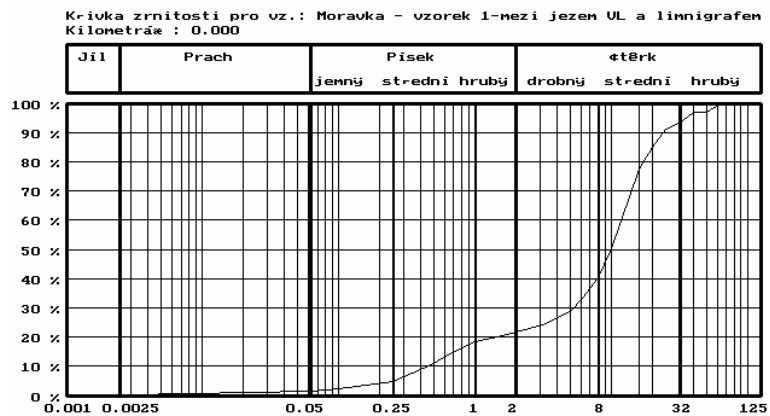
Poznámka



Pro doplnění vědomostí použij doplňkovou literaturu.



Obr.3.8 Pohyb splavenin na řece Odře v průběhu let 1952 až 1999



Obr.3.9 Křivka zrnitosti - tok Morávka (odběr za jezem ve Vyšních Lhotách)



Obr.3.10 Šterková lavice - tok Morávka (podjezí ve Vyšních Lhotách)

3.6 Autotest

Autotest vztahující se k učivu dané kapitoly. Minimálně jedna odpověď je správná (správné odpovědi jsou pak uvedeny v „Klíči“).



3. Vodní toky jsou:
 - a) veškerá voda v přírodě;
 - b) řeky, potoky, bystřiny, kanály, průplavy aj.;
 - c) řeky a potoky;
 - d) přirozené a umělé i koryta bez vody.

3.7 Studijní prameny

3.7.1 Seznam použité literatury

- [3.1] Broža, V., Kazda, I., Patera, A. *Vodohospodářské stavby*. Ediční středisko ČVUT Praha 1985, 215 s.
- [3.2] Kunštátský, J., Patočka, C. *Základy hydrauliky a hydrologie pro inženýrské konstrukce a dopravní stavby*. SNTL/ALFA Praha 1971, 232 s.
- [3.3] Macura, L. *Úpravy tokov*. Bratislava: SVTL, 1966. 739 s.
- [3.4] Rybníkář, J., Šálek, J., Svoboda, F. *Vodní stavitelství*. Brno: VUT, 1994. 164 s.
- [3.5] Šálek, J., Hlavínek, P., Mičín, J. a kol. *Vodní stavitelství*. Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., Brno, 2001, 144 s.
- [3.6] Výbora, P. *Úpravy toků*. Brno: ES VUT, 1978. 116 s.



3.7.2 Seznam doplňkové studijní literatury

- [3.7] Novák, L., Ibllová, M., Škopek, V. *Vegetace v úpravách vodních toků a nádrží*. Praha: SNTL, 1986. 243 s.
- [3.8] Šálek, J. *Půdní hospodářství*. Brno: ES VUT, 1986. 156 s.
- [3.9] Votruba, L. *Vztahy mezi vodním hospodářstvím a přírodou v České republice*. Praha: ČMT, 1999. 116 s.



4 Jezy, revitalizace vodních toků, odběry vody z vodních toků, umělé kanály, vodní cesty,



Jezev je vzdouvací zařízení vybudované v korytě toku, které v něm trvale, nebo dočasně vzdouvá vodu k různým vodohospodářským účelům.

Jezev plní tyto funkce:

- zajištění potřebné hloubky k odběru vody pro vodárenské, průmyslové, zemědělské, protipožární účely,
- jsou nezbytnou součástí splavnění vodních toků, zajišťují potřebnou plavební hloubku,
- umožňují gravitační odběr vody, vytváří spád využitelný pro energetické účely,
- regulují výšku hladiny podzemní vody v přilehlém říčním údolí v souladu s potřebou vody zemědělských plodin a lesních kultur,
- plní funkci spádového stupně, vyrovnávají spádové poměry, umožňují vypouštění vod do podjezí,
- mají význam estetický, vytváří vodní plochu využitelnou k rekreačním účelům.

Podle konstrukce dělí se jezev na pevné a pohyblivé. Jezev pevný tvoří stabilní hradící jezovú konstrukce ze dřeva, kamene, betonu apod. Výška vzduť hladiny nad jezem je závislá na průtoku v řece. Půdorysně bývajú jezev řešeny jako přímé, šikmé a různým způsobem zakřivené.

Jezev pohyblivý se skládá z pevné spodní části jezu a pohyblivých hradících jezových uzávěřú různého konstrukčního uspořádaní. Horní část spodní stavby jezu bývá buď na úrovni dna, nebo mírně vyvýšená nad dnem. Pohyblivá část jezu umožňuje regulaci výšky hladiny nad jezem. Při průchodu velkých vod se hradící konstrukce buď vysune, nebo sklopí, tím umožní volný průchod velkých vod.



Přípravné, průzkumné a projekční práce při návrhu jezú spočívajú v geologickém a hydrologickém průzkumu, v podrobném výškopisném a polohopisném zaměření a navázání na síť státní nivelace. Z hydrologických údajú jsou to M-denní vody, N-leté průtoky, průběh povodňových vln, splaveninový režim, tloušťka ledové pokrývky, průběh ledochodu, klimatické faktory, teplota vody a ovzduší, počet ledových a mrazových dnú. Důležité je stanovení chemického složení říční vody a podzemních vod v místě předpokládaného jezu.

Kontrolní otázky



Postup při návrhu jezu:

Při návrhu se těleso jezu posuzuje staticky proti posunu, překlopení; navrhuje se nejčastěji jako gravitační. Při dalším postupu je třeba posoudit jezovou konstrukci z hlediska propustnosti, zavázání do podloží a do stran, stanovit průsak podloží, vztlak, únosnost podloží apod. Značná pozornost se musí věnovat návrhu opatření na ochranu jezové konstrukce před dynamickým účinkem vody, ledu a splavenin.

Ježová konstrukce. Tvar přelivné hrany závisí na konstrukci jezu. Podjezí musí zajistit dostatečné utlumení kinetické energie přepadající vody. K útlumu této energie slouží kromě vývaru také různé typy usměrňovačů a rozrážečů. Dno za podjezím se chrání kamennými záhozy, kterými se zabraňuje tvoření výmolů. Vlastní jez se zakládá na únosné a nepropustné podloží; je-li toto podloží ve větší hloubce, vytvoří se pod jezem těsnící clona z betonu, ocelových štětovic apod. a naváže se na okolní terén. Způsob založení závisí na kvalitě a únosnosti základového materiálu a propustnosti podloží. Břehová část se zajišťuje nábrežními opěrnými zdmi, zpevněnými svahy apod.



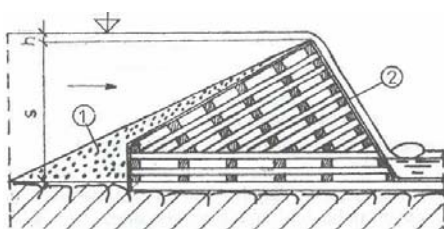
4.1 Pevné jezy

Na koruně přelivu pevného jezu se neumísťují hradící uzávěry. Výška vzduť nad jezem tj. výška hladiny nad hranou přelivu, závisí na množství přepadající vody přes pevnou jezovou konstrukci. Pevné jezy se dělí podle použitého materiálu, konstrukce, půdorysného uspořádání apod.

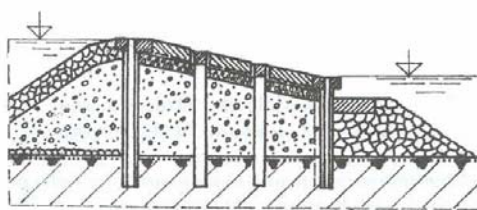


Dřevěné pevné jezy patří k nejstarším jezovým konstrukcím; vzhledem k malé životnosti staví se dnes dřevěné jezy málo, převážně jako provizorní stavby, častěji na bystřinách. Srubové konstrukce jezů – obr. 4.1 se doposud používají v lesnatých a horských oblastech v korytech s balvanitým podložím. Srubová konstrukce se vyplní kamenem, čímž se docílí požadovaný statický účinek. Jez je pro vodu propustný.

V místech, kde je možné použít dřevěné štětové stěny, vytvoří se pevný jez zarážením dřevěných pilot a štětovic, spojených kleštinami. Přelivnou hranu tvoří vodorovný trámec. Uspořádání dřevěného jezu s kamennou výplní a těsnící zeminou je znázorněno v obr. 4.2. Jezovou konstrukci tvoří štětové stěny, prostor mezi nimi je vyplněn těsnící zeminou. Přelivná část jezu je zpevněna kamennými deskami v dřevěném trámovém roštu upevněném na pilotách; pod jezem (za vývarem či vývařístěm) následuje kamenný zához zabraňující podemletí.



Obr.4.1 Srubová konstrukce jezu
1-šterk, 2-dřevěný srub

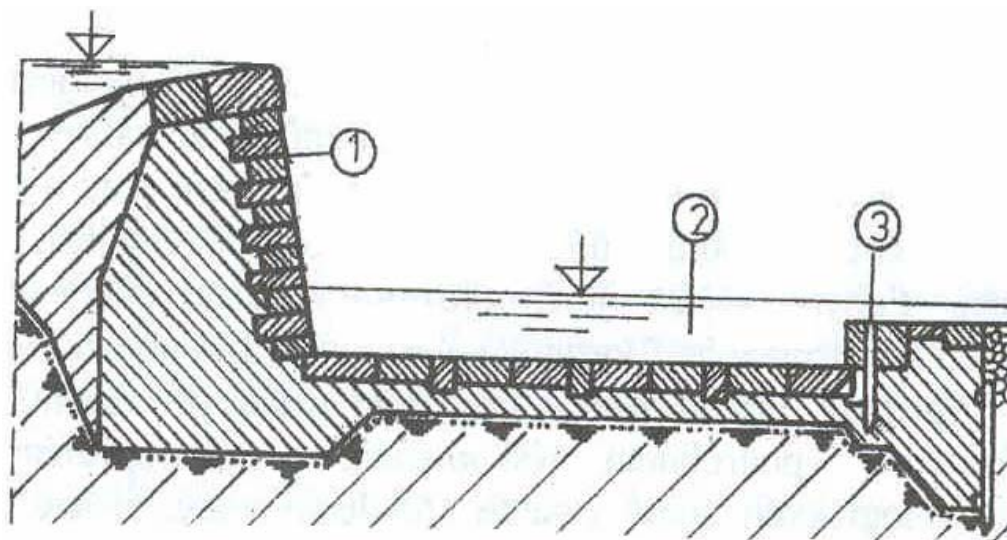


Obr.4.2 Dřevěný jez s kamennou výplní

Zděné, kamenné a betonové jezy patřily k nejrozšířenějším pevným jezovým konstrukcím. Jezové těleso těchto jezů tvoří jádro z lomového kamene, betonu, železobetonu; přelivná část se zpevňuje kamennou dlažbou z opracovaného kamene; kamenem se vyzdívají obvodové plochy jezové konstrukce. Příklad zděné jezové konstrukce je uveden v obr.4.3. Tvar přelivného tělesa jezu je výhodné navrhovat s proudnicovou bezpodtlakovou přelivnou plochou.



Pevné jezové konstrukce neumožňují při různých průtocích plynulou regulaci výšky hladiny nad jezem a v současné době se navrhují poměrně málo.



Obr.4.3 Uspořádání pevné zděné konstrukce jezu s kamenným obložením
1-pevná konstrukce jezu, 2-vývar, 3-práh

4.2 Pohyblivé jezy

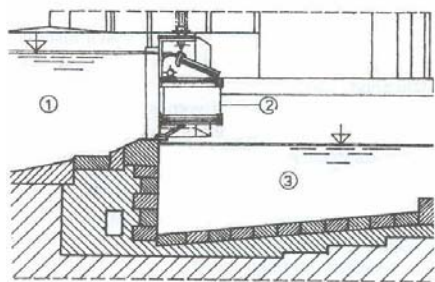


Pohyblivé jezové konstrukce umožňují plynulou regulaci výšky hladiny v jezové zdrži. Pohyblivé jezy se podle konstrukce dělí na jezy hradidlové, hradlové, pokloповé, stavidlové, klapkové, segmentové, válcové a hydrostatické, vakové, kombinované a speciální.

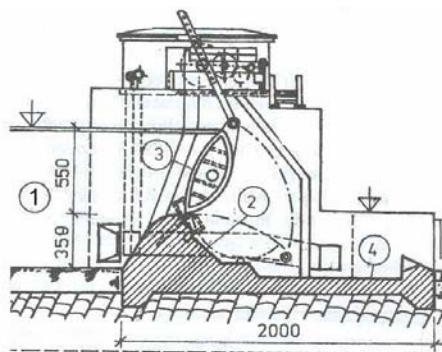
Stavidlové jezy se nazývají podle hradící konstrukce, kterou tvoří stavidla. Nejjednodušším jezem může být i stavidlová stěna s opěrnými betonovými pilíři, hladina nad jezem se reguluje výtokem pod i nad stavidlem. Při větších vzdálenostech použijí se ocelové tabule vyztužené plnostěnnými nebo příhradovými nosníky. Tabule se v drážce pohybuje po válečcích, příp. podvozcích, ovládání je mechanické. Uspořádání tabulového jezu je dobře patrné z obr. 4.4. Stavidlo může být vytahováno nad jezovou stavbu, ale i zasouváno. Jemnější regulaci hladiny umožní klapka na horní části stavidla. Pro větší výšky vzdutí používá se někdy dvou i více stavidlových tabulí nad sebou, vzájemně se překrývajícími.

Klapkové jezy (obr.4.5) využívají jako hradící konstrukci ocelovou klapku s upevňovacím ložiskem ve spodní stavbě jezové. Klapku ovládá táhlo a příslušný strojní mechanismus. Klapka se sklápí do pouzdra ve spodní jezové stavbě.

