

Rybníky a malé vodné nádrže II

Milan Čistý



SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
STAVEBNÁ FAKULTA

Rybníky a malé vodné nádrže II

Milan Čistý

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
2005

© Doc. Ing. Milan Čistý, PhD.

Recenzenti: Ing. Vladimír Mosný, PhD.
Ing. Ľuboš Jurík, PhD.

Schválilo vedenie Stavebnej fakulty STU v Bratislave dňa 30. 3. 2005 pre študijný odbor Vodné hospodárstvo a vodné stavby.

ISBN 80-227-2294-4

ÚVOD

Zdroje vody, ktorými môžu byť prirodzené toky, jazerá alebo umelé nádrže, boli od nepamäti v centre záujmu človeka, nakoľko zabezpečovali viacero životodarných funkcií. Všetky veľké vnútrozemské civilizácie preto vznikali a rozvíjali sa v blízkosti riek alebo jazier.

S rozvojom rastlinnej výroby rastie význam využitia vody a potreba jej zabezpečenia pre závlahové účely. Bezpečné zdroje vody vyžadovala živočíšna výroba a neskôr ľudia objavili aj energetický potenciál tečúcej vody pri rozmachu remeselnej výroby pre pohon mlynských kolies, píl alebo banských čerpadiel. Vodné nádrže sa začali budovať aj umelo najmä pre závlahy a chov rýb, pričom výstavba rybníkov umožnila využiť močaristé oblasti, ktoré by inak neprinášali človeku žiaden úžitok.

V rámci predmetu "Rybníky a malé vodné nádrže" sa na Stavebnej fakulte STU preberajú technické poznatky o nádržiach menších rozmerov charakteristické zemnými hrádzami s hĺbkou do 9 metrov, často ešte plytšie. Tieto nádrže sa využívajú v závlahovom hospodárstve, pre chov rýb, na rekreáciu, na ochranu krajiny pred povodňami a eróziou, v priemysle a na mnohé iné účely.

Predkladaný učebný text je určený pre poslucháčov odboru Vodné hospodárstvo a vodné stavby. V tejto druhej časti skript je obsiahnutá najmä problematika technického riešenia malých vodných nádrží, bližšie sa rozoberajú niektoré typy malých vodných nádrží, zásady ich projektovania, výstavby a prevádzky.

Príprava skript bola podporená z grantových úloh VEGA č. 1/2141/05 a VEGA 2/5056/25.

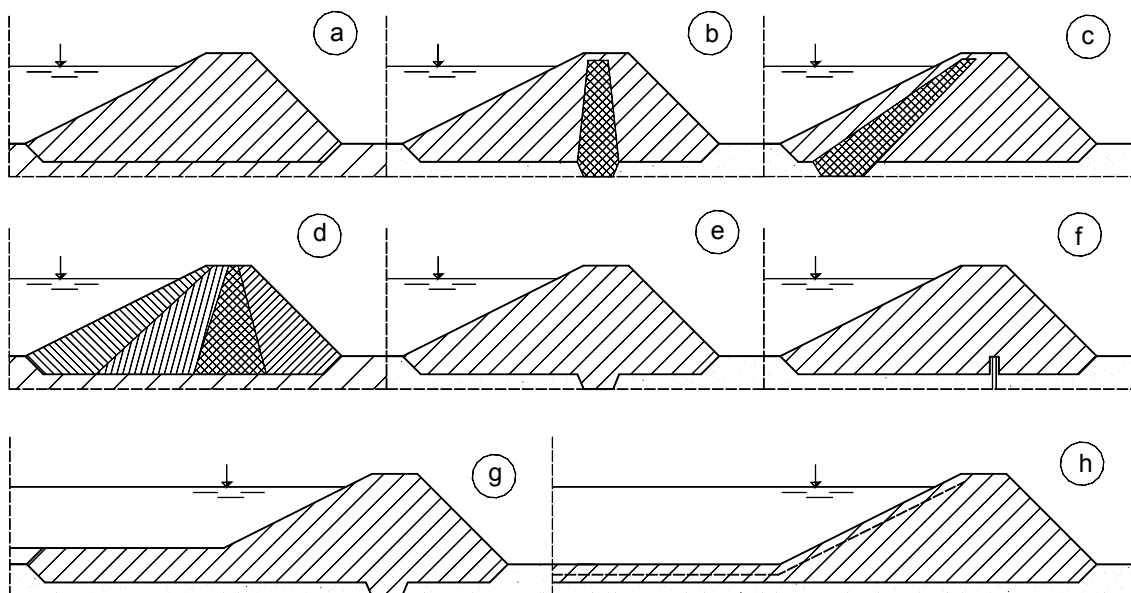
Doc. Ing. Milan Čistý, PhD.

1. TECHNICKÉ RIEŠENIE MALÝCH VODNÝCH NÁDRŽÍ

Pri riešení technického usporiadania malých vodných nádrží je potrebné dbať predovšetkým na to, aby navrhnutá nádrž spĺňala účel pre ktorý má byť vybudovaná, aby bola zaistená bezpečnosť, dlhá životnosť, spoľahlivosť, jednoduchá a bezpečná prevádzka. Je potrebné dbať o ekonomickú stránku riešenia s pokiaľ možno čo najnižšími nákladmi. V jej záujme sa pre výstavbu používajú predovšetkým materiály z miestnych zdrojov v blízkosti stavby. Hlavné stavebné objekty malej vodnej nádrže alebo rybníka sú hrádza, prírodné a výpustné zariadenia, objekty na prevedenie veľkých vôd (bezpečnostné prepady), odbery a rôzne špeciálne zariadenia vyplývajúce zväčša z účelu nádrže.

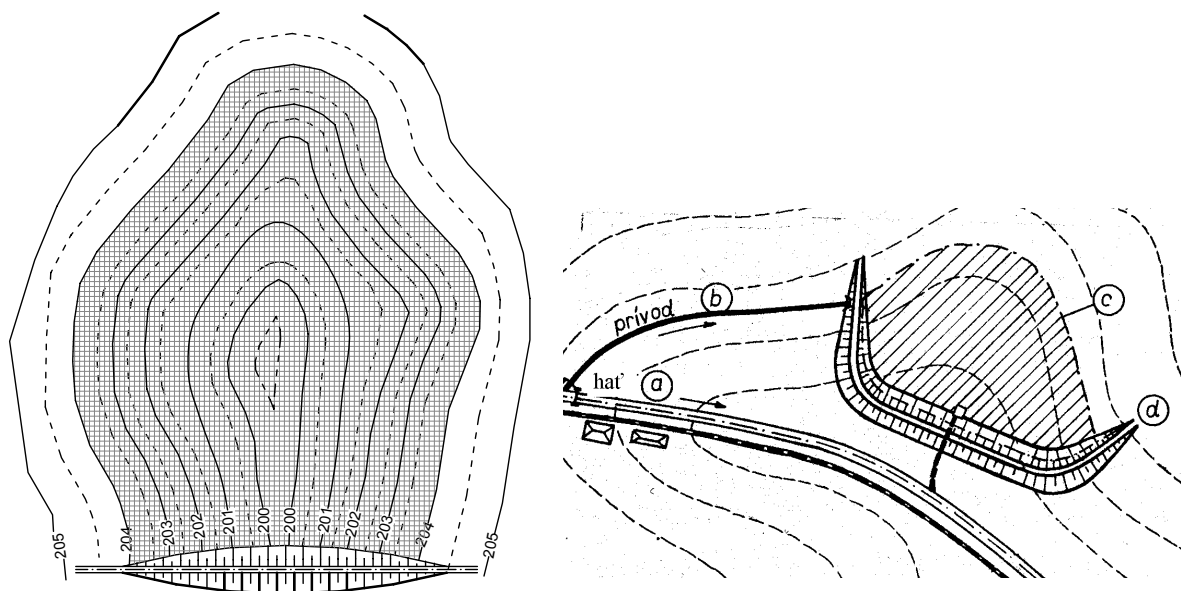
1.1 Hrádze malých vodných nádrží

Hrádza je základným, najdôležitejším, najdrahším a najnebezpečnejším stavebným prvkom malej vodnej nádrže. Preto je nutné veľmi dôkladne pristupovať k návrhu jej osi, priečného profilu a k výberu vhodných materiálov. Hrádze malých vodných nádrží sa budujú takmer výhradne zo zemných materiálov. Hrádza sa navrhuje v priečnom profile lichobežníková, alebo so zloženým lichobežníkovým profilom. Podľa spôsobu uloženia zemin v hrádzovom profile sa delia hrádze na homogénne a nehomogénne. Homogénna hrádza je zložená s jedného typu zemin, hrádza nehomogénna je zložená z dvoch, alebo viacerých druhov zemin, ktoré sa ukladajú do telesa hrádze oddelene. Homogénne hrádze je vhodné stavať do výšky 6 m.



Obr. 1.1 Priečne profily malých zemných hrádzí a) jednoduchá homogénna hrádza b) hrádza s vnútorným tesniacim jadrom c) hrádza s návodnou tesniacou clonou d) hrádza z rôznych materiálov e) homogénna hrádza s tesniacim zámkom f) homogénna hrádza s tesniacou štetovnicovou stenou g) homogénna hrádza s návodným tesniacim kobercom h) homogénna hrádza s tesniacou membránou z PVC

Podľa umiestnenia v teréne sa hrádze delia na čelné, bočné a deliace (obr.1.2). Deliaci hrádza rozdeľuje jedno vodné teleso na viac častí. Podľa pôdorysného usporiadania sa rozlišujú hrádze priame, lomené a zaoblené.



Obr. 1.2 Čelná a bočná hrádza a – vodný tok, b – prívodný kanál, c – brehová línia, d – hrádza

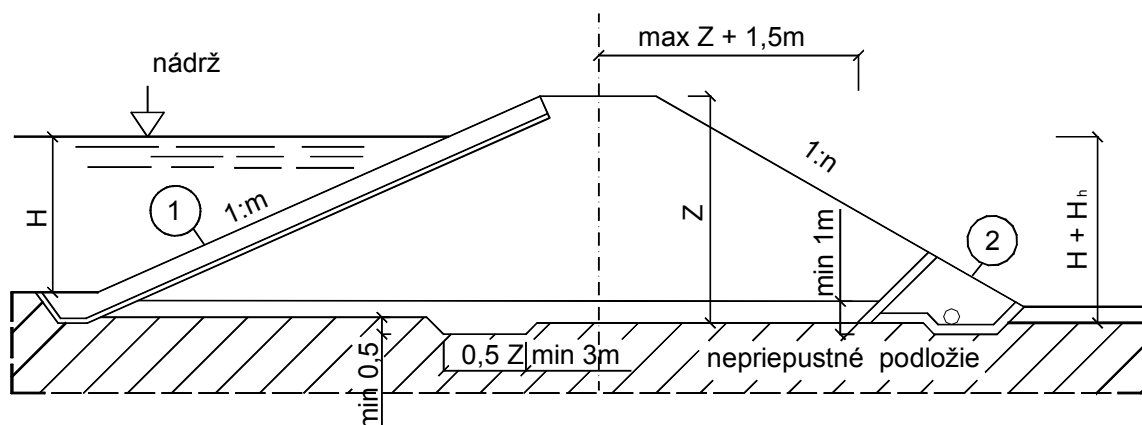
K základným charakteristikám materiálov na stavbu hrádze patrí krivka zrnitosti, merná a objemová hmotnosť, pórovitosť, maximálna a minimálna vlhkosť, konzistencia a obsah organických látok. Z pôdno-mechanických vlastností predovšetkým šmyková pevnosť, stlačiteľnosť, priepustnosť v horizontálnom a vertikálnom smere.

Norma STN 73 6824 Malé vodné nádrže obsahuje pokyny pre zatriedenie zemín na základe vizuálneho posúdenia a laboratórnych skúšok do skupín označených dvojpísmenným kódom. Z príslušnosti zeminy v skupine potom vyplýva vhodnosť jej použitia či už na výstavbu homogénnej hrádze alebo na tesniacu či stabilizačnú časť nehomogénnej hrádze, norma tiež udáva odporúčané sklony svahov pre každý typ zemného materiálu.

Výber vhodného materiálu odporúča inžiniersko-geologický prieskum, ktorého úlohou je jednak nájsť v blízkosti navrhovanej nádrže lokality vhodných zemín, určiť ich pôdno-mechanické vlastnosti, objemy zeminy, úroveň hladiny podzemnej vody v týchto zemníkoch a spôsob jej ukladania do telesa hrádze.

Zeminy na stavbu homogénnej hrádze musia byť dostatočne nepriepustné a konštrukčne stále. Materiál hrádze má byť odolný voči objemovým zmenám vplyvom počasia alebo vplyvom presakujúcej vody. Najvhodnejšie sú piesčité hliny, zahlinené piesky, sprašové hliny, prípadne silne zahlinené štrky. Tieto zeminy majú obsahovať 50 – 70% piesku a 50 až 30% ílovitých častíc. V uvedenom zložení vyplňajú jemné zeminy póry piesku a tým zabezpečujú vodotesnosť. Pri obsahu piesku väčšom ako 75% už zreteľne stúpa priesak hrádzou; pri zvýšenom podiele jemnej zeminy by sa síce zväčšila nepriepustnosť, ale zhoršili by sa stabilné vlastnosti, najmä šmyková pevnosť. Ílovité zeminy sú nevhodné nakoľko zle reagujú na navlhnutie a vysychanie. Zeminy pre stavbu homogénnych hrádzí nesmú obsahovať korene, kmene, pne, a podobné súčasti, ktoré by vytvárali preferenčné cesty pre priesak vody cez hrádzu. Jednotlivé kamene môžu byť v materiály pre stavbu hrádze

obsiahnuté, po uložení do telesa hrádze sa však nesmú dotýkať a špáry medzi nimi musia byť vyplnené hlinito-ílovitým, minimálne priepustným materiálom.

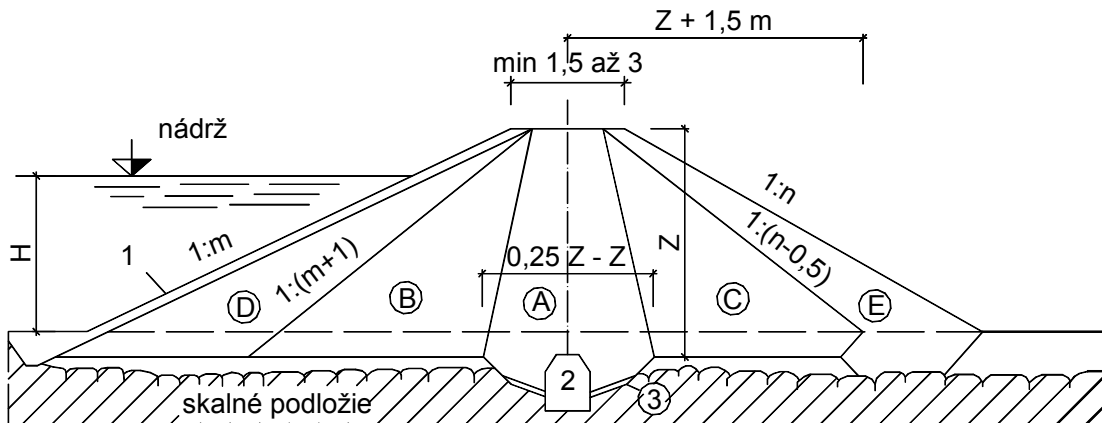


Obr. 1.3 Homogénna hrádza 1 – opevnenie s filtrom, 2 – pätká s filtrom a drénom

Pri stavbe nehomogénnej hrádze rozoznávame časť s tesniacou funkciou (napr. hliny), ktorej úlohou je zabrániť prenikaniu vody a súčasne prebrať tlak vody a preniesť ho na nosnú časť (štrky, piesky, štrkopiesky). Nehomogénne hrádze sú preto zložené z dvoch alebo viac druhov zemín, ktoré sa ukladajú do hrádze oddelene. Nehomogénna hrádza môže byť rôzne usporiadaná, ale v zásade vždy obsahuje uvedenú tesniacu a stabilizačnú časť. Podľa umiestnenia tesnenia rozoznávame hrádze s tesnením vnútorným (podľa obr. 1.4 v častiach A, BA alebo BAC) a hrádze s tesnením návodným (D, DB alebo B). Nosná časť je staticky účinná, je po zhutnení priepustná a vytvorená z materiálov, ktoré majú veľký uhol vnútorného trenia, prípadne väčšiu objemovú hmotnosť, ktorá sa získa aj náležitým zhutnením. Musí byť odolná voči objemovým zmenám, ktoré môžu spôsobiť klimatické vplyvy alebo voda presakujúca telesom hrádze.

Tesnenie hrádze sa navrhuje najčastejšie z nepriepustnej zeminy, výnimočne aj z iných hmôt – betón, železobetón, asfaltobetón. Šírka tesniaceho jadra sa musí rovnať $0,25 Z$ až Z , kde Z je výška hrádze, minimálne však $1,5$ m, pri dostatku tesniaceho materiálu sa navrhuje 3 m. Určitou nevýhodou zemných tesnení je závislosť od klimatických pomerov. To sa premieta do dĺžky výstavby, dá sa však čiastočne eliminovať polohou tesniaceho prvku v profile. Materiál tesnenia musí spĺňať tieto požiadavky:

- zaistiť trvalú tesniacu funkciu počas prevádzky vodného diela;
- zaistiť, aby priesak tesnením neohrozoval statickú a dynamickú stabilitu zemín v stabilizačnej časti priehrady;
- zaistiť, aby priesak tesnením neovplyvňoval nepriaznivo vodohospodársku funkciu nádrže.
- zamedziť, aby deformácie priehrady nenarušili funkciu tesniaceho prvku.



Obr. 1.4 Nehomogénna hrádza 1 – opevnenie s filtrom, 2 – betónový múrik, betónová vyrovnávací vrstva

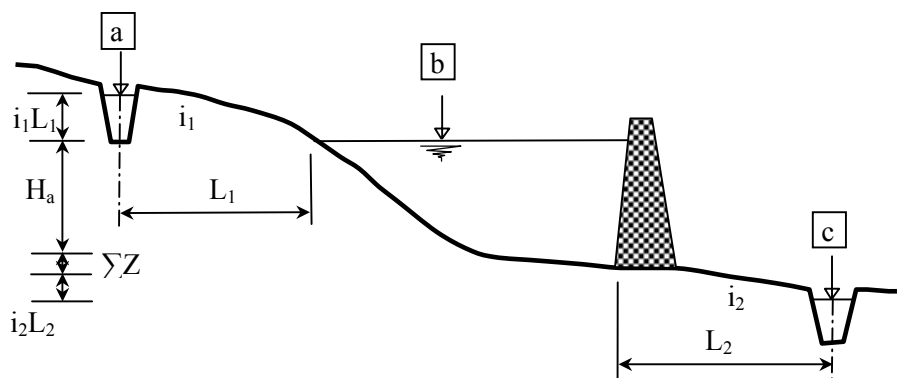
Konštrukcia a usporiadanie hrádze závisí od pôdno-mechanických vlastností zemín použitých na stavbu hrádze, od podložia a základových pomerov hrádze, od účelu a usporiadania hrádze, objektov začlenených do hrádze a podobne. Hlavné riešené prvky a navrhované parametre konštrukcie zemnej hrádze sú:

- výška hrádze,
- koruna hrádze, jej šírka, prípadne návrh vlnolamu,
- návrh svahov hrádze – sklony, opevnenie,
- zaviazanie hrádze do podložia,
- drenážne, filtračné a kontrolné prvky.

Pokiaľ ide o výškové situovanie malej vodnej nádrže v teréne (obrázok 1.5), je potrebné zaistiť aby bol výškový rozdiel medzi najnižšou hladinou vodného zdroja a najvyššou hladinou odpadného toku v mieste zaústenia odpadu z malej vodnej nádrže najmenej:

$$\Delta H_1 = H_a + i_1 L_1 + i_2 L_2 + \Sigma Z_i \quad [\text{m}] \quad (1.1)$$

kde H_a je výška normálnej prevádzkovej hladiny [m]
 i_1, i_2 – sklon prírodného a odpadného kanálu
 L_1, L_2 – dĺžka prírodného a odpadného kanálu [m]
 ΣZ_i – všetky stratové výšky (v nápuštnom objekte, vodomernom zariadení, v stupňoch, sklzoch ap.) [m]



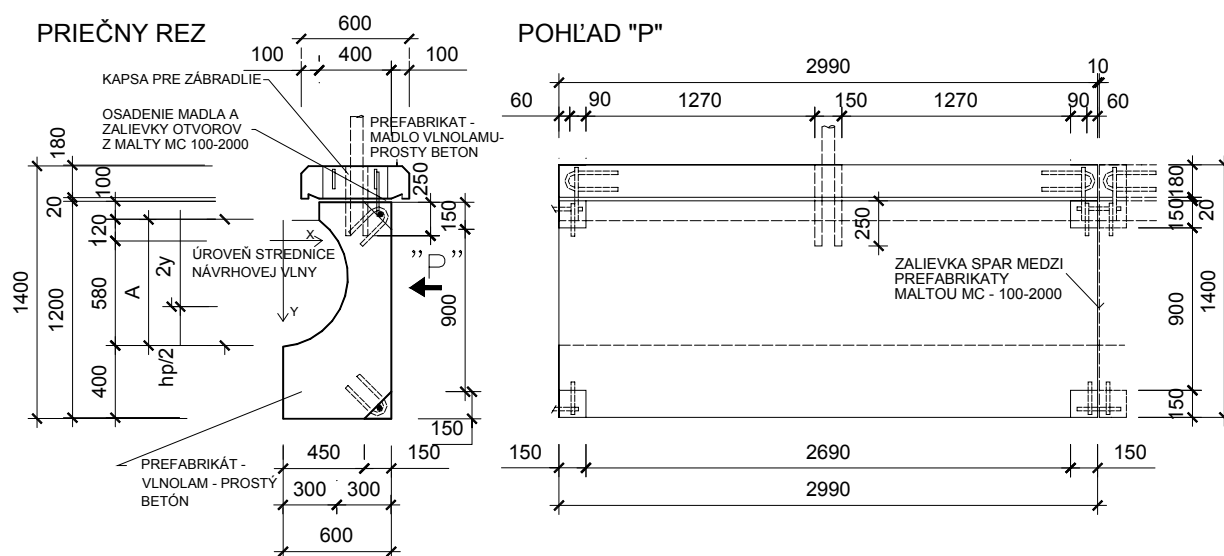
Obr. 1.5 Výškové situovanie malej vodnej nádrže v teréne
a – napájací zdroj, b – nádrž, c – odpad

Pri návrhu hrádze je potrebné vylúčiť nebezpečenstvo preliatia správnou voľbou prevýšenia a spoľahlivým dimenzovaním bezpečnostného priepadu. Celková výška hrádze sa vypočíta zo vzťahu:

$$Z = h_H + h_Z + h_R + h_B \quad (1.2)$$

kde: h_H – hĺbka odstránenej zeminý v základovej škáre, h_Z – hĺbka zásobného priestoru nádrže, h_R – hĺbka ochranného priestoru, h_B – výška bezpečnostného prevýšenia.

Prevýšenie koruny hrádze nad najvyššou hladinou sa stanoví v závislosti od výšky vln, typu a konštrukčného usporiadania hrádze, sklonu návodného svahu, drsnosti povrchu, predpokladanom sadaní hrádze a podložia, usporiadania koruny hrádze a prípadnej rezervy. Najmenšie prípustné hodnoty sú uvedené v tabuľke 1.1. Ak je dĺžka rozbehu vlny väčšia ako 3 km, je potrebné určiť veľkosť prevýšenia výpočtom. V prípade potreby sa buduje na návodnej hrane koruny hrádze vlnolam.



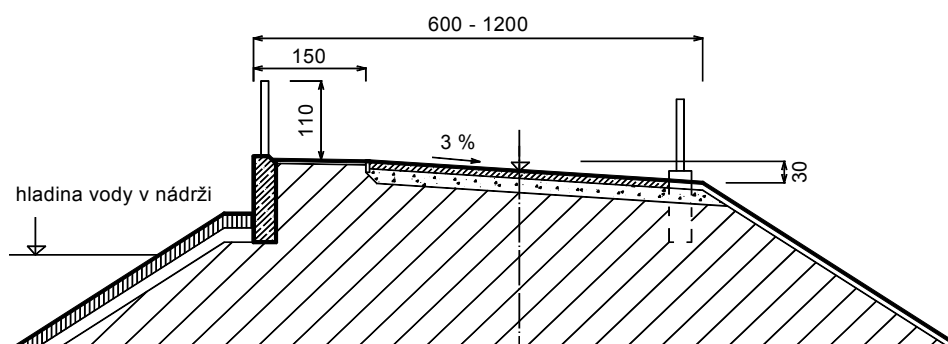
Obr. 1.6 Prefabrikát vlnolamu

Prvýšenie koruny hrádze

Tabuľka 1.1

Druh hrádze a opevnenia	Sklon návodného líca	Prevýšenia v m pri dĺžke rozbehu vlny			
		do 1 km		do 3 km	
		nad maximálnou hladinou	nad hladinou ovládateľného priestoru	nad maximálnou hladinou	nad hladinou ovládateľného priestoru
Betónové a murované hrádze		0,6	0,9	0,8	1,2
Sypané hrádze s drsným povrchom (rovnanina, kamenná nahádzka)	1:4 a menší	0,6	0,9	0,8	1,2
	strmší než 1:4	0,6	0,9	1,1	1,5
Sypané hrádze s hladkým povrchom (betón, asfaltobetón)	1:4 a menej	0,8	1,1	1,1	1,5
	strmší než 1:4	0,8	1,1	1,4	1,8

Ak vedie po hrádzi komunikácia, šírka koruny hrádze závisí od šírky komunikácie. Šírka hrádze s obslužnou komunikáciou sa navrhuje široká minimálne 3,5 m. V prípadoch, kde je doprava po hrádzi vylúčená, stanoví sa šírka koruny hrádze v závislosti od posudzovania stability a technológie výstavby hrádze. Pri hrádzi vyššej ako 5 m nemá byť šírka hrádze v korune menšia ako 3 m. Koruna hrádze sa spevňuje makadamom, štrkom a podobne. Asfaltové plochy a koruny hrádzi vodárenských nádrží sa navrhujú s jednotným sklonom 2 až 3 % smerom ku vzdušnému svahu hrádze, v ostatných prípadoch sa vozovka odvodňuje do nádrže.



Obr. 1.7 Príklad usporiadania koruny vodárenskej hrádze

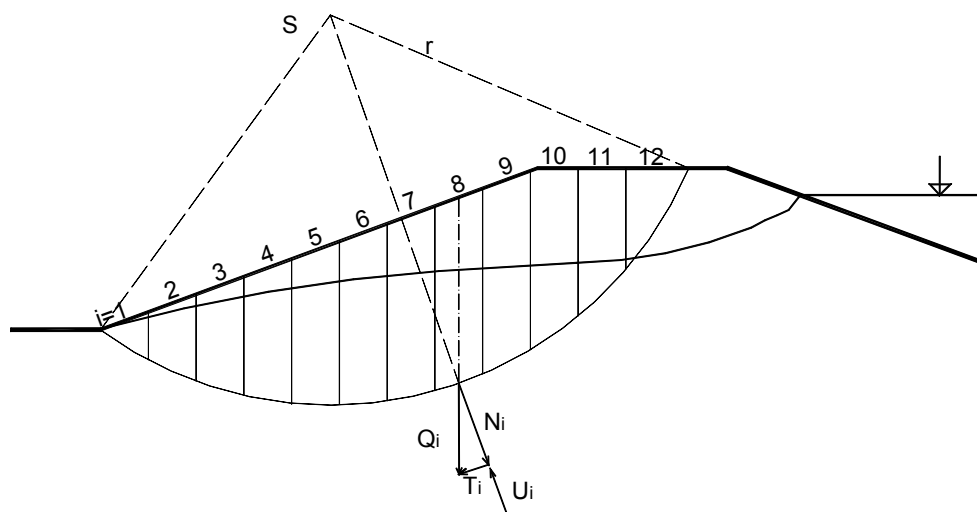
Hrádza malej vodnej nádrže musí byť stabilná a funkčne spoľahlivá. Pri návrhu je potrebné stanoviť vhodný *sklon ako návodného tak aj vzdušného svahu hrádze*, ktorý tieto požiadavky umožňuje splniť a vyhovuje so zreteľom na bezpečnosť hrádze. Svahy hrádze môžu mať sklon premenlivý alebo konštantný. Časti svahov s nerovnakým sklonom sa zvyknú oddeľovať lavičkami (bermami). Lavičky sa navrhujú so šírkou 1,5 až 2,0 m a odvodňujú sa záchytnými žliabkami, ktoré ústia do opevneného sklzu.

Vhodnosť zvoleného riešenia overujeme výpočtom stability svahov. Stabilitu svahu riešime tak, že vyšetrujeme medznú rovnováhu síl na klzných plochách. Stupeň stability je pomer momentov síl, ktoré na šmykovej ploche bránia zosuvnému pohybu, k momentu síl,

ktoré zosuvný pohyb vyvolávajú. Účelom statického riešenia svahu je určiť jeho stupeň stability m – minimálny stupeň bezpečnosti pre kritickú šmykovú plochu pri najnepriaznivejších zaťažovacích stavoch. Stabilita hrádzí do 10 m sa rieši Pettersonovou metódou. Rozlišuje sa riešenie pre bežný prevádzkový a tzv. mimoriadny zaťažovací stav. Stupeň bezpečnosti m v Pettersonovej metóde je daný vzťahom:

$$m = \frac{\sum_{i=1}^n [(N_i - U_i) \operatorname{tg} \varphi_i + c_i \Delta_i]}{\sum_{i=1}^n T_i} \quad (1.3)$$

kde n je počet prúžkov, na ktorý je riešená hrádza rozdelená, N_i – normálová zložka celkovej tiaže i – teho prúžku, U_i – výslednica tlaku vody v prúžkoch, pôsobiaceho na segment šmykovej plochy v i – tom prúžku, φ_i , c_i – efektívne parametre šmykovej pevnosti zeminy na časti šmykovej plochy v i – tom prúžku, Δ_i – dĺžka segmentu šmykovej plochy v i – tom prúžku, T_i – tangenciálna zložka celkovej tiaže i – teho prúžku.



Obr. 1.8 Schéma na výpočet stability hrádze

Stabilita hrádze na prevádzkový zaťažovací stav sa rieši pre:

- návodný a vzdušný svah pri plnej nádrži,
- návodný a vzdušný svah pri ľubovoľnej hladine až po maximálnu úžitkovú hladinu,
- návodný svah a prípadne aj vzdušný svah pri pravidelnom kolísaní hladiny v nádrži, alebo dolnej hladiny,

Stabilita hrádze na mimoriadny zaťažovací stav sa rieši pre:

- návodný a vzdušný svah pri výstavbe s uvažovaním tlaku vody v póroch zeminy, ktorý vznikol pôsobením vlastnej tiaže tesne po dosypaní hrádze,
- návodný svah pri náhlom poklese hladiny v nádrži,
- návodný a vzdušný svah pri zavedení účinkov zemetrasenia pri uvažovaní maximálnej hladiny v nádrži.

Priesakmi sa zaoberáme z hľadiska zníženia strát vody z nádrže a tiež vzhľadom na ich vplyv na stabilitu hrádze. Výpočet priesakov umožňuje tiež návrh alebo posúdenie vhodnosti navrhutej šírky tesniaceho jadra. Priesak hrádzou sa stanoví odlišne pre hrázu homogénnu a nehomogénnu, pre uloženie na nepriepustnom podloží, plytko uloženom

nepriepustnom podloží alebo hlboko uloženom nepriepustnom podloží. Bezpečnosť hrádze z hľadiska priesakov sa docieli správnou voľbou zemín, bezpečným odvedením priesakovej vody drenážnym systémom, utesením podložia a ďalšími opatreniami. Hladina presakujúcej vody telesom hrádze musí byť vždy v nezamrzajúcej hĺbke.

Pri výpočte priesaku homogénnou hrádzou na nepriepustnom podloží môžeme použiť vzorec Kudina:

$$q = k_f \frac{H^2}{2L} \quad (1.4)$$

kde:

k_f – hydraulická vodivosť [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$],

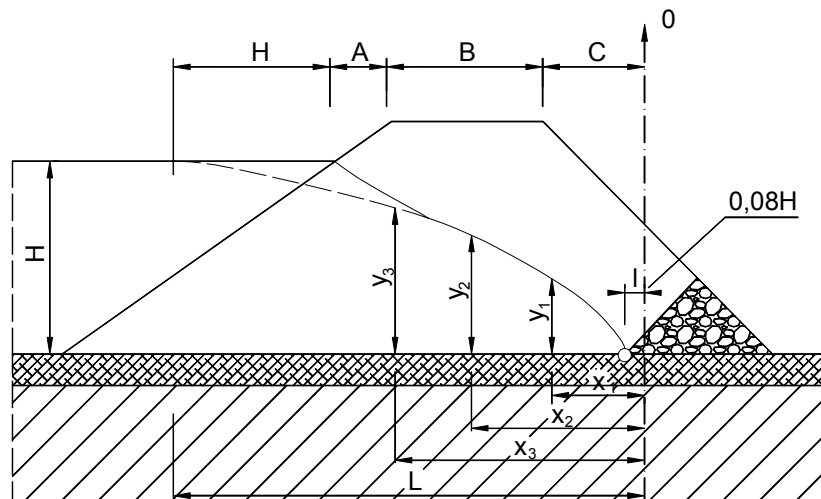
H – výška vody v nádrži [m],

$L = A + \lambda H + C + B_k$ (Obr.1.9) [m],

$\lambda = m : (1 + 2m)$,

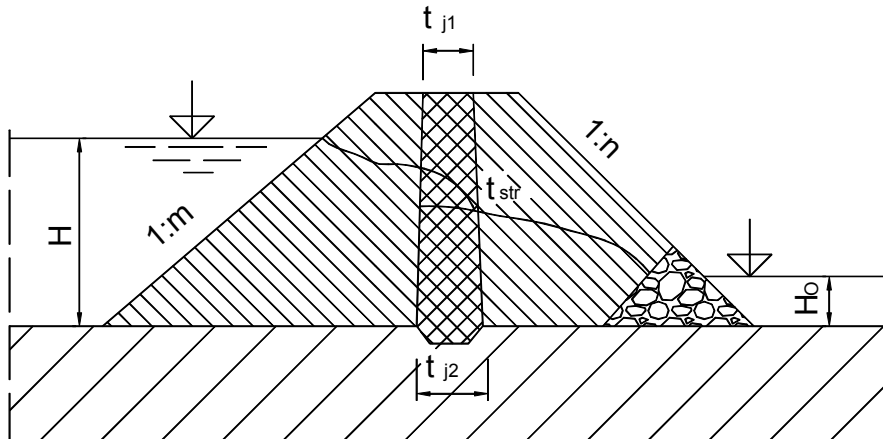
Súradnice depresnej krivky stanovíme zo vzťahu:

$$y^2 = \frac{H^2 x}{L} \quad (1.5)$$



Obr. 1.9 Schéma priesaku zemnou hrádzou umiestnenou na nepriepustnom podloží

Na výpočet priesakového množstva vody, unikajúcej z nádrže telesom hrádze s tesniacim jadrom na nepriepustnom podloží môžeme použiť metódu výpočtu priesaku pomocou náhradnej hrúbky jadra, ktorá prevedie riešenie na homogénnu hrádzu. V tomto prípade nahradíme tesniace jadro takou (ekvivalentnou) hrúbkou t_n z materiálu stabilizačnej časti, aby sme z hľadiska veľkosti priesakov telesom hrádze dosiahli rovnocenný efekt. Samotný výpočet potom robíme podobne ako v predchádzajúcom prípade. Túto metódu možno aplikovať na orientačný výpočet priesakov vtedy, ak pomer priepustnosti stabilizačnej zóny (k_{fs}) k tesnaciemu jadru (k_{fj}) je do hodnoty 50 maximálne 100.

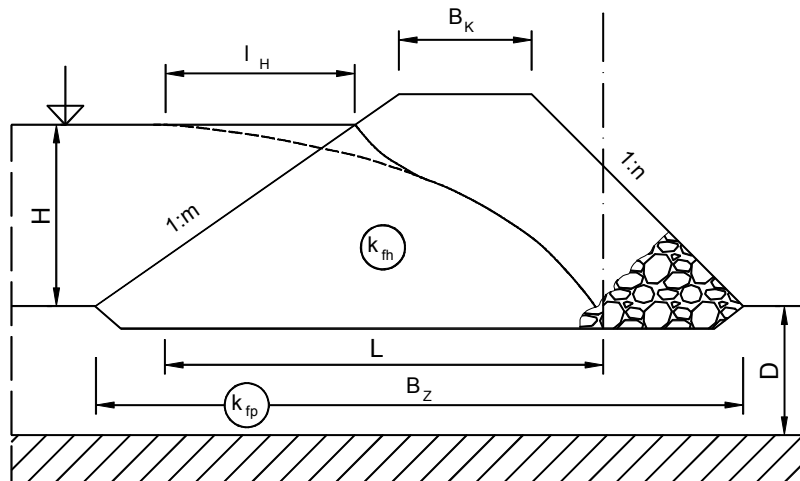


Obr. 1.10 Schéma priesaku hrádzou s jadrovým tesnením

$$t_n = \frac{k_{fs}}{k_{fj}} t_{jstr} \quad t_{jstr} = \frac{t_{j1} + t_{j2}}{2} \quad (1.6)$$

kde:

- t_n – náhradná hrúbka jadra,
- k_{fs} – hydraulická vodivosť stabilizačnej časti hrádzy [$m \cdot s^{-1}$],
- k_{fj} – hydraulická vodivosť tesniaceho jadra hrádzy [$m \cdot s^{-1}$],
- t_{jstr} – stredná hrúbka jadra [m].



Obr. 1.11 Schéma priesaku zemnou hrádzou a priepustným podložím

Priesak homogénnou hrádzou na priepustnom podloží vypočítame ako súčet priesaku samotnou hrádzou (zistíme napríklad pomocou vyššie uvedeného vzťahu) a priesaku podložím. Priesak podložím môžeme určiť z nasledujúceho vzťahu:

$$q = k_{fp} \frac{H \cdot D}{B_z \cdot n_d} \quad (1.7)$$

kde:

D – hrúbka priepustného podložja[m],
 B_z – šírka základu hrádze [m].

Hodnoty n_d = f(B_z/D) sú v tabuľke 1.2.

Hodnoty redukčného súčiniteľu n_d

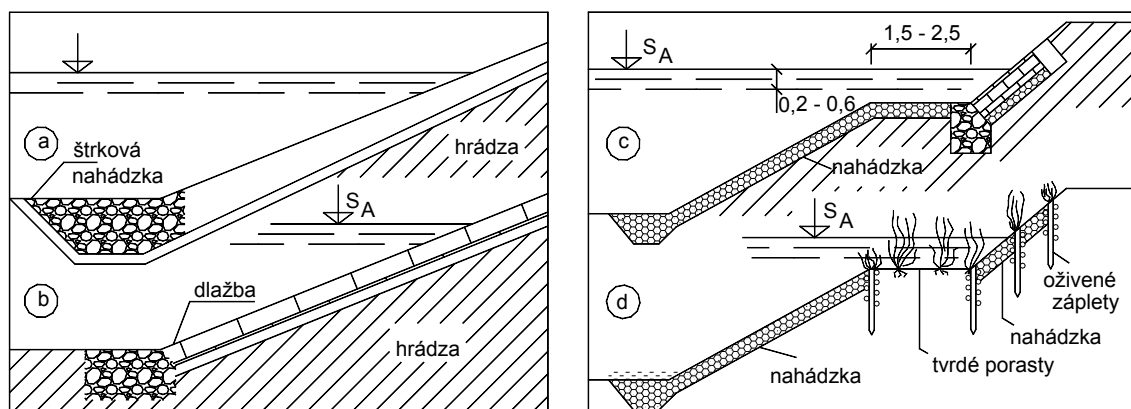
Tabuľka 1.2

B _z /D	10	5	4	3	2	1
n	1,15	1,18	1,23	1,30	1,44	1,87

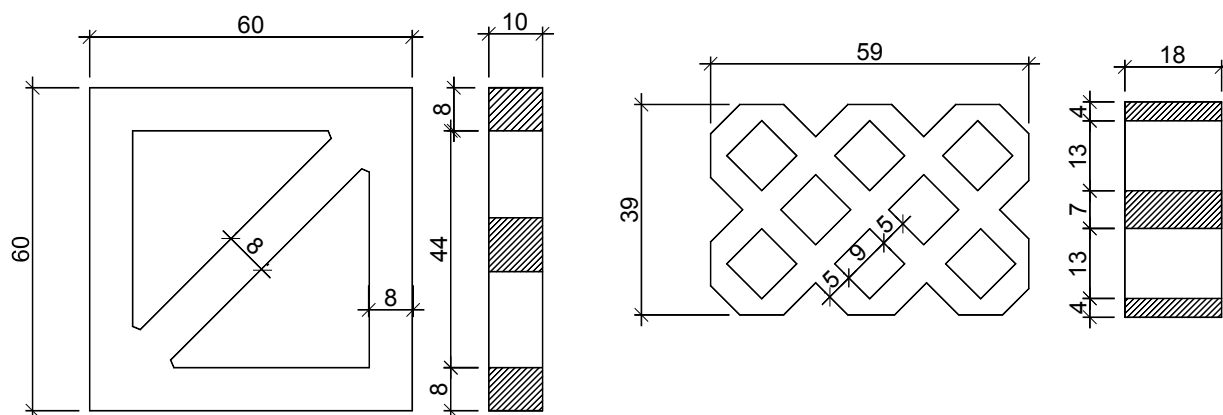
Utesnenie alebo predĺženie filtračnej dráhy podložím hrádze sa zaistí tesniacim zariadením, tesniacou stenou, tesniacim kobercom a pod. Hrúbka tesniaceho koberca sa navrhuje 1/10 hrúbky vody v mieste tesnenia, min. 0,6 m. Na odvádzanie priesakovej vody hrádzou a podložím hrádze k zníženiu vztlaku slúžia potrubné, alebo kamenné pätné drény, drenážne koberce, odvodňovacie studne a podobne.

Odvodnenie hrádze spočíva v neškodnom odvedení priesakovej vody, čo je veľmi dôležité pre stabilitu stavby. Podhrádzie sa odvodní drenážou, ktorá vyústi do vodného toku pod nádržou. Voda presakujúca podložím sa zachytí pätnou priekopou, drenážnymi kobercami, odvodňovacími vrtmi a studňami. Nedostatočné odvodnenie hrádze môže mať v prípade sústredenia väčšieho množstva vody v jednom mieste a pri prekročení kritického spádu za následok vyplavovanie zeminy, čo môže spôsobiť vážnu filtračnú poruchu a v niektorých prípadoch až pretrhnutie hrádze. Z hľadiska priesakov podložím je dôležitá aj nepriepustnosť hĺn v údolí aj na svahoch, a preto je ich mocnosť a súvislý pokryv potrebné pri výstavbe nádrže overiť.

Návodné svahy zemných hrádzí sa spevňujú minimálne 0,5 m nad stálou hladinou a min. 0,8 m pod hladinou zásobného priestoru, keď nedochádza ku kolísaniu vody v nádrži. Opevnenie sa zaväzuje do bočných brehov údolia a oprie sa o dostatočne dimenzovanú pätku. Pod opevnením sa umiestňuje obrátený filter. Na opevnenie návodného svahu sa najčastejšie používa kamenná a štrková nahádzka, kamenná rovnanina, betón a pod. Pre vzdušný svah sa často používa hydroosev a mačino vanie.



Obr. 1.12 Možnosti opevnenia návodného svahu hrádze



Obr. 1.13 Prefabrikovane platne pre polovegetačné opevnenie

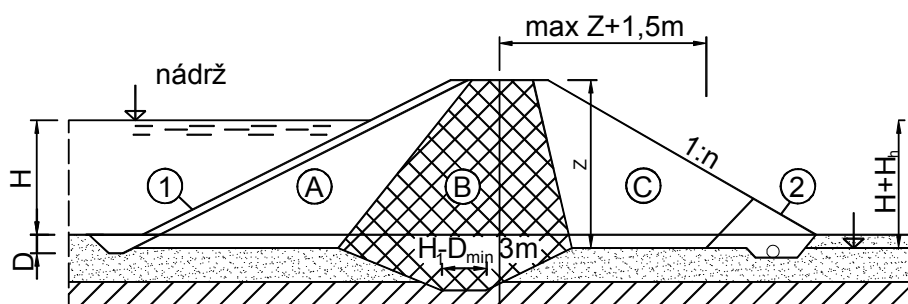
Hrádza musí spĺňať podmienky filtračnej stability s bezpečným a kontrolovateľným odvedením priesakovej vody. K narušeniu filtračnej stability prichádza ak spôsobuje presakujúca voda v telese hrádzke alebo v jej podloží premiestňovanie zrn zeme. Filtračná stabilita hrádzke a jej okolia sa zaisťuje správnym zrnitostným zložením a správnym zhutnením presakovaných zemín a iných materiálov. Zaisťuje sa tiež znížením hydraulického sklonu a tým znížením rýchlosti presakovania vody, vhodným odvodnením hrádzke, podložia, prípadne údoľných svahov.

Bezpečné odvedenie vody, ktorá presiakla cez hrádzku sa zaisťuje odvodňovacím systémom, ktorý je umiestnený v päte vzdušného svahu (pätný drén). Rozmery pätného drénu je nutné prispôbiť podľa rozmerov hrádzke a výsledkov výpočtu priebehu depresnej priesakovej krivky. Vlastné teleso pätného drénu je tvorené silne priepustným materiálom (makadam, hrubozrný štrk, lomový kameň), ktorý zaisťuje sústredenie vody presiaknutej hrádzkou. Takto sústredená voda sa odvádza drenážnymi rúrkami umiestnenými v telese pätného drénu a vyúsťujúcimi do koryta pod hrádzkou. Z hľadiska bezpečnosti, možnosti zarastania a možnosti vniknutia živočíchov do potrubia sa bez ohľadu na množstvo presakujúcej vody navrhujú rúrky s DN 200 mm. Pri ich výškovom a situačnom návrhu je potrebné zabezpečiť gravitačný odtok drenážnej vody.

Na kontakte tesnenia a stabilizačnej časti (čiže málopriepustných a priepustných zemín) sa navrhujú *filtre* zamedzujúce sufózi a odvádzajúce priesaky cez tesnenie, prípadne v podloží. Zabraňujú vyplavovaniu jemných častíc vplyvom presakujúcej vody ale aj vlnobitia alebo kolísania vody v nádrži. Navrhujú sa na styku tesniaceho jadra so susednými časťami hrádzke, okolo drenážnych prvkov, na styku telesa hrádzke s podložím. Na tento účel sa používajú triedené aj netriedené piesky, prípadne drvený kameň, ak neobsahuje viac ako 5% častíc po 0,0063 mm. Krivky zrnitosti filtrov a chránenej zeminy by mali byť približne rovnobežné, a to predovšetkým v oblasti jemnejších častíc. Filtre môžu byť jednovrstvové alebo viacvrstvové. Najväčšie zrno najhrubšej časti filtra nesmie byť väčšie ako 63 mm. Okrem prírodných materiálov možno pre konštrukciu filtrov použiť aj iné pórovité hmoty ako napríklad technické textílie ap.

Neoddeliteľnou súčasťou konštrukcie zemnej hrádzke (a funkčných objektov) je ich podložie. Správne založenie bezprostredne ovplyvňuje bezpečnosť celého vodného diela. Pri hrádzke sa to týka najmä založenie tesniacej časti a s tým súvisiace zaistenie filtračnej stability podložia. Tesniace časti hrádzke je vhodné založiť do nepriepustných vrstiev, čo je potrebné zvážiť už pri hľadaní miesta pre hrádzku. Stabilitu podložia aj hrádzke je potrebné posudzovať

nie len na zaťaženie od vlastnej váhy zemnej hrádze či betónového objektu, ale predovšetkým na zaťaženie vyvolané vzdutou vodou v nádrži. Pre tieto úlohy je potrebné poznať nielen účinky tiaže vody ale aj geologické zloženie podložia a vlastnosti zemín pokrývných útvarov, podložnej horniny aj vlastného telesa hrádze.



Obr. 1.14 Zaviazanie tesniacej časti nehomogénnej hrádze do nepriepustnej vrstvy. 1 – opevnenie filtrom, 2 – pätká, A, C – priepustný materiál, B – tesniace jadro

Ak je podloží hrádze nepriepustná vrstva, odstráni sa najprv povrchová vrstva humusu a zeminy s obsahom organických látok najmenej do hĺbky 0,30 m. Tesniaca časť sa zaviaže pod takto upravený povrch do hĺbky, v ktorej už nie je zemina porušená, najmenej však 0,50 m. Šírka tesniacej časti nehomogénnej hrádze v mieste zaviazania má byť rovná polovici výšky hrádze, minimálne 3 m.

Ak nie je hrádza založená na nepriepustnom podloží, závisí spôsob založenia hrádze na mocnosti priepustnej vrstvy. Pri mocnosti priepustnej vrstvy do cca 1,0 m pod úroveň pôvodného terénu, je možné jej kompletne odstránenie pod pôdorysom hrádze. Pri väčšej mocnosti sa zvyčajne na zaviazanie do nepriepustného podložia navrhne zaväzovacia ostroha po celej dĺžke hrádze, avšak iba v časti jej pôdorysu. Pri nehomogénnych hrádzach sa pre zaväzovaciu ostrohu vhodne využije tesniace jadro ako je znázornené na obrázku 1.14. Ak je nepriepustné podložie v ešte väčšej hĺbke, je možné navrhnuť štetovnicovú stenu, podzemnú stenu alebo iný vhodný prvok naprieč celým údolím. Toto riešenie je finančne náročné, a preto sa k nemu pristupuje iba v odôvodnených prípadoch (straty vody významne ovplyvňujú vodohospodársku bilanciu, je ohrozená filtračná stabilita hrádze ap.).

1.2 Priestor nádrže a dno nádrže

Úprava dna rybníkov a malých vodných nádrží spočíva v týchto opatreniach:

- odstránenie porastov na dne nádrže, odstránenie stavieb a iných prekážok nachádzajúcich sa v zátopovom území,
- v urovnávke, stabilizácii, kultivácii a v odvodnení dna nádrže,
- v znížení priepustnosti dna nádrže rôznymi spôsobmi dotesnenia.

Zo zátopovej plochy odstránime všetku organickú hmotu, ktorá by spôsobila po napustení nádrže hygienické a estetické nedostatky. Nevyhnutné je odstránenie všetkých prekážok, ako sú stavby, balvany, zvyšky stavebného materiálu a podobne. Z dna nádrže vyťažíme prípadnú rašelinu, odstránia sa skládky, hnojiská, močovkové jamy a čokoľvek, čo by mohlo spôsobovať znečistenie.

Odvodnenie dna spočíva v jeho vyrovnaní, vyspádovaní a vo vybudovaní odvodňovacej siete, ktorá umožní nielen dokonalé vypustenie nádrže, ale aj vysušenie dna. Predpokladom správnej funkcie odvodňovacieho systému je dostatočná hĺbka uloženia výpustného potrubia a hlavnej odvodňovacej stoky. Z hľadiska technického riešenia sa odvodňuje dno otvorenými priekopami alebo drénmi. Orientačne sa volí hĺbka zberných drénov 0,6 až 0,8 m, hĺbka hlavnej stoky 0,8 až 1,0 m. Sklony svahov vzhľadom na materiál sa navrhujú 1 : 2 až 1 : 3, výnimočne viac, šírka dna zberných priekop býva 0,3 až 0,6 m. Šírka dna hlavnej odvodňovacej stoky 0,9 až 2,1 m, rozchod zberných odvodňovacích kanálov nemá klesnúť pod 40 m.

Opatrenia na zníženie priepustnosti dna umelými spôsobmi môžeme rozdeliť do týchto skupín:

- tesnenie zhutnením rybníčného dna rôznymi mechanickými spôsobmi,
- umelým dotesňovaním kolmatáciou jemnými zeminami a predovšetkým ílom,
- chemickým tesnením, napr. chloridom sodným,
- umelým vyvolaním glejovej vrstvy v dne nádrže, použitím prírodných tesniacich materiálov,
- vybudovaním ílovitých tesniacich vrstiev,
- tesnením fóliami z mäkkého PVC a PE, špeciálnymi nástrekmi z plastov,
- tesnenie obkladom z betónových tvárnic, monolitickým betónom a asfaltobetónom, ktoré sa používa najmä pri vodojemoch.

Tesnenie ílovým kobercom sa používa na menších plochách, spočíva vo vytvorení súvislej tesniacej vrstvy v rozsahu dna i svahov nádrže. Hrúbka tesniacej vrstvy býva 0,3 až 0,6 m podľa charakteru nádrže, druhu tesniaceho materiálu a pod.

Tesnenia fóliami z plastov patria k veľmi efektívnym spôsobom tesnení, ktoré spočíva v uložení fólie z PVC alebo polyetylénu na vyrovnané dno nádrže s 0,1 m vysokou vrstvou piesčitého podsypu. Fólia má hrúbku 0,8 až 2 mm a ukladá sa medzi dve vrstvy geotextílií. Fólia sa zvära dvojnásobným zvarom, obojstranne chráni geotextíliami a kryje triedenou zemínou s hrúbkou 0,3 až 0,6 m.

1.3 Brehové úpravy

Dynamickým účinkom vln na breh dochádza k uvoľňovaniu zemného materiálu ich podmielaním a zosúvaním a vytváraníu litorálnej zóny – špecifických príbrežných oblastí malej vodnej nádrže. Úpravy brehov sú dôležité na ochranu pred priamym pôsobením vlnobitia v nádrži a spočívajú v rôznych technologických a biologických opatreniach ako je:

- Úprava sklonu svahov (na 1 : 2 až 1 : 3).
- Prehĺbenie a vytvorenie umelo spevnenej litorálnej zóny s lavičkou, tlmiacej dynamické účinky vln na svah.
- Spevnenie litorálnej zóny osiatím, vodnými a najmä mokrad'ovými rastlinami alebo kríkovou vegetáciou.
- Tvrdé opevnenie svahov litorálnej zóny (makadam, tvárnice) v kombinácii s vegetáciou; drevené koly, vřbové plôtiky ap.

V priestore medzi normálnou úrovňou hladiny a maximálnou hladinou vody v nádrži je účelné navrhnuť pás trvalých trávnych porastov s minimálnou šírkou 15 m. Tento pás pôsobí ako prirodzený biologický filter pre zachytenie splavenín pritekajúcich do nádrže z jej okolia. Podmienkou dobrej účinnosti tohto opatrenia je pravidelná údržba spočívajúca v kosení. Z hľadiska začlenenia nádrže do krajiny je vhodné doplniť trávny pás nad úrovňou maximálnej hladiny vhodnou kríkovitou a stromovou vegetáciou.

Brehové úpravy sa spájajú s ochranou okolitého územia a asanáciou zamokrenia infiltrovanou vodou z nádrže. Ku zníženiu hladiny podzemnej vody a zachyteniu priesakov použije sa obvodová drenáž, priekopy, stupne a pod. Ochrana litorálnej zóny a nádrže sa vykonáva vsakovacími lúčnymi a lesnými pásmi situovanými okolo nádrže.

2. OBJEKTY NA MALÝCH VODNÝCH NÁDRŽIACH

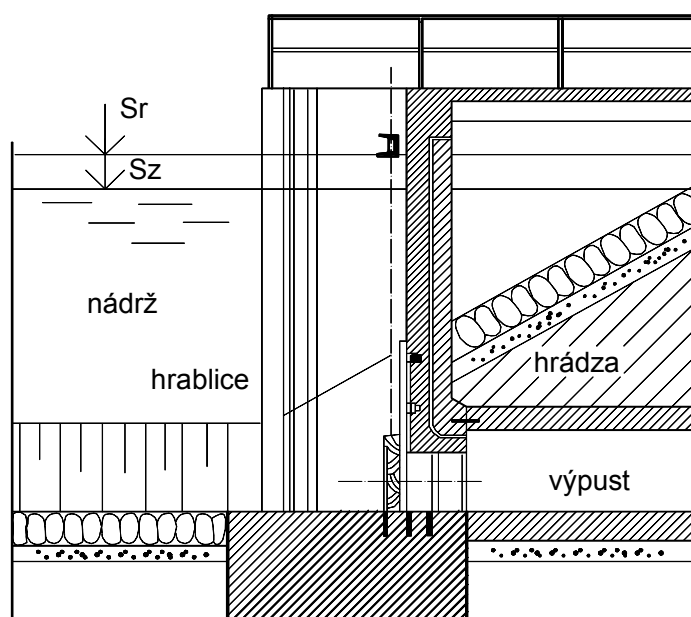
Objekty na malých vodných nádržiach umožňujú plniť ich základné funkcie. Tvoria ich výpusty určené na vypúšťanie vody, odberné zariadenia, bezpečnostné prepady používané na bezpečné prevádzkanie veľkých vôd, združené funkčné objekty plniace funkcie výpustných, odberných a zabezpečovacích zariadení a zvláštne objekty plniace špecifické funkcie hlavne pri účelových a rybochovných nádržiach.

2.1 Výpustné a odberné zariadenia

Výpustné zariadenia slúžia jednak k udržaniu normálnej prevádzkovej hladiny na potrebnej výške, na riadené vypúšťanie vody a úplné vyprázdnenie nádrže. Výpusty musia umožniť vypúšťanie vody pri rôznych výškach hladiny v súlade s požiadavkami kladenými na funkciu nádrže. V prípade potreby (napríklad porucha hrádze) musí výpustné zariadenie umožniť vyprázdniť nádrž v požadovanom čase. Umiestňujú sa do najnižšieho miesta nádrže. Pokiaľ je v najnižšom mieste nádrže neúnosné podložie, na ktorom nie je možné umiestniť výpustné zariadenie, je možné umiestniť ho aj inde a prehĺbiť dno odvodňovacieho kanálu, ktorá vodu z nádrže k výpustu privádza. Minimálny priemer dnového výpustu je 300 mm. Každý výpust musí mať jeden hlavný uzáver ovládaný za všetkých okolností a pri dôležitých nádržiach sa odporúča ďalší aspoň provizórny uzáver. Pri nádržiach s objemom väčším ako 1 mil. m³ sa navrhujú dva výpusty. Pred vtokom do výpustu sa osadzujú hrablice s rozchodom 30 až 90 mm.

Z hľadiska konštrukčného sa výpusty delia na otvorené – žľabové a uzavreté – potrubné.

Otvorené výpustné zariadenia tvorí železobetónový alebo kamenný žľab, ktorý je hradený zväčša stavidlom. Používajú sa zriedka. Ich nevýhodou je pomerne mohutná konštrukcia, ktorá narušuje celistvosť telesa hrádze, môže byť zdrojom priesakov pozdĺž stien objektu, nežiaducich vibrácií a zväčša nepôsobí príliš esteticky.

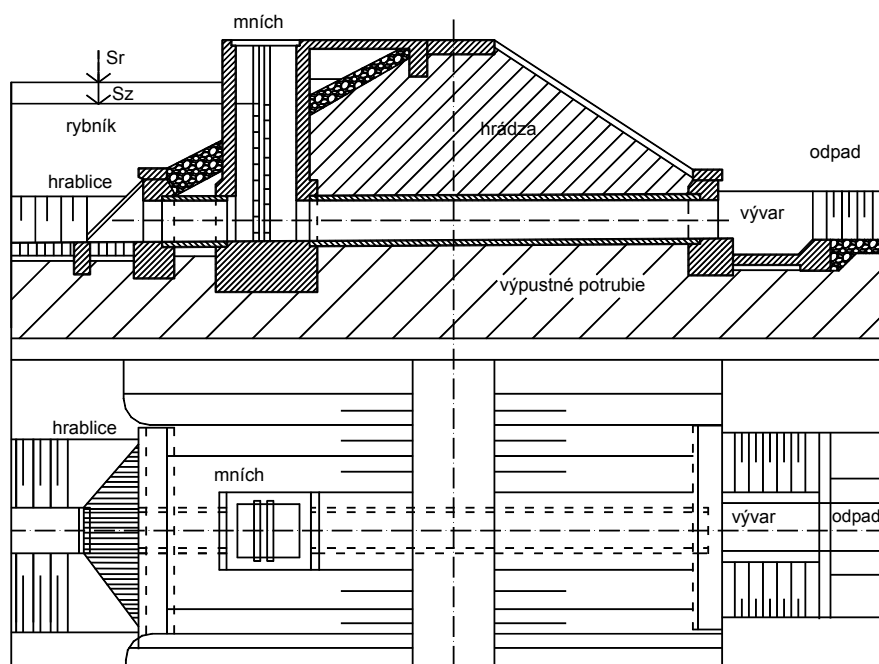


Obr. 2.1 Výpustné zariadenie so stavidlovým uzáverom

K hlavným typom uzáverov potrubných výpustných zariadení patria lopaty, čapy, zasúvadlá, stavidlá, segmenty a mníchy. Výpustný objekt sa skladá z vtokovej časti, výpustného potrubia a vývaru. Výpustné potrubie prechádza telesom hrádze a navrhuje sa s prietokom s voľnou hladinou, uzávery sa umiestňujú do vtokovej časti, pri tlakových potrubniach aj na návodnej strane.

Zasúvadlové uzávery využívajú buď ploché kanalizačné uzávery alebo regulačné potrubné zasúvadlá. Zasúvadlá sa pri malých vodných nádržiach umiestňujú aj na vzdušnej aj návodnej strane. Výhodou umiestnenia na návodnej strane je lepší prístup pre revíziu, manipuláciu a opravy; nevýhodou je, že odpadové potrubie je celoročne naplnené vodou pod tlakom. Túto nevýhodu odstraňuje umiestnenie uzáverov na návodnej strane, avšak v tomto prípade je potrebné vybudovať vysokú šachtu, v ktorej je umiestnená ovládacia tyč. Šachta musí byť vybavená ďalším provizórnym uzáverom pre možnosť uzatvorenia v prípade revízií a opráv a musí mať dostatočne veľký pôdorys pre umožnenie práce na jej dne. Potrubné výpustné zariadenia sa používajú najmä pri rôznych typoch účelových nádrží; pri rybochovných nádržiach sa využívajú zriedkavo.

Za podobných okolností ako zasúvadlové uzávery sa používajú aj stavidlové uzávery. Stavidlový uzáver sa zhotovuje z dubových dosiek a pohybuje sa v zvislých drážkach. Jednoduchá konštrukcia výpustného zariadenia so stavidlovým uzáverom je uvedená na obr.2.1. Manipuláciu so stavidlom umožňuje tiahlo, alebo cievové a skrutkové tyče s príslušným zdvíhacím mechanizmom.



Obr. 2.1 Mních železobetónovej konštrukcie

K najrozšírenejším typom výpustov na malých vodných nádržiach patria mníchy. Umiestňujeme ich do najhlbšieho miesta nádrže, aby bolo zaistené úplné vypustenie nádrže. Vlastnú konštrukciu mnícha tvorí skriňová konštrukcia z betónu, železobetónu, ocele alebo dreva. Uzáver mnícha tvorí hradidlová stena. Hradidlá sú drevené fošne o výške 0,15 až 0,20 m, ktoré sa voľne zasúvajú do ocelových drážok, upevnených na vnútornej strane šachty

pažeráku. Prázdnenie nádrže sa docieli postupným vyberaním hradidiel. Prístup na korunu pažeráku je zaistený po drevenej, ocelevej alebo betónovej lávke so zábradlím. Mníchy sa navrhujú betónové, železobetónové, oceleové a drevené. Využívajú sa aj ako odberné zariadenia pre nádrže s hĺbkou vody do 6 m.

Podľa konštrukčného usporiadania sa delia na otvorené mníchy s jednoduchou, alebo dvojitou hradidlovou stenou a odberom z hladiny, polouzavreté mníchy s predsadenou hradidlovou nornou stenou a odberom vody z dna, uzavreté mníchy s hradidlovou stenou, prípadne dnovým uzáverom pod krátkou hradidlovou stenou.

Otvorený mních s jednou hradidlovou stenou umožňuje výhradne odber vody z hladiny. Otvorené mníchy sa navrhujú pre výšku hradenej hladiny do 3,0 m, maximálne 4,0 m a to vzhľadom na to, pri vyšších výškach je tlak na dolné hradidlá už príliš veľký.

Otvorený mních s dvojitou hradidlovou stenou umožňuje odber z hladiny, ale aj z dna. V prípade odberu vody z dna je v dolnej časti prvej hradidlovej steny osadená namiesto hradidiel hrablicová stena, ktorej rám je zasunutý do drážok pre hradidlá. Voda pretekajúca hrablicovou stenou stúpa hore a prepadá cez hornú hranu druhej steny. V prípade, že je vhodné vypúšťať vodu z hladiny, nahradí sa hrablicová stena hradidlami a voda prepadáva cez hornú hranu oboch hradidlových stien. Ak je v nádrži napnutá bilancia vody a straty vody spôsobené priesakmi medzi hradidlami by mohli prevýšiť prítok vody do nádrže, je možné priestor medzi hradidlovými stenami vyplniť tesniacim materiálom, napríklad ílom, ktorý straty priesakom medzi hradidlami zníži alebo celkom odstráni.