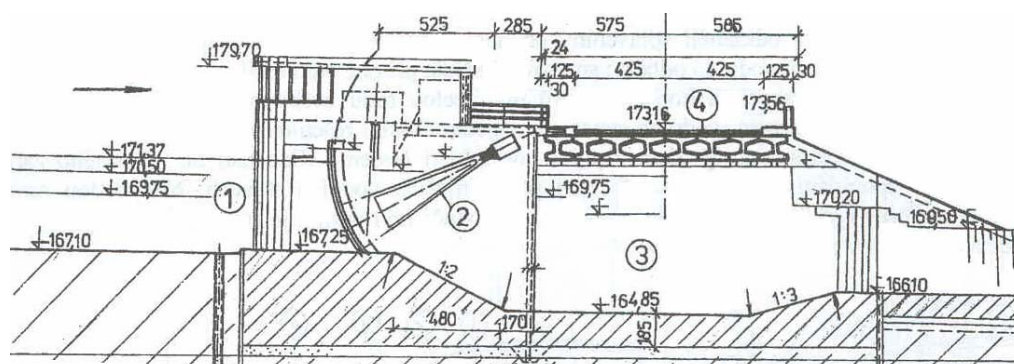
Segmentové jezy používají k zahrazení jezového pole ocelové segmenty. Segment se opírá o dvě ložiska osazená v pilířích jezové konstrukce a je ovládán mechanickým nebo hydraulickým ústrojím. Jemnou regulaci umožňuje klapka, umístěná v horní části segmentu. Příklad segmentového jezu je na obr.4.6a,b.



Obr.4.4 Uspořádání stavidlového tabulového jezu 1-jezová zdrž, 2-ocelová tabule, 3-vývar



Obr.4.5 Schéma klapkového jezu 1-jezová zdrž, 2-spodní stavba jezu, 3-ocelová klapka, 4-vývar



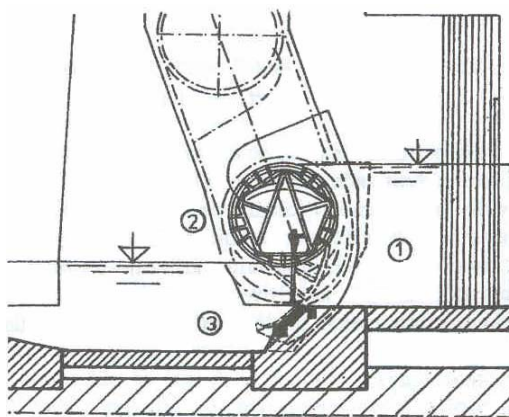
Obr. 4.6a Segmentový jez 1-jezová zdrž, 2-hradicí segment s klapkou, 3-vývar, 4-mostovka



Obr.4.6b Segmentový uzávěr na horní nádrži VD Nové Mlýny na řece Dyji

Hradicí konstrukcí válcových jezů (obr.4.7) je ocelový válec pohyblivě uložený na ozubených kolejnicích v drážkách jezových pilířů; hradicí válec se pomocí zvedacího mechanismu po nich odvaluje. Válec se vyznačuje vysokou tuhostí a odolností proti poškození splaveninami. K jemné regulaci výšky hladiny a manipulaci s hradicí konstrukcí se používá klapka.





Obr. 4.7 Válcový jez

1-jezová zdrž, 2-válcové hradící těleso, 3-vývařiště



Hydrostatické jezy používají k regulaci výšky hladiny hydrostatický uzávěr vhodně přizpůsobený spodní stavbou jezu, který se zvedá přetlakem horní vody a sklápí se spojením tlačné komory s dolní vodou. K nejstarším konstrukcím patří hydrostatický jez pokloповý, skládající se z jednoho nebo více pokloпů a příslušně upravené spodní stavby. Přední pokloп tohoto jezu je rovinný a je upevněn v ložisku ve spodní jezové stavbě. Potřebný přetlak v tlakové komoře se získá přívodem vody z horní hladiny. Mezi rozšířená uspořádání patří jezy hydrostatické segmentové s ložisky na vzdušné straně a hydrostatické jezy sektorové. V prvním případě je segmentová stěna zatížena, v druhém případě nezatížena.

Sektorové jezy pracují na podobném principu jako jezy hydrostatické. Sektorová ocelová hradící konstrukce se při manipulaci zasouvá do spodní jezové stavby. Její pohyb v obou směrech závisí na tlaku vody v prostoru pod hradící konstrukcí.

Vakové jezy se používají zpravidla pro menší výšky vzduť, ale i např. pro hradící výšky do 4 m, hradící konstrukcí je pryžový vak kotvený ve spodní jezové stavbě, příp. i k jezovým pilířům. Vak je zpravidla plněn vodou pod mírným přetlakem do cca 1,4-násobku hradící výšky. Vzduť hladina se reguluje připouštěním a odpouštěním vody.

Rybí přechody se navrhují u řek, u nichž je třeba zabezpečit tah ryb. Jezy se doplňují o rybí přechody, které umožňují přechod ryb přes překážku. Navrhuje se přechod komůrkový, tvořený z řady stupňovitých komůrek, řazených v kaskádě nad sebou, nebo žlabový, který má tvar nakloněného protékaného žlabu s příčkami na zmírnění rychlosti aj.

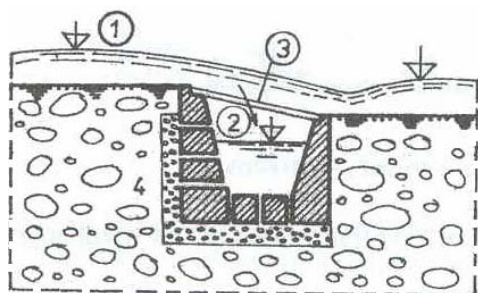
4.3 Odběry vody z vodních toků



Odběrné objekty se dělí na objekty pro odběr gravitační a odběry čerpáním. Podle konstrukčního uspořádání dělí se odběry na přímé odběry z vodních toků, odběry z jezových zdrží a odběry z bystřin. Gravitační odběry se použijí při výhodném výškovém uspořádání. Konstrukce odběrného objektu závisí na charakteru vodního toku, výšce kolísání hladiny, odebíraném množství vody, množství a druhu splavenin a na možnosti stavebního provedení. K nejjednodušším odběrům patří přímé odběry z vodních toků bez

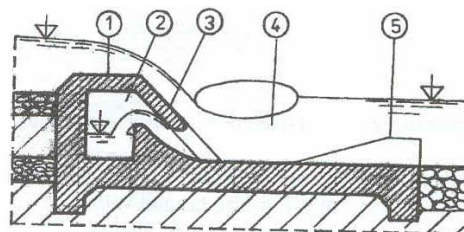
vzdouvacího zařízení dělicími stěnami. K usměrňování přívodu vody do odběrných zařízení a k ochraně před splaveninami a zanášením odběrných zařízení se navrhují usměrňovací stavby. K nejjednodušším zařízením patří směrovací křídla, která odklánějí splaveniny od náпустných objektů. Užívají se většinou plovoucí soustavy křídel, které nahánějí vodu do odběru; směrovací křídla při dně odklánějí splaveniny od objektu.

Odběry z bystřin, podhorských a horských toků mají celou řadu zvláštností, které musí respektovat transport splavenin a rozkolísanost vodních stavů. K nejjednodušším řešením patří odběr ze dna – obr. 4.8. Odběrný objekt tvoří železobetonový žlab, krytý v horní části česlemi. Žlab ústí do odběrného zařízení. Předností tohoto uspořádání je možnost odběru i při nejnižších vodních stavech. Nevýhodou navržené konstrukce je poměrně rychlé zanášení splaveninami. Výhodnějším řešením je zabudování odběru do jezové konstrukce a odběr vody z vývaru – obr.4.9.



Obr. 4.8 Odběr vody ze dna

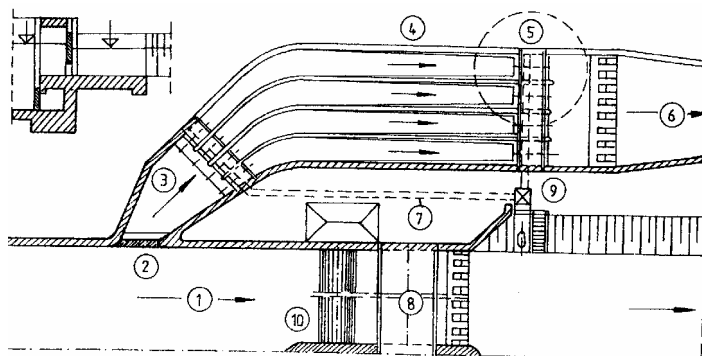
1-vodní tok, 2-odběr, 3-česle



Obr. 4.9 Odběr vody z potoků

1-stupeň, 2-odběr, 3-clona, 4-vývar, 5-rozrážeče

Odběry z jezových zdří. Uspořádání odběrů musí na nejmenší míru omezit vnikání splavenin. Odběrný objekt pro gravitační odběr se skládá z česlové a norné stěny, stupně ve dně, vlastní vtokové části vybavené stavidly a odběrného kanálu nebo potrubí. Česle, norná stěna a stupeň ve dně brání vniknutí hrubých splavenin, norná stěna zamezuje vniknutí plovoucích předmětů a chrání před ledochodem. Přináší-li vodní tok mnoho jemných splavenin, zařazuje se za vtokový objekt usazovací nádrž k zachycení usaditelných látek; podrobnosti jsou uvedené v obr. 4.10. Zachycené sedimenty se vytěží. Stavby s odběry na šterkonosných tocích se doplňují šterkovou propustí, sahající na dno horní zdrže a umožňují propouštění šterku.



Obr. 4.10 Odběr z jezové zdrže

1-vodní tok, 2-odběr, 3-stavidla, 4-usazovací nádrže, 5-stavidla, 6-kanál, 7-proplachování, 8-vývařič, 9-proplachování, 10-jez



Čelní jezový odběr se navrhuje buď přímý, vestavěný do jezové konstrukce, nebo boční s jezovými pilíři. Uspořádání čelního odběru vestavěného do jezu je znázorněno v obr. 4.12. Odběrný objekt se vybavuje měrným a regulačním zařízením (měrné žlaby a clony, plovákové regulátory se segmentovým uzávěrem, regulační stavidla apod.).

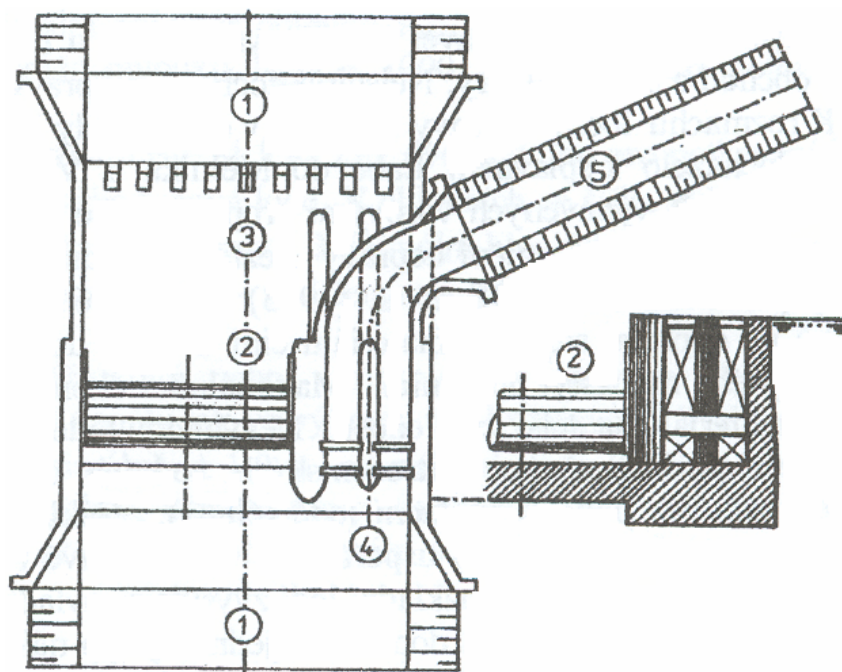


Obr. 4.11 Vakový jez na řece Sill (Steinach - Rakousko)

Kontrolní otázky



Jaké jsou přednosti a nedostatky použití vakových jezů?



Obr. 4.12 Čelní odběr vestavěný do jezu

hladina ve zdrži je regulována válcovým tělesem jezu

1 – vodní tok, 2 – válcový jez, 3 – vývařiště, 4 – odběrný objekt, 5 – kanál

Poznámka

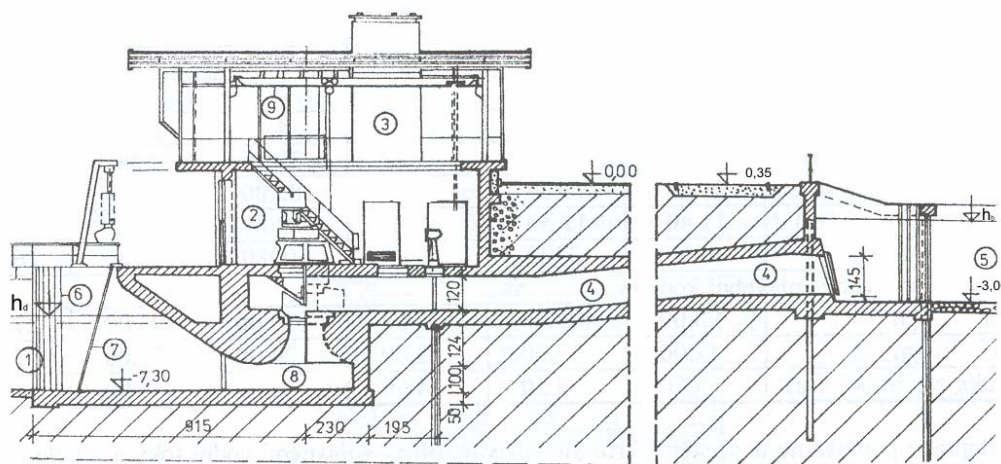
Podrobný popis konstrukcí jezů uvádějí ČÁBELKA KUNŠTÁTSKÝ (1966), JERMÁŘ (1959) aj.