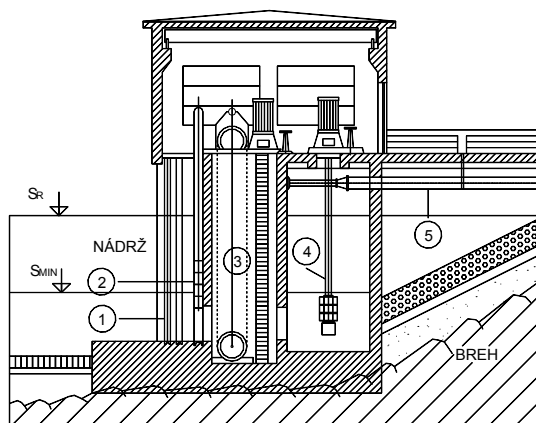
Uzavretý mních je tvorený skriňovou konštrukciou uzavretou po celej výške s výnimkou vtokového otvoru pri dne. Uzatváraciu konštrukciu tvorí jedna alebo viac hradidlových stien, pri vyšších hladinách sa odporúčajú mníchy s kanalizačným zasúvadlom alebo kombinácia hradidlovej steny a kanalizačného zasúvadla či stavidla.

Výpustné potrubie mnícha, ktoré vedie pod telesom nádrže sa navrhuje železobetónové, oceleové, obetónované.

Kapacita prepadu mnícha sa vypočíta zo vzťahu:

$$Q = \frac{2}{3} \mu b \sqrt{2gh}^{3/2} \quad (2.1)$$

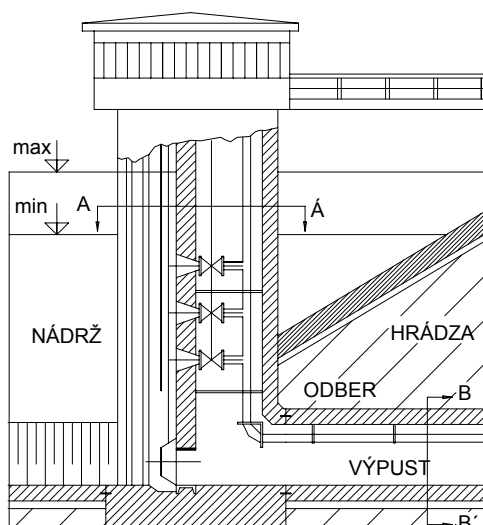
kde h je prepádová výška, b – šírka prepadu, μ – prepádový súčiniteľ, ktorého hodnota je $\mu=0,61$.



Obr. 2.2 Odber z nádrže s čerpaním. 1 – hrablice, 2 – hradenie, 3 – rotačné žalúziové sito, 4 – vertikálny čerpač agregát, 5 – potrubie

Odberné zariadenia sú určené na odber vody pre rôzne účely, napríklad pre závlahy, priemysel a podobne. Odbery vody sa delia na gravitačné a odbery čerpaním (obr. 2.2), s

konštantným alebo premenlivým množstvom vody, regulované a neregulované, z úrovne hladiny alebo s možnosťou odberu z rôznych hĺbok pod hladinou. Najbežnejšia je potreba odberu vody z nádrže z hľadiska zabezpečenia minimálneho prietoku vody pod nádržou, ktorý sa musí z nádrže celoročne vypúšťať z hľadiska zachovania života v toku a z hygienických dôvodov. Gravitačné odbery vody pre ostatné účely sa zaisťujú objektmi, ktoré sú podobné rúrovým výpustným objektom s regulovateľným uzáverom. Pokiaľ ide o odber s čerpaním (obr. 2.2), čerpacie stanice sa umiestňujú pod nádržou, v hrádzi, na brehu nádrže i v nádrži. Používajú sa aj mobilné čerpacie stanice.



Odber z nádrží hlbších ako 8 m sa najčastejšie rieši ako vežový odber. Má zvyčajne kruhový pôdorys a je konštrukčne prispôbený tak, aby sa mohla odoberať buď povrchová oteplená vrstva vody, napríklad kruhovým priepadom ovládaným plavákovým systémom, alebo z rozličnej hĺbky otváraním príslušných zasúvačov, prípadne uzáverov. Najnižší vtok sa osadzuje na úrovni dolnej hranice užitočného objemu nádrže, pričom treba pamätať na to, aby sa odberom nevírili usadeniny na dne.

Obr. 2.3 Vežový odber

2.2 Bezpečnostné priepady

Bezpečnostné priepady sú určené na bezpečné odvedenie povodňových prietokov a na ochranu zemných hrádzi proti preliatiu. Chránia údolie pod nádržou pred možnými škodami, ktoré by vznikli preliatím alebo pretrhnutím hrádze. Bezpečnostné priepady je potrebné budovať na všetkých prietochných nádržiach, na nádržiach neprietochných je možné navrhovať bezpečnostné priepady na zníženie kapacity, t.j. na prietok ktorý maximálne môže nápnutné zariadenie do nádrže priviesť. Priepady sa navrhujú nehradené, nevyžadujúce obsluhu pri prechode povodňovej vlny, len vo výnimočných, zdôvodnených prípadoch môžu byť hradné pri nádržiach so stálou obsluhou. Bezpečnosť proti preliatiu hrádze sa musí preukázať výpočtom. Kapacita bezpečnostného priepadu sa navrhuje na Q_{100} . Pri návrhu jeho kapacity sa neuvažuje so znížením kulmináčného prietoku odtokom vody výpustným zariadením alebo odbernými objektmi. Na bezpečnostnom priepade sa nesmú inštalovať žiadne zariadenia napríklad hrablice ktoré by znížovalo jeho účinok.

Návrh typu, materiálu a umiestnenia bezpečnostného priepadu vychádza z výpočtu potrebných základných parametrov priepadu; je to predovšetkým dĺžka prepadovej hrany a výška prepadajúceho vodného lúča pri prechode návrhového prietoku. Prietok prevedený korunou priepadu je daný vzťahom:

$$Q = \frac{2}{3} \mu b \sqrt{2g} H^{3/2} \quad (2.2)$$

kde Q je návrhový kulmináčny prietok (m^3s^{-1})
 $H = h + v^2/2g$ je prepadová výška,
 b – dĺžka prepadovej hrany,

μ – prepadový súčiniteľ, určí sa z hydrologickej literatúry na základe tvaru telesa bezpečnostného priepadu

V tejto rovnici sú dve neznáme, prepadová výška a dĺžka prepadovej hrany. Prepadovú výšku volíme v rozmedzí 0,3 až 0,6 m (výnimočne 0,8 m). Táto môže byť obmedzená rôznymi miestnymi podmienkami, napríklad tvarom nádržnej panvy, keď by pri väčšom zvýšení hladiny došlo už k výrazne veľkému zväčšeniu zatopenej plochy, zvýšením hladiny sa môže dosiahnuť úroveň rôznych výpustov do nádrže ako drenážnych výpustov, dažďovej kanalizácie, prípadne sa ohrozia existujúce budovy. Pre zvolenú výšku prepadového lúča vypočítame z uvedeného vzťahu potrebnú dĺžku prepadovej hrany.

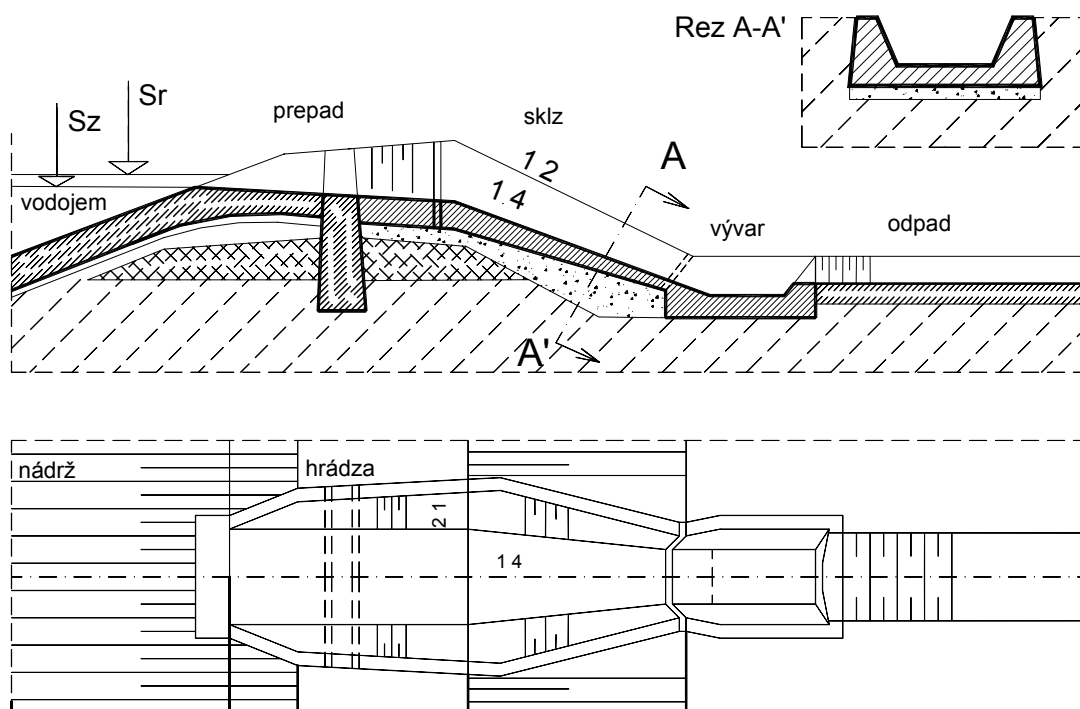
Bezpečnostné priepady na malých vodných nádržiach sa delia na hrádzové a brehové, podľa pôdorysného usporiadania priepadovej hrany na priame a zakrivené a podľa konštrukčného usporiadania na čelné, bočné, šachtové, žľabové, násoskové, doplnkové a nůdzové.

Typ bezpečnostného priepadu sa volí podľa miestnych podmienok, základových pomerov, požadovaného stupňa bezpečnosti, spôsobu odberu a vypúšťania vody. Použije sa tá konštrukcia ktorá je v daných podmienkach najvýhodnejšia.

Čelné (hrádzové) priepady ktoré sú súčasťou telesa hrádze a priepadová hrana je rovnobežná s osou hrádze, sa vyskytuje často pri starších nádržiach a neodporúča sa pri hrádzach vyšších ako 5 m. Objekt bezpečnostného priepadu sa skladá z vlastnej prepadovej hrany, zariadenia pre odvedenie vody pod hrádzou (koryto, sklz), zariadenie pre tlmenie kinetickej energie prepadajúcej vody (vývar) a napojenie odpadu od priepadu do koryta pod hrádzou. Návodný svah pred bezpečnostným priepadom sa spevňuje. Pokiaľ je po korune hrádze vedená komunikácia, je potrebné odpad od priepadu premostiť. Čelný bezpečnostný priepad môže byť doplnený výpustným zariadením.

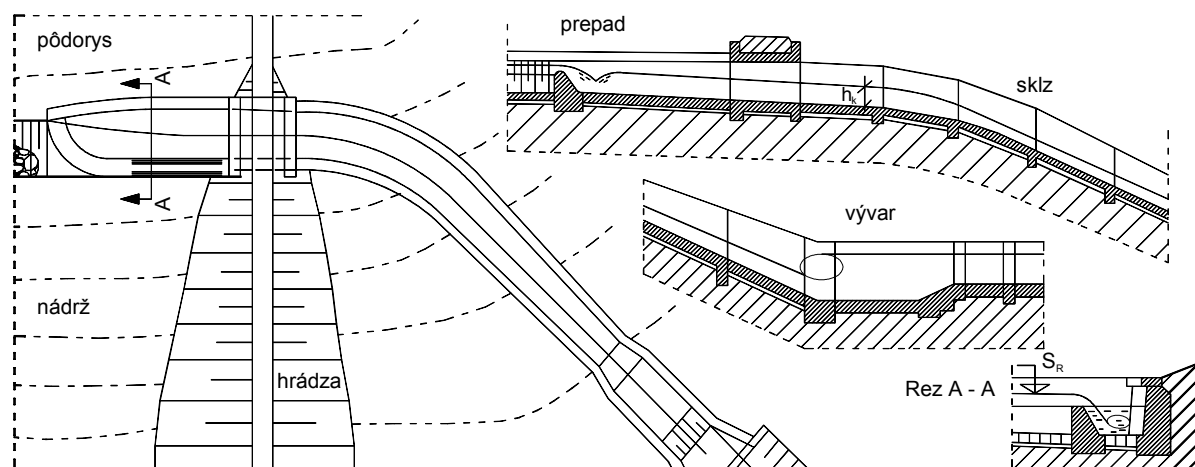
Na prevedenie veľkých vôd pri nádržiach na menších povodiach sa používajú aj rúrové čelné bezpečnostné priepady, kde prepadovú časť tvoria železobetónové rúry. Majú v podstate tvar rúrového výpustu. Prepadovú hranu tvorí dolný okraj rúry. Objekt pokračuje na vzdušnej strane sklzom, ktorý je ukončený vývarom a odpadom do koryta výpustného objektu.

Použitie čelných bezpečnostných priepadov vyžaduje zvýšenú pozornosť ako pri návrhu, tak aj pri samotnom budovaní so zreteľom k možnosti vzniku priesakových ciest vplyvom sadania, rozdielnej tuhosti opevnenia a telesa hrádze, premrzania a podobne. Preto sa pri hrádzach vyšších ako 5,0 m použitie priamych bezpečnostných priepadov neodporúča.

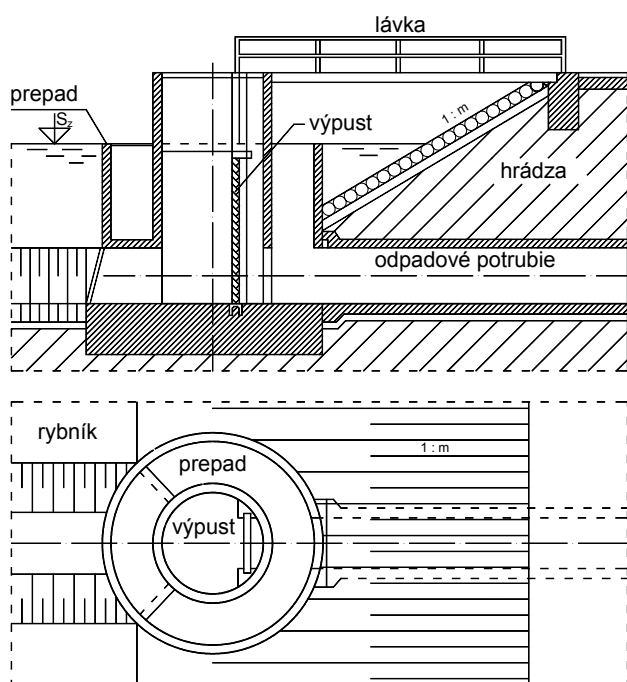


Obr. 2.4 Čelný bezpečnostný priepad

Bočné (brehové) priepady sa umiestňujú v brehovej časti nádrže. Priepad so spádoviskom má tvar žľabu, ktorý nadväzuje na sklz a vývar. Os spádoviska, sklzu a vývaru má byť v priamke. Dôležité je kvalitné spracovanie sklzu a vývaru. Koryto sklzu v úsekoch s kritickou rýchlosťou sa navrhuje priamo, pri návrhu kapacity koryta sa musí započítať vplyv prevzdušnenia, translačných vln. Vzdušný svah priepadu sa navrhuje v sklone 5 : 1. Bočný priepad sa umiestňuje do nenarušeného materiálu. Spádovisko tvorí betónový žľab, ktorý sa postupne rozširuje. Sklony stien sa navrhujú 5 : 1, oporný múr v mieste styku s terénom musí byť navrhnutý najmenej na výšku maximálnej hladiny s bezpečnostným prevýšením. Bezprostredne na spádisko nadväzuje sklz.



Obr. 2.5 Bočný bezpečnostný priepad

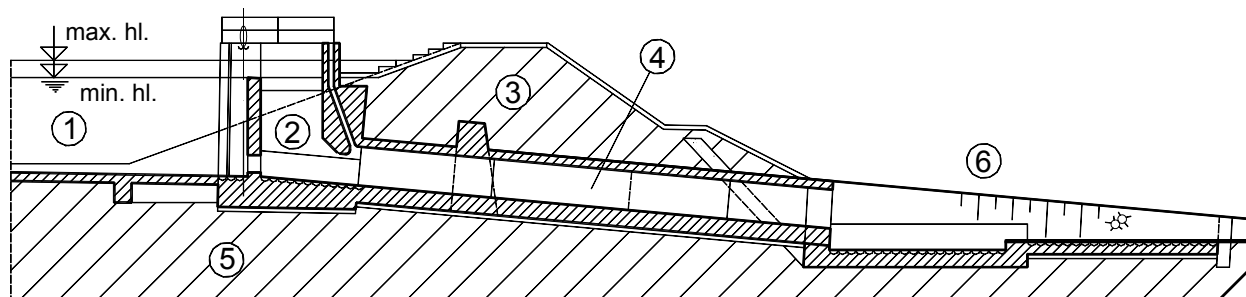


Obr. 2.6 Schéma jednoduchého šachtového priepadu s výpustom

Šachtový bezpečnostný priepad sa skladá zo šachty tvaru železobetónového valca, horná časť valcového telesa sa rozširuje, koruna priepadu je zaoblená. Valcové teleso priepadu prechádza v dolnej časti kolenom do odpadovej šachty väčšieho priemeru než je vlastná šachta. Šachtový priepad sa často kombinuje so základným výpustom a vežovým odberom. Výpust sa umiestňuje do najnižšieho bodu nádrže.

Doplnkové a núdzové priepady tvoria rezervu na bezpečné odvedenie veľkých vôd za predpokladu, že sú pre ich návrh z hľadiska bezpečnosti podmienky. Môžu sa navrhnúť úspornejšie, pretože ich využitie je krátkodobé. Núdzové priepady na malých vodných nádržiach sa u nás používajú veľmi málo. Doplnkové a núdzové priepady sú v činnosti obmedzené, t. j. keď nestačí kapacita hlavných bezpečnostných priepadov a navrhujú sa na prevedenie špičiek veľkých vôd, ktorých kapacita presahuje veľkosť normálnych bezpečnostných priepadov.

Združené funkčné objekty na malých vodných nádržiach plnia funkciu priepadov, výpustných a odberných zariadení. Priepady týchto objektov sú najčastejšie žľabové a šachtové. K najrozšírenejším objektom patria jedno a dvojposchodové združené funkčné objekty. Objekt je vybavený dvoma spodnými výpustami s predsunutými hrabcami. Ovládacie zariadenie je vyvedené do úrovne manipulačnej plošiny.

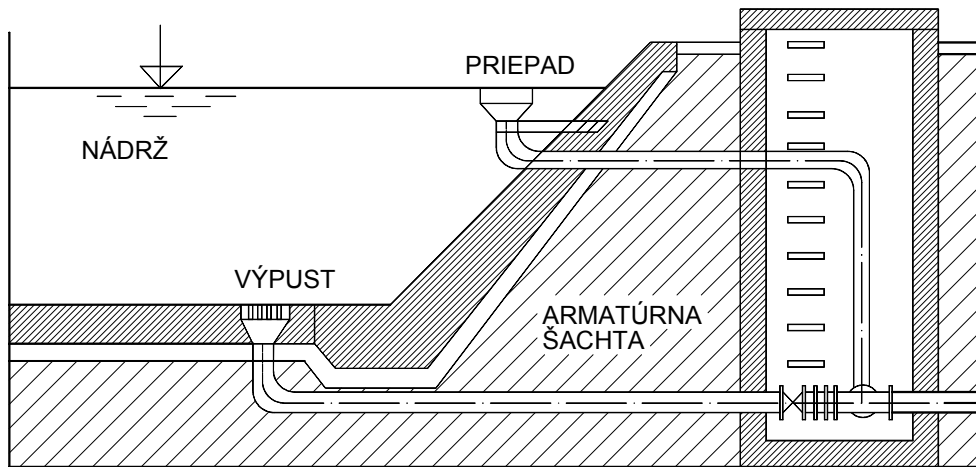


Obr. 2.7 Schéma jednopodlažného združeného funkčného objektu 1 – nádrž, 2 – prepad, 3 – hrádza, 4 – štôla, 5 – podložie, 6 – vývar

2.3 Špeciálne objekty na účelových nádržiach

Malé vodné nádrže sú vybavené okrem základných funkčných objektov popísaných v predchádzajúcom texte, ďalšími špeciálnymi objektmi, ktoré umožňujú využívať nádrže pre účel, pre ktorý boli navrhnuté. Podľa miestnych podmienok a požiadaviek môžeme uviesť napríklad nasledujúce objekty:

- Zásobné nádrže:
 - regulovateľný odber s možnosťou odberu vody z rôznych hĺbok nádrže,
 - výpustné zariadenie, s možnosťou nastavenia konštantného vypúšťaného množstva,
 - odberné zariadenie pre energetické vypúšťanie vody.
- Ochranné nádrže:
 - špeciálne nehradené výpustné objekty, navrhnuté na maximálny prípustný prietok chráneným územím,
 - výpustné objekty s možnosťou nastavenia konštantného množstva vody, vybavené regulačným zariadením,
 - nápusťné objekty pre vsakovacie nádrže.
- Nádrže, upravujúce vlastnosti vody:
 - rovnomerné napúšťanie a rozdeľovanie vody v nádrži,
 - rovnomerné vypúšťanie vody z nádrže,
 - prevzdušnenie vody v nádrži,
 - umožnenie vjazdu do nádrže pri odkalovaní (vstupné rampy).
- Rybochovné nádrže:
 - lovisko a kaďovisko,
 - prístupové schodiská a rampy,
 - príjazdová komunikácia,
 - prekysličovacie zariadenie pri vtoku vody do nádrže.
- Hospodárske nádrže:
 - odberné objekty pre mobilné čerpacie agregáty pri požiaroch nádrží,
 - vstupné rampy,
 - regulačné nádrže pre prívod a odber vody z nádrže.
- Asanačné nádrže:
 - špeciálne výpustné objekty, ktoré umožňujú zneškodniť a oddeliť zachytené látky pri záchytných nádržiach,
 - špeciálne spôsoby tesnenia pomocou fólií z plastov a podobne.
- Rekreačné nádrže:
 - špeciálna úprava vstupu do vody,
 - úprava plážových plôch,
 - oddelenie plôch pre deti a neplavcov,
 - skokanské mostíky, kĺzačky,
 - špeciálne zariadenia pre vodné športy,
 - sociálne zariadenia, šatne.



Obr. 2.8 Usporiadanie výpustného objektu a prepadu primenšej hospodárskej nádrži

2.4 Zakladanie objektov malých vodných nádrží

Dôležitou časťou návrhu objektov malých vodných nádrží je ich správne založenie a napojenie na hrádzu. Nádrž sa neodporúča prvýkrát napustiť pred zimou.

Objekty sa zakladajú v hrádzi aj mimo hrázde do únosného a neporušeného podlažia. Ak je podlažie porušené, tak sa musia navrhnuť opatrenia, aby nedošlo k porušeniu hrázde. Menej únosné podlažie je nutné spevniť a navrhnuť opatrenia na zníženie deformácií. Pri stavebných prácach sa nesmie porušiť podlažie hrázde. Z potrubí a šacht nesmie dochádzať k priesaku do hrázde. Povrch betónových konštrukcií v hrádzi sa neomieta. Stavebné objekty v hrádzi je potrebné posúdiť na stabilitu, a to nielen objekty ako celok, ale aj jednotlivé časti objektov na všetky druhy zaťaženia.

Stykové plochy medzi telesom hrázde a objektom sa navrhujú v sklone najviac 10 : 1. Musí sa zaistiť, aby zemina telesa hrázde vlastnou tiažou a tlakom vody dotlačala na objekt. Vlastný povrch objektu musí byť hladký. Povrch betónu v mieste styku so zemnou hrádzou sa natie ílovým mliekom tesne pred sypaním príslušnej časti. Nátery betónovej konštrukcie napr. asfaltom sú prípustné v prípade agresívnych vôd. Zeminu v mieste styku je potrebné dôkladne zhutniť. Voda presakujúca v mieste styku musí byť odvedená samostatným drénom, priesak sa pravidelne kontroluje.

3. RYBOCHOVNÉ NÁDRŽE

Rybárstvo patrí k najstarším zamestnaniam človeka. Je dôležitou súčasťou hospodárstva vo väčšine zemí, zvlášť prímorských. V celosvetovom meradle sa delí na rybárstvo morské, ktoré má najväčší podiel na svetovej produkcii rybieho mäsa, rybárstvo brakické – v ústiach riek a v pobrežnom pásme, kde sa mieša sladká a slaná voda a rybárstvo sladkovodné vo vnútrozemských vodách. Sladkovodné rybárstvo sa delí na rybníkárstvo a riečne a jazerné rybárstvo.

Veľmi staré sú záznamy o chovaní rýb a budovaní vodných nádrží z Číny. Prvé zmienky sa objavujú z obdobia okolo r. 2200 pred našim letopočtom a ich popis s mnohými technickými detailmi obsahujú písomné záznamy z obdobia okolo r. 1100 pred našim letopočtom. Číňania chovali už v staroveku ryby v nádržiach. Podľa doložených údajov kapra chovali v rybníkoch v povodí rieky Kiang-si už okolo roku 2200 pred našim letopočtom. Čína si dodnes drží prvenstvo pokiaľ ide o rybársku produkciu (cca 70% objemu a 50 % hodnoty celosvetovej produkcie rýb), z čoho tvorí podiel rýb chovaných v rybníkoch a inými akvakultúrnymi praktikami výmeru väčšiu ako 5%.

Z oblasti bývalého Československa je svetoznáme a historicky dôležité juhočeské rybníkárstvo. Prvé zmienky o rybníkoch v Čechách sú z 10. storočia, napríklad v tzv. Kosmovej kronike českej, kladrubskej listine alebo aj záznamy o existencii osady Rybníček pri Prahe. Pri Karlovom moste je dodnes ulica Na Rybníčku. Záujem na budovaní rybníkov mali predovšetkým kláštory. Hlavný obyvateľ českých rybníkov bol šľachtený kapor. Jeho pôvod je ako už bolo zmienené v Číne a v juhovýchodnej Európe v delte Dunaja. Čechy získali v čase rozkvetu rybníkárstva prvé miesto v Európe v počte rybníkov aj v produkcii kaprov. Prvá etapa rozvoja českého rybníkárstva bola v XIV. storočí za Jána Luxemburského a Karola IV. Husitské vojny spôsobili na určité obdobie prestávku v budovaní rybníkov. Najväčší rozmach nastal v XVI. storočí keď sa vybudovalo až 1800 km² rybníkov. S týmto rozvojom súviseli aj ďalšie stavby, napríklad Zlatá Stoka – 48 km dlhý kanál na zásobovanie rybníkov. Za 30 ročnej vojny nastal pokles výmery – na cca 400–500 km². Olomoucký biskup Ján Dubravius je autorom knihy „O rybníkoch“, ktorá bola pol tisícročia základnou učebnicou európskych rybníkárov. Napísal ju v rokoch 1535 – 1540 v latinčine pod názvom *De Piscinis*.

Význam rybníkárstva spočíva i v tom, že využíva prevažne plochy menej úrodné, na ktorých mu žiadna iná poľnohospodárska produkcia nemôže v porovnateľnom výťažku živočíšnej bielkoviny konkurovať. Zatiaľ čo k dosiahnutiu vysokých výnosov v poľnom hospodárstve je potrebná mohutnejšia vrstva ornice, stačí i v najproduktívnejších kaprovitých rybníkoch pomerne tenká vrstva aktívneho bahna, ktoré sa môže pomerne rýchlo vytvoriť vhodnými hospodárskymi zásahmi. Nemenší význam kaprového rybníkárstva je i vo využití menejhodnotného krmiva. Kapor zhodnocuje takéto menejhodnotné krmivo najlepšie zo všetkých hospodárskych zvierat, posudzujúc na základe produkcie živočíšnej bielkoviny.

Rybníkárstvo rozlišujeme intenzívne (vyžaduje prikrmovanie, hnojenie ap.) a extenzívne (využívajú sa iba dané prírodné podmienky. Iné delenie rozlišuje úplný chov a čiastočný (napr. pre potreby zarybňovania).

Rybochovné nádrže o ktorých pojednáva táto kapitola, majú ako svoj hlavný účel vytvárať optimálne životné prostredie pre chov rýb. *Rybochovné nádrže – rybníky* sú typom malých vodných nádrží v poľnohospodárskej krajine, ktoré majú ako dominantnú rybochovnú funkciu a prípadne slúžia aj na ďalšie vedľajšie funkcie. Rybníkom označujeme umelú vodnú nádrž určenú väčšinou k chovu rýb s možnosťou úplného a pravidelného vypúšťania. Stavebné usporiadanie, technické vybavenie a prevádzka zodpovedajú potrebám

rybochovného hospodárstva. Do tejto skupiny nádrží sa zaraďujú liahňové a trecie rybníky, plôdiové výtlačníky, komorové rybníky, hlavné rybníky, sádky a karanténne rybníky. Na intenzívny chov rýb sa využívajú aj účelové nádrže plniace inú, najmä zásobnú funkciu. Rybochovné nádrže a zariadenia sa delia na teplovodné a studenovodné. V prvom type sa chovajú všetky ryby, ktoré pre svoj úspešný vývoj a rast potrebujú stojatú alebo mierne tečúcu vodu s dostatočným obsahom rozpustených a rozptýlených organických látok, s teplotou v letných mesiacoch 20-30 °C, zvlášť pri povrchu, a vodné nádrže s viac-menej mäkkým dnom, bohatým na organické látky (organické bahno), teda takzvaného *eutrofného* typu. V studenovodnom rybnikárstve sa chovajú ryby lososovité: pstruh potočný, pstruh dúhový, sivoň americký, sivoň jazerný, lipeň. Tieto ryby potrebujú tečúcu vodu silno prúdiacu, s veľkým obsahom kyslíku, s malým obsahom rozpustených a rozptýlených organických látok, s letnou teplotou najviac 16-20 °C a vodné nádrže s tvrdším, piesčitým a nezabahným dnom, takzvaného *oligotrofného* typu.

Biologická produktivita sladkovodných nádrží je podmienená predovšetkým prítomnosťou biogénnych prvkov vo vode, ich dynamikou (kolobeh látok) a ostatnými činiteľmi. Produktivita vôd v rybníkoch závisí na schopnosti hydrobiontov (hydrobiont – organizmus viazaný spôsobom života na vodné prostredie) vytvárať množstvo organizmov v jednotke objemu za jednotku času. Primárna produkcia je množstvo fytoplanktónu, čiže drobných vodných rastlín, siníc, rias vytvorených z anorganických látok za jednotku času. Sekundárna produkcia je množstvo zooplanktónu (prvky, krútnavce, drobné kôrovce – hlavná potrava nepravých rýb) a zoobentosu (larvy vodného hmyzu, červy, niektoré kôrovce). Schematicky môžeme kolobeh látok rozčleniť nasledovne:

- a) anorganické základné minerálne živiny, ktoré sú vo vode, alebo sú vylúhované z dna do vody,
- b) prvotní výrobcovia (producenti), t.j. nižšie a ponorené rastlinstvo, .
- c) prechodní konzumenti, t.j. nižšie vodné živočíchy (zooplankton a zvieratá dna),
- d) koneční konzumenti, t.j. ryba.

3.1 Akosť a úprava vody pre rybochovné účely

Voda je nevyhnutnou súčasťou všetkých foriem života, pretože tvorí ich vnútorné prostredie. V sladkých vodách (a tiež v moriach a oceánoch) však tvorí aj vonkajšie prostredie organizmov. Spojenie medzi vnútorným a vonkajším prostredím tvorí telesný povrch týchto organizmov. Organizmy žijúce vo vode nazývame hydrobionty. Ryby sú stavovce, žijúce výhradne vo vode. Ak chceme zabezpečiť, aby produktivita živočíšnej výroby, zameranej na chov rýb, bola čo najvyššia, treba pre ne vytvoriť priaznivé životné podmienky. Pri chove rýb v rybníkoch treba rešpektovať nielen zásady vodohospodárske a stavebno-konštrukčné, ale vo zvýšenej miere aj biologické. Nároky na vodu sú závislé aj od druhu pestovaných rýb, či ide o teplovodné alebo studenovodné ryby. Preto sa treba vlastnosťami vody ako prostredia, v ktorom ryby žijú, zaoberať bližšie.

Vlastnosti vody charakterizujeme jej vlastnosťami *fyzikálnymi*, *biologickými* a *chemickými*. Priepustnosť vody pre svetlo a teplota vody sú *fyzikálne vlastnosti* majúce zásadný vplyv na životné procesy vyšších aj nižších vodných organizmov. Voda sa oproti zemi a vzduchu pomalšie ohrieva a pomalšie ochladzuje. Preto veľké objemy vody pomaly podliehajú tepelným zmenám, čím voda vykonáva funkciu termostatu, v ktorom organizmy nie sú vystavené prudkým zmenám. Optimálny kolobeh látok, pri ktorom dosiahol kapor najväčších váhových prírastkov, prebieha vo vodách eutrofného charakteru. Eutrofné nádrže

sú plytké, dobre prehrievané slnkom, s optimálnou teplotou vody vo vegetačnom období 25 až 29 °C. Pstruhy majú optimálne 12 – 17 °C a vyhovujú im oligotrofné nádrže.

Teplo získava voda adsorpciou slnečného žiarenia podstatne viac, ako zo vzduchu a z pôdy. V čistej priezračnej vode sa už v hĺbke 1 m premení 60% celkového slnečného žiarenia na teplo. Z vody sa teplo odvádza vyžarovaním a vyparovaním.

Z *biologických* a mikrobiologických vlastností je dôležité sledovať viacero ukazovateľov ako počty siníc, rôzne baktérie, fekálne streptokoky a iné patogénne mikroorganizmy alebo parazity plesňové a iné spôsobujúce ochorenia rýb a nevhodnú kvalitu produkovaného rybieho mäsa.

Chemické vlastnosti vody v rybníku posudzujeme podľa obsahu kyslíka, kysličníka uhličitého, reakcie a tvrdosti, obsahu rozpustených i koloidných živín a látok škodlivých alebo i jedovatých. Chemizmus vody má rozhodujúci význam pre jej oživenie. Z plynov je najdôležitejšie nasýtenie vody kyslíkom. Kyslíkový režim určujú faktory fyzikálne (teplota a tlak vzduchu), mechanické (pohyby vody) a biologicko-chemické (fotosyntéza, respirácia, rozklad organických látok). Pri hnití bielkovín vzniká jedovatý sirovodík, ktorý sa hromadí pri dne a pôsobí jedovato na prítomné organizmy. Naopak metán sa vo vodách nerozpúšťa a v podobe bublín uniká z bahna. Preto sa jeho toxické účinky na organizmy neprejavujú.

Pre existenciu heterotrofných vodných organizmov je limitujúcim činiteľom obsah rozpustených plynov a chemických látok, ďalej pH vody a až potom nasleduje teplota a svetlo.

Zastúpenie minerálnych látok vo vodách je značne rozdielne. Morská voda sa vyznačuje vysokou salinitou (v priemere okolo 3% soli). Pevninské vody bohaté na minerálne látky (eurytrofné) majú vysokú produkciu fytoplanktónu, kým vody chudobné na minerálne látky (oligotrofné) sú chudobné aj produkčne.

V rôznej miere sú vo vodách zastúpené organické látky. Väčšinou dochádza k antropogennému znečisteniu kanalizačnými splaškami a agrochemikáliami. Hnojivá a fekálie v nízkych koncentráciách pôsobia stimulačne na rozvoj vodnej biocenózy. Priemyselné splašky, pesticídy a saponáty vodu vždy otravujú.

Akosť vody má rozhodujúci význam pri chove rýb. V rybníčnom prostredí prebieha medzi minerálnymi látkami, vodou, pôdou a organizmami mnoho zložitých biochemických procesov. Odumreté telá rastlín a živočíchov sú rozkladané baktériami a menia sa na minerálne látky, ktoré sú z vody odoberané fytoplanktónom a slúžia mu ako živiny. Fytoplanktón je potravou zooplanktónu, ktorý požírajú ryby. Kapor sa zooplanktónom živí v rannom vývojovom štádiu, neskôr sa živí potravou žijúcou v bahne rybníčného dna, prisatou na porastoch aj voľne vo vode, ako sú drobné mäkkýše, larvy hmyzu, červy a mlade lastúry.

Dýchanie živočíchov a rastlín nevyhnutne vyžaduje, aby bol vo vode v dostatočnom množstve rozpustený kyslík, od ktorého závisia aj oxidačné procesy pri rozklade odumretej organickej hmoty a zrážanie niektorých nepriaznivých látok, ako je sirovodík, zlúčeniny železa a iné.

Kyslík sa dostáva do vody stykom hladiny s ovzduším, odkiaľ prenikne aj do spodnejších vrstiev. Okrem toho vzniká pri asimilácii (fotosyntéze) vodných rastlín. Absorpcia kyslíka vodou je závislá od teploty. Čím je voda teplejšia, tým menší objem kyslíka udrží. Najväčšie množstvo vo vode rozpusteného kyslíka za normálneho tlaku vzduchu výrazne závisí od teploty:

Závislosť teploty a najväčšieho obsahu O₂ vo vode

Tab.2.1

Teplota vody v °C	0	5	10	15	20	25	30
-------------------	---	---	----	----	----	----	----

Max. obsah O ₂ v mg/l	14,56	12,50	10,85	9,54	8,46	7,53	6,75
----------------------------------	-------	-------	-------	------	------	------	------

Voda sa vždy snaží nasýtiť kyslíkom čo najdokonalejšie, napriek tomu býva za bežných podmienok obsah kyslíka v povrchovej vode menší ako maximálny. Skutočný obsah kyslíka v povrchovej vode sa môže odhadnúť v závislosti od teploty podľa približného empirického vzorca:

$$S = 10 - 0,2 T \text{ cm}^3/\text{l}$$

kde S je pravdepodobné množstvo O₂ vo vode (1 cm³ O₂ má hmotnosť 1,43 mg), T – teplota vody v °C.

Rozdelenie kyslíka v jednotlivých hĺbkach rybníka je takmer rovnomerné vďaka cirkulácii vody a vlneniu. Difúzia, pomocou ktorej preniká kyslík do hĺbky pri celkom nehybnej hladine, pri nádržiaciach vo voľnej prírode sa prakticky neuplatňuje. S pribúdajúcou teplotou voda čiastočne stráca kyslík, súčasne sa však zrýchľujú životné pochody vodných rastlín, ktoré zvýšenou mierou vyrábajú kyslík, a tým je kyslíkový režim prirodzene upravovaný.

Keď je rastlín nadbytok, napríklad rias pri „kvitnutí rybníka“, obsah kyslíku vo vode môže nebezpečne kolísť. Fotosyntéza prebieha len vo dne. V noci rastliny nielenže kyslík nevyrábajú, ale ho ešte spotrebujú na dýchanie, takže jeho množstvo môže klesnúť až pod prípustnú hranicu vzhľadom na život rýb. V teplom ročnom období, keď voda v rybníku obsahuje veľa drobných rias, obsah kyslíka sa v priebehu 24 h bežne mení o ± 4 mg/l, prípadne viac.

Pre teplovodné rybníkárstvo je najpriaznivejšia voda s obsahom kyslíka medzi 7 – 11 mg/l. Pri letnom znížení obsahu kyslíka na 3 mg/l sa už zhoršujú životné podmienky. Naproti tomu v zime, keď sú ryby v pokoji, ešte stačí 1,5 mg/l vody. Pre zimné rybníky sa považuje za optimum 5 – 7 mg/l. Pri prechodnom krátkom klesnutí kyslíka na 0,5 mg/l sa kapry len s ťažkosťami udržia pri živote núdzovým dýchaním, pri ktorom naberajú zmes vody a vzduchu pri hladine. Taký kriticky nízky obsah kyslíka môže nečakane nastať v rybníku s veľkým množstvom vodného kvetu skoro ráno v horúcom lete.

Pre studenovodné rybníkárstvo je optimálny obsah kyslíka v rozsahu 10 – 12 mg/l vody. Pre liaheň je potrebný obsah aspoň 7 mg/l vody pri teplote 3 °C.

Nízky obsah kyslíka v povrchovej vode je aj dôkazom prítomnosti organických nečistôt, ktoré pri svojom rozklade spotrebovali kyslík. Podľa biologickej spotreby kyslíka sa určuje stupeň čistoty riečnej vody.

Kysličník uhličitý sa vo vode rozpúšťa ešte viac ako kyslík. Je potrebný pri fotosyntéze. Vniká do vody z ovzdušia, je produktom vydychovania živočíchov, rastlín a tlenia organických látok. Vo vode sa vyskytuje v trojakej forme: voľne ako plyn CO₂, alebo ako kyselina uhličitá H₂CO₃, poloviazane ako bikarbonáty Mg(HCO₃)₂ a Ca(HCO₃)₂, viazane ako monokarbonáty MgCO₃ a CaCO₃. Voľný kysličník uhličitý je v rybníku potrebný predovšetkým na rozpúšťanie vápna. Ak je ho viac ako 50 mg/l, škodí rybám a pôsobí agresívne na betón a oceľ, čím trpia stavebné objekty. Vysoký obsah CO₂ svedčí o intenzívnom rozklade organickej hmoty, čo je bežné napríklad pri nádržiaciach a rašelinovým dnom. Optimálny obsah CO₂ v rybníčnej vode je 4 – 9 cm³/l a nemá prestúpiť 20 cm³/l.

Obsah minerálnych látok rozpustených vo vode spôsobuje tvrdosť vody. Najčastejšie sú to soli vápni a horčíka. Stojatá alebo slabobehúca voda má mať nízku alebo strednú tvrdosť 1,79 mmol.l⁻¹, obsah železa nemá presiahnuť 1,5 gm⁻³.

Reakcia vody, vyjadrená koncentráciou vodíkových iónov pH, môže byť kyslá s voľnými vodíkovými iónmi, alebo zásaditá s prevahou hydroxylových iónov.

Určujú ju látky rozpustené vo vode, predovšetkým uhličitany a kysličník uhličitý, ktorý tvorí s vodou slabú kyselinu a vodíkové ióny do vody odštiepuje. Reakcia rybníčnej vody má byť neutrálna až slabo zásaditá, prípadne aj mierne kyslá, čo možno vyjadriť rozpätím vodíkových iónov $\text{pH} = 7 - 8$.

Ak je $\text{pH} = 6$, reakcia je kyslejšia, voda pôsobí na kapry nepriaznivo a pri $\text{pH} = 5$ nastáva rozleptávanie žiabrov a pokožky a ryby postupne hynú. Nebezpečné zvýšenie kyslosti vody môže nastať prítokom snehovej a dažďovej vody, stekajúcej po pôde chudobnej na vápno, prítokom vody z rašelinísk, ihličnatých lesov, odpadovej vody z baní, mliekarní a podobne. Kyslá reakcia vody sa upravuje vápnením, zimnením, letnením a hnojením. Ryby neznášajú ani vodu silno zásaditú pri $\text{pH} > 9$.

Voda v rybníku nemá obsahovať žiadne látky škodlivé a jedovaté, ktorých účinok závisí od stupňa zriedenia, doby pôsobenia a druhu rýb. Jedovatosť látok závisí od ich zriedenia, dĺžky pôsobenia a druhu rýb. Rozlišujeme koncentrácie škodlivé a koncentrácie smrtiace, ktoré boli pokusne vyšetrené pre všetky bežné látky, vyskytujúce sa v odpadových vodách. Otravu rýb vyvoláva fenol, sulfán (sírovodík), čpavok, kyselina mliečna, šťaveľová a sírová, chlór, arzén, síran meďnatý, amónne soli, niektoré kovy atď. Vo väčšom množstve sú škodlivé aj zlúčeniny železa, aj keď ich malý obsah do 1,5 mg rozpustných soli v 1 l vody je potrebný, lebo sú to látky biogénne. Nesmú však dosiahnuť 2 až 3-násobok optimálnej koncentrácie, pri ktorom sú už jedovaté.

Obsah dusíkatých zlúčenín, a to predovšetkým čpavku, je prípustný do 1 mg/l, väčšie množstvo znamená priveľké znečistenie vody organickými látkami. Takú vodu na napájanie rybníka nemožno použiť. Kaprovité ryby hynú po 10 minútach, ak je voda znečistená čpavkom v množstve 50 mg/l. Čpavok, ktorý patri k najsilnejším rybím jedom, sa lepšie rozpúšťa v studenej vode, preto je osobitne nebezpečný pre zamrznuté zimné rybníky. Nadbytok dusíka je bežný v dedinských rybníkoch, kam sa splachuje veľa močovky, čo za letných horúčav vyvoláva rýchly rozklad organických látok so všetkými nepriaznivými vplyvmi, ako napríklad strata kyslíka. V súčasnosti sa zvyšuje nebezpečenstvo zvýšenia obsahu dusíka a jeho zlúčenín v rybníku splachom z povodia hnojeného močovinou a odpadmi z veľkochovov, ak nie je vybudovaná čistiareň odpadových vôd. Rovnako škodlivé sú odpadové vody z cukrovarov, liehovarov, škrobární, mliekarní a zo všetkých ostatných priemyselných podnikov, ktoré môžu celkom znemožniť chov rýb.

V repárskych oblastiach sú veľmi nebezpečné dažďom vyplavené zvyšky zo silážnych jám na cukrovarnicke rezky, resp. celkove odtoky zo silážnych jám. Tieto odpadové vody nie sú jedovaté, ale pri intenzívnom rozklade organických látok nastáva priveľká spotreba kyslíka, ktorý je absorbovaný vo vode. Ak sa zásoba kyslíka vo vode vyčerpá, ryby hynú pre nedostatok kyslíka.

Fenol, ktorý sa často vyskytuje v odpadových vodách ropného, hutného, banského a iného priemyslu, je pre kapry smrteľný v dávke 5 mg/l pri 20-hodinovom pôsobení. Pri malej koncentrácii 1 mg fenolu v 1 l, ale trvalom pôsobení, ryby síce nehynú, ale ich mäso zapácha a nedá sa konzumovať.

Sulfán je ďalším prudkým jedom; v koncentrácii 24 mg/l usmrčuje kapra za hodinu a škodlivý je už pri 6 mg/l. Aj chlór v množstve 5 mg/l vody pôsobí hynutie kaprovitých rýb.

Na ničenie neželateľného hmyzu a burín sa používajú pesticídy a herbicídy. Sú založené zväčša na báze systémových jedov. V silnejšej koncentrácii, ako je povolená, môžu pôsobiť negatívne na postihnuté ryby.

Voda nevhodnej kvality, ak sa používa pre rybníky, musí sa pred použitím upraviť. Najbežnejšie zásahy sú: prekysličenie, zmena reakcie, vylúčenie železa a dezinfekcia vody.

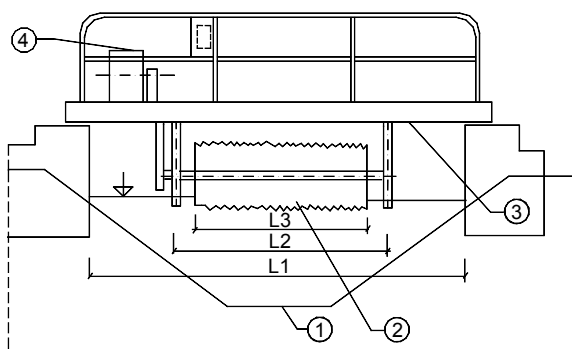
Úprava a čistenie vody pre rybochovné účely. K odstráneniu nečistôt sa používa sedimentácia, filtrácia, flotácia. Úprava vody pre rybochovné účely sa zásadne líši od úpravy pitnej vody tým, že sa nepoužívajú chemické činidlá na čistenie a koaguláciu (zhlukovanie) ani na dezinfekciu vody. Dôvody sú ekonomické a tiež vyplývajúce zo škodlivých vplyvov zvyškov chemických činidiel na ryby. Hrubé nečistoty sa zachytávajú na hrabliciach, v lapáku piesku, tuku a podobne. Látky schopné sedimentácie sa zachytávajú v usadzovacích nádržiach. Na filtráciu vody pre rybochovné účely sa používajú štrkové a pieskové filtre. Bežné zanesenia filtrov sa odstraňuje intenzívnym prepláchnutím, silné zakolmatovanie vyžaduje výmenu náplne a jeho regeneráciu. V rybníkárstve sa uplatnili aj filtre s plávajúcou náplňou. Filtračná náplň je pridržiavaná zhora pod hladinu vody filtračným medzi dnom a filtračná voda prúdi obvykle zdola hore. Náplň býva obvykle z polystyrénu. Upravovacie jednotky tohto typu sa veľmi dobre osvedčili pre rybochovné účely, k úprave povrchovej a podzemnej vody pre liahne a odchovy.

Flotáciou sa odstraňujú suspendované (rozptýlené) častice vo vode pomocou vzduchových bublín rozptýlených vo vode, ktoré tieto častice vynášajú k hladine. Zhluky nečistôt majú potom na hladine charakter peny, ktorá sa odstráni.

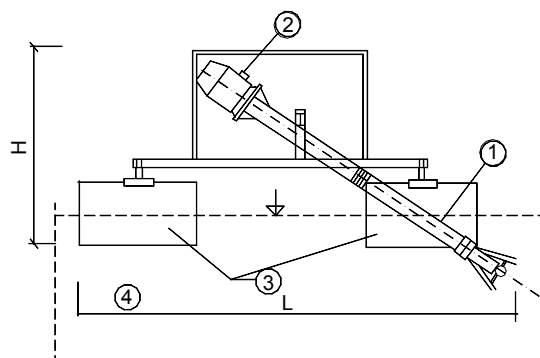
Prekysličovanie vody. Technologické zariadenia na obohacovanie vody kyslíkom sa delia na gravitačné, povrchové, difúzne, turbínové a kombinované. Pri gravitačnom prevzdušnení sa voda triešti na kvapky, zväčšuje sa povrchová styčná plocha vzduch – voda, a tým dochádza k zvýšeniu rýchlosti prestupu vzdušného kyslíku do vody. Pri vlastnom prepade dochádza navyše k strhávaniu značného množstva vzduchu. Zariadenia na gravitačné obohacovanie vody kyslíkom tvoria prepady, kaskády, rôzne aeračné veže a prevzdušnenie ponoreným lúčom.

Povrchová aerácia rozrušuje hladinu a takto dochádza k zväčšeniu povrchu vody, a tým k prevzdušneniu. Povrchová aerácia sa zaisťuje povrchovými aerátormi s vertikálnou alebo horizontálnou osou rotácie. Rýchlosť prestupu kyslíka závisí na hĺbke ponorenia obežného kola, jeho priemere a počte otáčok, celkového množstva prevzdušňovanej vody a jej zloženia, veľkosti prevzdušňovanej nádrže, obsahu rozpustného kyslíka pred aeráciou a konštrukcii aerátora.

Difúzna aerácia predstavuje dodávanie vzduchu mikrobublínkovou aeráciou; prestup kyslíka do vody je difúziou stykovými plochami. Jemnobublínkové prevzdušnenie možno dosiahnuť pomocou mikroporéznych trubíc a poréznych materiálov. Turbínová aerácia spočíva z vháňania vzduchu do prúdu čerpanej vody. Zmes vody a vzduchu prichádza do difúzoru, kde dochádza k prestupu kyslíka do vody.



Obr. 3.1 Prevzdušňovací valec na prívodnom kanále



Obr. 3.2 Hladinový tryskový aerátor

1 – kanál, 2 – valec, 3 – lavička, 4 – motor

1 – aerátor, 2 – elektromotor, 3 – nosné plaváky, 4 – rybník

Úpravu pH vody možno zaistiť dávkovaním hydroxidu vápenatého (vápenného mlieka).

Teplotu vody pre rybníčné účely možno upravovať len v obmedzenom rozsahu. Najjednoduchším spôsobom je miešanie oteplenej vody s neoteplenou, kde sa využívajú zdroje teplých vôd chladiacich okruhov elektrární, kompresných staníc, mliekarní a podobne. Ohrev vody je ekonomicky náročný, preto ho možno odporučiť len v obmedzenej miere – napríklad pre liahne.

Dezinfekcia vody. Intenzívny chov rýb vyžaduje zdravotné veterinárne zabezpečenie proti inváznym infekčným chorobám a parazitárnym ochoreniam. V rybníčných objektoch sa nesmie používať chlór ani jeho zlúčeniny. Pre veterinárne zdravotné zabezpečenie je možné použiť ozón, alebo ultrafialové žiarenie.

Vplyv rybníkov na životné prostredie. Hospodárska produkcia na rybníkoch spätne ovplyvňuje životné prostredie a preto podlieha zákonom a nariadeniam ochraňujúcim kvalitu vody. Hospodárenie na rybníkoch, ktoré sú svojim stavebným riešením predurčené na komerčnú produkciu rýb, je zložitou záležitosťou, najmä z hľadiska bilancovania a dodávania živín za účelom zvýšenia prirodzenej produkcie biomasy využiteľnej rybami. Pri zaužívanej technológii chovu štandardných druhov rýb kapor obyčajný (*Cyprinus carpio*) tvorí až 95%. Predpokladaná ročná produkcia je 300 až 500 kg rýb z 1 ha. Podľa údajov rybárov zaoberajúcich sa komerčnou produkciou, pri optimálnom hnojení, kŕmení, kosení, odbahňovaní a obsádke rýb, môže produkcia rýb dosiahnuť až trojnásobok tejto hodnoty. Je však zrejmé, že pri maximalizovaní výnosov nie je zväčša možné plnenie požiadaviek ochrany prírody.

Z rybárskeho hľadiska produkciu rýb ovplyvňuje cieľavedomá optimalizácia úrovne niektorých dôležitých biogénnych prvkov ako sú uhlík (C), dusík (N), fosfor (P), vápnik (Ca), manipulácia s výškou vodnej hladiny, zásahy do porastov. Nesprávna manipulácia s makrovegetáciou (napr. celoplošné likvidovanie trstiny) ma veľmi negatívny vplyv na biodiverzitu rybníka. Naopak, ekologicky odborne podložená manipulácia môže prispieť k zvýšeniu samočistenia ako aj celkovej funkčnosti ekosystému.

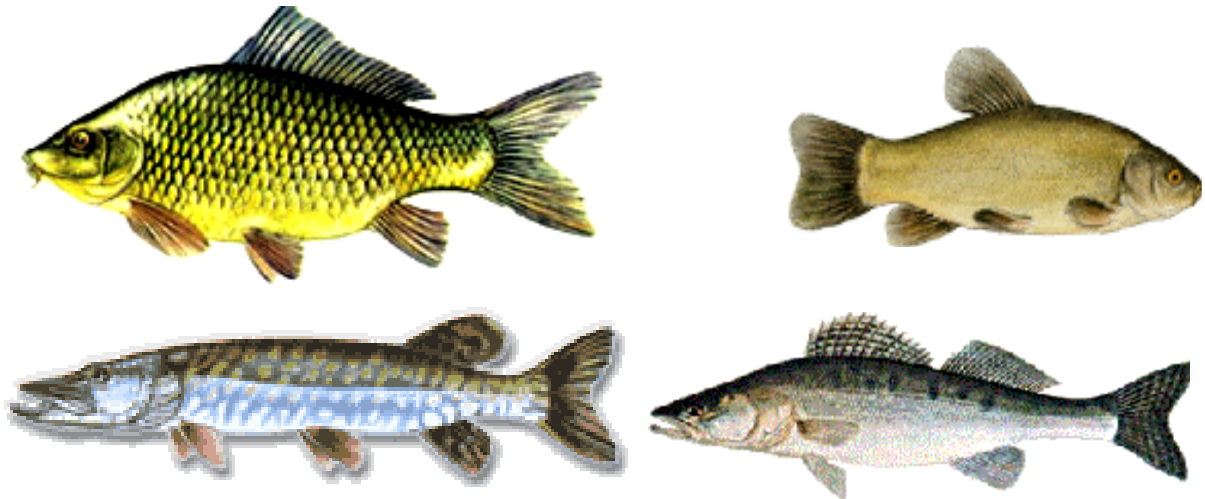
V kombinácii s negatívnymi následkami vysokého znečistenia vôd, vrátane rybníkov, na živú prírodu, osobitne vysoko citlivé druhy rastlín a živočíchov (s úzkou ekologickou valenciou), je potrebné zdôrazniť, že ochrana prírody a rybné hospodárenie sú spolu vzájomne prepojené a je nutné riešiť otázku ich integrácie smerom k ekologicky trvale udržateľnému manažmentu rybníkov.

3.2 Teplovodné rybníkové hospodárstvo

V teplovodných rybníkoch prevažuje chov kapra. Kapor obyčajný sa vyvinul z riečneho (sazan). Je pre neho charakteristická dobrá rozmnožovacia schopnosť, dobrá rastová schopnosť (ak rastie rýchlejšie je vyšší, inak je pretiahnutejšieho tvaru), odolnosť voči chorobám, výborná kvalita mäsa. Čel'ad' kaprovitých rýb zahŕňa asi 1200 druhov rýb. Mnohé sú celkom malé a známe ako tzv. biele laebo burinové ryby, iné zas ako športovo lovené ryby. Kaprovité ryby nemajú zuby v čelustiach, ale rad pažerákových zubov, ktorými filtrujú a rozomieľajú potravu. Niektoré z drobných druhov kaprovitých rybiiek sú známe aj ako akváriové rybky. Rad veľkých druhov tejto čel'ade sa pestuje v rybníkoch v Ázii. Z Japonska

je známe pestovanie ozdobných koi kaprov. Dôležitou stolovou rybou v Indii je katla, ktorá sa živí rozkladajúcimi sa rastlinami, riasami a drobnými živočíchmi. Dôležitým čínskym druhom je amúr biely, ktorý žerie akýkoľvek rastlinný materiál.

Medzi najdôležitejšie kaprovité ryby u nás patrí mrena riečna (*Barbus barbus*), jalec halvatý (*Leuciscus cephalus*), plotica obyčajná (*Rutilus rutilus*), pleskáč vysoký (*Abramis brama*), karas obyčajný (*Gobio gobio*), lieň obyčajný (*Tinca tinca*) a iné.



Obr. 3.3 Ryby teplovodného rybnikárstva: – kapor, lieň, prípadne štika alebo zubáč obyčajný ako dravci na likvidáciu burinných rýb

Najznámejším druhom je však kapor obyčajný (*Carpio carpio*).Kapor obyčajný dosahuje veľkosť až vyše 1 m a hmotnosť vyše 20 kg. Neresí sa na jar, ak je to možné na čerstvo zaplavených lúkach. Samička znáša až milión ikier vo viacerých dávkach. Pri neresení ju sprevádza vždy niekoľko samcov. Vyliahnutá mláď sa spočiatku živí planktónom. V dospelosti sa kapor živí faunou dna. Obýva mierne tečúce rieky a ich inundačné zóny; žije i v jazerách. Vyskytuje sa v riekach prímoria Stredozemného, Čierneho, Kaspického a Aralského mora, žije tiež v jazere Issyk-Kul (stredná Ázia). Výborné vlastnosti a kvalitu mäsa kapra poznali už starí Rimania, ktorí mali pri Dunaji v prvom storočí pred našim letopočtom početné osady a tábory. Prví začali prechovávať kapry v osobitných rybníkoch. Po úpadku Rímskeho impéria pokračovali v domestikácii kapra stredovekí mnísi. Vyše tisícročným chovom a šľachtením vznikol rybničný kapor, ktorý sa od divého líši vyšším telom a tiež tým, že sa prispôbil životu v stojatých vodách. Rozoznávame niekoľko foriem domáceho kapra, predovšetkým však šupinatú, zrkadlovú a lysú formu. Kapor je hospodársky najvýznamnejšou európskou rybou. Ročný úlovok divého i domáceho kapra v Európe je okolo 190 000 t.

Kapry sa rozmnožujú pri teplote vody 17 °C. Produkcia ikier predstavuje 150 až 200 tisíc kusov na 1 kg hmotnosti ikernačky, ktorá dospieva vo štvrtom roku. V potrave u malého kapra prevláda planktón, v dospelosti prechádza na živočíšnu potravu a možno ho umelo prikrmovať. Kapor najintenzívnejšie prijíma potravu pri teplote vody 20 až 28 °C a pri teplote okolo 2 až 4 °C takmer neprijíma potravu a obmedzuje životné pochody.

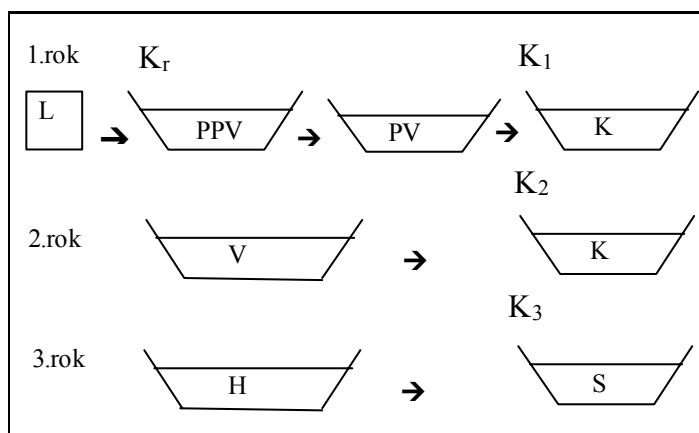
Z vedľajších rýb teplovodných rybníkov je lieň obyčajný. Túto kaprovitú rybu nájdeme v celej Európe okrem severnej Škandinávie, severnej časti Škótska a západnej časti Balkánskeho poloostrova. U nás je jednou z najznámejších rýb. Žije v riekach, slepých

ramenách, vo vodách na záplavovom území a je chovnou rybou. Zvykol si aj na vody priehradných nádrží. Rastie približne päťkrát pomalšie ako kapor. Dosahuje maximálnu hmotnosť okolo 1 kg, ako konzumná ryba prichádza na trh s hmotnosťou 250 g, ktorú dosahuje vo veku 4 až 5 rokov. Niektorí jedinci môžu dorásť veľkosti 60 cm a hmotnosti až 4 kg. Je menej náročný na kyslík ako kapor, dokáže prežiť aj kritické stavy. Živí sa potravou dna.

Z dravých rýb sa nasadzuje do rybníkov štika obyčajná a zubáč. Pri dostatočnom množstve burinných rýb rastie štika rýchlo, v druhom roku dosahuje hmotnosť 600 až 800 g, v treťom 2 až 3 kg. Zubáč sa živí podobnou potravou ako štika. V druhom roku dosahuje hmotnosť 250 až 500 g, v treťom 0,1 až 1,0 kg. Darí sa mu v rozľahlých a hlbokých nádržiach s čistou kyslíkatou vodou a tvrdým dnom.

V súčasnosti sú aklimatizované niektoré fytofilné (raslinomilné) druhy rýb. Je to predovšetkým tolstolobik biely a pestrý, ktorý je konzumentom fytoplanktónu a ďalšieho rastlínstva rybníka. Rastie rovnako rýchlo ako kapor, dorastá až do jedného metra a dosahuje hmotnosť 16 kg. Amur biely dosahuje dĺžku až 122 cm a dosahuje hmotnosť 32 kg. Živí sa vyšším vodným rastlínstvom. Rýchlosť rastu je ako u tolstolobika podmienená vyššou teplotou vodného prostredia.

Pokiaľ ide o chov tržnej ryby (kapra) prevažuje v našich podmienkach chovný cyklus (plôdik až konzumná veľkosť ryby) 3 ročný, prípadne 2 ročný. V ucelenom rybníkárstve môže byť viacero druhov rybníkov, do ktorých sa v priebehu chovu kapry premiestňujú zobrazených na časovej schéme chovného cyklu na obrázku 3.4.