Odběry čerpáním z vodních toků, jezových zdrží a nádrží se navrhují v případech, kdy nelze uskutečnit odběr gravitačně, při dopravě vody do vyšších poloh, vyžaduje-li se získání potřebného tlaku např. pro závlahové využití apod. Čerpací stanice se umísťuje do zdroje vody, do břehu, nebo do určité vzdálenosti od zdroje vody, zvláštním případem je plovoucí čerpací stanice. Čerpací stanice se navrhuje:

- Mobilní na vlastním podvozku, ke zdroji vody se přiveze a upraví se stanoviště a přípojka na výtlak.
- Polostabilní, čerpací agregát je osazen na lyžinách, zpevní se stanoviště a upraví se vlastní odběr.
- Stabilní čerpací stanici tvoří odběrný objekt, strojovna čerpací stanice a příslušné vybavení. Čerpací stanice se umístí z hlediska velkých vod do bezpečného místa, s minimálním výskytem splavenin, dobrým příjezdem a bezproblémovým přívodem energie.

Příklad odběru vody čerpáním do otevřeného kanálu je znázorněn na obr. 4.13. Stabilní čerpací stanice je umístěná na břehu jezové zdrže, je vybavená vrtulovými čerpadly s elektromotorickým pohonem. Podrobnosti o řešení odběru vody čerpáním uvádějí PIVODA a ŠÁLEK (1984) aj.



Obr.4.13 Odběr vody do kanálu čerpáním

1-vodní zdroj, 2-čerpací agregát, 3-rozvaděče, 4-výtlak, 5-kanál, 6-provizorní hrazení, 7-česle, 8-sací jímka, 9-strojovna

4.4 Revitalizace vodních toků

Hlavním úkolem revitalizace (oživení) krajiny je odstranění, resp. zmírnění dopadu negativních opatření realizovaných v krajině a obnovení její ekologické funkce. Vodní hospodářství se podílí významnou mírou na procesech revitalizace, zejména úpravou vodního režimu krajiny, revitalizací vodních toků. K revitalizaci se přistupuje v případech, kdy je nějakým způsobem narušena ekologická rovnováha.





Návrh revitalizačních opatření vyžaduje zpracování všech dostupných podkladů a podrobný průzkum území. Z hlediska vodohospodářských opatření jedná se o podklady měřické s podrobným zaměřením všech objektů a zařízení, které ovlivňují návrh. Podrobný výškopisný a polohopisný plán se doplní podklady o vlastnických vztazích. Do map se zakreslí všechny druhy sítí, vegetační doprovod vodních toků, cest aj. Dalším důležitým údajem jsou hydrologické poměry klimatické (meteorologické) a průběh všech základních meteorologických činitelů, M-denní a N-leté vody, průzkum splavenin, kapacita objektů (mostních staveb) apod., dále pak inženýrsko-geologický, hydrogeologický a hydrogeologický průzkum, biologický, kulturně sociální a hospodářský průzkum. Zvláštní pozornost je třeba věnovat jakosti vody, zdrojům znečištění, fyzikálním, chemickým a biologickým vlastnostem vody.

4.5 Revitalizace vodních toků a melioračních kanálů



Ekologická funkce vodního toku spočívá ve vytváření podmínek ekologické stability krajiny, spočívající v zajištění podmínek pro existenci zoo- a fytoocenóz v toku a jeho okolí, v zabezpečení přirozeného odtoku a transportu splavenin, v zajištění průběhu nerušených samočisticích procesů, přirozené regulaci vodního režimu krajiny. Vodní toky jsou součástí (kostrou) ekologické stability krajiny, plní funkci biokoridoru. Důležitá je jejich funkce estetická, zejména ve spojení s doprovodnou vegetací. Nezanedbatelná je i funkce rekreační, sportovní apod.

Při běžných úpravách vodních toků se věnuje hlavní pozornost úpravě odtokových poměrů, minimalizaci negativního dopadu velkých vod, úpravě hladiny podzemních vod, způsobu vyústění dešťových vod, čištěných splaškových vod, melioračních odpadů. Úpravou se ovlivňuje vývoj koryta vodního toku a splaveninový režim, odběr vody pro různé účely a další využití vodního toku.

Revitalizace vodních toků je součástí krajinných úprav, které se přibližují přírodním podmínkám. Úkolem revitalizačních opatření je v řadě případů náprava nedostatků z předchozích úprav, kterými je narušení půdorysné členitosti vodního toku a tím i zvýšení podélného sklonu, narušení splaveninového režimu, zpevnění koryta tvrdými materiály, přílišné zahloubení koryta způsobující změnu hladiny podzemních vod, narušení vegetačního doprovodu, zornění inundace, výstavba objektů narušující migraci organismů, neúnosné znečištění vodních toků, difúzní znečištění, erozní účinky apod.

Revitalizační opatření vycházejí z průzkumových podkladů a požadavků na druh, rozsah a postup revitalizačních úprav. Při návrhu úpravy toku stanoví se návrhový průtok, např. pro louky Q_1 , ornou půdu Q_5 . Trasa toku se přizpůsobuje přírodním podmínkám s možností samostatného dotváření. Podélný sklon se navrhuje s ohledem na vývoj koryta, využívají se balvanité skluzy z místních materiálů. Příčný profil koryta má mít nepravidelné přírodní uspořádání, k opevnění se využívá vegetace a místní materiály (drn, kámen, dřevo apod.). Z objektů na toku jsou to skluzy, zpevňované prahy, stupně, křížení s komunikacemi. V korytě toku se vytvářejí tůňe (stabilizované výmoly), rybí úkryty a přechody apod.

4.6 Vodní cesty a plavba

Již v nejstarších dobách stavěl člověk svá sídliště u řek, které mu poskytovaly obživu, umožňovaly dopravu, obchod a šíření kultury. Nejstarší dochované zprávy o lodní dopravě u nás po řece Labi jsou z 10. století. K rozmachu lodní dopravy dochází v době vlády Přemysla Otakara II., zvláště pak za Karla IV. Postupně docházelo k splavnění Labe do Mělníka a Vltavy do Českých Budějovic. Na Vltavě bylo postaveno 24 jezů, vybavených vorovými propustmi. Po vodě se dopravovalo dřevo, sůl, ale i jiné zboží. S rozvojem silniční a železniční dopravy neztratily vodní cesty svůj význam. Při lodní dopravě je potřeba tažné síly podle RYBNIKÁŘE et al. (1993) 75x méně než při dopravě na silnici, hmotnost dopravních prostředků na dopravu stejných materiálů činí u lodní dopravy 1/4 z hmotnosti dopravních prostředků na dopravu stejného množství po silnici. Maximálního ekonomického účinku se docílí při dopravě surovin a stavebních materiálů na delší vzdálenosti. Nevýhodou lodní dopravy jsou malé rychlosti a poměrně řídké sítě vodních cest. K dopravě po vnitrozemských vodních cestách se používají lodě s vlastním pohonem-motorové, nebo bez pohonu-nákladní lodě (čluny). Nákladní lodě jsou tažené nebo tlačené remorkérem, sestavovány do soulodí různého uspořádání. Při dopravě tlačení „postrkem“ vznikají menší odpory a vzhledem k pevnému spojení s nákladní lodí zvyšuje se ovladatelnost a rychlost dopravy.



Pro evropské vodní cesty byl doporučen jednotný typ nákladní lodě Evropa II a Evropa Ila pro dopravu postrkem. Navržený typ umožňuje vytvářet postrkové soupravy skládající se z jedné jednotky na méně frekventovaných vodních cestách a plavebních odbočkách; o dvou jednotkách na většině hlavních vodních cest a o čtyřech, šesti a devíti jednotkách na velkých vodních cestách. Výhledově se počítá se zvýšením ponoru až na 3.5 m místo stávajících 2,5 m. Evropské vodní cesty se dělí do 6 tříd; jejich dimenze jsou dány velikostí lodí. Vodní cesty třídy I až III odpovídají rozměry starým vodním cestám; třída IV. se stává převládající třídou na nově budovaných evropských vodních cestách. Rozměry plavebních kanálů a vybavení plavebních komor zařazených do této třídy dobře odpovídají velikosti tlačného člunu Evropa II o nosnosti 1660 t, rozměrech 76,5 x 11,4 m. Základní parametry jsou uvedené v tab. 4.1



Tab. 4.1 Hlavní ukazatele dimenzí zařízení vodních cest

Ukazatel	Třída vodní cesty					
	IV		V		VI	
	a	b	a	b	a	b
Typový tlačný člun						
Délka (m)	76.50	76.50	76.50	76.50	76.50	76.50
Šířka (m)	11.40	11.40	11.40	11.40	11.40	11.40
Ponor (m)	2.50	2.50	3.50	3.50	4.00	4.00

Typová postrková lodní souprava						
Počet člunů	1	2	2	4	6	9
Délka remorkéru (m)	12.00	20.00	20.00	32.00	36.00	42.00
Délka soupravy (m)	88.50	173.00	96.50	185.00	189.00	271.50
Šířka soupravy (m)	11.40	11.40	22.80	22.80	34.20	34.20
Nosnost soupravy (t)	1660	3320	5040	10080	17640	26460
Minimální rozměry typové plavební komory						
Délka (m)	90.00	175.00	110.00	190.00	195.00	275.00
Šířka (m)	12.00	12.00	23.00	24.00	36.00	36.00
Hloubka záporníků (m)	3.50	3.50	4.50	4.50	5.00	5.00



K vodní dopravě používáme nejčastěji přirozeně splavné, příp. splavněné vodní toky a umělé plavební kanály. Podle RYBNIKÁŘE et al. (1993) splavná řeka musí vyhovovat těmto podmínkám:

- při nejnižší hladině v řece musí být zajištěn souvislý plavební pás s dostatečnou plavební hloubkou a potřebnou šířkou, umožňující plavbu v obou směrech,
- trasa vodního toku musí mít dostatečné poloměry, umožňující snadné proplutí,
- rychlost proudu ve vodním toku v plavební dráze nemá překročit 1,5 až 2,0 m/s,
- příčné složky rychlosti v plavební dráze nesmí překročit 0,5 m/s,
- podjezdná výška pod mostními konstrukcemi a dalšími vodorovnými konstrukcemi musí být minimálně 5,25 m nad maximální plavební hladinou.

Těmto podmínkám vyhovují převážně velké toky ve své dolní části. Střední části řek se splavňují regulací, tj. bagrováním zanesených částí, výstavbou směrových staveb, nadlepšováním průtoku z nádrží apod. Plavební hloubka se zvyšuje koncentračními výhony, soustředující průtok vody do střední části vodního toku, prohlubováním řečiště a nadlepšováním průtoků. Úseky řek s nízkými vodními stavy a vysokým spádem splavňujeme kanalizací. Splavnění kanalizací se rozumí výstavba řady vzdouvacích objektů, jezů, ale i přehrad, které vytvoří zdrže umožňující plavbu. Uspořádání soustavy vzdouvacích objektů závisí na terénních podmínkách.

Výškový rozdíl mezi horní a dolní zdrží se překonává plavebními komorami. V místech, kde nejsou pro plavbu vhodné vodní toky, budují se plavební kanály. Návrh trasy vnitrozemské vodní cesty vyžaduje dodržet řadu

návrhových parametrů, aby minimální poloměr oblouků $R_{\min} = 10 L_L$, kde L_L je délka lodě. V nepřehledných místech je minimální poloměr oblouku $R_{\min} = 1000$ m. Maximální poloměr nemá přesáhnout $R_{\max} = 3000$ m.

Kontrolní otázky

Jaké druhy dopravy znám ?

Jaký je podíl jednotlivých druhů?



Šířka jednolodního průplavu B se stanoví ze vztahu $B = (1.5 \text{ až } 2)b$, dvoulodního pro potkávání lodí $B = 1.4 \Sigma b$ a pro předjíždění $B = 2.2 \Sigma b$, kde b je šířka typové lodě. V obloucích se šířka zvětšuje o hodnotu $\Delta B = L_L^2 / 2R + B$, kde L_L je délka lodě, R – poloměr osy oblouku. Minimální hloubka kanálu h_p se stanoví ze vztahu $h_p = t + \Delta t$, kde t je minimální přípustný ponor, Δt – vzdálenost mezi dnem naložené lodě a dnem průplavu. Hodnota h_p činí u IV. třídy min. 1.5 m.



Příčný profil plavebního kanálu je lichoběžníkový nebo miskovitý s lomeným sklonem svahu. V závislosti na členitosti terénu se budují plavební kanály jak ve výkopu, tak i v násypu. Svahy průplavu se opevňují proti účinkům vlnění, a to v rozsahu minimálně ± 1.0 m od stálé hladiny. K opevnění se používá dlažba, betonové tvárnice, kamenný a šterkový pohoz, asfaltbetony a vegetace. Plavební kanály se těsní jílovým těsněním, fólií z plastů apod. Příklad příčného profilu kanálu s jílovým těsněním je znázorněn v obr. 4.14.

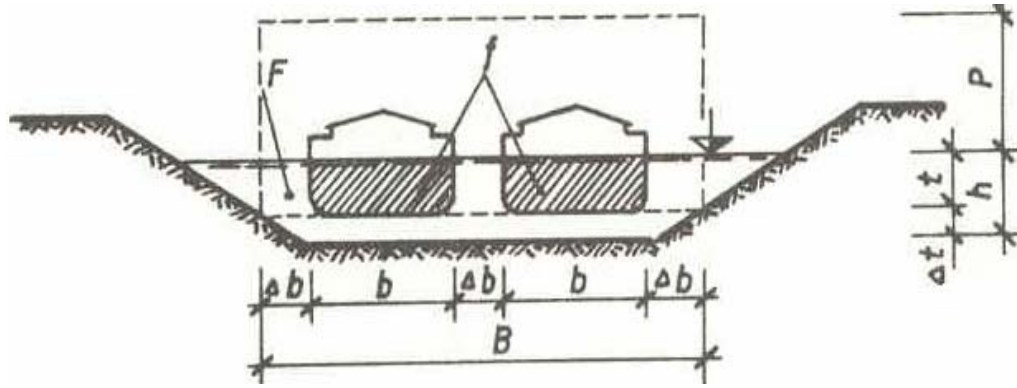
Tab. 4.2 Typové tlačné soupravy

	OZNAČ. TŘÍDY	SCHEMA TLAČNÉ SOUPRAVY	ROZMĚRY SOUPRAVY		POTŘEB. UŽITKOVÉ ROZM. PLAV. KOMORY	
			DĚLKA	ŠÍŘKA	DĚLKA	ŠÍŘKA
LOKÁLNÍ VOD. CESTY	L 10		41	5,7	45	6
	L 11		41,9+9,0	5,7	55	6
	L 12		2x41,0+9,5	5,7	95	6
EVROPSKÉ VODNÍ CESTY MEZINÁRODNÍHO VÝZNAMU	E 10		82,0	11,4	85	12
	E 11		82,0+15,0	11,4	100	12
	E 12		2x82,0+23,0	11,4	190	12
	E 21		82,0+23,0	2x11,4	110	24
	E 22		2x82,0+32,0	2x11,4	200	24
	E 23		2x82,0+36,0	2x11,4	285	24
	E 32		2x82,0+36,0	3x11,4	205	36
	E 33		3x82,0+42,0	3x11,4	295	36
	E 43		3x82,0+46,0	4x11,4	300	48

Kontrolní otázky

Vedení trasy vodní cesty a napojení na ostatní druhy dopravy – konkrétní případ logistického centra (např. Břeclav), křížení s dopravními trasami (podjezdná výška 5,25 m).





Obr.4.14 Příčný řez dvoulodní vodní cestou

F-příčná plocha vodní cesty, f-plocha hlavního žebra plavidla



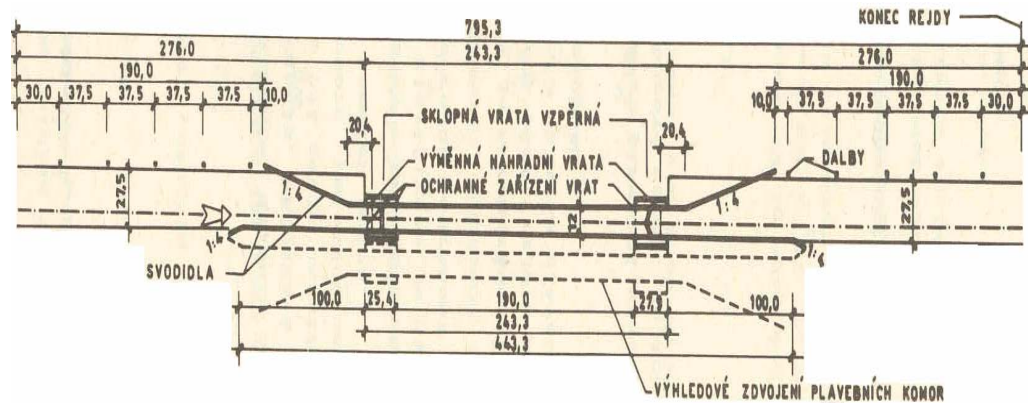
Podélný sklon plavebních kanálů se volí malý, $i = 0.00005$, trasa se volí co nejkratší, je třeba se vyhýbat hlubokým zářezům, umělým a přirozeným překážkám, nevhodným geologickým poměrům, minimalizovat křížení průplavů s jinými stavbami a vodními toky apod. Plavební kanály se dělí podle podélného profilu na kanály s jednosměrným sklonem, průplavy s oboustranným sklonem a vrcholovou zdrží. Podle vztahu a polohy kanálu k síti vodních cest se jedná o kanál spojovací, průplavní, odbočku apod. Trasa se má vyhýbat strmým sklonům terénu, náhlému střídání velkých výškových rozdílů, vysokým náspům a hlubokým zářezům, územím s nestabilním podložím apod.

4.7 Objekty na vodních cestách



Z objektů na vodních cestách jsou to především jezy, plavební komory, lodní zdvihadla a lodní železnice, plavební tunely a mosty, komunikační mosty, křížení s liniovými stavbami, výhybky, obratiště a přístavy.

Plavební komory umožňují výškový přechod lodí z jedné zdrže do druhé. Velikost plavební komory závisí na třídě, tj. velikosti proplavovaných lodí, soulodí nebo lodního vlaku. Podle počtu komor na jednom plavebním stupni rozdělují se plavební komory na jednostupňové a vícestupňové, jednoduché a zdvojené – obr. 4.15.



Obr.4.15 Schéma rejd a jednostupňové plavební komory

Podle počtu proplavovaných lodí dělí se plavební komory na jednolodní a vlakové.



Užitečná **délka plavební komory** pro jedno plavidlo

$$L_K = L_R + n L_C + (n + 2) \Delta L,$$

kde L_R je délka remorkéru, L_C je délka člunu, ΔL je vzdálenost nákladních lodí od sebe, u vlakových komor ΔL je vzdálenost nákladních lodí od sebe, (u vlakových komor $\Delta L = 3$ až 5 m), n je počet lodí.



U střeoevropských vodních cest délka plavebních komor jednolodních činí 85 m, u vlakových 185 m.



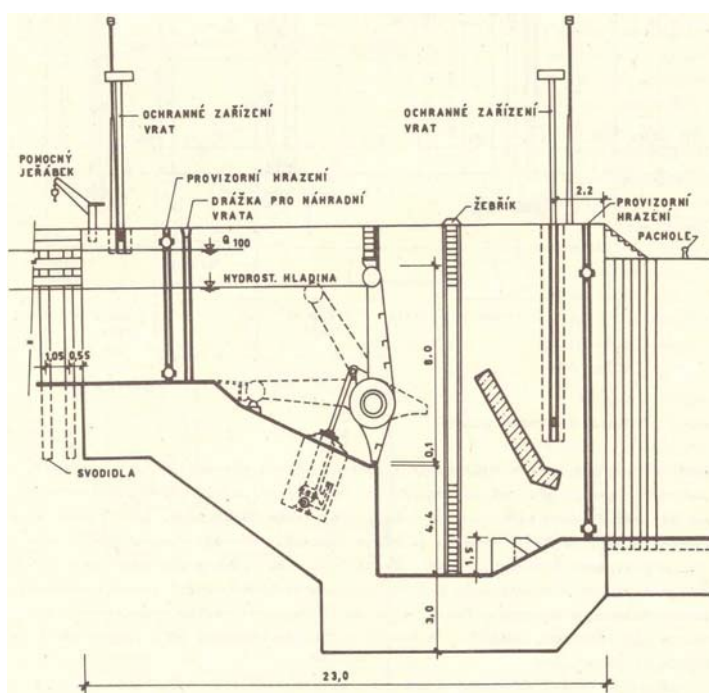
Šířka plavební komory

$$B_k = m B_L + 2 \Delta B,$$

kde m je počet lodí vedle sebe, B_L je šířka lodí a ΔB je minimální bezpečná vzdálenost lodí od sebe.



Horní a dolní zhlaví plavební komory je na obr.4.16a a 4.16b.

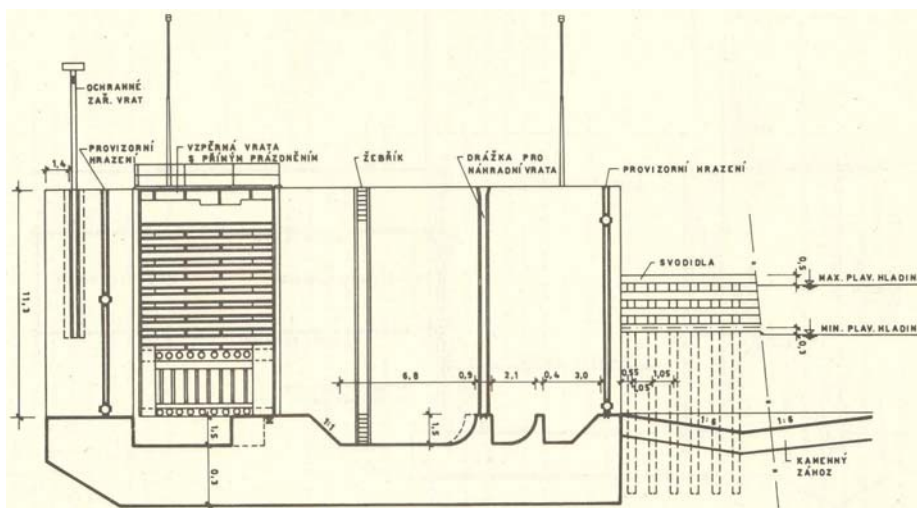


Obr.4.16a Horní zhlaví plavební komory

Plavební komora se skládá z horního a dolního zhlaví a vlastní plavební komory a vrat, umožňující oddělení vlastní plavební komory od dolní a horní zdrže. Plavební komora má v příčném řezu obdélníkový průřez a svislé boční stěny. Prázdňení a plnění plavebních komor může být nepřímé a přímé, nepřímé plnění a prázdňení umožňují obtoky, zajišťující rovnoměrnější rozdělení vody. Některé druhy plavebních komor se plní přímo, např. otvory



pod vrata apod.. Rychlost vzestupu hladiny při plnění se pohybuje kolem 1,0 m/min v závislosti na výšce plavební komory. Vrata plavebních komor podle konstrukce se dělí na vrata vzpěrná, stavidlová, zasouvací, sklopná, segmentová a speciální. Pro případ poruchy se vybavuje plavební komora provizorním hrazením. Po obvodu plavební komory se umísťují k uchycení lodí pacholata, uvnitř plavební komory se instalují vazné kříže k uvazování lodí v plavební komoře. K proplavování lodí plavebními komorami se spotřebuje poměrně značné množství vody, použitím sdružených komor může se docílit téměř 50% úspory.



Obr.4.16b Dolní zhlaví plavební komory



Obr.4.17 Horní rejsa se sklopnými vraty plavební komory na Váhu (Trenčín – Slovensko)



Rejdy u plavebních komor slouží jako manipulační prostory k proplavování lodí. Převážně se umísťují do bezprostřední blízkosti plavební komory, do horní a dolní zdrže plavebního stupně. Správně navržená rejsa umožňuje rychlý, hospodárný a bezpečný provoz. Rejsa musí být dostatečně široká pro lodě vjíždějící do plavební komory, pro lodě čekající mimo plavební dráhu na proplavení a pro vzájemné potkávání lodí. Délka rejsy se vypočte z délky vyčkávací vzdálenosti, délky vlakové soupravy a brzdné vzdálenosti.

Lodní zdvihadla a lodní železnice se navrhuje k překonání velkých výškových rozdílů. Zařízení se skládá z ocelové nádrže naplněné vodou a uzavřené na koncích speciálními uzávěry. Loď vpluje do nádrže, po uzavření vrat se celá nádrž včetně lodě přemísťuje do dolní, resp. horní polohy. Lodní

železnice se skládá z lože s kolejnicemi, po nichž pojíždí speciální podvozek, na němž je uložena nádrž s lodí. Stejným způsobem může být dopravovaná nádrž „na sucho“ na upravené plošině výtahu.

Lodní mosty se používají při mimoúrovňovém křížení plavebního kanálu s vodním tokem nebo s jinými překážkami; mají tvar velkého akvaduktu. Lodě proplouvají těsnějším, obvykle železobetonovým žlabem, který se navrhuje jedno, resp. dvoulodní. Průplavové štolky umožňují průchod průplavu místy s vysokým převýšením. Velikost plavebních štol se navrhuje na rozměr směrného typu lodi, šířka štolky bývá shodná s šířkou plavebních komor.



Přístavy na vnitrozemských vodních cestách tvoří důležité dopravní uzly, umožňující nakládání a vykládání lodí, a tím napojení lodní dopravy na dopravu silniční, železniční apod. Správně navržený přístav musí umožňovat snadné a bezpečné vyplutí lodi z vodní cesty, manévrování, vykládání a nakládání. Osobní přístavy se vybavují staniční budovou s čekárnou, restaurací, šatnou, sociálním zařízením, pokladnami a kanceláři. Obchodní přístavy musí být vybaveny zařízením na vykládání zboží, sklady, třídírnami a expedicí. Průmyslové přístavy jsou vybaveny speciálním vykládacím zařízením, závodovým překladištěm apod. Ochranné přístavy jsou určeny k ochraně lodí při průchodu velkých vod, ledochodů a k přezimování. Z hlediska dopravního je výhodné situovat přístavy do míst křížení vodních cest s pozemními komunikacemi. Velikost přístavu vyplývá z hospodářských podmínek a předpokládaného rozvoje. Přístav se skládá z akvatoria tj. vodních ploch mimo plavební dráhu, přístavních nábřeží a přístavního teritoria.

Provozní objekty na průplavech tvoří výhybny lodí, obratiště lodí, bezpečnostní vrata, napouštěcí a vypouštěcí objekty, přečerpací stanice apod. Výhybny lodí se budují na jednolodních průplavech z důvodu vyhnutí lodí.

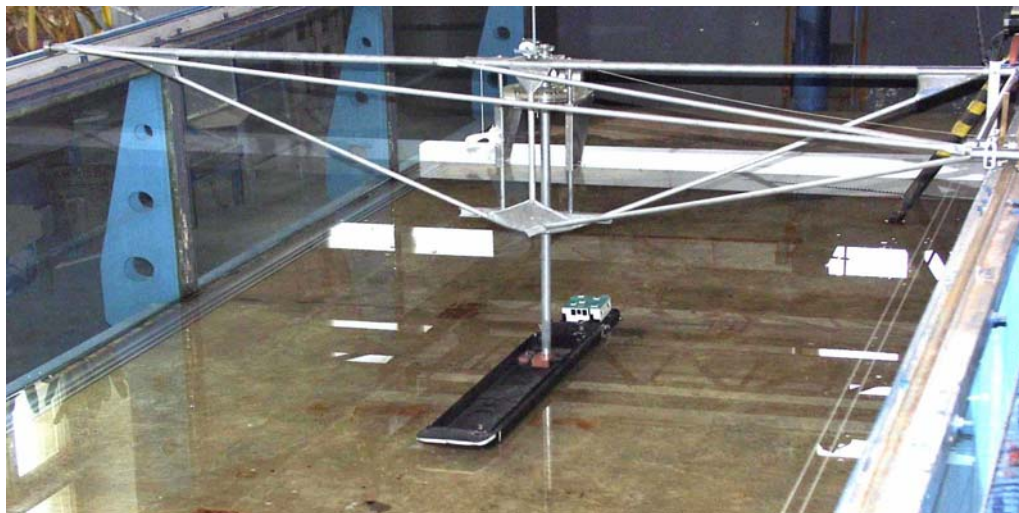
Obratiště lodí se budují u překladišť nebo přístavů, kde není možné otočení lodí. Bezpečnostní vrata se navrhuje u dlouhých kanálů vedených v náspu, kde mají zabezpečit uzavření kanálu v případě protržení. Napouštěcí a vypouštěcí objekty mají za úkol zajistit doplňování a vypouštění vody do průplavu, k stejnému účelu slouží i přečerpávací stanice.