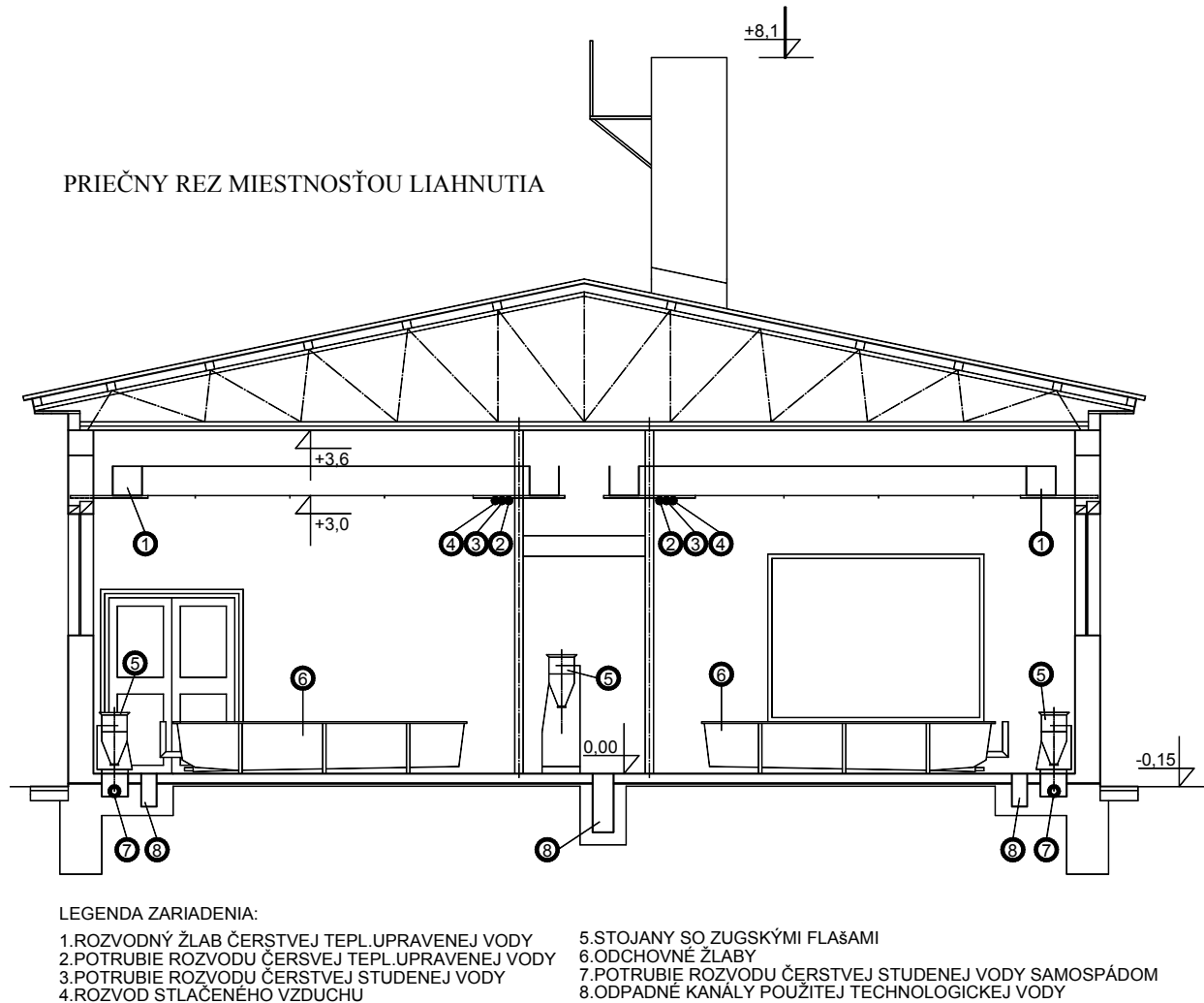


Obr. 3.4 Schéma 3 ročného chovného cyklu kapra: L – liahne, PPV – plôdиковé predvýťažníky, PV – plôdиковé výťažníky, V – výťažníky, H – hlavné rybníky, K – komorové, S – sádky

Plôdik kapra sa získava hromadným vytieraním generačných rýb – staročeská metóda, skupinovým alebo párovým výterom – Dubraviova metóda a v súčasnej dobe takmer výlučne umelým výterom.

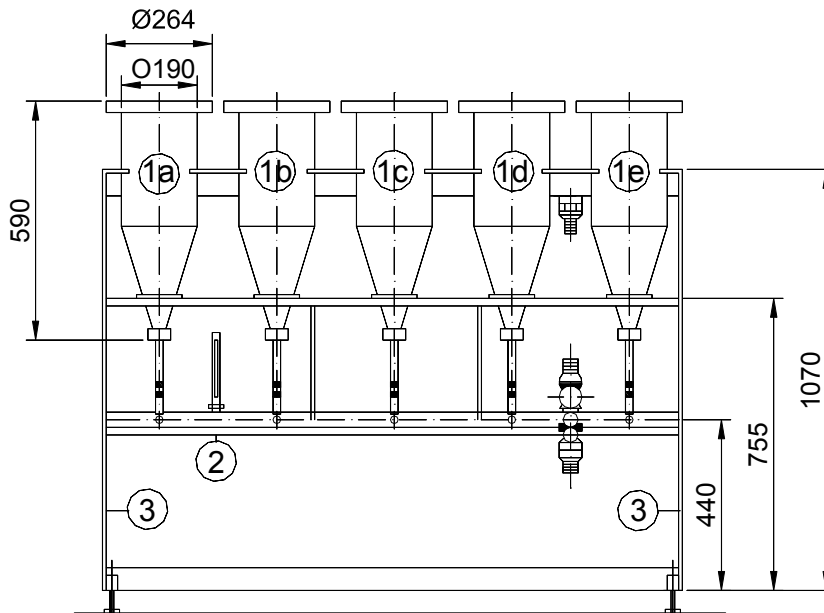
Pri tzv. staročeskej metóde sa používajú na výter trecie rybníky o výmere do 0,05 km² s priemernou hĺbkou 0,6 až 0,8 m. Keď teplota vody dosiahne 15 °C vysadzuje sa na 0,01 km² zátopovej plochy 6 až 12 generačných rýb na 1 ha v pomere 1 ikernačka a 2 mlieče. Po oteplení vody na 18 °C dôjde k výteru. Z oplodnených ikier sa podľa teploty vody za 4 až 7 dní vyliahne plôdik s žltkovým vačkom. Nevýhodou metódy je neistý výsledok a malá výťažnosť 3000 až 8000 kusov plôdiku s váhou 5 až 40 g.

Pri Dubraviovej metóde prebieha výter v malých liahňových rybníkoch s plochou 50 až 200 m² s hĺbkou 50 až 120 cm. Dno aj boky sú zatrávnené. Voda sa filtruje cez štrkový filter, aby bolo zabránené preniknutiu dravých rýb. Do liahňových rybníkov sa nasadzuje jedna ikernačka a dva mlieče. Po výtere sa generačné ryby vylovia. Za 8 až 15 dní po výtere spotrebuje vyliahnutý plôdik polovicu žltkového vačku a musí byť premiestnený do plôdikového výťažníka. Od jednej vytretej ikernačky sa odchová 80 000 až 150 000 kusov.



Obr. 3.5 Priechy rez liahňou

Pri odchove plôdika umelým výterom sa generačné ryby umiestňujú do manipulačných rybníčkov oddelených podľa pohlavia. Po dozretí ikier sa umelo vytrie niekoľko ikernačiek a zodpovedajúci počet mliečov. Od jednej ikernačky sa získa 500 až 800 tisíc ikier, od mliečniaka 5 až 70 ml ejakulátu. Oploďnenie sa prevedie miešaním 200 cm³ ikier a 4 až 6 cm³ mlieču s fyziologickým roztokom. Oploďnené ikry sa musia niekoľko krát prepláchnuť roztokom močoviny s prídavkom tanínu a potom čistou vodou, aby sa odlepili a nedošlo k vzájomnému zlepeniu a úhynu.



Obr. 3.6 Schéma usporiadania batérie Zugských fliaš 1 – fľaše, 2 – prívod vody, 3 – kovový stojan

Vlastná inkubácia prebieha v tzv. Zugských fľašiach. Tieto majú objem 9 litrov a umiestňujeme do nich 2 až 3 l napučaných ikier. Zospodu do nich prúdi dobre prekysličená voda. Najvhodnejšia teplota stáleho prietoku čistej okysličenej vody je 20 °C. Po vyliahnutí plôdika, t.j. asi za tri dni sa zvýšením prietoku postupne vyplaví do laminátových žľabov, v ktorých sú umiestnené rámčeky (kolísok). Počet žľabov a kolísok je dimenzovaný tak, aby na jednu fľašu pripadol jeden rámček s plochou 0,5 m². Po 4 až 5 dňoch začína plôdik, ktorý bol do tejto doby prichytený na stenách rámčeku, plávať. Plôdik sa vyloví a premiestni do plôdikových výťažníkov.

Plôdikové výťažníky I. triedy sú plytké rybníky s rozlohou 1 ha s priemernou hĺbkou 0,4 m s úrodným dnom a maximálnou zásobou prirodzenej potravy. Za 4 až 6 týždňov plôdik dorastie do veľkosti 4 až 6 cm. Straty sa pohybujú od 50 do 70 % osádky. Po uvedenej dobe je plôdik vylovený a umiestnený do plôdikových výťažníkov II. Triedy, ktoré majú plochu 0,02 až 0,05 km² a priemernú hĺbku 0,6 až 0,8 m a majú v najnižšom mieste pri hrádzi lovisko. Plôdik v ňom zostáva do jesene, alebo pri dostatočnej hĺbke pri hrádzi min. 1,5 m až do jari budúceho roku. Dorastá do dĺžky 7,5 až 14 cm a kusová váha sa podľa prikrmovania pohybuje od 14 do 107g. Pri jesennom výlove sa plôdik premiestňuje do plôdikových komôr.

Plôdikové komory sú malé rybníky s plochou 0,5 až 1 ha. Ich minimálna hĺbka je 1,5 až 2,0m, dno má mať čo najmenej organického bahna. Vodu v komore je treba vymeniť za 10 až 20 dní. Špeciálne komory sú betónové nádrže umiestnené v hale. Voda pre zásobenie komôr sa upravuje, prekysľuje a sterilizuje. Doba výmeny vody podľa Kouřila sa vypočíta zo vzťahu 3.1:

$$t = \frac{V(C_a - C_p - B)}{WO} \quad (3.1)$$

kde:

V – objem vody v nádrži,

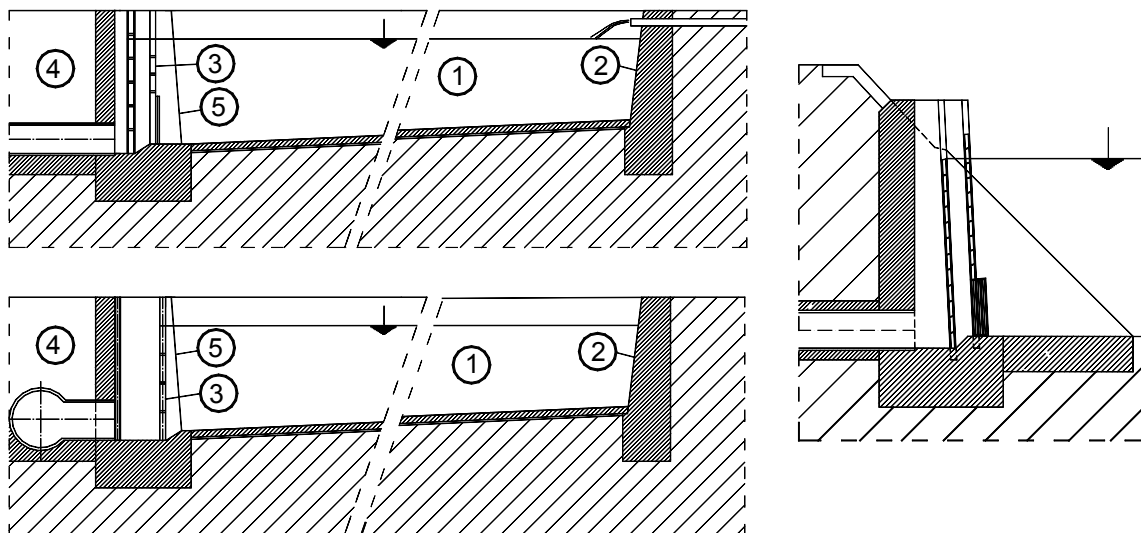
- C_a – obsah rozpustného O_2 ,
- C_p – prahová hodnota rozpustného kyslíka pre komorové druhy rýb,
- B – biologická spotreba kyslíka,
- W – hmotnosť obsádky,
- O – spotreba kyslíka na 1 kg obsádky pri danej teplote za 1 hodinu.

Pri tomto spôsobe zimovania činia straty plôdikov 4 až 8% pri bežných komorových rybníkoch by nemala presiahnuť 20%.

Výtlačníky. V druhom roku sa vysádzajú ročné plôdiky do výtlačníkov. Výtlačníky sa navrhujú veľkosti 5 až 20 ha s hĺbkou 0,8 až 1,5 m. Do jesene sa v nich získa kapria násada s kusovou hmotnosťou 250 až 500g. Po jesennom výlove sa premiestňuje násada do násadových komôr, kde prezimuje.

Hlavné rybníky. Trhový kapor sa chová v hlavných rybníkoch s plochou 5 až 100 ha. Na 1 ha sa dáva 300 až 1000 kaprich násad K_2 , do väčších rybníkov sa nasadzuje na dva roky plôdik K_1 .

Sádky sú malé nádrže s plochou od 200 do 800 m² a slúžia k dočasnému uskladneniu rýb určených pre trh. Priemerná hĺbka sa navrhuje okolo 1,8 – 3,0 m. Sádka máva obdĺžnikový pôdorys s pomerom strán cca 2:3, ktorý zaručuje rovnomernú výmenu vody. Prítok a odtok sa umiestňujú na protiľahlé konce dlhšej osy. Dno sádok má byť tvrdšie, nie však dláždené, ílovité pre kapra, piesčité a lebo štrkové pre pstruhov. Pri teplote vody 2 až 4 °C a dostatku kyslíka je potrebné v sádke vymeniť vodu za 8 až 12 hodín. Na 100 kg rýb sa počíta v zime 0,25 až 0,5 m³ vody, v teplejšom období musí byť množstvo vody v väčšie.



Obr. 3.7 Usporiadanie sádky 1 – sádka, 2 – oporný múr, 3 – mních, 4 – odpadové potrubie, 5 – hrablice

3.3 Studenvodné rybníkové hospodárstvo

Typickými studenvodnými rybami u nás sú pstruh potočný a dúhový, lipeň, hlaváčka podunajská, sivoň americký. Najvhodnejšou rybou pre chov je pstruh dúhový.



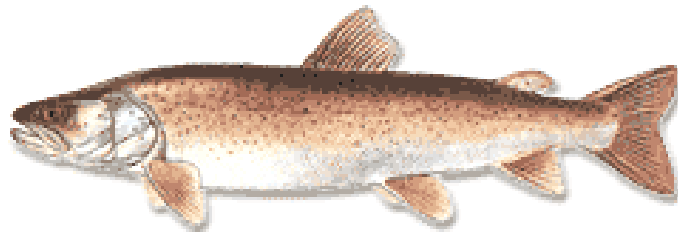
pstruh dúhový



pstruh potočný



lipeň obyčajný



hlavátka podunajská



sih severný



sivoň americký

Obr. 3.8 Chované ryby studenovodného rybnikárstva

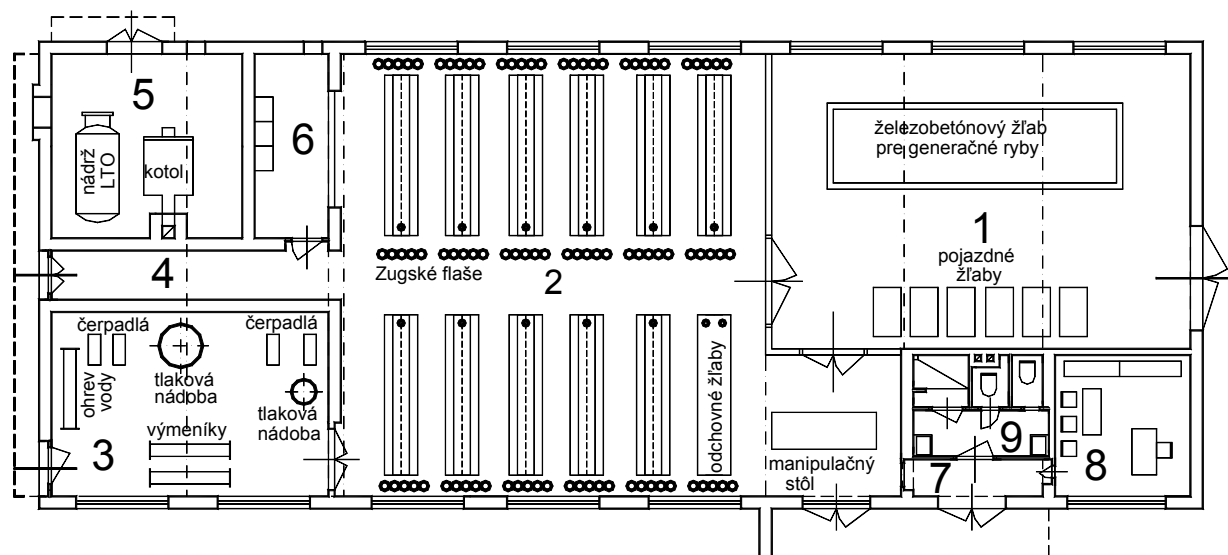
Pstruh dúhový je u nás najrozšírenejšou rybou umelého chovu. Znáša vyššie teploty než pstruh obyčajný, je menej náročný na obsah kyslíka, lepšie prijíma potravu a nevádi mu ani mäkkšie dno. Boky, chrbtovú a chvostovú plutvu má posiate tmavými škvrnami. Pozdĺž bokov sa mu tiahne purpurový a červený pás. Ikernačka produkuje asi 1000 až 2000 ikier na 1 kg hmotnosti. Umelý výter, oplodnenie, liahnutie ikier a počiatočný odchov plôdika prebieha v liahňach. Kritériá na kvalitu vody pre liahne ikier lososových rýb sú náročné. Teplota vody v liahňach by nemala presiahnuť 8 až 10 °C, obsah kyslíka 10 až 15 mg O₂ l⁻¹ a mala by mať neutrálne pH. Ikry lososových rýb sú veľmi citlivé na prítomnosť zlúčenín ťažkých kovov a dvojmocného železa.

Pstruh potočný. Všade tam, kde žije alebo kedysi žil pstruh morský, sa vytvorili jeho stále sladkovodné populácie, ktoré prestali migrovať do mora. Migrujúce a stále sladkovodné populácie však môžu spontáne prechádzať jedna v druhú. Ak žijú v tečúcich vodách, vytvárajú tzv. pstruhy potočné, ak v jazerách – pstruhy jazerné. Potočné pstruhy dosahujú dĺžku 500 mm a hmotnosť 1 kg, vzácne do 2 kg, jazerné do 6 kg, výnimočne aj 30 kg. Pstruh sa vyskytuje v tokoch s chladnou, prekysličenou čistou prúdiacou vodou, ale aj vo vyššie položených čistých a chladných nádržiach. Jedna ikernačka má v priemere 1 až 2 tisíc ikier na 1 kg hmotnosti. Prirodzenou potravou dospelých pstruhov je bentos, hmyz a drobné ryby.

Hlavátka podunajská. Hlavátka podunajská je našou najväčšou lososovitou rybou a dorastá do 1,3 m a 20 – 25 kg, vzácne do 1,8 m a 60 kg. Telo má štíhle, hnedé alebo medenočervené až fialovočierne, posiate čiernymi škvrnami. Neresí sa na jar. Je stálym sladkovodným druhom, endemitom horských a podhorských tokov dunajského povodia. V dôsledku silného znečisťovania a úprav vodných tokov zanikajú jej neresiská, takže jej

hrozí vyhynutie. V mnohých vodách sa udržiava iba vďaka umelému chovu. Má veľmi kvalitné mäso. Je cennou športovou rybou.

Chov pstruha dúhového. Pre získanie oplodnených ikier je treba chovať potrebný počet generačných pstruhov v menších rybníčkoch. Asi mesiac pred výterom sa generačné ryby rozdelia podľa pohlavia a vo vhodnom termíne sa podrobia umelému výteru. Umelý výter, oplodnenie a liahnutie ikier ako aj počiatočný odchov plôdiku prebieha v liahňach.



Obr. 3.9 Schéma liahne rýb 1 – miestnosť generačných rýb, 2 – liahňa, 3 – miestnosť vodného hospodárstva, 4 – chodba, 5 – kotolňa, 6 – elektrorozvodňa, 7 – predsieň, 8 – kancelária, 9 – hygienické zariadenie

Prístroje na liahnutie ikier musia zabezpečiť rovnomerné rozdeľovanie vody, ľahkú obsluhu, ekonomickú prevádzku s minimálnymi stratami. Materiál nesmie negatívne vplývať na ikry a plôdik pstruha. Osvedčili sa napríklad Clarkove – Wiliamsove prietočné žľaby vyrobené z laminátu. Do žľabov s dĺžkou 2 až 4 m, šírke 0,3 až 0,5 m a výške 0,3 m sa vkladajú vložky s ikrami. Priehradky rozdeľujúce žľaby umožňujú vertikálnu cirkuláciu vody cez ikry. Pri plnej kapacite sa v nich môže liahnuť 200 tisíc až 250 tisíc ikier pstruha pri prietoku asi 10 l min^{-1} . Po vyliahnutí plôdika sa liahňová vložka odstráni a žľaby sú vhodné aj pre počiatočný odchov plôdika.

Pri liahnutí pstruha dúhového sa tiež používajú Zugské fľaše valcového tvaru s objemom 6 až 9 litrov. Do jednej Zugskej fľaše je možné umiestniť 30 až 40 tisíc kusov ikier.

Vyliahnutý plôdik žije s obsahom žltkového vaku, a asi po 120 až 200 °D (°D je násobok priemernej dennej teploty a počtu dní), začína prijímať potravu. Potom sa plôdik odchováva v prietočných laminátových žľaboch s dĺžkou 4 až 6 m, šírkou 0,5 až 0,6 m, hĺbkou 0,5 až 0,7 m, v štvorcových laminátových alebo hliníkových nádržiach so zaoblenými rohmi $2 \times 2 \times 0,6 \text{ m}$, v kruhových nádržiach s priemerom 2 až 2,5 m hĺbkou 0,5 až 0,7 m. Do žľabu sa dáva približne 25 000 kusov vyliahnutého plôdika na 1 m^3 vody. Výška vody v žľabe je z počiatku 0,1 až 0,25 m, postupne ako plôdik rastie, zvyšuje sa na 0,4 m a počiatočný prietok 20 až 50 l min^{-1} na konečných 80 až 120 l min^{-1} . Prítok vody by mal umožniť výmenu vody až 70 krát za deň. Dobrú výmenu zaisťuje prietok celým profilom žľabu.

Pri odchove v liahňach sa získa za 4 až 6 týždňov rýchlený plôdik, ktorý je možné presadiť do priestornejších nádrží mimo liaheň, na čo sa používajú betónové žľaby. V starších rybníkárstvách sa používajú aj rybníky, v ktorých je hustota násady s kusovou hmotnosťou 1 g asi 100 rýchlených plôdikov na 1 m² zatopenej plochy. Do rybníkov je prítok 20 ls⁻¹ na 100 tisíc kusov vysadeného plôdika. Na jeseň sa lovia ryby s hmotnosťou 8 až 10 g. Straty pri odchove plôdika po roku sú 15 až 20 %. Za celé obdobie odchovu ročnej ryby je potrebné počítať pri normálnych podmienkach so 40 až 60 % stratou.

Na jar sa ročné ryby podľa potreby presadia do hlavných odchovných nádrží a kliebok, ktorými sú betónové žľaby, v starších rybníkárstvách sú to pstruhové rybníky a náhony. Hĺbka vody býva v rozmedzí 0,9 až 1,6 m. Alternatívnym riešením je kliebkový odchov.

Studenovodné rybníkárstvo má vysoké požiadavky na vodu. S intenzifikáciou chovu rýb stúpajú nároky na vodu natoľko, že výroba rýb nie je obmedzená objemom nádrže, ale veľkosťou prítoku vody. V intenzívnom rybníkárstve s hustotou rýb nad 50 kg na 1 m³ je potrebné vymeniť vodu päťkrát až desaťkrát za hodinu, potrebné býva aj umelé prevzdušňovanie v období kyslíkového deficitu.

Intenzívny chov pstruha dúhového. Špeciálne objekty chovu predstavujú chovné technologické zariadenia s vysokými obsádkami až 100, výnimočne aj viac kg živej hmotnosti pstruha dúhového na 1 m³ úžitkového objemu vody. Podľa spôsobu využitia sa delia objekty intenzívneho chovu rýb na prietochné a recirkulačné.

Prietochné objekty predstavujú najjednoduchšie zariadenia tohto typu. Objekty s recirkuláciou vody sú zložitejšie a to ako z hľadiska strojno –elektrotechnického vybavenia, tak meracích, signalizačných a ovládacích zariadení a sú náročnejšie aj na obsluhujúci personál.

Zariadenia s recirkuláciou spotrebujú menej než 10 % vody z množstva potrebného pre prietochné systémy. Recirkulovanú vodu je treba upravovať a čistiť. Recirkulačné systémy môžu byť kryté, čím sa zníži vplyv počasia a nekryté. Chov rýb na recirkulovaných vodách v uzavretých objektoch skracuje dobu chovu a podstatne zvyšuje produktivitu. Tradičný odchov rýb je v zimnom období prerušený a dochádza i k značným stratám prechovávaných rýb. Tržná veľkosť pstruha sa uvažuje od 200 do 300 g; pri optimálnych podmienkach je možné dosiahnuť 200 g za 12 mesiacov. Rast rýb je závislý na genetických vlastnostiach chovaného druhu, teplote a kvalite vody, krmive, množstve kyslíka a ďalších činiteľoch.

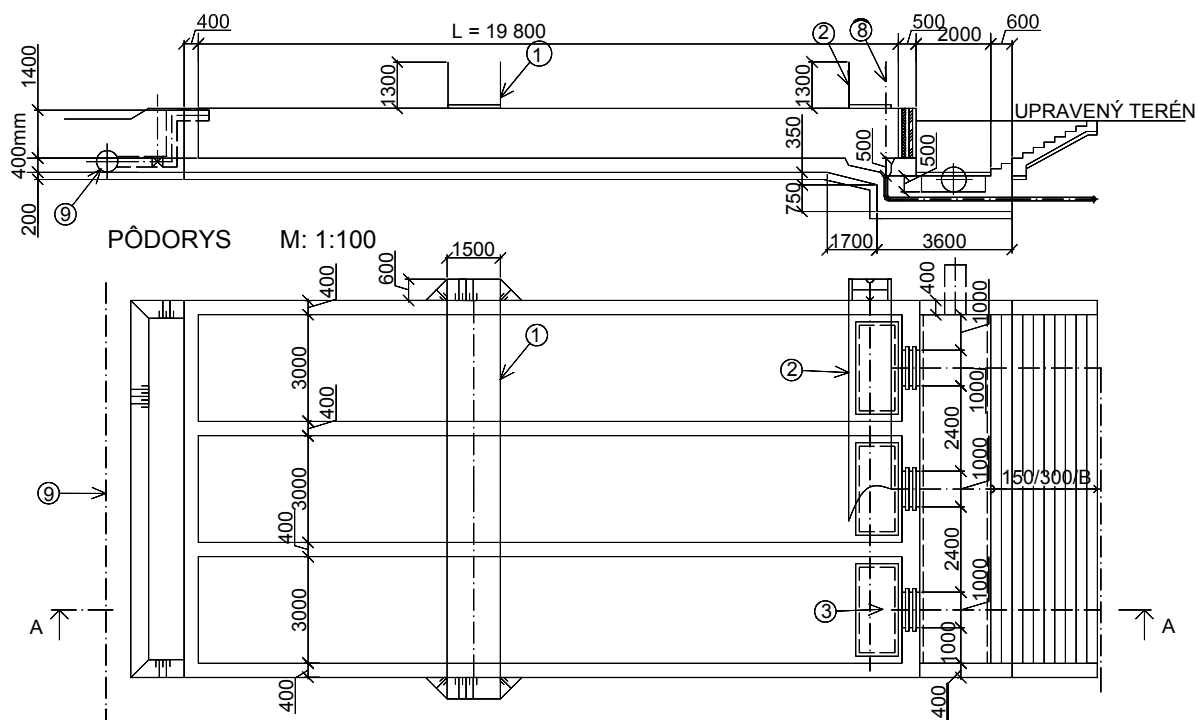
Pri výpočte osádok rýb sa musí počítať so stratami, ktoré sú v ranných štádiách pomerne vysoké, neskôr klesajú. Krmivo sa dávkuje v množstve podľa veľkosti ryby a teploty vody. Množstvo dávkovaného krmiva za deň sa vyjadruje v % hmotnosti ryby. Predpokladom pre spotrebovanie a využitie dávkovaného krmiva je dostatok využiteľného kyslíka vo vode a zodpovedajúca optimálna teplota vody.

Pri návrhu rybníčného objektu sa stanoví množstvo vody z potrebného množstva kyslíku a z hodnoty znečistenia vody spôsobené chovom rýb. Jedným z najvýznamnejších ukazovateľov znečistenia vody je pri chove rýb koncentrácia NH₃ (voľného amoniaku). Orientačne je možné stanoviť potrebné množstvo vody pri hustote obsádky 50 až 100 kg m⁻³ s výmenou vody 5 až 10x za hodinu.

Potreba čerpanej vody Q_F (m³t⁻¹h⁻¹) na tonu rýb v prietochnom systéme sa vypočíta zo vzťahu

$$Q_F = F / (A - B) \quad (3.2)$$

Kde F je potreba kyslíka (gt⁻¹h⁻¹), A – počiatočná koncentrácia kyslíku, B – prípustná koncentrácia kyslíka v odtoku (g.m³).



Obr. 3.11 Schéma chovných žľabov 1,2 – oceľová lavička, 3,4 – oceľový rošt, 5 – kalové potrubie, 6 – hrablice a sieťovina, 7 – dubové hradidlá, 8 – tiahlo uzáveru kalového potrubia, 9 – privodné potrubie, 10 – odpadné potrubie

Chov tržných rýb. Pre chov tržných rýb sú u nás pomerne najviac využívané betónové nádrže a predovšetkým železobetónové žľaby. Šírka týchto žľabov sa najčastejšie pohybuje od 2 do 6 m, dĺžka od 10 do 60 m, hĺbka 1–2 m. Doba výmeny vody býva jeden krát za 15 až 30 min. pri teplote 14–16 °C a obsahu kyslíka vo vode 8 až 12 mg.l⁻¹ a osádke 150 až 200 ks na 1 m³. Pri vyššej osádke je treba zvýšiť výmenu vody. Usporiadanie chovných železobetónových žľabov je znázornené na obrázku 3.9. Vtok je vybavený regulačným zariadením a veľmi jemnými hrablicami, na výtoku je umiestnené výpustné stavidlo s predradeným sitom z nekorodujúceho materiálu.

Pomerne rozšírené sú dlhé prietochné kanály (žľaby) 2 až 4 m široké, dĺžky 60 až niekoľko sto metrov, rozdelené prepážkami na niekoľko sekcií; navrhujú sa železobetónové, sklon dna 3 až 7%. Výmena vody by mala byť 2 až 3 krát za hodinu. Hustota osádky sa pohybuje od 24 do 32 kg.m⁻³. Nevýhodou tohto zariadenia je usadzovanie nečistôt na konci kanálu, alebo na konci jednotlivých oddelení a možnosť rozširovania chorôb.

Kruhové nádrže sú obvykle betónové s priemerom 2 až 12 m. Výmena vody by mala byť minimálne po pol hodine. Sú vhodné na odchov násad a generačných rýb. Nevýhodou je potreba častého čistenia odtoku a pomerne veľké nároky týchto nádrží na zastavaný pôdorys.

Klietkové chovy. Veľkosť klietky býva obvykle 4x3x4 m s užitočným objemom vody aspoň 30 m³. Sieť vyčnieva 1 m nad hladinu vody. Umiestňujú sa v priehradných nádržiach vo vyšších polohách s chladnejšou vodou, upevňujú sa na plaváky a zostavujú sa do batérií. Hĺbka vody pod klietkou je min 3 – 4 m. Osádka ročného plodu sa navrhuje 70 až 100 ks na 1 m³.

Zvislé nádrže (silá) sa vyrábajú zo sklolaminátu, smaltovaného plechu, nerezovej ocele a podobne. Na základe skúseností sa navrhujú s výškou max. 5 m a priemeru 2,5 – 3 m,

ale i väčšie. Prítok vody je spodný a býva v rozmedzí 15 až 30 l.s⁻¹, odtok je z hladiny. Osádka rýb býva až 100 kg.m⁻³. Skúsenosti sú priaznivé, zvlášť čistenie týchto nádrží prebieha samočinne. Priestorovo nie sú tieto nádrže náročné. Systém vyžaduje úplnú recirkuláciu vody, jej čistenie, prekysličovanie, dezinfekciu, prípadne ohrev.

4. ZÁVLAHOVÉ NÁDRŽE A VODOJEMY

Závlahové nádrže zabezpečujú vodu pre závlahu poľnohospodárskych plodín. Oblasti dostatočne zásobované vodnými tokmi, prípadne oblasti ležiace pri veľkých nádržiach majú potrebný objem vody pre rôzne účely vrátane závlah k dispozícii z týchto zdrojov. Väčším problémom je potreba zabezpečiť vodu pre závlahy na miestach, kde sú len málo výdatné toky s minimálnymi prietokmi práve v čase, kedy je závlaha aktuálna. Na zabezpečenie vody pre závlahy miestneho významu, neprevyšujúce niekoľko sto hektárov, sa od päťdesiatych rokov minulého storočia začali budovať závlahové nádrže. Evidujeme asi 200 nádrží tohto typu budovaných pôvodne v organizačnom kontexte tzv. Štátnej melioračnej správy, ktorá neskôr zanikla. Tieto nádrže sa potom dostali do Slovenského pozemkového fondu a neskôr do správy Slovenského vodohospodárskeho podniku. Sú majetkom štátu.

Výstavba závlahových nádrží bola realizovaná podľa požiadaviek poľnohospodárov na vodu a vhodnosti prírodných podmienok na výstavbu. Stavali sa všade tam, kde bola potreba a kde boli vhodné morfológické, geologické a hydrologické podmienky. Ich rozmiestnenie bolo aktuálne v oblastiach, kde bola požiadavka na doplnkovú závlahu, ale nebol dosiahnuteľný dostatočne výdatný vodný zdroj a boli vhodné morfológické podmienky pre stavbu hrádzí. V týchto oblastiach boli zdrojom vody atmosférické zrážky tvoriace zvyčajne odtok z menšieho povodia. V takomto prípade má vodná nádrž nezastupiteľnú funkciu, lebo umožňuje akumuláciu prebytkov vody v čase jej dostatku. Vyrovnanie odtokov sa uskutočňuje pri tomto type nádrží v rámci jedného roku. Nádrže teda akumulujú zvýšené jarné prietoky aby umožnili ich odber na závlahu v čase, keď sú prirodzené prietoky na tokoch nízke.

Závlahová nádrž, okrem svojej dominantnej funkcie, zabezpečuje aj minimálny prietok v koryte pod hrádzou, transformuje povodňové prietoky, umožňuje chov rýb, reakciu a podobne.

Vodohospodárske riešenie závlahových nádrží spočíva v stanovení zásobného priestoru, určení požiadaviek na výpustné, odberné a zabezpečovacie zariadenia, určení vplyvu nádrže na vodný režim toku pod nádržou, postupu plnenia a vyprázdňovania nádrže.

Zásobný priestor sa počíta na jednoročné alebo sezónne vyrovnanie odtoku. Viacročné vyrovnanie odtoku by pri týchto malých nádržiach bolo nevhodné. Pre výpočet odtoku je rozhodujúce kritické obdobie nízkych prietokov, kedy sa vyprázdňuje zásobný priestor a je najväčšia potreba odberu pre závlahu. Ako podklady slúžia spravidla údaje o priemerných mesačných prietokoch v charakteristickom suchom roku, alebo údaje radu rokov za dostatočne dlhé obdobie.

Výpočet objemu zásobného priestoru sa prevádza v mesačných časových krokoch. Pre výpočet zásobného priestoru a pre jeho zmeny v čase pri napustenej nádrži je treba poznať okrem prítoku jednotlivé požiadavky na odber vody z nádrže. Pri viacúčelových nádržiach je odberov viac. Tie môžu byť na závlahu Q_z , vodoprávne zabezpečený prietok Q_v , nadlepšenie pri sezónnych prácach Q_n (cukrovar a podobne) Okrem toho je nutné počítať so stratami. Potom sú požiadavky na odber dané vzťahom:

$$Q_0 = Q_z + Q_v + Q_n + Z \quad (4.1)$$

V zásade sa pri výpočte zásobného priestoru môžu vyskytovať tieto prípady:

- je známy odber a je potrebné nájsť potrebný objem nádrže, zabezpečujúci tento odber,
- objem nádrže sa určí na základe miestnych podmienok a zo známeho objemu sa určí možný odber,

- je potrebné určiť maximálny odber a tomu zodpovedajúci objem na základe známeho prítoku.

Pri výpočte je treba určiť veľkosť zásobného objemu, prevádzkový režim nádrže, dobu vyprázdňovania nádrže a množstvo nevyužitej vody.

Ak poznáme odber je nutné najprv zistiť či prítok postačí na úhradu tohto odberu. Preto sa vypočíta súčet prítokov za skúmané obdobie (napr. za vodohospodársky rok alebo za sezónu) a súčet odberov za uvažované obdobie. Vypočíta sa rozdiel súčtov prítokov a odberov. Pokiaľ je rozdiel záporný nie je možné odber zabezpečiť z daného prítoku a je treba ho znížiť.

Objem zásobného priestoru môžeme vypočítať pomocou tabuľky 6.1, kde časový krok je najčastejšie mesiac, prípadne dekáda. Bilancované obdobie môže byť suchý rok alebo rad rokov napr. 30-ročný. Preliv (kolónka 6) sa aplikuje v prípade, že v nádrži sa prekročí maximálna kóta hladiny navrhnutá v rámci výpočtu ak sa objem hľadá alebo ktorá je daná. V prípade nevyhovujúceho výsledku bilancie sa výpočet opakuje pre zväčšený zásobný objem ak je taká možnosť. Výpočet bilancovania musí zohľadniť potrebu dodržania minimálneho (stáleho) objemu vody v nádrži. V prípade malej vodnosti napájacieho toku a dosiahnutia tohto objemu je potrebné obmedziť odbery z MVN. Tak isto má výpočet zahŕňať významné prvky manipulácie s nádržou, ako je napr. jej vyprázdnenie pred zvýšenými jarnými prítokmi ap.

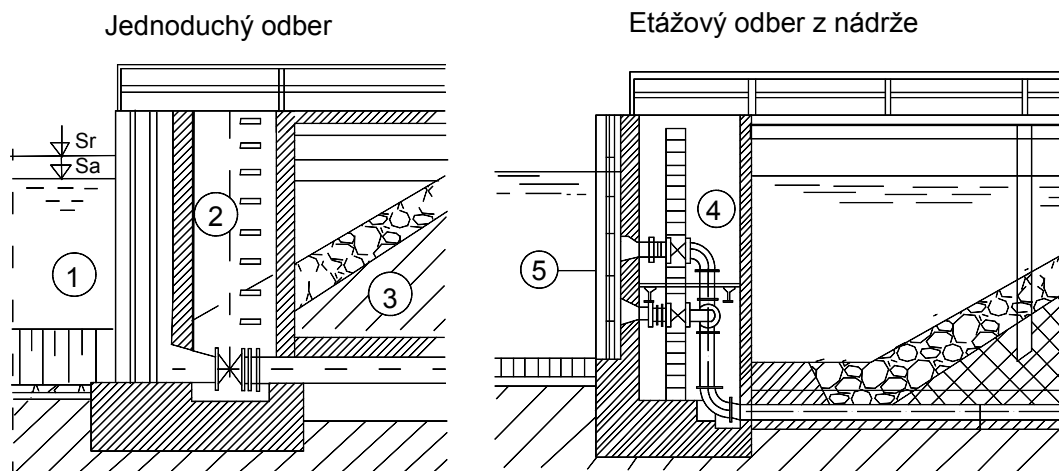
Vodohospodárska bilancia závlahovej nádrže

Tabuľka 4.1

1	2	3	4	5	6	7
časový krok	$Q_{\text{prítok}}$	Q_{odber}	Q_{straty}	Q_{min}	preliv	Stav hladiny vody na konci časového kroku
mesiac	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]
1						
2						
...						

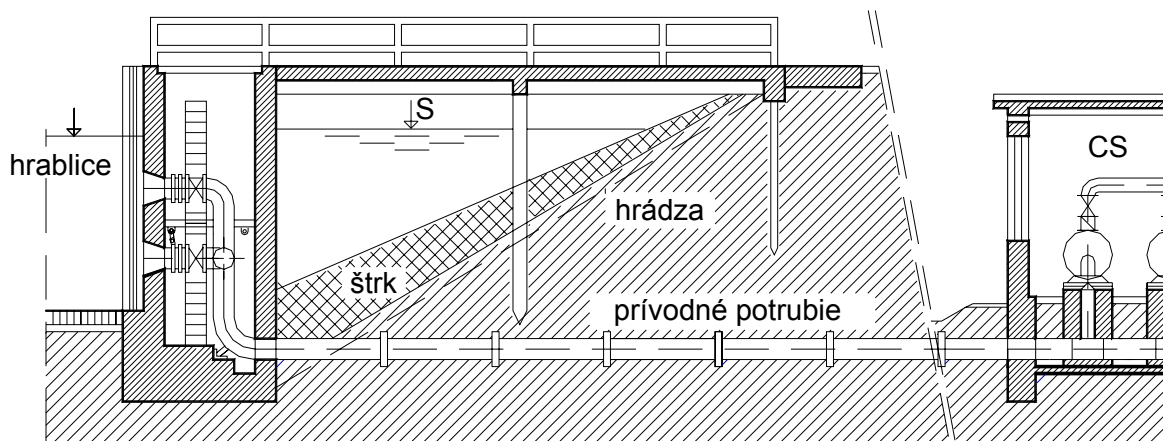
Pokiaľ ide o stavebné usporiadanie závlahových nádrží, sú konštrukčne podobné iným malým vodným nádržiam. Vzhľadom na značné kolísanie hladiny vody, ktoré vyplýva z účelu tohto typu nádrží sa vyhľadávajú pre ich umiestnenie údolné lokality so strmšími svahmi, pri ktorých ani pri väčšom kolísaní hladiny nedochádza k nadmernému obnažovaniu zatopených plôch. V plochých územiach sa okrajové časti závlahových nádrží umelo prehlbujú. Hrádze závlahových nádrží je potrebné spevňovať v celom rozsahu kolísania hladiny a spevňujú sa aj brehy, aby nedochádzalo k ich rozrušovaniu. Ak je to možné, umiestňujú sa závlahové nádrže v strede zavlažovanej plochy aby sa zjednodušil rozvod vody a znížili sa celkové energetické nároky v závlahovej sústave. Priemerná hĺbka závlahových nádrží sa navrhuje podstatne väčšia ako pri nádržiach rybochovných; pri hĺbkach vody nad 6 m sa navrhujú etážové odbery.

Odberné objekty patria k najdôležitejším objektom závlahových nádrží. Umožňujú premenlivý alebo konštantný odber závlahovej vody. Odbery delíme na gravitačné a na odbery s čerpaním. Odberné objekty vybavujeme uzatváracím, regulačným a merným zariadením. Na obrázku 4.1 je schéma gravitačného odberu jednoduchého a etážového pre hlbšie nádrže. Etážový odber sa skladá zo železobetónovej šachty, v ktorej sú umiestnené dva etážové potrubné odbery s uzávermi. Pred vtokom do odberu je umiestnená hrablicová stena.



Obr. 4.1 Jednoduchý a etážový odber zo závlhovej nádrže. 1 – nádrž, 2 – odberný objekt, 3 – odberné potrubie, 4 – etážový odber, 5 – hrablice

Častým spôsobom odberu vody zo závlhovej nádrže patrí odber čerpaním. Čerpacie zariadenie sa umiestňuje pod hlavnú alebo bočnú hrádzu, priamo do nádrže alebo k brehom nádrže. Voda sa odoberá čerpacími agregátmi pevnými, mobilnými, prípadne umiestnenými na plávajúcej čerpacej stanici. Najčastejšie sa používajú pevné čerpacie stanice umiestnené pod hrádzou závlhovej nádrže. Príklad takéhoto riešenia čerpacej stanice je na obrázku 4.2.



Obr. 4.2 Odber závlhovej vody v spojení s nízkotlakovou čerpacou stanicou.

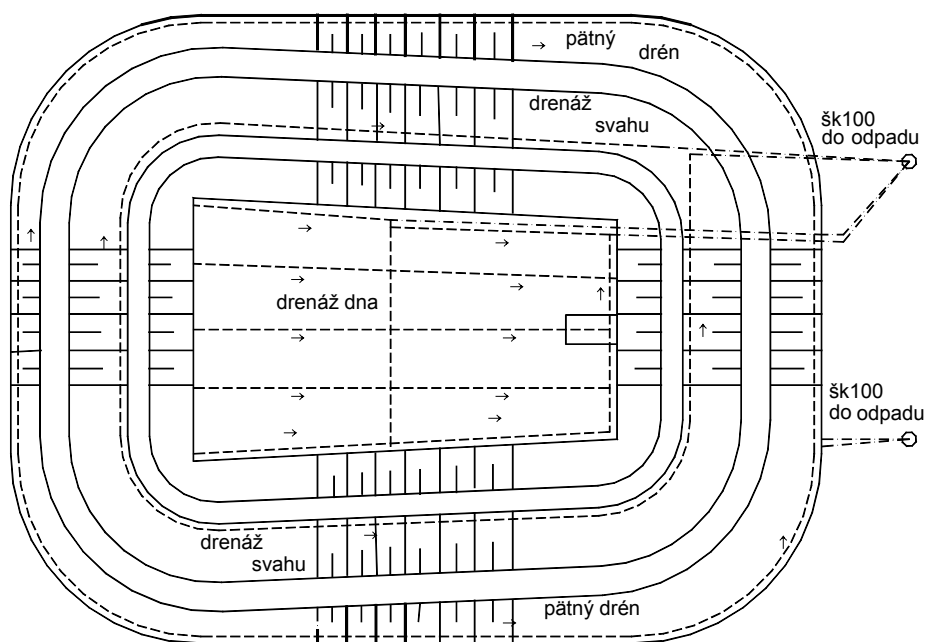
Závlhové vodojemy sú v niektorých prípadoch vhodnou súčasťou závlhových sústav. Podľa spôsobu využitia sa delia na vodojemy s prevažujúcou funkciou akumulácnou, vyrovnávacou, regulačnou, automatizačnou a špeciálnou.

Akumulačné vodojemy slúžia na krátkodobú akumuláciu vody. Navrhujú sa zvyčajne na kopci, aby sa získal potrebný pretlak vody pre rozvod a rozdeľovanie vody na zavlažovanej ploche. Tieto vodojemy sa dimenzujú na niekoľkohodinové až jednodenné závlhové množstvo. Prednosti akumuláčnych nádrží spočívajú v zabezpečení rovnomerného odberu vody, vo vytváraní pohotovostnej zásoby vody pre prípad poruchy, v úhrade strát vody v rúrovej sieti vo vyrovnaní tlakov v rúrovej sieti, zjednodušenej protirázovej ochrane,

vo využívaní lacného nočného prúdu, odstránení výpadku prevádzky v energetických výsečiach, menšej spotrebe potrubného materiálu a podobne.

Úlohou *vyrovnávacích vodojemov* je krátkodobé vyrovnanie prietokov. Potrebu vyrovnania vyvoláva najčastejšie nerovnomerný odber závlahovej vody pri konštantnom prítoku vody zo zdroja. Vyrovnávací vodojem môže plniť aj funkciu akumuláciu.

Z konštrukčného hľadiska sa delia závlahové vodojemy na podzemné, v úrovni terénu a nadzemné. Konštrukciu, ktorá sa najčastejšie vyskytuje sú zemné vodojemy v úrovni terénu. Tieto vodojemy sa navrhujú vo výkope, alebo v násype, prípadne len vo výkope. Vodojem sa skladá zo zemnej hrádze, z opevnenia a tesnenia svahov a dna, z odvodnenia dna, nápušného a odberného objektu, bezpečnostného priepadu, príjazdovej komunikácie, limnigrafickej šachtice, zo vstupného schodiska alebo vjazdenej rampy, ochranného zábradlia a oplotenia areálu vodojemu. Zemná hrádza sa navrhuje z miestnych materiálov. Pod tesniace dno svahov sa vkladá drenáž, ktorá zachytáva presiaknutú vodu a táto zároveň plní i kontrolnú funkciu. Na to sa používajú drény z plastov DN 50 mm, rozchod drénov je 8 m, hĺbka drenážnych rýh sa navrhuje 0.3 až 0.4 m. Drény sa zabezpečujú drenážnym obsypom. Zberné drény ústia do kontrolných šácht.



Obr. 4.3 Usporiadanie odvodnenia dna a svahov závlahového vodojemu

Tesnenie nádrží sa navrhuje z málo priepustných zemín (ílu), betónu, asfaltobetónu a fólií z plastov. Ílové tesnenie sa navrhuje vtedy, keď je v bezprostrednej blízkosti dostatok vhodných zemín. Šírka tesniacej vrstvy v hrádzach činí $\frac{1}{4}$ hĺbky vodojemu. Tesniaca vrstva sa kryje vrstvou vhodnej zeminy šírky min 0.8m. Šírka tesniacej vrstvy dna je minimálne $\frac{1}{10}$ hĺbky nádrže, minimálne 0.6 m, podložie sa hutní. Ochranná vrstva zeminy sa kryje makadamom.

K najrozšírenejším tesneniam patrí tesnenie fóliami z plastov, predovšetkým PE hrúbky 1.0 až 1.6 mm. Fólia sa ukladá na podložnú vrstvu medzi dve vrstvy geotextílií a kryje sa vrchnou vrstvou štrkopiesku. Fólia sa zvara, dôležité je dokonalé pripojenie fólií k jednotlivým objektom. Krycia vrstva môže byť napríklad z makadamu, ktorý sa umiestni na

5 cm vrstvu betónu, do ktorého sa vtlačí štrk o priemere zrna 16 – 32 mm. Hrúbka makadamovej vrstvy sa navrhuje 20 cm. Betónové tesnenie a opevnenie sa navrhuje vtedy, ak je požadovaná trvanlivosť, odolnosť voči porušeniu a ľahké čistenie.

Asfaltobetónové tesnenie sa navrhuje pri veľkých vodojemoch. Prednosťou je možnosť využitia mechanizovanej výroby, odolnosť voči poklesom podloží a odolnosť voči korózii. Tesniacu vrstvu tvorí základová vrstva s priemerom zrn 32 – 63 mm, spojovacia vrstva hrúbky 5 cm a dve azbestobetónové tesniace vrstvy a asfaltový nástrek. Asfaltobetónová zmes sa skladá z kameniva a z asfaltu v množstve 6 až 8 % hmotnosti kameniva a 2,5 % mikromletej vápenatej múčky. Jednotlivé vrstvy sa dokonale hutnia. Maximálny sklon svahov nemá presiahnuť 30 %. Vzdušný svah vodojemov sa humusuje a osieva vhodnou trávnatou zmesou. Koruna hrádze vodojemu sa spevňuje. Nádrž sa zabezpečí zábradlím.

K najdôležitejším objektom pri závlahových vodojemoch patrí náпустný a odberný objekt, bezpečnostný priepad, limnigrafická šachta, vstupné objekty a zabezpečovacie zariadenia. Náпустné, odberné a výпустné zariadenie tvoria obvykle jeden objekt. Pred vyústenie výtláčného potrubia sa navrhuje účinné tlenie kinetickej energie vytekajúcej vody. Ak slúži náпустné potrubie aj pre odber vody, osadzuje sa najmenej 0,3 m pod minimálnu hladinu vo vodojeme. Uzávery na potrubí sú diaľkovo elektromotoricky ovládané a umiestňujú sa na vzdušnú stranu hrádze do armatúrnej šachty. Bezpečnostný priepad sa navrhuje čelný, kapacita priepadu zodpovedá kapacite prítoku, jeho koruna dosahuje 0,2 m nad prevádzkovú hladinu, prepadová výška zvyčajne nepresiahne 0,2 až 0,3 m.

5. OCHRANNÉ, PROTIERÓZNE A KOMPENZAČNÉ NÁDRŽE

Ochranné (retenčné) nádrže patria k základným vodohospodárskym opatreniam určeným na ochranu krajiny, objektov a zariadení pred nepriaznivými účinkami veľkých vôd. Ich hlavnou úlohou je zachytenie vrcholu povodňovej vlny a splavenín v ochrannom (retenčnom) priestore nádrže a jej transformácia na prijateľnú hodnotu. Ochranné nádrže charakteru malých vodných nádrží sa využívajú hlavne v horných častiach povodia s malými vodnými tokmi a v urbanizovanom prostredí, predovšetkým na zachytenie, využitie, dočasnú akumuláciu a neškodné odvedenie dažďových vôd.

Funkciu ochrannú plnia účelové nádrže s presne definovaným ochranným priestorom, u ktorých je ochranná funkcia dominantná. Túto funkciu plní tiež v obmedzenom rozsahu väčšina malých vodných nádrží neovládateľných ochranným priestorom.

Ochranné nádrže zabezpečujú nielen ochranu pred veľkými vodami, ale zachytávajú aj splachy z povodia. Ostatné nádrže plnia túto funkciu ako vedľajšiu. Ďalším rozlišujúcim kritériom je umiestnenie nádrží v poľnohospodárskej krajine, spôsob nakladania s povodňovými prietokmi, hospodárenie s vodou a podobne. Rozdelenie malých vodných nádrží plniacich prevažne, prípadne čiastočne ochrannú funkciu je uvedené v tabuľke 5.1.

Tab. 5.1

Rozdelenie ochranných nádrží plniacich ochrannú funkciu

Druh nádrží	Rozdelenie a spôsob využitia pri riešení ochranných funkcií
a) Vodné nádrže s dominantnou ochrannou funkciou v krajinnom prostredí	
Ochranné nádrže	Suché (poldre), nádrže s ochranným priestorom
Dážďové nádrže	Vyrovňavací, akumuláčny, infiltračný
Protierózne nádrže	Záchytné, sedimentačné, asanačné
b) Vodné nádrže s významnou vedľajšou ochrannou funkciou v krajinnom prostredí	
Kompenzačné odvodňovacie	Zachytávajú a využívajú odtok zo sústavy
Aktivizačné nádrže	Akumulácia a transformácia povodňovej vlny
Závlahové nádrže	Zachytávajú a využívajú odtok z prívalových zrážok
c) Vodné nádrže s vedľajšou ochrannou funkciou	
Prietočné účelové nádrže	Čiastočná akumulácia a transformácia
Nárazové nádrže	Retardácia a vyrovnanie odtoku
Prietočné rybníky	Transformujú povodňovú vlnu
d) Vodné nádrže s ochrannou funkciou vo vidieckych sídlach (urbanizované prostredie)	
Dedinské rybníky	Akumuláčny, retenčný, vyrovnávací
Okrasné nádrže	Čiastočná akumuláčny a vyrovnávací funkcia
Dážďové nádrže	Akumuláčny, infiltračný, sedimentačný
e) Mokrade	
Prirodzené mokrade	Transformujú povodňovú vodu
Umelé mokrade	Riadené transformujú povodňovú vlnu

Pre riešenie ochrany pred veľkými vodami sú rozhodujúce nádrže, kde ochranná funkcia je dominantná. Hlavnou funkciou ochranných (retenčných) nádrží v životnom prostredí je zabezpečenie ochrany nižšie ležiacich území, prípadne objektov pred účinkami veľkých vôd. V ochrannej nádrži sa zachytí časť alebo celý povodňový prietok, vrátane splavenín, ktorý by spôsobil škodu pod nádržou. Pre tento účel používame ovládateľný a neovládateľný ochranný priestor nádrže. Vlastnému návrhu a vodohospodárskemu riešeniu

ochranných nádrží musia predchádzať podrobné prieskumné práce, ktoré pozostávajú zo získania geodetických podkladov miesta predpokladanej ochrannej nádrže, hydropedologického, hydrogeologického, geologického a pôdno-mechanického prieskumu. Dôležitá je znalosť meteorologických a klimatických pomerov celého povodia ochrannej nádrže, hlavne dažďových zrážok. Potrebný je prieskum akosti povrchových a podzemných vôd. Pre riešenie objemu ochrannej nádrže a návrh objektov je veľmi dôležitá znalosť hydrologických údajov. Nesmie chýbať kultúrno-prírodný prieskum, ďalej prieskum fyto a zoocenologický, hospodársky, sociálny a zabezpečenie majetkoprávných pomerov.

Do skupiny ochranných nádrží patria:

- Suché ochranné nádrže, ktoré využívajú ochranný priestor na zachytenie časti alebo celého objemu povodňových odtokov, znižujú kulmináciu povodňového prietoku a po prechode povodňovej vlny sa riadene vyprázdňujú. Dno suchých ochranných nádrží sa využíva na poľnohospodárske, prípadne lesnícke účely (lúky, výsadba rýchlorastúcich drevín).
- Ochranné nádrže s presne vymedzeným ochranným priestorom, ktorým transformujú povodňovú vlnu a pre jej prechode riadene vyprázdňujú ochranný priestor až po hladinu vymedzeného zásobného priestoru, ktorý je využívaný na rôzne účely.
- Protierózne nádrže plnia viac protieróznych funkcií, hlavne znižujú pozdĺžny sklon údolia a tým aj erózný účinok vody, akumulujú časti až celé povodňové odtoky a tým plnia ochrannú funkciu, zachytávajú splaveniny, zvyšujú pôdnu vlhkosť v okolí nádrže a vytvárajú podmienky pre rozvoj vegetačného krytu; časť vody prevádzajú infiltráciou do podzemných vôd, zlepšujú akosť vody a vylepšujú prietoky pod nádržou.
- Dažďové nádrže sa navrhujú hlavne na zachytenie a krátkodobú akumuláciu vody, jej úpravu a využitie. Nevyužitá dažďová voda sa buď odvádza vsakom do podzemných vôd, alebo postupne vypúšťa do vodných tokov, znečistené do stokovej siete a kanalizačnej čističky.
- Infiltračné výtopové nádrže sa využívajú ku krátkodobému zadržaniu prebytku pritekajúcej vody, jej čiastočnému využitiu na závlahu (zavodňovanie) lúk v údolných nivách riek a lužných lesov. Zachytené suspendované látky napomáhajú zvýšeniu úrodnosti pôd. Taktiež tieto nádrže plnia v rôzne veľkom rozsahu ochrannú funkciu.
- Nárazové nádrže sú určené na vyrovnanie nárazových prietokových vln vo vzdialených profiloch pri riadení prietokov. Nárazové nádrže môžu plniť vo veľkom rozsahu ochrannú funkciu.

Vodohospodárskej riešenie ochrannej nádrže spočíva v stanovení podmienok a okolností zabezpečenia ochrany nižšie ležiaceho územia pred veľkými vodami v závislosti na požadovanom stupni zabezpečenia. V podstate ide o výber vhodnej lokality, stanovenie veľkosti ovládateľného a neovládateľného ochranného (retenčného) objemu nádrže v závislosti od požadovaného stupňa ochrany zájmového územia a určenie kapacity výpustných objektov a bezpečnostných priepadov. Pri návrhu potrebných ochranných objemov je potrebné počítať s objemom splavenín, ktoré sa usadia v ochrannej nádrži a s cyklami ich odpratávania.

Regulačný cyklus znižovania povodňových prietokov je krátky. Základnou úlohou pri stanovení rozsahu zníženia povodňových prietokov nádržou je nájdenie vzťahu medzi povodňovým prietokom, objemom retenčných priestorov nádrže a zníženým tzv. neškodným prietokom.

Veľkosť ochranného priestoru sa stanoví nasledovnými postupmi:

- Simuláciou prevádzky nádrže pri povodňovom riadení odtoku,

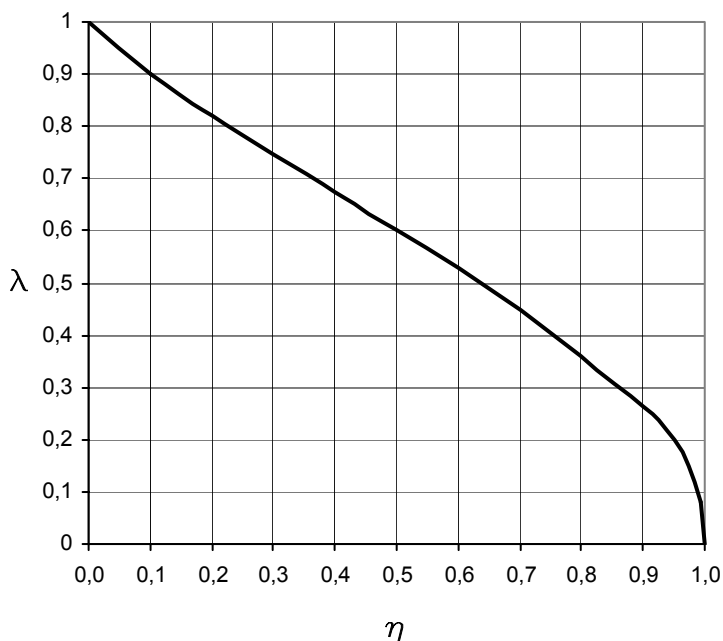
- planimetrovaním veľkosti ochranného priestoru z grafického znázornenia,
- grafickým riešením súčtových čiar prítoku a odtoku,
- z objemovej čiary povodne, ktorá umožňuje stanoviť závislosť medzi objemom ochranného priestoru a odtokom.

Požiadavky na ochrannú funkciu nádrže spočívajú v stanovení transformácie povodňovej vlny, teda znížení a časovom posunutí kulminácie povodňovej vlny pod nádržou. Návrh ochranného priestoru závisí na najväčšom prípustnom prítoku pod nádržou, ktorý ešte nespôsobí veľké škody, prípadne na možnosti využiť pri povodniach na riadenie odtoku aj zásobný priestor.

Pri návrhu alebo pri rekonštrukcii malých vodných nádrží sa dimenzuje bezpečnostný priepad, ktorý súvisí so stanovením retenčného alebo ochranného priestoru nádrže. Ako už bolo uvedené dimenzuje sa na storočný maximálny prítok. Tiež pri posudzovaní vplyvu nádrží na zníženie povodňových prítokov je potrebné presne kvantifikovať vplyv retenčného priestoru nádrže na zníženie návrhovej povodňovej vlny. O veľkosti retenčného priestoru rozhoduje návrhová povodňová vlna, maximálna možná výška hladiny retenčného priestoru, kapacita bezpečnostného prepadu a najvyšší prípustný prítok pod nádržou.

Pri prítoku vlny nádržou dôjde vplyvom dočasného zdržania určitého objemu vody k zmenám jej tvaru. Transformáciu prítokovej vlny neovládateľným priestorom nádrže určujeme za týchto podmienok: nádrž je naplnená až po úroveň koruny bezpečnostného prepadu, bezpečnostný priepad sa pre malé vodné nádrže sa navrhuje ako nehradený, neuvažujeme odtok cez dnové výpusty, odbery vody z nádrže sú pozastavené, každý prítok sa okamžite prejaví na zmene hladiny v celej nádrži a vyvolá okamžitý výtok z nej. Úlohu môžeme riešiť v konečnom dôsledku zložitejšími metódami, avšak je vhodné sa v začiatku návrhu zorientovať pomocou niektorej nenáročnej metódy.

Medzi jednoduché metódy stanovenia kulmináčného prítoku povodňovej vlny transformovanej v neovládateľnom retenčnom priestore nádrže patrí metóda Bratránkovho diagramu (Obr. 5.1). Umožňuje orientačné určenie tohto parametru, ktoré môže byť neskôr upresnené niektorou podrobnejšou metódou.



Obr. 5.1 Bratránkov diagram pre orientačné určenie retenčného objemu nádrže

Ako je z obrázku zrejme, diagram stanovuje závislosť dvoch bezrozmerných čísiel η a λ , pričom:

$$\eta = Q_{\text{red}}/Q_{\text{max}} \quad \text{a} \quad \lambda = V_r/W_{\text{pr}} \quad (5.1)$$

kde Q_{max} je kulmináčny prietok návrhovej povodňovej vlny [m^3s^{-1}],
 Q_{red} – kulmináčny prietok zníženej povodňovej vlny vplyvom ret. priestoru [m^3s^{-1}],
 V_r – objem neovládateľného retenčného priestoru [m^3],
 W_{pr} – objem povodňovej vlny [m^3].

Pri použití uvedeného diagramu a vzťahov (5.1) je možné orientačne stanoviť veľkosť retenčného priestoru nádrže. Čím väčší bude retenčný priestor, tým bude väčšia transformácia povodňovej vlny a menší redukovaný prietok Q_{red} .