Další způsoby překonávání vodní překážky jsou:

Přivozy a trajekty se přepravují nejen osoby, ale současně i vozidla, případně též vlaky. Trajekty se užívají přes široké vodní překážky (nejen toky) – příklad spojení Evropy s Anglií, Itálie s ostrovy, ale i vnitrostátní (např. Německo apod.). U širokých je třeba věnovat pozornost tvorbě větrových vln. Přivozy jsou spíše sezónní, rekreační i jako atrakce, zpravidla pro přepravu malých vozidel nebo pouze osob.

Brody se užívají zpravidla u malých vodotečí, při křížení s vozovkami a cestami nejnižšího řádu, nebo jako nouzová řešení (třeba pro armádu, výstavbu apod.).

Tunely, shybky slouží k podcházení komunikačního resp. trubního objektu pode dnem toku. Tunely se používají zpravidla pro dálnice, železnice, metro. Shybky pro převádění jiných médií (ropovod, plynovod, ale i pitná voda, užitková voda nebo topná média).



Obr4.18 Modelový výzkum bočního odporu plavidla

Kontrolní otázky



Zařízení staveniště – odběr a vypouštění vody, příjezdové komunikace, napojení sítě. Řešte pro vaši konkrétní situaci.

4.8 Autotest



Autotest vztahující se k učivu dané kapitoly. Minimálně jedna odpověď je správná (správné odpovědi jsou pak uvedeny v „Klíči“).

4. Jezy jsou:
 - a) hlavní a vedlejší;
 - b) součástí úprav spádu toku, udržování hladiny podzemních vod;
 - c) zařízení využitelná pro plavbu a využití vodní energie;
 - d) pevné, pohyblivé a zvláštní.
5. Mezi pohyblivé konstrukce jezu nepatří:
 - a) klapka;
 - b) vak;
 - c) proudnicový přeliv;
 - d) segment.
6. Vodní doprava je:
 - a) jedna z nejdražších;
 - b) využitelná pro zboží rychle podléhající zkáze;
 - c) vhodná k přepravě nadrozměrných nákladů a velké tonáže;
 - d) po vlakové a automobilové dopravě nejrozšířenější.

4.9 Studijní prameny

4.9.1 Seznam použité literatury

- [4.1] Broža, V., Kazda, I., Patera, A. *Vodohospodářské stavby*. Ediční středisko ČVUT, Praha I, Husova 5, 1985. 215 s.
- [4.2] Čábelka, J. *Vodní cesty a plavba*. Praha: SNTL, 1976. 689 s.
- [4.3] Čábelka, J., Kunštátský, J. *Jezy*. Praha: SNTL, 1966. 555 s.
- [4.4] Jermář, F. *Jezy*. Praha: ČSAV, 1959.
- [4.5] Šálek, J., Hlavínek, P., Mičín, J. a kol. *Vodní stavitelství*. Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno 2001. 144 s.
- [4.6] Rybníkář, J., Šálek, J., Svoboda, F. *Vodohospodářské stavby*. Brno: VUT, 1993. 164 s.



4.9.2 Seznam doplňkové studijní literatury

- [4.7] Pivoda, B., Šálek, J. *Čerpací stanice*. Praha: SNTL, 1984, 295 s.
- [4.8] Rybníkář, J., Čuba, J., Smrček, M. *Komplexní projekt z hydrotechniky, vodní cesty, využití vodní energie*. Ediční středisko VUT Brno, 1989. 48 s.
- [4.9] Rybníkář, J., Šálek, J., Svoboda, F. *Vodní stavitelství*. Brno: VUT, 1993. 164 s.
- [4.10] Technický průvodce. *Nádrže, jezy a přehrady*. Praha: SNTL, 1967. 625 s.



Obr.4.19 Tažná souprava lodí na Labi

5 Přehrady, vodní nádrže, objekty k jímání povrchových vod a využití vodní energie



Údolní nádrže a přehrady patří k důležitým vodohospodářským stavbám, tvořícím v řadě případů jeden ze základních článků vodohospodářských úprav, na něž navazují další vodohospodářské úpravy a stavby.

5.1 Údolní nádrže a přehrady



Vodní nádrží rozumíme omezený prostor k hromadění vody pro její pozdější využití, k zachycení povodňových průtoků, ochraně údolí pod nádrží ohrazováním části území a umělým vytvořením vodního prostředí. Údolní nádrž vymezuje návodní líc přehrady, maximální hladina, dno a boky údolí. Nádrže se budují za určitým účelem a plní obvykle jednu i více dominantních a řadu vedlejších funkcí.

Podle vzniku dělíme nádrže na přirozené, vznikající v přírodě bez zásahu člověka a umělé, vytvořené záměrnou činností člověka. Nádrže mohou být protékané, nebo neprotékané. Umělé nádrže se dělí na nádrže údolní, vytvořené přehrazením údolí přehradou, nádrže boční, vytvořené oddělením a uzavřením části území vedle toku obvodovou hrází, nádrže vyhloubené, vzniklé vyhloubením v terénu, nádrže vrcholové, budované v pramenné oblasti na rozvodí dvou řek, nádrže postranní a podzemní, budované na přítoku, do níž se převádí voda z hlavního toku.

Podle trvání cyklu řízení odtoku z nádrže se rozeznávají nádrže s víceletým, ročním, sezónním, týdenním a denním cyklem řízení. Údolní nádrže přehradního typu s velkým ovladatelným objemem jsou charakteristické víceletým řízením odtoku, mají cyklus plnění a prázdnění. Součinitel nadlepení α se vypočítá ze vztahu

$$\alpha = Q_o / Q_a, \text{ kde platí } Q_o \leq Q_a \text{ a dále } \alpha \leq 1.$$

Q_o - zaručený odtok (požadovaný odběr),

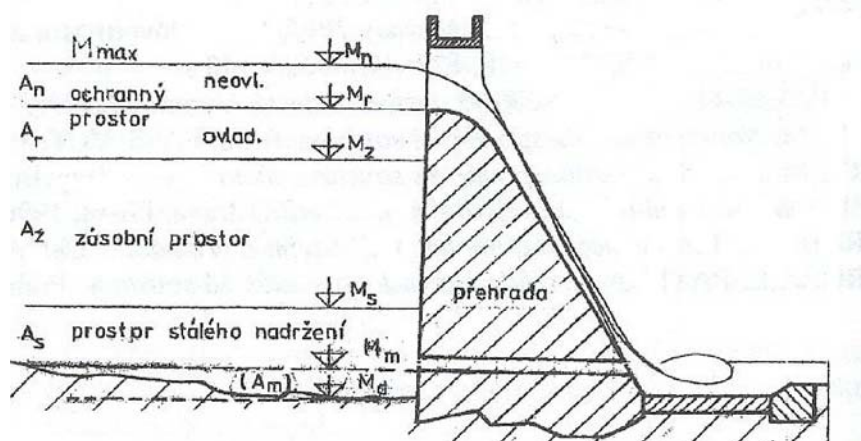
Q_a - dlouhodobý průměrný průtok.



Nádržní prostory a charakteristiky nádrže. Pro návrh jednotlivých funkcí nádrže je třeba vymezit nádržní prostory a charakteristiky nádrže (obr.5.1):

- celkový prostor nádrže (V_c) tvoří nádržní prostor omezený dnem, boky nádrže, návodním lícem hráze a maximální hladinou,
- celkový ovladatelný prostor nádrže (V_o) je prostor nádrže, který lze regulovat hrazenými přelivy, výpustmi a odběry,
- mrtvý prostor nádrže (V_m) je část prostoru stálého nadržení pod úrovní základových (spodních) výpustí, který nelze gravitačně vyprázdnit,
- neovladatelný ochranný (retenční) prostor (V_a) je prostor nad nejnižší úrovní přelivné hrany nehrazeného přelivu nebo nad horní hranou hradicího tělesa hrazeného bezpečnostního přelivu; shora je omezen maximální hladinou,

- ovladatelný ochranný (retenční) prostor (V_r), který je vyhrazen pro zachycování a transformaci povodní, tvoří část ovladatelného prostoru nádrže až po úroveň přelivné hrany nehrazeného přelivu,
- prostor stálého nadržení (V_s) je část celkového prostoru nádrže, která se za normálního provozu nevyužívá pro řízení odtoku,
- zásobní (akumulační) prostor nádrže (V_z) je část celkového prostoru, která slouží k řízení odtoku a zajišťování odběrů vody a požadovaných průtoků pod nádrží.



Obr.5.1 Obecné schéma uspořádání prostorů údolní nádrže

Nádržní prostory vymezují jednotlivé hladiny:

- maximální hladina (M_{max}) je nejvyšší hladina vody v nádrži,
- hladina neovladatelného ochranného prostoru (M_n) omezuje shora neovladatelný ochranný prostor,
- hladina ovladatelného ochranného prostoru (M_r) je hladina omezující shora ovladatelný prostor,
- hladina stálého nadržení (M_s) je hladina omezující shora prostor stálého nadržení,
- hladina zásobního prostoru (M_z) je hladina omezující shora zásobní prostor.



5.2 Konstrukce přehrad

Vlastní přehradu tvoří vzdouvací stavba, přehražující údolí toku a uzavírající prostor vodní nádrže využívané k řízení odtoku. K nejstarším přehradám, budovaným ve starověku, patří závlahová nádrž Moiris, vybudovaná před 3800 lety na levém břehu Nilu o objemu 12 km^3 . Nejstarší tížní a klenbové hráze byly vybudovány v Iráku před 1000 lety. Země s nejstarší tradicí ve výstavbě přehrad v Evropě je Španělsko; přehrady se zde budovaly již v období římském a maurském.



K nejdůležitějším objektům patří přehradní hráz, výpustná, odběrná zařízení a bezpečnostní přeliv. Přehrady se dělí podle použitého materiálu, stavební konstrukce aj. Podle použitého stavebního materiálu se dělí přehradní hráze do dvou skupin:

- Do skupiny hrází z nesoudržných materiálů patří hráze zemní, u nichž podstatnou část tvoří zemina. U hrází kamenitých stabilizační část tvoří kamenivo, těsnicí část hráze zajišťují rozdílné těsnicí materiály. Hráze se

navrhují homogenní a heterogenní. Těleso převažujících heterogenních hrází tvoří část stabilizační, přenášející zatížení do podloží a část těsnící, zajišťující nepropustnost hráze.



- b) Hráze z materiálů soudržných se dělí na betonové, u nichž přehradní těleso je zhotoveno z prostého, železového nebo předpjatého betonu. Hráze zděné jsou zhotovené nejčastěji z kamene spojeného pojivem. Hráze ocelové a dřevěné mají přehradní těleso zhotovené z oceli, dřeva apod. Hráze kombinované tvoří kombinace různých materiálů.

Zemní a kamenité hráze mají lichoběžníkový příčný profil, výška hráze vychází z kóty nejvyšší hladiny a výšky bezpečnostního převýšení, vycházející z výšky dosahu vlnobití při kritických rychlostech větru a bezpečnostního převýšení. Sklony svahů vycházejí z vlastností materiálů použitých na stavbu hráze. Sklon svahu může být jednotný, odstupňovaný a případně přerušovaný lavičkou. Stabilitu svahu je třeba prokázat výpočtem, používají se k tomuto účelu metody mechaniky zemin. Příklad uspořádání heterogenní sypané zemní přehrady s jádrovým těsněním je uveden na obr. 5.2. Návodní svah hráze se opevňuje proti účinkům vlnobití, ledu, kolísání hladiny, přívalovým dešťům. K tomuto účelu se používá kamenná dlažba, rovnanina nebo pohoz, vyplavování jemných částic z hráze zabraňuje vhodný filtr. Vzdušní svah se nejčastěji ohumusuje a oseje vhodnou travní směsí. Do paty hráze se umísťuje odvodňovací drenáž.

Kamenité (balvanité) hráze se odlišují od zemních tím, že obsahují maximálně 15% zrn menších než 100 mm. Těsnící část na návodním líci, nebo uvnitř tělesa hráze tvoří zeminu, beton, železobeton, asfaltobeton, fólie z plastů. Svahy kamenitých hrází jsou obvykle strmější (1:1,2 až 1:1,5). V řadě případů bylo využito střední, nebo návodní asfaltobetonové těsnění.

Kontrolní otázky

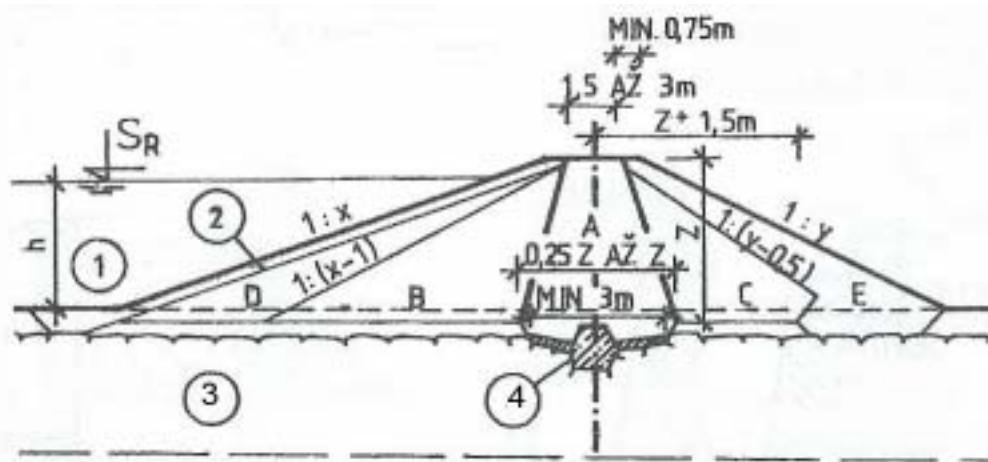


Na konkrétní situaci zástavby řešte problematiku vodních staveb. Zaměřte se na křížení s komunikacemi a ochranu před velkými vodami.

Poznámky



Úprava toku a revitalizace toku (v čem se liší)?