Pri podrobnejších metódach budeme bilancovať prítok vody do nádrže Q_p , odtok vody cez bezpečnostný priepad Q_o a zmeny objemu vody v nádrži. Za nekonečne krátky interval dt pritečie do nádrže objem $Q_p \cdot dt$, odtečie $Q_o \cdot dt$ a objem vody v nádrži sa zmení o dV , čo vyvolá zmenu hladiny dh , pričom zmenu objemu dV môžeme vyjadriť ako súčin plochy hladiny F pri danej výške a zmeny výšky hladiny dh . Rovnica kontinuity zapísaná pre celú nádrž má potom nasledujúci tvar:

$$(Q_p - Q_o)dt = dV = F \cdot dh \quad (5.2)$$

Túto rovnicu riešime obvykle grafickým, počtársko-grafickým alebo numerickým spôsobom tak, že nahradíme diferenciály v rovnici konečnými diferenciálmi t , V , h . Pre riešenie úlohy musíme ešte poznať vzťah medzi objemom vody v nádrži (resp. medzi objemom retenčného priestoru) a odtokom vody z nádrže. Tento vzťah odvodíme z (geodeticky zameranej alebo z máp odvodenej) čiary objemov retenčného priestoru $V = f(h)$ a z konzumnčnej krivky bezpečnostného priepadu $Q_o = f(h)$ a podľa zvolenej metódy riešenia ho zostrojíme v tvare grafickom alebo tabelárnom.

Pre riešenie úlohy sa najčastejšie uvádza grafická Klemešova metóda. Keďže je jej popis dostupný prakticky v každej učebnici s problematikou nádržných priestorov uvedieme tabuľkový výpočet inak, pomocou programu Microsoft Excel. Na Obr. 5.2 je zadaný časový priebeh povodňovej vlny v stĺpcoch B a C. V ďalšom stĺpci je vypočítaný objemové množstvo povodňovej vlny pritečené za zvolený časový interval 5 minút resp. 300 sekúnd. Na určenie ďalších stĺpcov E, F a G sa využijú údaje o závislosti objemu vody v nádrži nad hranou bezpečnostného prepadu (V – stĺpec I) na výške hladiny vody nad hranou bezpečnostného prepadu (h – stĺpec H). Na základe výšky h (prepadová výška) je tiež vypočítaný priepad cez bezpečnostný prepad pomocou vzorca

$$Q_o = \frac{2}{3} B \mu \sqrt{2gh}^{\frac{3}{2}} \quad (5.3)$$

kde B je dĺžka prepadovej hrany [m],
 μ – prepadový súčiniteľ,
 h – prepadová výška [m],

Pri zadaní konkrétnych hodnôt za B a μ je potom v stĺpci J zadaný vzorec:

$$=2/3*0,8*10*POWER(2*9,81;0,5)*POWER(H4;3/2) \quad (5.4)$$

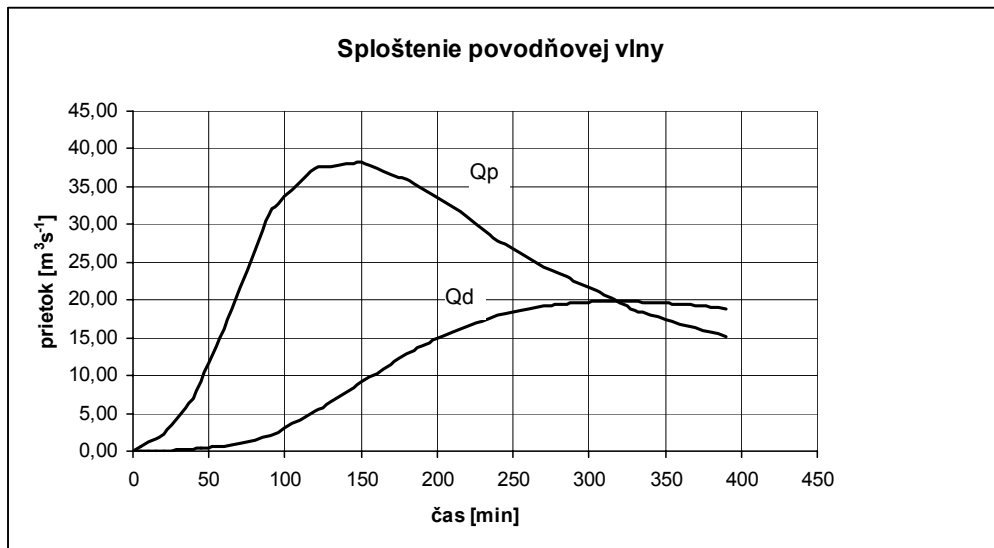
	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1			dt=300sek						
2	t [min]	Qp [m³/s]	Qp*dt	Qo*dt	V [m³]	Qo [m³/s]	h [m]	V [m³]	Qo [m³/s]
3	0	0,00	0	0	0	0,00	0,0	0	0,00
4	5	0,58	173	1,61925	171	0,01	0,2	66 895	2,11
5	10	1,15	345	4,84255	511	0,02	0,4	134 185	5,98
6	15	1,73	518	9,65484	1 019	0,03	0,6	201 805	10,98
7	20	2,30	690	16,0412	1 693	0,05	0,8	269 824	16,90
8	25	3,48	1 043	25,6765	2 710	0,09	1,0	338 664	23,62
9	30	4,65	1 395	38,5303	4 066	0,13	1,2	409 041	31,05
10	35	5,83	1 748	54,5723	5 759	0,18	1,4	481 409	39,13
11	40	7,00	2 100	73,7727	7 785	0,25			
12	45	9,30	2 790	99,2698	10 476	0,33			

Obr. 5.2 Sploštenie povodňovej vlny pomocou programu Excel

Ako je vidieť v riadku vzorca z obrázka 5.2 objem V v stĺpci F je určený ako súčet retenčného objemu vody z predchádzajúceho časového kroku plus rozdiel prítoku a odtoku vody v aktuálnom časovom kroku. Odtok Q_o sa vypočíta na základe tabuľky v stĺpcoch H, I, J pomocou jeho závislosti na objeme V. V stĺpci G je preto trochu zložitejší vzorec, nakoľko sa hodnota vypočíta interpolovaním na základe toho, medzi akými dvoma hodnotami objemu zo stĺpca I sa nachádza objem v stĺpci F. Vzorec v stĺpci G vyzerá nasledovne:

$$\begin{aligned}
 &=IF(AND(F3>=\$I\$3;F3<=\$I\$4);\$J\$4-(\$I\$4-F3)*(\$J\$4-\$J\$3)/(\$I\$4-\$I\$3);0)+ \\
 &IF(AND(F3>\$I\$4;F3<=\$I\$5);\$J\$5-(\$I\$5-F3)*(\$J\$5-\$J\$4)/(\$I\$5-\$I\$4);0)+ \\
 &IF(AND(F3>\$I\$5;F3<=\$I\$6);\$J\$6-(\$I\$6-F3)*(\$J\$6-\$J\$5)/(\$I\$6-\$I\$5);0)+ \\
 &IF(AND(F3>\$I\$6;F3<=\$I\$7);\$J\$7-(\$I\$7-F3)*(\$J\$7-\$J\$6)/(\$I\$7-\$I\$6);0)+ \\
 &IF(AND(F3>\$I\$7;F3<=\$I\$8);\$J\$8-(\$I\$8-F3)*(\$J\$8-\$J\$7)/(\$I\$8-\$I\$7);0)+ \\
 &IF(AND(F3>\$I\$8;F3<=\$I\$9);\$J\$9-(\$I\$9-F3)*(\$J\$9-\$J\$8)/(\$I\$9-\$I\$8);0)+ \\
 &IF(AND(F3>\$I\$9;F3<=\$I\$10);\$J\$10-(\$I\$10-F3)*(\$J\$10-\$J\$9)/(\$I\$10-\$I\$9);0)
 \end{aligned}$$

Tento výpočet obsahuje vzájomné odkazy buniek, a preto je potrebné mať vo voľbách Excelu zaškrtnutú možnosť pre iteračné výpočty. Zo stĺpcov pre t, Q_o a Q_p je potom možné vykresliť sploštenie povodňovej vlny retenčným priestorom nádrže (Obr. 5.3)



Obr. 5.3 Sploštenie povodňovej vlny retenčným priestorom nádrže

Ak sa znižuje prietok ovládateľným priestorom nádrže, odtok sa reguluje otváraním a zatváraním výpustných objektov. Pri suchých ochranných nádržiach sa navrhuje kapacita základovej výpuste na veľkosť neškodného prietoku. Výpustný objekt tvoria prevažne nehradené výpustné zariadenia, ktorých kapacita závisí na výške hladiny v ochrannej nádrži a stanoví sa z maximálnej normálnej hladiny, ktorá ohraničuje naplnený ovládateľný retenčný priestor po úroveň koruny bezpečnostného priepadu.

Výtok konštantného množstva vody pri kolísaní hladiny v ovládateľnom ochrannom priestore umožní regulovateľný výpustný objekt. Nedostatkom väčšiny regulovaných výpustných objektov je nebezpečie ľahkého upchatia splaveninami.

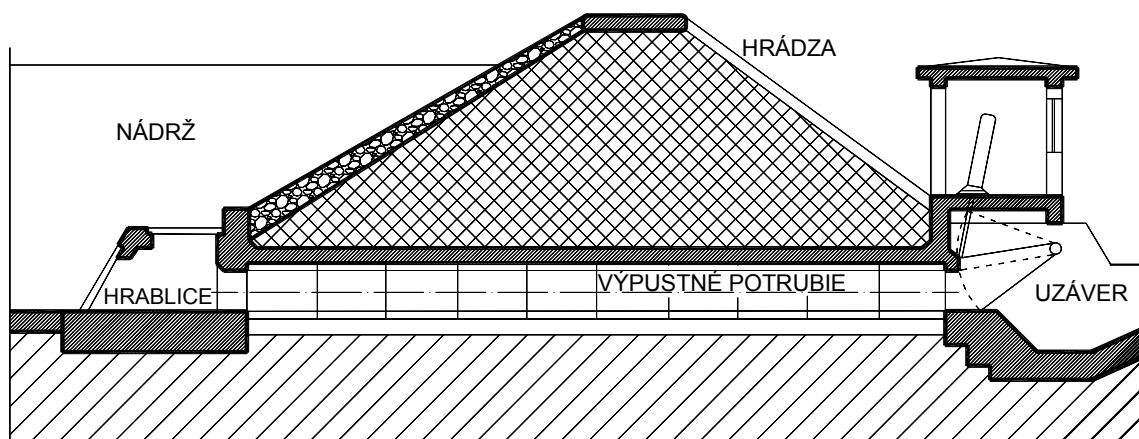
Ochranné nádrže sa navrhujú buď prietochné alebo neprietochné. Objekty ochranných nádrží sa čiastočne líšia od objektov používaných na bežných viacúčelových malých vodných nádržiach. K hlavným objektom patrí regulovateľné, alebo pevne nastavené výpustné zariadenie a bezpečnostný priepad. Z ďalších prevádzkových objektov sú to napríklad odbery vody potrebné pri viacúčelových nádržiach, ktoré využívajú vodu z ochranných nádrží.

Bezpečnostný priepad sa navrhuje v prípade, že sa v nádrži nezachytí celkový objem povodňovej vlny. Bezpečnostný priepad sa nenavrhuje u neprietochných nádrží, ale podmienkou je zamedzenie prítoku cudzích vôd, ktorých množstvo by presiahlo kapacitu výpustného zariadenia, napríklad mnícha. Kapacita bezpečnostného priepadu sa stanoví podľa rovnakých zásad ako pri bežných malých vodných nádržiach.

Výpustný objekt sa navrhuje vo väčšine prípadov nehradený, kapacita výpustného otvoru by nemala prevýšiť kapacitu vodného toku pod ochrannou nádržou. V dostatočnej vzdialenosti pred výpustným objektom sa umiestňujú zábrany (rozrážače), napríklad mreže z I-profilov na zachytenie hrubých predmetov, ktoré by mohli zapchať výpustný otvor.

V prípade, že je treba hradiť výpustné zariadenia, napr. z dôvodu regulácie odtoku, slúžia na tento účel stavidlové, zasúvadlové, segmentové, a tabuľové uzávery, umiestnené pred alebo za rúrovým alebo otvoreným výpustným objektom, t.j. na návodnej a vzdušnej strane.

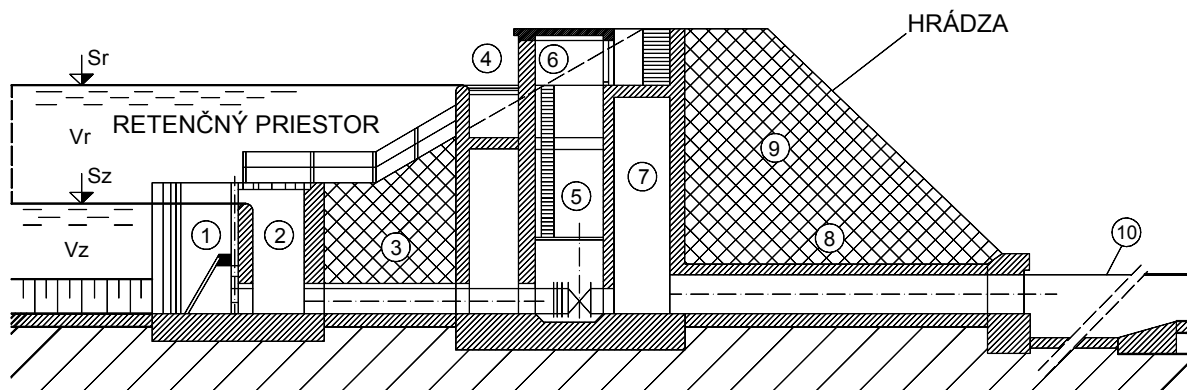
Regulovateľný výpustný objekt sa navrhuje pri väčších ochranných nádržiach, nevýhodou je, že vyžaduje obsluhu. Schéma usporiadania výpustného zariadenia s regulovateľným segmentovým uzáverom je znázornená na obrázku 5.4. Výpustné potrubie sa navrhuje tlakové železobetónové, oceľové, z predpäťého betónu ap.



Obr. 5.4 Segmentový regulačný uzáver na ochrannej nádrži

Konštantný výtok z nádrže pri značnom kolísaní výšok hladiny v nádrži zabezpečí len automatické regulačné zariadenie. Tieto zariadenia odstraňujú hlavný nedostatok nehradených výpustných objektov, ktoré pri čiastočnom naplnení ochrannej nádrže prepúšťajú menšie množstvo vody než je kapacita vodného toku. Nevýhodou tohto riešenia je možnosť ľahšieho zapchatia výpustného objektu

Často sa navrhujú ochranné nádrže s malým zásobným priestorom, ktorý slúži na rôzne účely. Pre nádrže s kombinovaným využitím sa navrhujú združené objekty. Dolný (nižší) výpustný objekt s bezpečnostným priepadom je určený pre malú nádrž s malým zásobným priestorom a celoročným využitím. Nad zásobným priestorom tejto malej nádrže je veľký ochranný priestor určený na zachytenie povodňových prietokov. Pri prechode povodňovej vlny dôjde k zatopeniu dolného objektu a postupnému napĺňaniu ochranného priestoru až po korunu horného bezpečnostného priepadu. Príklad objektu, ktorý sa používa v SRN je uvedený na obrázku 5.5.



Obr. 5.5 Schéma združeného objektu používaného na ochranných nádržiach v SRN. 1 – hrablice, 2 – stavidlo, 3 – výpust, 4 – priepad, 5 – uzáver, 6 – vstupná šachta, 7 – spádisko, 8 – odpad, 9 – hrádza, 10 – vývar

Ochranné (retenčné) vodné nádrže plnia viacero vedľajších funkcií, napríklad podobne ako iné nádrže zlepšujú fyzikálne a chemické vlastnosti vody, vyrovnávajú prietoky a akosť vody, prevádzajú infiltráciou vodu do podzemných vôd.

Dno suchých ochranných nádrží (poldrov) je možné poľnohospodársky a lesnícky využívať. Poľnohospodársky sa dno využíva ako orná pôda, podstatne vhodnejšie je jeho využitie pre trvalé trávne porasty. Lesnícke využitie je zamerané na hospodárske lesy s prevažne produkčnou funkciou. Vždy je treba počítať s tým, že poľnohospodárska a lesnícka výroba bude v tomto prípade do určitej miery obmedzená.

Pre poľnohospodárske využitie je dno nepoužiteľné v prípade, ak nevhodný prístup do nádržnej kotliny znemožňuje použitie základných mechanizačných prostriedkov, ak sa suché retenčné nádrže nachádzajú v značnej vzdialenosti od komunikácií, v prípade, keď je terén zle vyspádovaný a pôdy sú málo priepustné s trvalo zamokrenými plochami, za predpokladu, že sa dno suchej retenčnej nádrže bude značne zanášať, alebo doba zaplavenia pozemkov a premočenie povrchovej vrstvy pôdy vo vegetačnom období trvá dlhšie ako jeden týždeň. Ak sa používa dno nádrže ako orná pôda, rýchlosť prúdenia vody v nádrži nesmie spôsobovať odnášanie ornice, dno musia tvoriť priepustné pôdy, výhodné je ich odvodnenie podľa rovnakých zásad akými sa odvodňuje dno rybníkov. Takto sa dosiahne potrebná hĺbka odvodnenia ako je požadovaná pre poľnohospodárske plodiny. Priemerné zníženie výnosov sa pohybuje medzi 20 až 25 %.

Výhodnejšie je využitie dna suchých nádrží pre lúčne priestory, ktoré sú erózne odolnejšie, vyžadujú plytkejšie odvodnenie dna, napríklad namiesto nákladnej drenáže je možné použiť prielohy. Tieto plochy sú použiteľné aj pre spásanie. Lúčne plochy musia byť pravidelne kosené a bežným spôsobom obhospodarované.

5.1 Protierózne nádrže

Protierózne nádrže sú dôležitou súčasťou opatrení v boji proti vodnej erózii a všetkým jej sprievodným javom. Protierózne nádrže plnia predovšetkým tieto funkcie:

- Zachytávajú časť alebo celý povodňový prietok alebo splaveniny, a tým chránia územie pod nádržou pred eróznymi účinkami veľkých vôd,
- znižujú pozdĺžny sklon, a tým znižujú erózný účinok pretekajúcej vody,
- zvyšujú pôdnu vlhkosť v okolí nádrže a pod nádržou a vytvárajú podmienky pre lepšiu vegetačný kryt,
- odstraňujú vzniknuté poruchy, napr. asanujú strže a podobne,
- zlepšujú kvalitu vody pod nádržou,
- nadlepšujú prietoky pod nádržou a infiltráciou prevádzajú časť zadržanej vody do podzemných vôd.

Protierózne záchytné nádrže sú určené na zachytávanie splavenín, ktoré prichádzajú z povodia do nádrže. Priebeh zanášania a množstvo zachytených naplavenín závisí na stupni erózneho narušenia povodia, reliéfe a sklone terénu, intenzite dažďových zrážok, pôde, vegetačnom kryte, použitých protieróznych opatreniach a podobne.

Spôsob výpočtu smerodajného splachu pôdy uvádzajú Dýrová (1984), Holý (1978), Kasprzak a kol. (1990) a je náplňou predmetu „Ochrana a organizácia povodia“.

Protierózne usadzovacie nádrže sú určené výhradne na zachytávanie splavenín. Navrhujú sa zvyčajne dve, najčastejšie obdĺžnikové, zemné, so spevneným dnom a stenami, prispôbené k ťažbe usadenín. Na protierózne účely sa budujú ploché, plytké usadzovacie

nádrže. Alternatívnym riešením sú usadzovacie nádrže s vertikálnym prúdením. Okolie usadzovacích nádrží sa spevňuje, sedimenty z nádrže sa ťažia bežnými mechanizačnými prostriedkami.

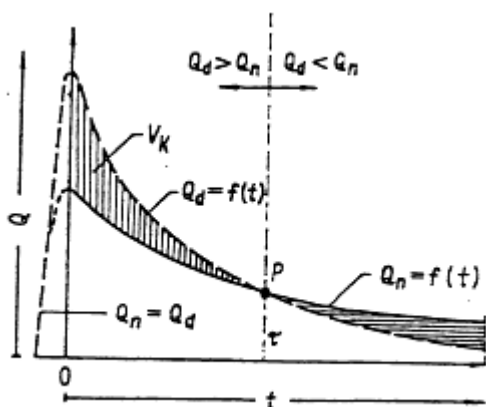
Nádrže určené na zmenšenie pozdĺžneho sklonu a zvýšenia eróznej základne plnia zvyčajne i funkciu záchytných nádrží. Ide väčšinou o nádrže malého objemu vybavené najčastejšie priamym alebo šachtovým bezpečnostným priepadom a jednoduchým výpustným zariadením. Po zanesení sa povrch upraví, odvodní a stabilizuje vhodnou vegetáciou, dno nádrží sa odvodní drenážou a vytvorí sa v jej strednej časti koryto. Tieto nádrže sú vhodné na asanáciu strží.

Vsakovacie proterózne nádrže sú určené na prevedenie povrchového odtoku infiltráciou do pôdy pri súčasnom zachytení naplavenín. Navrhujú sa pravidelné, prizmatické s priepustným dnom. Do vsakovacej nádrže ústia zberné priekopy, ktoré zachytávajú povrchový odtok. Usadené splaveniny sa zo vsakovacej nádrže ťažia a kompostujú. Vsakovacie infiltračné nádrže sa používajú aj na zvyšovanie zásob podzemnej vody infiltráciou vody z povrchových zdrojov.

5.2 Kompenzačné nádrže

Kompenzačné odvodňovacie nádrže sú malé vodohospodárske nádrže, ktorých hlavnou úlohou je úprava vodného režimu povodia ovplyvneného výstavbou odvodňovacej sústavy. Môžu byť dotované odvodňovacími kanálmi, ktoré majú drenážny účinok. Tieto nádrže plnia čiastočne funkciu nádrží rybochovných, závlahových, ochranných, dočist'ovacích a podobne.

Funkcia kompenzačných nádrží je podmienená presným stanovením veľkosti zásobného – kompenzačného priestoru a vybavením s vhodnými objektmi umožňujúcimi automatické riadenie odtoku z kompenzačnej nádrže v súlade s jej manipulačným a prevádzkovým poriadkom.



Obr. 5.6 Stanovenie kompenzačného objemu odvodňovacej nádrže podľa Kasprzaka

Objem kompenzačného priestoru odvodňovacej nádrže V_k odporúča Kasprzak (1984) stanoviť z rozdielu hydrogramov podzemných odtokov z plochy S_a vyvolaných návrhovou zrážkou H_s pred a po realizácii odvodňovacích opatrení. Veľkosť kompenzačného objemu V_k sa vyjadruje rovnicou:

$$V_k = \int_0^t (Q_d - Q_k) dt \quad (5.1)$$

Kde Q_d je podzemný odtok vyvolaný zrážkou H_s na ploche S_a po realizácii odvodňovacieho opatrenia, Q_a – podzemný odtok vyvolaný zrážkou H_s na Ploche S a pred realizáciou odvodňovacích opatrení, t – čas

Veľkosť kompenzačného objemu sa rovná zmene zásob podzemných vôd v čase t a na ploche S_a , na ktorej bol odtokový režim podzemných vôd ovplyvnený odvodnením. Maximálna veľkosť kompenzačného objemu sa vyjadruje rovnicou

$$\max|V_k| = S_n P_d h_0 \left\{ 0,25\pi \left(1 - \frac{\pi P_d L^2}{16kh_0 t + \pi P_d L^2} \right) - \left[1 - \exp\left(-\frac{ki_p}{L_n P_d} t \right) \right] \right\} \quad (5.2)$$

Kde L je rozchod zberných drénov, L_a – dĺžka svahu, na ktorom bolo urobené odvodnenie (dĺžka je meraná od údolnice k rozvodnici), k – hydraulická vodivosť, P_d – efektívna drenážna pórovitosť, i_p – sklon zdanlivo nepriepustného podložia, h_0 – výška hladiny podzemnej vody v okamihu ukončenia dodávky podzemných vôd zo zrážky H_s (merané od úrovne nepriepustného podložia).

Výpočet predpokladá, že je odvodnený celý svah a zberné drény sú uložené na nepriepustnom podloží.

6. VODÁRENSKÉ NÁDRŽE

Vodárenské malé vodné nádrže sa prevažne používajú ako núdzové riešenie v miestach s nedostatkom vody. Vzhľadom na relatívne malý obsah vody a hĺbku malých vodných nádrží o ktorých tu pojednávame, sú tieto nádrže podstatne viac ovplyvňované vonkajšími vplyvmi, čo môže mať ako následok zníženú kvalitu vody. V žiadnom prípade kvalita vody z týchto nádrží nie je porovnateľná s kvalitou vody z veľkých nádrží.

Zo zatopenej plochy sa musí vyťažiť všetka organická hmota, stromy, kry, v niektorých prípadoch aj lúčne porasty. Aspoň 3 roky pred napustením nádrže sa v zátopovej ploche nehnojí priemyselnými hnojivami a nesmú sa používať ochranné postreky. Zlikvidujú sa hospodárske budovy, vyťažia sa znečistené plochy po hnojiskách, vyvezú sa odpady, rizikové plochy sa dezinfikujú a zavezú vhodným materiálom.

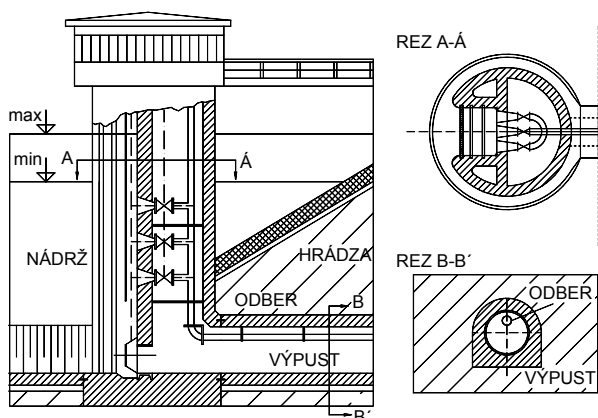
Pozornosť sa musí venovať výberu vhodnej lokality v erózne stabilnom povodí s kvalitnou vodou. Okolie nádrže vyžaduje dôkladné prevedenie úpravy pozemkov z hľadiska zamedzenia znečisťovania nádrže. Navrhujú sa ochranné pásma, ktoré zaisťujú bezprostrednú ochranu. Prvé ochranné pásmo je pruh asi 100 – 200 m široký, ktoré je vyňaté z poľnohospodárskej výroby a od kóty maximálnej hladiny sa zatravní alebo zalesní.

Vodárenskú nádrž je vhodnejšie navrhovať ako bočnú. Pri prietochných vodárenských nádržiach býva účelne predradiť usadzovacie nádrže, ktoré zachytia splaveniny. Sedimenty je potom nutné pravidelne odpratávať, pri zvýšených prietokoch nesmú byť vyplavené do nádrže.

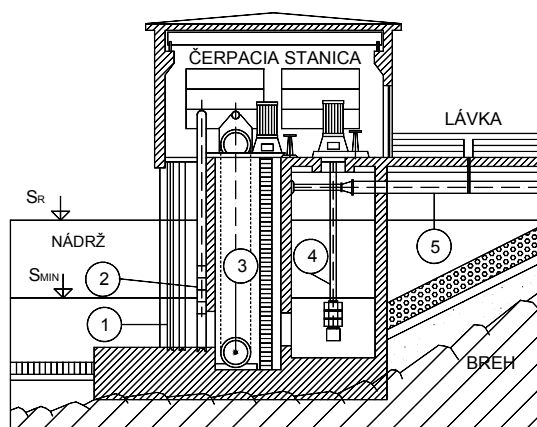
Vodárenské nádrže sa môžu čiastočne využívať na chov rýb. Neodporúča sa kapor, môže sa nasadiť napríklad pstruh, sivoň, štika, alebo zubáč.

Pokiaľ ide o objekty, sú pri vodárenských nádržiach podobné ako pri iných typoch nádrží. Odbery sa používajú gravitačne a s čerpaním, pričom odber s čerpaním je prevládajúci.

SCHÉMA VEŽOVÉHO ODBERU



PRIPOJENIE ČERPACEJ STANICE NA VODÁRENSKÚ NÁDRŽ



Obr. 6.1 Vežový odber a pripojenie čerpacej stanice na vodárenskú nádrž 1 – hrablice, 2 – stavidlo, 3 – žaluziové sito, 4 – čerpacie agregáty, 5 – výtláčne potrubie

7. PRIEMYSELNÉ NÁDRŽE

Malé vodné nádrže plnia mnoho dôležitých funkcií vo výrobnjej sfére. Ich využitie v podnikovej sfére je veľmi široké. Každý typ podniku určitého odvetvia má svoje špecifické usporiadanie, konkrétnu konštrukciu objektov jednotlivých nádrží a príslušnú technológiu ich prevádzky; návrhy na využitie malých vodných nádrží je treba spracovávať individuálne.

Priemyslové nádrže sa využívajú napríklad na tieto účely:

- Akumulácia vody, t.j. vytváranie krátkodobej, alebo dlhodobej zásoby vody pre rôzne priemyselné použitie,
- Recirkuláciu vody v rámci jedného alebo viac priemyselných závodov,
- úpravu fyzikálnych, chemických a biologických vlastností vody, napríklad chladiace nádrže, oteplovacie, usadzovacie, nádrže určené pre aeróbne a anaeróbne čistenie vody,
- ako skladovacie nádrže na uskladnenie odpadových tekutín a tekutých odpadov.

Priemyselné nádrže plnia obvykle určitú dominantnú funkciu spojenú s technológiou prevádzky priemyselného závodu a zároveň ďalšie vedľajšie funkcie. Režimy vodohospodárskeho riadenia malých vodných nádrží sú krátkodobé, sezónne, ročné a iba výnimočne dlhodobé. Pomerne menšie sú možnosti rybochovného využitia, okrem niektorých nádrží, ktoré sú zdrojom vody, vo väčšine prípadov sa s takýmto ich použitím nepočíta. Priemyselné nádrže sú vo väčšine prípadov vybavené špeciálnymi odbernými, prevodnými a regulačnými objektmi. Mnoho priemyselných nádrží sa opevňuje a tesní. Ak to vyžadujú okolnosti, niektoré priemyselné nádrže sa zakrývajú ľahkou sklopnou strešnou konštrukciou.

Vyrovňavacie nádrže sa umiestňujú medzi zdroj vody a priemyselný závod a krátkodobo alebo dlhodobo vyrovnávajú nerovnomernosť medzi prítokom a odberom vody. Pre výpočet zásobného priestoru, okrem hydrologických údajov, je treba poznať špecifickú potrebu prevádzkovej vody na jednotku výroby (výrobku) v daných priemyselných odvetviach.

Zálohové nádrže plnia funkciu zabezpečovacia, t.j. dodávajú vodu priemyselnému závodu pri havárii hlavného zdroja vody.

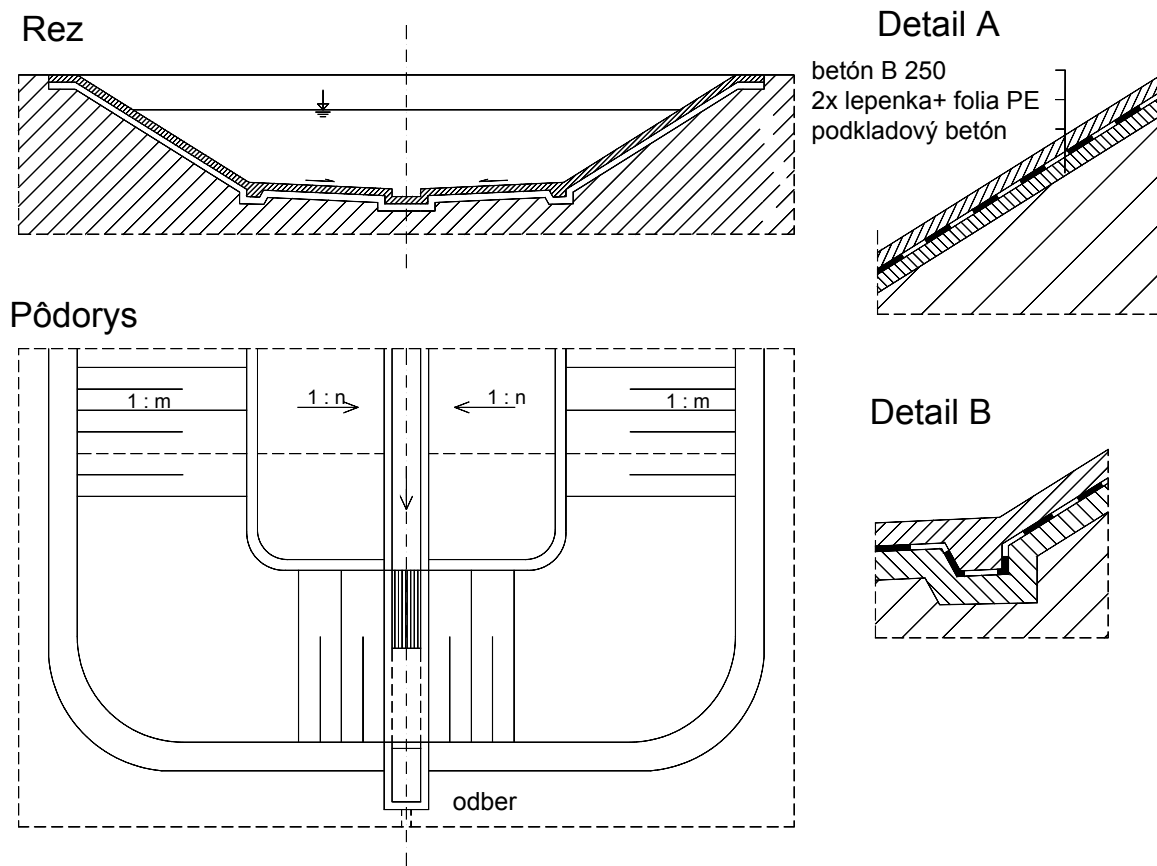
Intervenčné nádrže sa budujú mimo priemyselných závodov. Ich úlohou je kryť nárazovú potrebu vody napríklad v období mimoriadneho sucha, pri dočasnej zmene spotreby vody a podobne.