Obr.5.2 Schéma uspořádání zemní sypané přehradní hráze

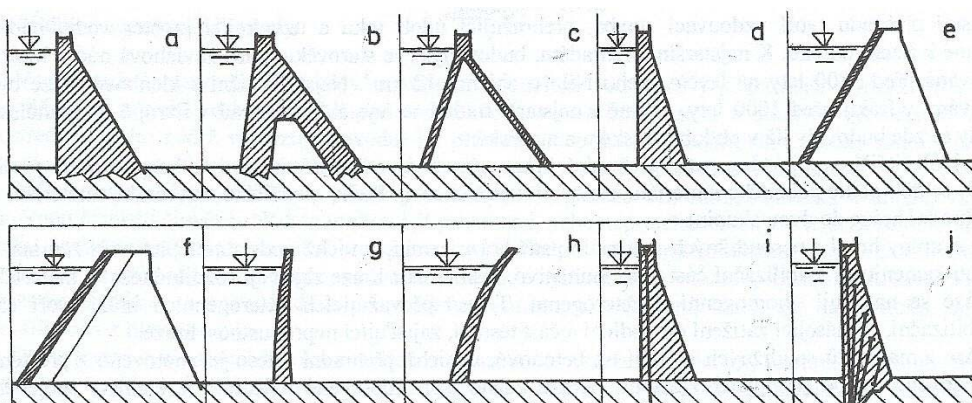
1-údolní nádrž, 2-opevnění, 3-pevné podloží hráze, 4-zavázání do podloží hráze



Hráze zděné a betonové. Podle konstrukčního uspořádání a statického řešení, tj. přenosu sil od zatížení přehrady do podloží se dělí přehradní hráze na tížné, klenbové, členěné a spojené s podložím. Přehrady zděné a betonové se dělí podle výše uvedených hledisek na hráze:

- tížné, u nichž každý blok je omezen dvěma svislými řezy, kolnými na osu přehrady, je schopen samostatně vlastní tíhou vzdorovat zatížení na něj působícímu a přenášet jej do podloží, hráze tížné vylehčené, u nichž je v části přehradního tělesa vytvořena dutina, tížné pilířové je složené z masivních pilířů, jejichž zhlaví jsou na návodní straně rozšířená, dotýkají se a takto vytváří hradící stěnu. Každý pilíř je schopen přenášet do podloží vlastní tíhou zatížení na něj působící,
- tížná s klenbovým účinkem tvoří přechodový typ mezi tížnou a klenbovou hrází, u níž část zatížení se přenáší tížným účinkem do podloží a část zatížení se přenáší klenbovým účinkem do boků údolí,
- členěné deskové se skládají z hradící stěny, kterou tvoří desky a pilíře, do nichž se přenáší zatížení,
- členěné klenbové mají hradící těleso vytvořené ze soustavy kleneb, které přenášení zatížení do pilířů,
- klenbové a kupolové, u nichž se přenáší převážná část zatížení klenbovým účinkem do boků údolí,
- kotvené jsou sprážené s podložím soustavou předpjatých kabelů a kotev,
- předpjaté, zhotovené z předpjatého betonu,
- kombinovaná tvoří kombinaci hráze např. betonové s hrází zemní.

Schématické uspořádání jednotlivých druhů hrází je znázorněno v obr. 5.3a až 5.3j.



Obr. 5.3 Druhy přehradních hrází ze soudržných materiálů

a-tížná, b-tížná vylehčená, c-pilířová, d-tížná s klenbovým účinkem, e-členěná desková, f- členěná klenbová, g-klenbová, h-kupolová, i-kotvená, j-předpjatá

5.3 Objekty na přehradách

Přehrady se vybavují spodními výpustmi, bezpečnostními přelivy, odběrnými objekty a zařízeními na zneškodnění kinetické energie vytékající nebo přepadající vody.



Výpusti. Jako spodní výpusti se používají nejčastěji ocelové trouby zabudované do tělesa hráze nebo častěji ocelová potrubí umístěná ve štole. Potrubí se ukládá v mírném sklonu a opatřuje se na návodní straně hrubými

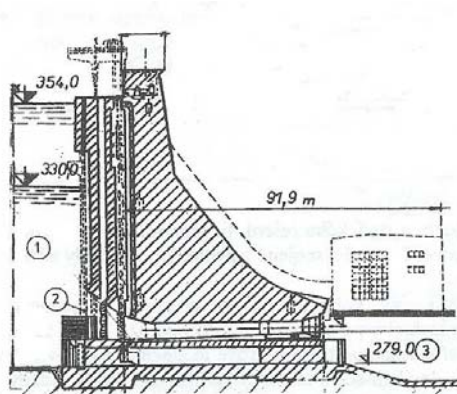
česlemi. Na potrubí jsou umístěny zpravidla tři uzávěry, revizní a dva provozní. Uzávěry provozní zajišťují plynulý regulovaný odtok vody, revizní plní funkci bezpečnostních uzávěrů a slouží i k dočasnému uzavření při opravě provozních uzávěrů. Uzávěry jsou konstruovány pro různé tlaky a různé rychlosti uzavírání, s obsluhou ruční, elektrickou nebo hydraulickou. Jako provozní regulační uzávěry se používají uzávěry segmentové, válcové, jehlové a kuželové, jako záložní neregulační uzávěry se navrhnou stavidla, šoupátka a klapkové uzávěry. Příklad uspořádání základové výpusti v gravitační hrázi je uveden v obr. 5.4 a klenbové hrázi v obr.5.5.

U přehrad z nesoudržných materiálů se výpustné zařízení navrhuje jako dlouhé ocelové potrubí umístěné ve štole procházející hrázi, nebo ražené v boku údolí. Alternativním řešením je krátké tlakové potrubí ústící do odpadní štoly s průtokem o volné hladině. Návodní uzávěr na výpustném zařízení se často umísťuje do věžového objektu, který se v mnoha případech kombinuje s odběrným zařízením, ale i s bezpečnostním přelivem, s nimiž tvoří sdružený objekt. Příklad uspořádání věžového výpustného a odběrného objektu je uveden v obr. 5.6.



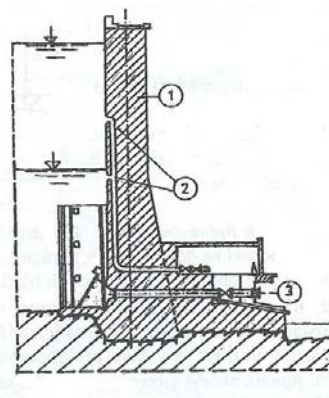
Kontrolní otázky

Rozdíl mezi hrázi, přehradou, nádrží, funkčním a bezpečnostním objektem.



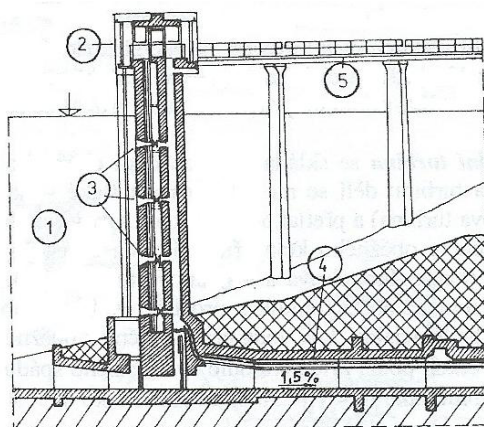
Obr.5.4 Uspořádání základové výpusti v gravitační hrázi

1- nádrž, 2 -základová výpust, 3-vývar



Obr.5.5 Schéma výpusti a odběru u klenbové hráze

1- klenbová hráz, 2-odběry vody, 3-základová výpust



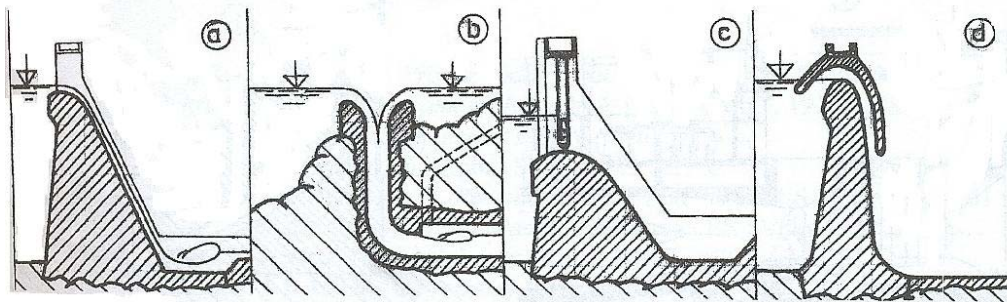
Obr.5.6 Uspořádání věžového výpustného a odběrného objektu

1-nádrž, 2-odběry, 3-věž, 4-výpust, 5-štola, 6-zemní hráz, 7-pilíř, 8-lávka



Odběrné objekty slouží k odvedení vody pro vodárenské, závlahové, energetické aj. účely. Tvoří je obvykle regulovatelný odběr umístěný v různých výškách nádržního prostoru. U údolních nádrží se umísťují odběrná zařízení buď přímo do přehradní hráze, nebo do speciálního věžového objektu. Prvý způsob odběru je vhodný pro tížné betonové hráze. Jednotlivé odběry jsou situovány v různých výškových etážích, což umožňuje odběr vody z vrstvy s nejkvalitnější vodou – obr. 5.4 a 5.5. Při odběru vody z přehradních nádrží se zemní hrází použijí se věžové odběry – obr. 5.6. Odběrné potrubí se připojuje k etážovým odběrům s regulačními šoupátkovými uzávěry a zavěšuje se pod klenbu výpustné štoly.

Bezpečnostní přelivy slouží k neškodnému převedení velkých vod přes přehradní těleso. Bezpečnostní přelivy u přehrad ze soudržných materiálů se navrhují korunové, postranní; u přehrad z nesoudržných materiálů boční, šachtové, kašnové, žlabové a násoskové. Bezpečnostní přeliv se navrhuje nehrazený, příp. i hrazený. Příklady uspořádání bezpečnostních přelivů jsou znázorněny v obr.5.7. Přelivy se často doplňují pohyblivou hradicí konstrukcí, stavidly, segmenty, sektory a klapkami. Kapacita bezpečnostního přelivu se stanoví podle doporučení DOS-T04.02.02.001, požadovaná míra bezpečnosti závisí na kritériích v tab. 5.1.



Obr.5.7 Schéma uspořádání bezpečnostních přelivů

a-korunový nehrazený, b-šachtový, c-korunový hrazený, d-násoskový

Tab 5.1 Doporučená míra ochrany podle DOS -T 04.02.02.001

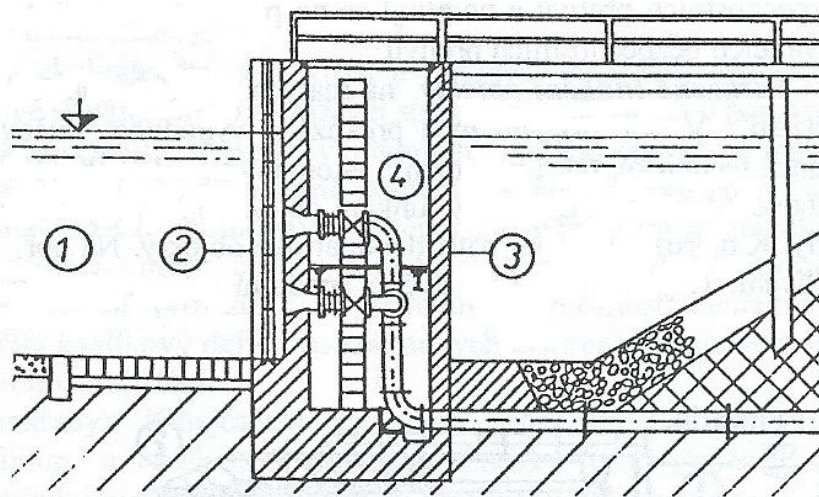
Skup.VD Škody	Hodnotící hlediska	Požadovaná míra bezpečnosti VD	
		A(let)	P=1/N
A Vel.vysoké	Očekávají se ztráty na životech	10 000	0.0001
	Ztráty na životech jsou nepravděpodobné	2 000	0.0005
B Vysoké	Možné ztráty na životech	1 000	0.001
	Ztráty na životech jsou nepravděpodobné	200	0.005
C Nízké	Převažují ztráty třetích stran *)	100	0.01
	Převažují ztráty vlastníka **)	50 -20	0.02-0.05

Pozn. *) tj. ostatních nositelů rizika kromě vlastníka, provozovatele, **) volbu je třeba zvláště zdůvodnit

5.4 Objekty k jímání povrchových vod



Odběrná zařízení jsou určena k odběru vody pro různé účely, např. pro závlahu, průmysl aj. Odběry vody se dělí na gravitační a čerpáním, s konstantním nebo proměnným odběrným množstvím vody, regulovatelné a neregulovatelné. Příklad samostatného etážového odběru je znázorněn v obr. 5.8.



Obr.5.8 Schéma etážového odběru

1-nádrž, 2-česle, 3-šachtice, 4- etážový odběr



Toto uspořádání umožňuje odběr vody z požadované hloubky - odběrné množství se reguluje regulačním šoupátkem. Odběrné potrubí je ocelové; před vtok do odběru se umísťují česle a provizorní hrazení.

Bezpečnostní přelivy při jímání povrchových vod jsou určené k neškodnému odvedení povodňových průtoků; budují se nehrazené. Kapacita bezpečnostního přelivu se navrhuje na Q_{100} a většinou se nepočítá se s retenčním účinkem nádrže. Bezpečnostní přelivy se dělí podle situování na hrázové a břehové, podle směru proudění vody pod přelivnou hranou na čelní a boční, podle půdorysného uspořádání přelivné hrany na přímé a zakřivené a podle konstrukčního uspořádání na korunové, břehové, šachtové, kašnové, žlabové, násoskové, doplňkové.

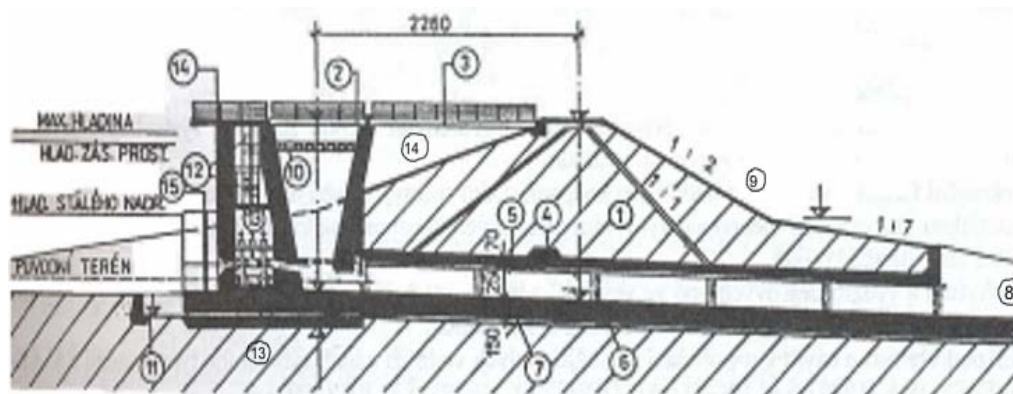
Korunové (hrázové) přelivy mají přelivnou hranu rovnoběžnou s osou hráze; vyskytují se zejména na starších zemních hrázích. Korunový přeliv vytvořený opevněním koruny a vzdušného líce hráze se navrhuje pouze u nízkých hrází. Konstrukce přelivu je tuhá a nemůže sledovat deformace zemního tělesa.

Břehové (boční) přelivy jsou umístěny v břehové části nádrže. Přeliv se spadištěm má tvar žlabu, který navazuje na skluz a vývar. Osa spadiště, skluzu i vývaru má být v přímé. Přeliv je buď jednostranný nebo i oboustranný. Důležité je kvalitní provedení skluzu a vývaru. Vzdušný svah přelivu se navrhuje ve sklonu 5:1. Břehový přeliv se umísťuje do rostlého nenarušeného terénu. Spadiště tvoří betonový žlab, který se postupně rozšiřuje; opěrná zeď v místě styku s terénem musí být navržena nejméně na výšku maximální hladiny. Bezprostředně na spadiště navazuje skluz, který je v počátečním úseku přímý a končí vývarem.



Kašnové bezpečnostní přelivy se navrhují u nádrží s příznivými základovými poměry. Skládají se z vlastní kašny, spadiště, odpadu a vývařiště. Kašna má půdorys půlkruhový, půleliptický, kombinovaný, resp. nepravidelný tvar. Koruna přelivu je nejčastěji zaoblená (půlkruhová) nebo bezpodtlaková.

Šachtový bezpečnostní přeliv se skládá z vlastní šachty, kterou tvoří nejčastěji železobetonový válcový objekt osazený na základovém bloku. Horní část válcového tělesa se rozšiřuje, koruna přelivu je zaoblená. Válcové těleso přelivu přechází v dolní části kolenem do odpadní štoly většího průměru než je vlastní šachta. Šachtový přeliv se kombinuje se základovou výpustí a věžovým odběrem. Příklad uspořádání šachtového kombinovaného s výpustí a odběrem je znázorněn v obr.5.9.



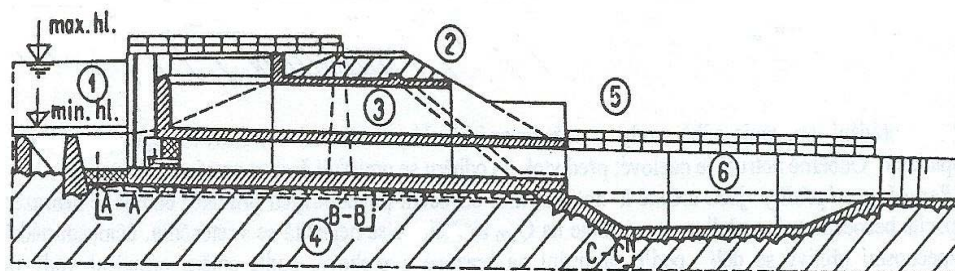
Obr.5.9 Schéma kombinovaného šachtového přelivu s výpustí a odběrem

1-hráz, 2-přeliv, 3-lávka, 4-výpustné potrubí, 5-odběrné potrubí, 6-obetonování, 7-rychlouzávěr se zavzdušněním, 8-vývar, 9-vzdušný líc hráze, 10-ovládací plošina, 11-odtok pro montáže a opravy, 12-drážka pro bezpečnostní uzávěr, 13-uzávěry, 14-návodní líc hráze, 15-provizorní hrazení

Doplňkové a nouzové přelivy tvoří rezervu pro bezpečné odvedení velkých vod za předpokladu, že jsou pro jejich návrh z hlediska bezpečnosti podmínky. Mohou se navrhovat úsporněji, protože jejich využití je krátkodobé. U nás se nouzové přelivy na malých vodních nádržích užívají velmi málo, v zahraničí se s nimi setkáváme častěji. Doplnkové přelivy jsou v činnosti omezeně, tj. když nestačí kapacita hlavních bezpečnostních přelivů a navrhují se na převedení špiček velkých vod, jejichž velikost přesahuje kapacitu stávajících bezpečnostních přelivů.



Sdružené funkční objekty na malých vodních nádržích plní funkci přelivů, výpustných a odběrných zařízení. V řadě případů byla prokázána výhodnost slučování funkcí jednotlivých zařízení, a to jak po stránce technické, tak i provozní a ekonomické - BILÍK (1982,1985). Přelivy těchto objektů jsou nejčastěji žlabové a šachtové. Sdružený funkční objekt se žlabovým přelivem spojuje přeliv s výpustí, příp. i odběrem vody. K nejrozšířenějším patří dvoupatrové objekty. Na obr. 5.10 je znázorněn sdružený objekt se žlabovým přelivem. Objekt je vybaven dvěma spodními výpustmi s předřazenými česlemi.



Obr. 5.10 Sdružený funkční blok

1-nádrž, 2-hráz, 3-přeliv, 4-výpust, 5-zábradlí, 6-vývar



Obr.5.11 Model spodní výpusti v měřítku 1:20 hrazené segmentem (VD Les Království – řeka Labe)

Poznámka



•**Fyzikální modelování** je založeno na podobnosti mezi dvěma reálnými systémy, z nichž jeden představuje skutečnost (prototyp) a druhý představuje jeho reprodukováný obraz (model).

•**Teorie podobnosti** je obecně rozpracována ve dvou směrech. První je založen na rozměrové analýze a druhý na rozboru diferenciálních rovnic pohybu tekutiny.

•Při zkoumání hydrodynamických jevů na fyzikálních modelech se používá vhodná tekutina.

5.5 Využití vodní energie

Využití vodní energie patří k nejstarším způsobům využívání přírodních energií. K nejstarším vodním strojům patří vodní kolo, které sloužilo nejprve k čerpání vody, později k pohonu mlýnů, pil, hamrů apod. Teoretické základy pro návrh vodních turbin byly vypracovány až na konci 18. století. V současné době se využívá vodní energie převážně k výrobě energie elektrické. Zdroje vodní energie jsou obnovovány koloběhem vody v přírodě. Vodními elektrárnami se kryje především špičková spotřeba elektrické energie, což umožňuje mimořádná pohotovost zařízení.



Vodní motory

Vodní motor pracuje s určitým průtokem Q [m^3s^{-1}], který se nazývá **hltnost**.

Hrubý spád H [m] využívaný vodním motorem je dán rozdílem hladin vody před motorem a za motorem. *Teoretický výkon* vodního motoru se definuje jako práce, vykonaná za sekundu silou tíže odpovídající průtoku Q na svislé dráze, určené spádem H :

$$P_o = \rho g Q H \quad [\text{Nm} / \text{s}] = [\text{W}].$$

Při stanovení **skutečného výkonu** P_s je nutno přihlížet k účinnosti η_t vodního motoru a k hydraulickým ztrátám, kterými se hrubý spád H sníží na **čistý spád** H_n :

$$P_s = \eta_t \rho g Q H_n \quad [\text{W}].$$

Nejjednodušším (a také nejstarším) vodním motorem jsou vodní kola, která mají účinnost od 0,4 do 0,8.

Vodní turbína

V hydroenergetice se používají **vodní turbíny**, které se skládají z rozváděcího kola (pevná část) a oběžného kola (pohyblivá část). Podle způsobu, kterým se přenáší energie vody na oběžné kolo, může být turbína **rovnotlaká** (voda působí jen svojí pohybovou energií - Peltonova turbína) nebo **přetlaková** (jen část energie vody se mění na pohybovou a voda přitéká na lopatky oběžného kola s částečným přetlakem - Kaplanova a Francisova turbína). Když voda přitéká na turbínu zhruba ve směru její osy, jde o **axiální** turbínu (Kaplanova nebo přímoproudá turbína). Je-li směr vody kolmý na osu turbíny, jde o **radiální** turbínu (pomaloběžná Francisova turbína) a konečně když paprsek vody má směr tečny k oběžnému kolu, je turbína **tangenciální** (Peltonova turbína). Přejídným typem je **radiálně-axiální** turbína (rychloběžná Francisova turbína). Podle využívaného spádu dělí se vodní elektrárny do tří skupin: nízkotlaké $H < 15$ m, středotlaké $15 < H < 50$ m a vysokotlaké $H > 50$ m. Základní typy turbin jsou na obr.5.12.

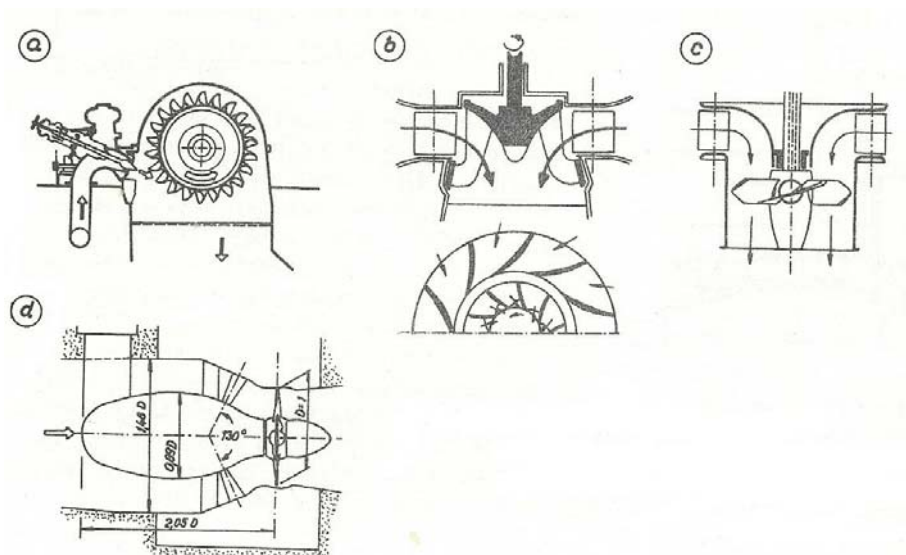


Kontrolní otázky

Pro jaké spády a průtoky se používají jednotlivé typy turbin?

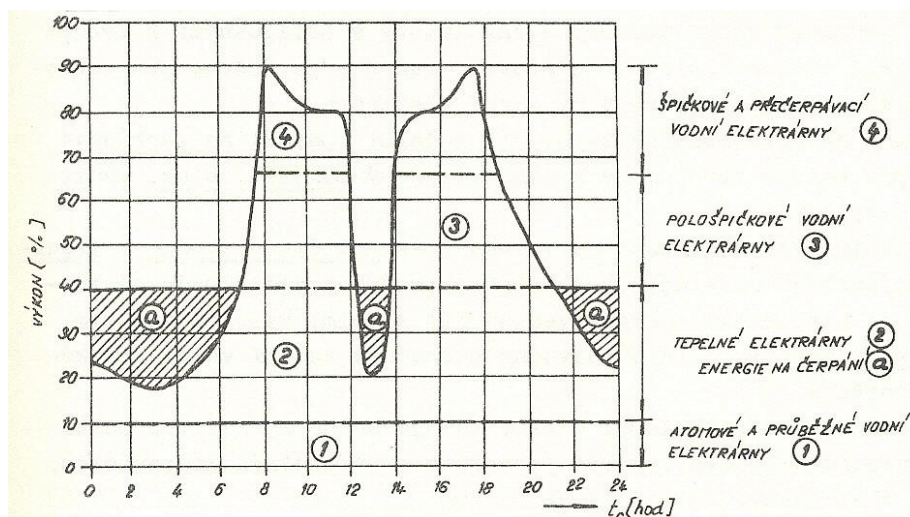
Jaká turbína je instalována na VD Kníničská přehrada na řece Svatce v Brně?





Obr. 5.12 Vodní turbíny

a-Peltonova, b-Francisova, c-Kaplanova, d-přímoproudá



Obr. 5.13 Denní diagram zatížení a jeho krytí

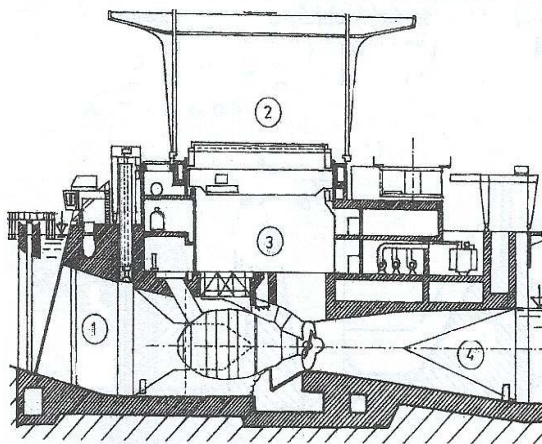


Význam vodních elektráren pro elektrizační soustavu je možno ukázat pomocí denního programu zatížení (obr. 5.13), který zobrazuje kolísání potřeby výkonu v soustavě během dne (výkon je uveden v procentech maximální potřeby výkonu). V noční době od půlnoci do ranní špičky nepřesáhne potřeba výkonu 30 % maxima. Ranní špička dosáhne v 8 hod. 90 % maxima a přes poledne nastane hluboký pokles potřeby výkonu. Od 14 hod. potřeba rychle stoupá až do večerní špičky. Od 18. hod. nastává plynulý pokles potřeby výkonu. Je zřejmé, že denní diagram zatížení elektrizační soustavy se mění, především v závislosti na ročních obdobích.

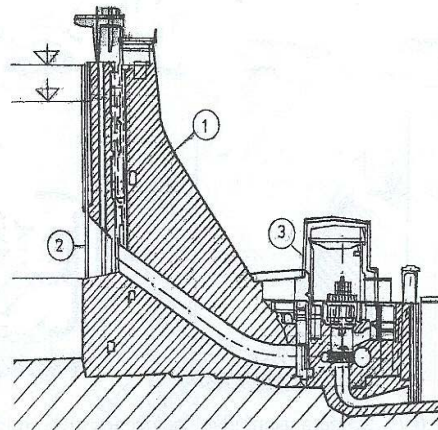
Jezové vodní elektrárny patří do skupiny nízkotlakých elektráren a většinou mají krátké přivaděče a odpady. Vodní elektrárna se umísťuje do konkávního břehu, na velkých štěrkonosných řekách se elektrárna člení na dvě části a umísťuje se do obou břehů. Zvláštním způsobem řešení je umístění vodní elektrárny do jezového tělesa nebo do pilířů. Elektrárna může být přelévána a často se sdružuje s funkčními jezovými objekty. Příkladem tohoto řešení je vodní elektrárna s přímoproudou turbínou – obr. 5.14.

Vodní elektrárny u přehrad se navrhují na středních úsecích vodních toků. Jedná se nejčastěji o středotlaké až vysokotlaké vodní elektrárny. Akumulace vody v nádrži umožňuje špičkový provoz vodní elektrárny, tyto se budují těsně u vzdušné paty tížné betonové přehrady a mají krátká přívodní potrubí. Příklad uspořádání vodní elektrárny umístěné v patě betonové přehrady je uveden v obr. 5.15.

Vodní elektrárny s derivací se používají na řekách s větším sklonem. Voda se vzdouvá jezem a převádí se do derivačního kanálu nebo potrubí. Derivační kanály se navrhují o menším sklonu, než je sklon vodního toku, jsou opevněné a těsněné, derivační potrubí bývá nejčastěji ocelová. Terénní překážky se překonávají beztlakovou nebo tlakovou štolou, akvadukty apod.. Proti nepříznivému působení vodních rázů u tlakových přívodů se navrhují vyrovnávací komory o volné hladině a pneumatické. Před vlastní turbínu se umísťují rychlouzávěry.



Obr.5.14 Příčný řez elektrárnou s přímoproudou turbínou
1-vtok s česlemi, 2- portálový jeřáb, 3-přímoproudá turbína,



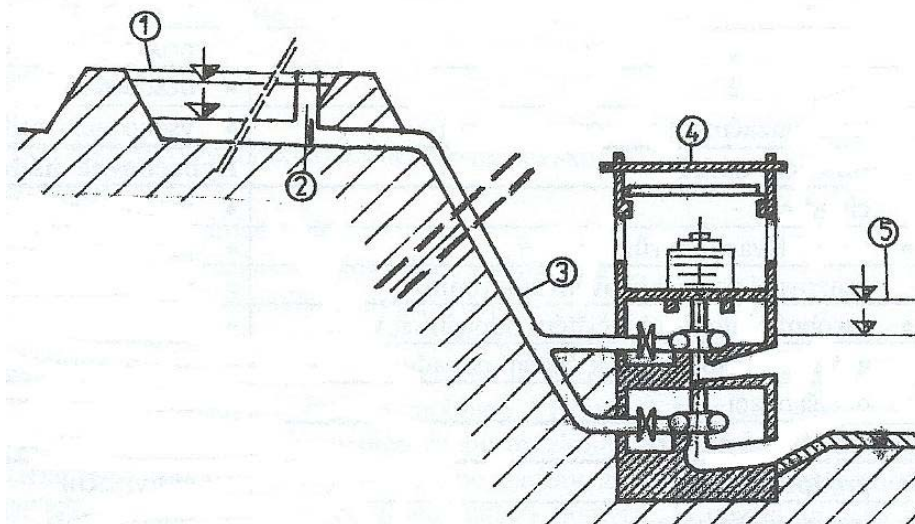
Obr.5.15 Příčný řez vodní elektrárnou s Francisovými turbínami
1-tížní přehrada, 2-přívody, 3-vodní elektrárna, 4-odpad

Přečerpávací vodní elektrárny umožňují hydraulickou akumulaci energie, která může být v podstatě trojí:



- Primární zařízení tvoří vodní nádrže se zásobním prostorem na tocích s elektrárnou kryjící špičkovou potřebu energie.
- Sekundární, při níž se zpravidla využívá přebytek elektrické energie v nočních hodinách z tepelných a atomových elektráren k čerpání vody z vyrovnávací nádrže do výše položené akumulací nádrže. Ve špičkách voda proudí do vodní elektrárny a vyrábí elektrickou energii.
- Smišené, při níž horní akumulací nádrž se doplňuje jak přirozeným přítokem tak přečerpáváním.

K přečerpávání na velké dopravní výšky používá se čtyřstrojové uspořádání, které tvoří turbína, generátor, motor a čerpadlo; třístrojové uspořádání tvoří turbína, čerpadlo a motorgenerátor obr.5.16. Pro dopravní výšky do 500 m se používá dvoustrojové uspořádání, tj. motorgenerátor s reversibilní turbínou, která vhodným natočením lopatek pracuje jako čerpadlo.



Obr.5.16 Schéma přečerpávací vodní elektrárny

1-akumulační nádrž, 2-uzávěry, 3-tlakový trubní přívod, 4- třístrojová vodní elektrárna, 5- vyrovnávací nádrž

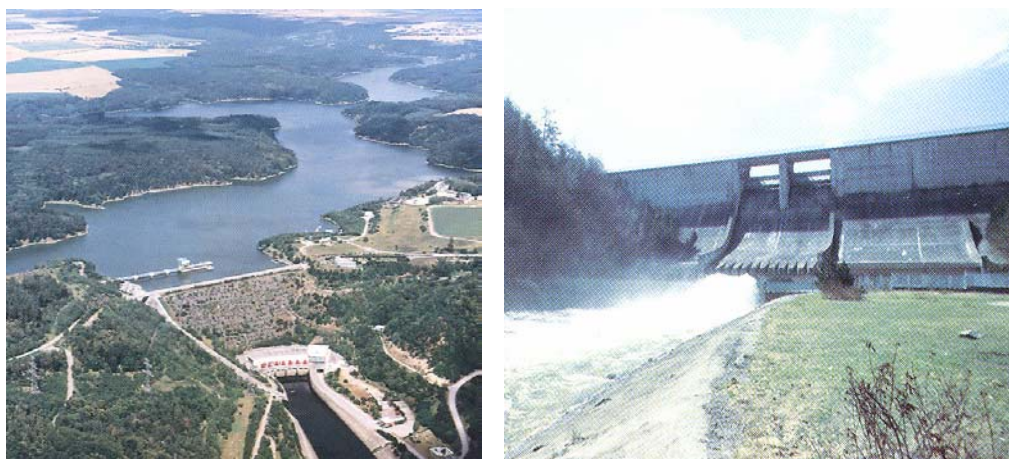


Obr.5.17 Řez Kaplanovou turbínou (Technické muzeum v Brně)



Přečerpávací elektrárny s umělou akumulací mají uzavřený koloběh vody; používají se pro větší spády. Příkladem tohoto uspořádání je vodní dílo Dlouhé stráně v Jeseníkách. Poměrně rozšířené jsou přečerpávací vodní elektrárny se smíšenou primární a sekundární akumulací, např. Dalešice a Mohelno. Horní nádrž je údolní nádrž na toku s primární přirozenou akumulací, do níž se přečerpává voda z dolní údolní nádrže. Vyrovnávací nádrže se budují pod většinou vodních elektráren se špičkovým režimem provozu, jejich úkolem je vyrovnání odtoku od špičkové elektrárny.

Zvláštním řešením jsou malé vodní elektrárny na drobných tocích, převážně s malými spády.



Obr.5.18 Soustava nádrží Dalešice – Mohelno na řece Jihlavě s přečerpávací vodní elektrárnou



Obr.5.19 Malá vodní elektrárna na řece Jihlavě, vaková hradicí konstrukce (Ivančice)

Kontrolní otázky

Studie možnosti využití vodní energie v konkrétní situaci s výškopisným vyhodnocením. Stanovení možnosti výroby na základě znalosti průtoku, spádu. Výběr vhodného vodního stroje.



5.6 Autotest

Autotest vztahující se k učivu dané kapitoly. Minimálně jedna odpověď je správná (správné odpovědi jsou pak uvedeny v „Klíči“).



7. Přehrady jsou:
 - a) vzdouvací stavby, přehrazují údolí toku, uzavírají prostor vodní nádrže a umožňují regulaci odtoku;
 - b) údolní nádrže;
 - c) údolní nádrže a suché poldry;
 - d) nádrže a rybníky s hrázemi.
8. Nádržní prostory jsou:
 - a) mrtvý, živý a povodňový;

- b) zásobní, akumulační a celkový;
 - c) prostory stálého nadržení včetně mrtvého, zásobního a akumulačního (ovladatelný a neovladatelný);
 - d) celkový prostor a celkový ovladatelný prostor.
9. Přehrady se dělí:
- a) podle kvality vody;
 - b) podle použitého stavebního materiálu;
 - c) podle účelu – pevné a pohyblivé;
 - d) podle stavební konstrukce.
10. Turbíny jsou:
- a) vodní kola na spodní, střední a horní vodu;
 - b) vodní elektrárny u přehrad;
 - c) průtočné, derivační a přečerpávací;
 - d) rovnotlaké a přetlakové, radiální a axiální.

5.7 Studijní prameny

5.7.1 Seznam použité literatury



- [5.1] Kazda, I. *Teorie přehrad – aplikace programových systémů*. Praha: ČVUT, 1978. 128 s.
- [5.2] Kratochvíl, J., Janda, M., Stara, V. *Projektování přehrad*. Brno: ES VUT, 1988. 101 s.
- [5.3] Kratochvíl, J., Stara, V. *Přehrady*. Praha: SNTL, 1985. 225 s.
- [5.4] Šálek, J., Hlavínek, P., Mičín, J. a kol. *Vodní stavitelství*. Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno 2001. 144 s.
- [5.5] Technický průvodce. *Nádrže, jezy a přehrady*. Praha: SNTL, 1967. 625 s.
- [5.6] Votruba, L., Broža, V., Kazda, I. *Přehrady*. Praha: ES ČVUT, 1983. 332 s.

5.7.2 Seznam doplňkové studijní literatury



- [5.7] Bilík, M. et al. *Vybrané otázky o výstavbě a provozu malých vodních nádrží*. Brno: ČSSI, 1991. 243 s.
- [5.8] Broža, V., Haindl, K., Patera, A. *Provoz vodních děl*. Praha: ES ČVUT, 1989. 113. S.
- [5.9] Gergel, J., Husák, Š. *Revitalizace vodních nádrží*. Metodika č. 22. Praha: VÚMOP, 1997. 56 s.
- [5.10] Peter, P., Lukáč, M. *Příklady z nádrží a přehrad II*. Bratislava: ES SVŠT, 1980. 210 s.
- [5.11] Tlapák, V., Šálek, J., Legát, V. *Voda v zemědělské krajině*. Praha: ZN, 1992. 318 s.
- [5.12] Votruba, L., Broža, V., Kazda, I. *Přehrady*. Praha, ES ČVUT, 1978. 331 s.
- [5.13] Votruba, L. *Vztahy mezi vodním hospodářstvím a přírodou v České republice*. Praha: ČMT, 1999, 52 s.

6 Závěr

6.1 Shrnutí

Učební text studijních opor Modul 03 Vodní stavby řeší detailně legislativu ve vodním hospodářství, její širší souvislosti a návaznosti na normy EU a Evropskou vodní chartu. Zabývá se koryty přirozených vodních toků, bystřin, umělými koryty (kanály, průplavy, náhony apod.), jejich úpravami a revitalizacemi, tj. úpravami blízkými přírodě. Využívá k tomu přírodních materiálů, ale i rostlin. Zahrnuje vzdouvací objekty ve dně toku, tzv. jezy nebo zdymadla, a to jak pevnými, tak pohyblivými. Učí zásadám odběru vody z vodních toků. Seznamuje s vodními cestami a plavbou. Řeší otázky údolních nádrží a přehrad a objektů na nich. Zabývá se vodními motory a využitím vodní energie. Jako systematická nit se celým textem vine problematika ochrany před povodněmi a zejména otázky týkající se životního prostředí.

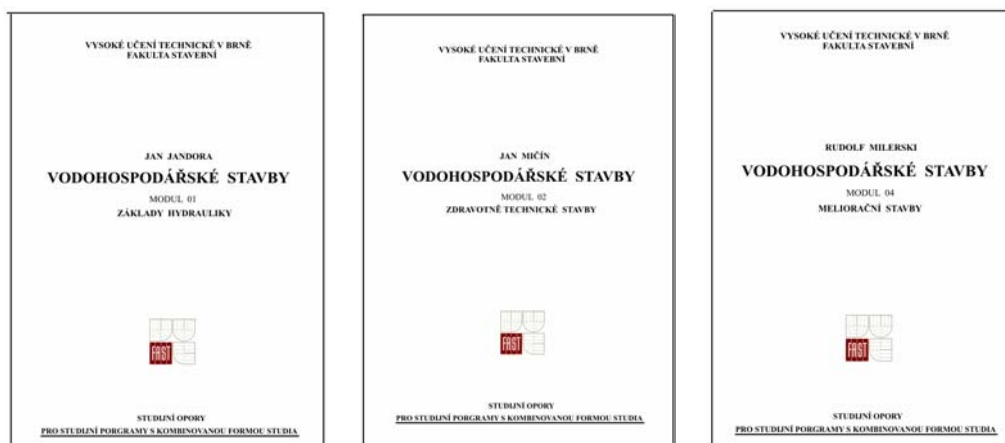


Omezený rozsah textu, ale i výukový či přípravný čas nutí zájemce a uživatele využít další studijní a literární prameny, které najde např. v seznamech literatury.

Text úzce navazuje na texty užívané v denním studiu a je s ním harmonický. V případě nejasností či širšího zájmu se autoři rádi podělí s uživatelem o řešení problematiky a její objasnění. Texty jsou využitelné nejen pro studenty, ale i místní správu, odborníky z praxe a další zájemce.

Poznámka

Modul 03 navazuje na Modul 01 Základy hydrauliky, Modul 02 Zdravotné technické stavby a využívá poznatků z hydrologie, obsažených v Modulu 04 Meliorační stavby.



Obr.6.1 Navazující studijní opory

7 Klíč



Odpovědi, splňující text otázek v autotestech jednotlivých kapitol:

1a); 2c); 3b, částečně c, d); 4b,c,d); 5c); 6c, v některých státech i d); 7a); 8c, ale i částečně b a d); 9b,d); 10d).

Poznámka



Ukázky z laboratorního výzkumu.



Obr.5.19 Měrná trať na zkoušení trubních materiálů s ukázkou kameniva



Obr.5.20 „Hruška“ na Morávce



Obr.5.21 Přelití koruny hráze