Recirkulačné nádrže umožňujú hospodárne využitie vody a jej kolobeh v rámci priemyselného závodu. Tieto nádrže tvoria pohotovostnú zásobu vody v priemyselnom závode.

Chladiace nádrže majú charakter recirkulačných nádrží, ich úlohou je znižovať teplotu vody na teplotu ovzdušia. Tvorí ich kaskáda prietochných chladiacich nádrží.

Usadzovacie (sedimentačné) nádrže sa navrhujú na zachytávanie usaditeľných látok v rôznych priemyselných odvetviach.

Príklad usporiadania priemyselnej nádrže určenej pre akumuláciu odpadových vôd z potravinárskeho priemyslu je na nasledujúcom obrázku. Nádrž má pravidelný obdĺžnikový tvar a zaoblené rohy. Jej stredom prechádza hlavný odvodňovací kanálik, do ktorého je celá nádrž vypádovaná. Opevnenie a tesnenie je riešené monolitickým betónom, druhou tesniacou vrstvou je fólia z PE.



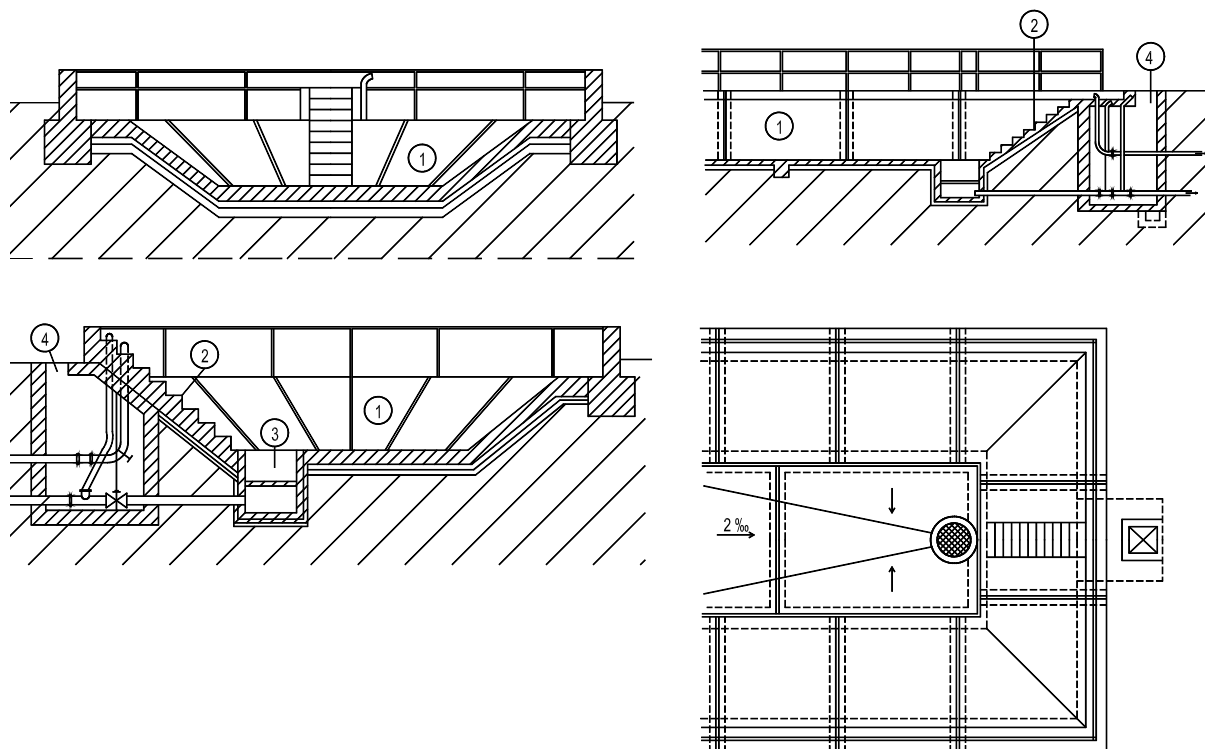
Obr. 7.1 Schéma nádrže určenej pre akumuláciu odpadových vôd z potravinárskeho priemyslu

8. PROTIPOŽIARNE NÁDRŽE

Protipožiarna nádrž sú dôležitým zdrojom vody na protipožiarne účely v miestach, kde nie je iný zdroj vody potrebnej kapacity. Potreba požiarnej vody a teda aj veľkosť požiarnej nádrže závisí od druhu chránených budov, od ich usporiadania a veľkosti, na stavebnom vybavení a podobne.

Protipožiarna nádrž sa plní dostatočne čistou vodou z povrchových alebo podzemných zdrojov, voda sa do nádrže privádza gravitačne alebo sa čerpá. Kapacita vodného zdroja musí zabezpečiť naplnenie nádrže maximálne do 36 hodín, ak je možné i skôr. Ak nemá požiarňa voda potrebnú kvalitu, musí sa upravovať čistením (v usadzovacích nádržiach, sitách, filtroch). Do vody sa pridávajú prostriedky na potlačenia rozvoja rias a siníc. Maximálna vzdialenosť protipožiarnej nádrže od chráneného objektu nesmie presiahnuť 300 m.

Protipožiarna nádrž sa navrhujú otvorené a kryté. Hĺbka nádrží sa volí 1,7 až 4 m, dno nádrže má sklon ku kalovej záchytke. Dno aj svahy nádrže sa spevňujú, pri založení na priepustnom podlaží sa tesnia. Pri odbere vody mobilnými čerpacími agregátmi sa navrhuje samostatná sacia záchytka. Pôdorysný tvar nádrží pri upravených rybníkových nádržiach býva nepravidelný, pri špeciálnych nádržiach obdĺžnikový, štvorcový, kruhový a podobne. Sklon svahov nádrže býva 1:1 až 1:2,5. Na spevnenie svahov sa používa štrková nahádzka, kamenná a betónová dlažba a opevnenie z monolitického betónu s dilatačnými špármi vo vzdialenosti 2 až 4 m.



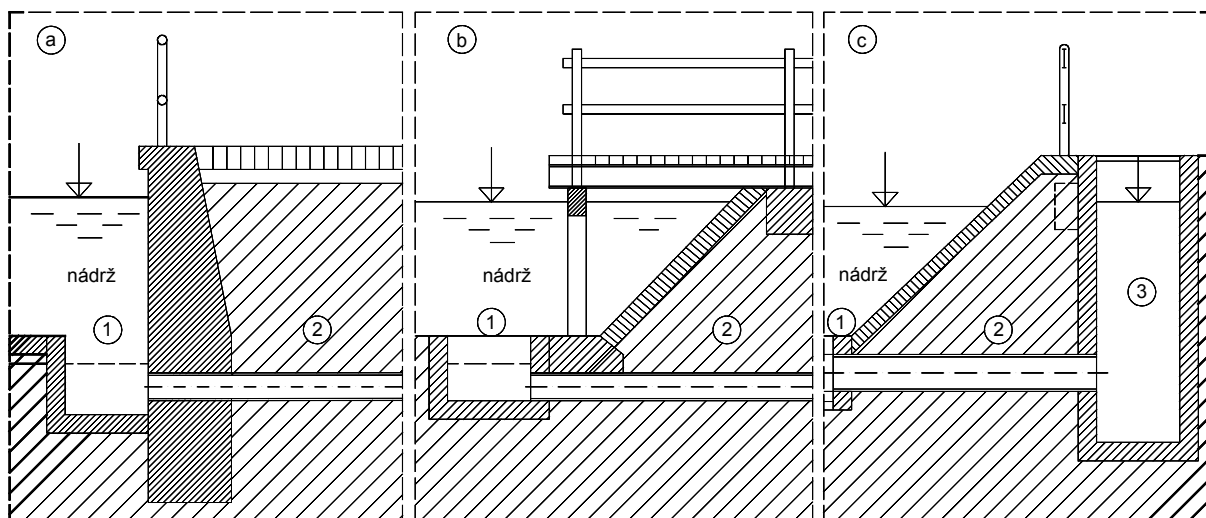
Obr. 8.1 Usporiadanie kruhovej a obdĺžnikovej protipožiarnej nádrže 1 – nádrž, 2 – schodisko, 3 – kalová záchytká, 4 – armatúrna šachta

Ak sa vyskytuje v blízkosti protipožiarnej nádrže vysoká hladina podzemnej vody, musí sa počítať so vzlakom vody a je potrebné navrhnuť príslušné opatrenia, napríklad

odvodňovacie ventily na dne nádrže. Nádrž sa dopĺňa vstupným schodiskom a zabezpečuje plotom.

Dôležité je začlenenie protipožiarienej nádrže do prostredia obce, okolie nádrže je treba doplniť vhodnou vegetáciou, aby plnila aj okrasnú funkciu.

Protipožiariene nádrže sú vybavené kalovou záchytkou umiestnenou na najnižšom mieste nádrže. Nad kalovým priestorom hĺbky 0,5 m sa osadia hrablice. Na vstup do nádrže slúži schodisko. Vlastnú nádrž je potrebné oplotiť, poprípade zabezpečiť zábradlím. Pri návrhu nádrže je treba pamätať na možnosť príjazdu požiarneho vozidla. Príklad usporiadania odberných objektov je na nasledujúcom obrázku.



Obr. 8.2 Rôzne spôsoby usporiadania odberov z požiarnych nádrží a – požiarna nádrž s kolmým oporným múrom a s oddelenou sacou záchytkou, b – požiarna nádrž s príjazdovou rampou, c – požiarna nádrž so šikmými svahmi a s oddelenou sacou záchytkou; 1 – kalová záchytka, 2 – prívodné potrubie, 3 – sacia záchytka

Funkciu protipožiarienej nádrže môžu dobre plniť okrasné nádrže, dedinské rybníky a podobne. K nádrži je treba vybudovať vhodnú príjazdovú komunikáciu pre protipožiarnu techniku. Dôležité je zabezpečenie potrebnej kvality vody, aby nedochádzalo k upchatiu sacích košov a čerpadiel. Niekedy sa pri odbere umiestňujú jednoduché pevné ochranné filtre z antikoročných materiálov. Pri týchto nádržiach sa vylučuje ich využitie pre chov kačíc a inej vodnej hydiny, zdroje znečistenia na povodí týchto nádrží je potrebné minimalizovať.

9. REKREAČNÉ A OKRASNÉ NÁDRŽE

Využitie vodných plôch pre rekreáciu má významnú zdravotnú a relaxačnú funkciu v živote spoločnosti. Vyplýva to s narastaním množstva voľného času a z plnenia prirodzených potrieb človeka, t.j. odpočinku, rozvoja osobnosti, zábavy a spoločenského styku. Základné spôsoby nárokov spoločnosti na rekreáciu pri vode a vo vode sú:

- každodenný – v priestore trvalého bydliska,
- krátkodobý – mimo priestor trvalého bydliska počas víkendu,
- dlhodobý a zahraničný – mimo priestor trvalého bydliska viac ako 3 dni.

Rekreačné nádrže sú vodné nádrže doplnené špeciálnym vybavením určené ku kúpaniu a k prevádzaniu vodných športov, s upraveným prístupom k vode a so špecifickou úpravou okolia. Patria sem prírodné kúpaliská, nádrže pre vodné športy ap.

Prírodné rekreačné nádrže v krajine. Pri hodnotení vhodnosti malej vodnej nádrže pre rekreáciu je potrebné brať do úvahy geografickú polohu, klimatické pomery, teplotu vody, kvalitu a zdravotnú nezávadnosť vody a okolia, hydrologické pomery, veľkosť a malebnosť vodnej plochy a tiež jej okolia aj jej dostupnosť po spevnených komunikáciách. Požiadavky na kvalitu vody v mnohých prípadoch rozhodujú o využití nádrže pre rekreačné účely. Špeciálne problémy vznikajú pri riadenej rekreácii na viacúčelových nádržiach a tokoch. Rekreácia na nádržiach pre pitnú vodu je takmer vylúčená, chov kaprov v rekreačných rybníkoch je obmedzený, chov vodnej hydiny úplne vylúčený.

O vhodnosti malej vodnej nádrže pre rekreačné účely sú určujúce tieto činitele:

- Klimatické činitele nádrže – teplota vody, vzduchu, dĺžka a intenzita slnečného svitu, smer a sila vetra.
- Poloha nádrže – nadmorská výška, výška a členitosť okolia nádrže, vegetačný kryt okolia nádrže, stupeň zaistenia, hĺbka vody v nádrži.
- Prevádzka nádrže – spôsob využitia nádrže, kolísanie hladiny v nádrži, zákaz využívania vodárenských nádrží na rekreáciu.
- Miestne činitele – veľkosť vodnej plochy, prístup k vode, zloženie zeminy v mieste vstupu do nádrže, vybavenie prírodného kúpaliska, atraktivita okolia nádrže, možnosti kempovania, prístupové cesty, hygienické zabezpečenie.
- Akosť vody a vzduchu, stupeň eutrofizácie nádrže.

Sledovanie kvality vody na kúpanie, vybavenosti a prevádzky prírodných vodných lokalít a kúpalísk s umelými bazénmi zohráva dôležitú úlohu v preventívnej ochrane zdravia obyvateľstva a spadá do kompetencie rezortu zdravotníctva.

Požiadavky na kvalitu vody v ktorej je kúpanie povolené ustanovuje § 13d Zákona Národnej rady SR č. 272/1994 Z.z. o ochrane zdravia ľudí v znení neskorších predpisov a Vyhláška Ministerstva zdravotníctva SR č. 30/2002 Z.z. o požiadavkách na vodu na kúpanie, kontrolu kvality vody na kúpanie a na kúpaliská v znení neskorších predpisov, ktorá je zosúladená so Smernicou Rady 76/160/EHS z 8. decembra 1975 týkajúcou sa kvality vody určenej na kúpanie.

Predmetom sledovania regionálnych úradov verejného zdravotníctva v SR (RÚVZ SR) a Úradu verejného zdravotníctva SR (ÚVZ SR) sú najvýznamnejšie prírodné vodné rekreačné lokality na Slovensku a umelé kúpaliská s termálnou a netermálnou vodou. Dozor sa vykonáva nad dodržiavaním povinností uložených právnickým a fyzickým osobám, t.j. prevádzkovateľom rekreačných zariadení umelých a prírodných kúpalísk, najmä vo vzťahu ku

kontrole kvality vody na kúpanie, rozsahu a početnosti kontroly kvality vody na kúpanie a ustanovením náležitostí prevádzkového poriadku. Na základe vyhovujúcich výsledkov previerok orgán na ochranu zdravia vydáva povolenia na prevádzku prírodných aj umelých kúpalísk

Kvalita vody prírodných a umelých kúpalísk sa kontroluje chemickým, mikrobiologickým a biologickým rozborom počas celej sezóny jednak v rámci výkonu štátneho zdravotného dozoru a tiež na základe výsledkov predložených prevádzkovateľmi, ktorí sú povinní v zmysle platnej legislatívy, v rozsahu stanovených ukazovateľov, preukazovať kvalitu vody na kúpanie.

Orgán na ochranu zdravia posudzuje vhodnosť vody na kúpanie zo zdravotného hľadiska v zmysle platnej legislatívy. Za vodu nevhodnú na kúpanie sa o. i. zásadne považuje voda, v ktorej sa dokázala prítomnosť patogénnych mikroorganizmov, takisto aj voda s výskytom vodného kvetu a siníc (cyanobaktérií). Priehľadnosť vody nesmie klesnúť pod 1 m, voda nesmie mať výrazne zmenenú farbu, chemický odpudzujúci, fekálny alebo zvláštny zápach, na hladine sa nesmie tvoriť viditeľný film alebo trvalá pena, vo vode nesmú byť vizuálne dokázateľné dechtovité látky a rôzny iný plávajúci materiál. Zdravie ľudí môže ohroziť aj prítomnosť toxických látok znečisťujúcich vodu zo známych i neznámych zdrojov. Ak voda nespĺňa požiadavky na kvalitu vody na kúpanie, orgán na ochranu zdravia nariadi prevádzkovateľovi opatrenia, o. i. aj označiť danú lokalitu varovným upozornením že voda nie je vhodná na kúpanie zo zdravotných dôvodov. Príčinou nevyhovujúcej kvality vody býva najčastejšie zvýšené hodnoty v chemických ukazovateľoch: farba, priehľadnosť, pH, v mikrobiologických ukazovateľoch: enterokoky, koliformné baktérie, termotolerantné koliformné baktérie, *Escherichia coli*, plesne, v biologických ukazovateľoch: chlorofyl a, počty siníc, sapróbny index, riasy.

Upravený ukazovateľ rekreačného potenciálu krajiny s malými vodnými nádržami R_R odporúča Chromal počítať zo vzťahu:

$$R_R = R_v \cdot K_o \cdot K_J \cdot K_T \cdot K_P \cdot K_A \quad (9.1)$$

kde K_o , K_J , K_T , K_P , K_A sú opravné súčinitele čistoty ovzdušia, akosti vody, teploty, funkcie nádrže, atraktivity územia. Ukazovateľ R_v prírodných predpokladov územia pre rekreáciu pri vode stanovíme nasledovne:

$$R_v = \left[(3L_n + 3L_{2t} + 1,5L_t + P_n + P_t) \frac{K_t}{F} \right] K_c K_{o1} K_{o2} \quad (9.2)$$

kde L_a je dĺžka okrajov vodnej plochy nádrže, L_{2t} – dĺžka okrajov toku (šírka viac ako 8 m), L_t – dĺžka toku (šírka menšia ako 8 m), P_a – plocha nádrže v hodnotenom obdĺžniku, P_t – plocha toku v %, K_t – klimatický súčiniteľ využiteľnosti $K_t = 0,1 A_d$, A_d – počet pobytových dní s priemernou dennou teplotou vyššou než 10 °C, F – plocha vymedzenej oblasti, K_c – opravný súčiniteľ akosti vody, K_{o1} – opravný súčiniteľ čistoty ovzdušia z hľadiska prášneho spádu, K_{o2} – opravný súčiniteľ čistoty ovzdušia z hľadiska škodlivých plynov.

Veľkosť kúpaliska sa navrhuje podľa veľkosti osídlenia spádovej oblasti. Odporúča sa uvažovať ako najväčšiu spádovú oblasť 50-tisíc obyvateľov. Kapacita kúpaliska N_k sa stanoví s predpokladanej návštevnosti, tj. 10 až 30% spádovej oblasti:

$$N_k = O \cdot x \quad (9.3)$$

kde N_k – kapacita kúpaliska (počet osôb), O – počet obyvateľov spádovej oblasti, x – koeficient návštevnosti 0,1 až 0,3.

Potrebná plocha areálu kúpaliska S_A sa vypočíta zo vzťahu

$$S_A = N_k \cdot s_A \quad (9.4)$$

Špecifická plocha kúpaliska na 1 návštevníka $s_A = 10 \text{ m}^2$.

Celková plocha areálu kúpaliska sa člení na vodné plochy s detskou kúpaliskom 10%, zastavané plochy 6%, cesty a chodníky 10%, odpočinkové plochy 40%, športové plochy a ihriská 20%, detské kútiky 3%, vegetácia 11%.

Potrebná kapacita vodnej plochy N_v a veľkosť vodnej plochy S_v sa určí z kapacity kúpaliska a súčasného pobytu návštevníkov vo vode:

$$N_v = N_k / a \quad (9.5)$$

$$S_v = N_v \cdot s_v \quad (9.6)$$

Kde: a – súčiniteľ súčasného pobytu vo vode ($a = 3$ až 5), závisí na veľkosti spádovej oblasti, s_v – špecifická vodná plocha pre rekreáciu, $s_v = 2,5 \text{ m}^2$ na 1 osobu.

Za aktívnu vodnú plochu sa považuje šírka hladiny 50 m od brehu. Hĺbka vody v prírodnom kúpalisku sa navrhuje iná pre plavcov, iná pre neplavcov a deti. Bežne sa navrhuje 20% objemu vody hĺbky 0,0 až 0,8 m, 40% objemu hĺbky väčšej než 1,3 m. na dne nesmie dochádzať k náhlym výškovým zmenám, povrch dna má byť piesčitý, alebo z drobného oblého riečného štrku, bez ostrých kameňov a prímiesí ílu. Pri väčšom sklone brehu, alebo pri zarastenom brehu sa prístup do vody rieši lávkami a zostupným schodiskom, alebo plávajúcim mólom, čím sa zamedzí poškodeniu litorálnej zóny.

Rekreačnú nádrž je potrebné chrániť pred prítokom cudzích vôd vhodne umiestnenými lesnými vsakovacími pásmi, záchytnými priekopami a kanálmi, infiltračnými pásmami a podobne. Oddychové plochy vlastného kúpaliska je treba odvodniť a odpadovú vodu zo spŕch, sociálnych zariadení a splaškovú vodu z rekreačných prevádzok odvieť stokovou sieťou do čistiarne.

Estetickej funkcii malých vodných nádrží sa venuje sa venuje neustále väčšia pozornosť a to ako v krajine tak aj v urbanizovanom prostredí. Vodná nádrž je dôležitým prvkom v krajine, ktorý sa pri citlivom umiestnení, precíznom návrhu a výstavbe a účelnej prevádzke stáva jedným z dominant krajiny. Vodná nádrž býva obklopená vegetáciou, v intenzívne využívanej krajine býva často vodná nádrž svojim koloritom oázou pokoja, priaznivo pôsobí na človeka. Estetický účinok vodnej nádrže v krajine je priamy, tj. priamo esteticky zlepšuje vzhľad krajiny a nepriamy, keď plnením účelových funkcií napomáha k celkovému zlepšeniu a ozdraveniu krajiny. Estetické pôsobenie vodných nádrží je iné v nížinných oblastiach s poľnohospodárskou výrobou, v hornatej alebo zalesnenej krajine, na sídliskách a parkových plochách a v priemyselnej krajine.

V nížinných oblastiach s poľnohospodárskou výrobou bývajú vodné nádrže so svojim bezprostredným okolím poslednou časťou voľnej prírody. Mimoriadny estetický význam majú vodné nádrže v suchých rovinných oblastiach. V okolí rybníkov sa vytvárajú priaznivé vlhové podmienky pre rast vegetácie, ktorá oživuje jednotvárnosť krajiny a vnáša do nej zeleň aj v období sucha. Vodná nádrž so svojim bezprostredným okolím sa tak stáva miestom, v ktorom sa sústreďuje vtáctvo a drobné cicavce. Vodná nádrž ovplyvňuje mikroklimu a zvyšuje hladinu podzemnej vody v okolí. Zvláštnu estetickú funkciu plnia rybníky

v zalesnenej krajine, kde tvorí protiváhu k rozsiahlym lesným komplexom. Bezprostredné okolie týchto rybníkov býva kryté trávnatým porastom a kríkmi plynule prechádzajú v stredný a vysoký les. Rybníky v lesnej krajine sa vyznačujú kvalitnou vodou a nezbahneným dnom.

Estetická funkcia vodných nádrží a ich starostlivé začlenenie do krajiny je podmienené:

- Vhodným výberom miesta nádrže a jej dôsledným začlenením do krajiny,
- zodpovedným stanovením výšky hrádze a zátopovej plochy,
- návrh jednoduchých a účelných objektov ktoré nepôsobia rušivo v krajine,
- účelnou a estetickou vegetačnou úpravou hrádze a opevnením návodného svahu hrádze,
- prehĺbením plytkých objemov okraja vegetačným spevnením s maximálnym využitím brehovej vegetácie,
- kvalitnými pozemkovými úpravami okolia rybníka,
- minimálnym počtom prevádzkových budov a ich účelným architektonickým riešením,
- revitalizáciou a pravidelnou údržbou prírodných a odpadových kanálov, pravidelnou údržbou hrádze,
- údržbou dna nádrže s likvidáciou nánosov, zamedzením vyhrňovania a skladovania bahna na okrajoch nádrže,
- vhodným usporiadaním prístupových ciest a ich spevnením,
- primeranou trávnatou, kríkovou a stromovou výsadbou v bezprostrednom okolí nádrže,
- presným vymedzením jednotlivých funkcií nádrže,
- likvidáciou neestetickkej chatovej a inej výstavby v okolí vodnej nádrže a jej prísnu organizáciu, vymedzením rekreačnej plochy a jej priebežnou údržbou.

Rešpektovaním všetkých hľadísk možno dosiahnuť plné využitie všetkých funkcií nádrže. Na estetickú funkciu vodnej nádrže sa nesmie zabúdať ani pri účelových vodných nádržiach určených na vodohospodárske, alebo iné účely. Aj tieto nádrže je potrebné citlivo začleniť do krajiny.

9.1 Malé vodné nádrže v urbanizovanom prostredí

Malé vodné nádrže v koncentrovanej mestskej zástavbe predstavujú prírodný prvok prenesený do strohého prostredia a zmiernuje tak jeho pretechnizovaný ráz. Ich funkcia býva umocnená fontánami a výtvarnými dielami, ktoré majú skrásliť a obohatiť životné prostredie. Voda pre tieto nádrže býva spravidla odoberaná z verejného vodovodu, alebo sa využíva upravená dažďová voda zo striech a znovu sa vracia po úprave do obehu recirkulačnými čerpadlami. Malé vodné nádrže v urbanizovanom prostredí sa delia na okrasné nádrže v sídliskách, okrasné nádrže v parkoch a na viacúčelové rybníčky.

Mimoriadny význam majú vodné nádrže v sídliskách vidieckeho typu. Sú to menšie nádrže, často umele vytvorené, pôdorysne rozmanitého tvaru, vhodne začlenené do terénu, s okrasnou funkciou a ďalšími funkciami. Tieto nádrže sa svojim charakterom a výsledným estetickým pôsobením odlišujú od bežných rybníkov. Hladina sa navrhuje blízko terénu a okolie sa osadzuje vhodnou vegetáciou. Nádrže sa situujú s ohľadom na umiestnenie prírodnej, alebo stavebnej dominanty s ktorou sa zrkadlí na vodnej hladine.

Vodné plochy v mestách sa výhodne využívajú k asanácii plôch po vyťažených štrkopieskov a iných stavebných materiálov. Nádrže tohto druhu skvalitňujú životné prostredie a v obytných útvaroch znamenajú priestorové a funkčné obohatenie. Aby mohli tieto nádrže plniť estetickú funkciu, musia sa dodržať potrebné zásady. K hlavným zásadám

patrí zabezpečenie konštantnej hladiny, zatrávenie brehov, aby nedochádzalo k podmáčaniu okolia a podobne.

Nádrže v modernej sídlíštnjej výstavbe sa navrhujú pravidelného prizmatickeho tvaru z klasických stavebných materiálov s vhodnou povrchovou úpravou. Dno zemných nádrží sa tesní fóliou z PE a PVC, chránené geotextíliami. Na vidieku do tejto kategórie patria esteticky navrhnuté dedinské rybníky s viacúčelovým využitím.

10. PROJEKTOVÁ ČINNOSŤ PRI REALIZÁCIÍ MALÝCH VODNÝCH NÁDRŽÍ

Projektová príprava a vlastná projektová činnosť pri realizácii malých vodných nádrží prebieha prakticky v troch úrovniach:

- krajinotvorné programy,
- podklady pre územné rozhodnutia,
- realizačná dokumentácia.

Vzhľadom k tomu, že každá vodná nádrž by mala tvoriť organickú súčasť vodného hospodárstva povodia, spolupôsobiť pozitívne pri ovplyvňovaní vodného režimu a vodohospodárskej bilancii krajiny, je potrebné návrh výstavby nových, alebo aj obnove starých nádrží riešiť komplexne v súlade s vodohospodárskym riešením, ale aj v súlade s celkovými pozemkovými úpravami, riešením protieróznej ochrany poľnohospodárskych pozemkov. Návrh je potrebné koordinovať s výstavbou hlavných a vedľajších poľných komunikácií, zriaďovaním trávnatých a lesných pásov, biocentier, biokoridorov a podobne. Takýto komplexný prístup umožňujú rôzne typy **krajinotvorných programov**.

Cieľom ekologickej optimalizácie a revitalizácie krajiny je dosiahnutie takého stavu harmonickej kultúrnej krajiny, v ktorej človekom narušené ekosystémy budú vyvážené vhodne rozloženými plochami ekologickejšieho stabilnejších ekosystémov.

Cieľom je napravná činnosť dôsledky rozsiahlej devastácie vodného režimu krajiny, pričom nejde len o problematiku znečistenia tokov, ale predovšetkým o obnovu vodného režimu v malých povodiach, ktoré boli znehodnotené poľnohospodárskou veľkovýrobou v minulosti. Často dochádzalo k regulácii tokov na úkor prirodzených meandrov, vybetónované korytá rýchlo odvádzali vodu z krajiny, likvidovali sa prirodzené zásobárne vody. Pre zabezpečenie realizácie tohto cieľa je potrebné predovšetkým podporovať a zvyšovať retenčnú schopnosť krajiny, systémovo napravná negatívne dôsledky spôsobu obrábania pôdy a obnovovať prirodzené funkcie vodných tokov a ich koryt, vrátane okolitých porastov a ochranných pásov.

V dôsledku podporovanej plošnej intenzifikácie poľnohospodárskej výroby prevedenej v minulosti bez reálneho zváženia ekonomických a ekologických dôsledkov, sa budeme ešte veľa rokov vyrovnávať s priestorovo rozsiahlymi necitlivými zásahmi do krajiny a ich dopadmi, hlavne vo vyššie položených oblastiach. V minulosti štátom bohato dotované odstraňovanie všetkých prekážok, obmedzujúcich veľkoplošné poľnohospodárske využitie týchto plôch, vyvolalo pokles ekologickej rovnováhy krajiny.

Pre realizáciu jednotlivých konkrétnych opatrení v rámci krajinotvorných programov je nutná úzka spolupráca všetkých dotknutých subjektov. Medzi nich patria vlastníci, nájomníci a správcovia pozemkov, správcovia vodných tokov, pozemkové úrady, jednotlivé oddelenia príslušných okresných úradov, obce a ďalšie orgány štátnej správy a samosprávy. Dôležitú úlohu majú tu zohrávať najmä pozemkové úrady. Preto je nutné už v návrhu opatrení spolupráca všetkých zúčastnených subjektov s jednotlivými pozemkovými úradmi. Iba tak možno zaistiť, aby návrhy konkrétnych opatrení posilňujúcich ekologickú stabilitu krajiny, mohli byť začlenené do návrhov, plánov a projektov pozemkových úprav, z ktorých vychádza ich praktická realizácia. Je to najpriamejšia a najľahšia cesta, zohľadňujúca vlastnícke vzťahy, reštitúcie, transformáciou poľnohospodárskej výroby a hlavne ochrany prírody a tvorby krajiny. Rovnako je treba koordinovať krajinotvorné programy s ďalšími významnými dokumentmi, spracovanými v danom povodí či regióne, napr. s územnými systémami ekologickej stability, územnými plánmi, plánmi rozvoja obcí a podobne.

Druhým významným stupňom prípravy realizácie malých vodných nádrží je **spracovanie podkladov pre územné konanie**. Výsledkom územného konania je územné rozhodnutie, ktoré je rozhodnutím správnym a môže sa týkať buď rozhodnutia o umiestnení stavby, rozhodnutia o využití územia, rozhodnutia o ochrannom pásme alebo rozhodnutia o stavebnom uzávere. Pre ďalšiu projektovú činnosť, súvisiacu s výstavbou malej vodnej nádrže, je podstatné územné rozhodnutie o umiestnení stavby, ktoré slúži k vymedzeniu stavebného pozemku, k umiestneniu stavby na tomto pozemku a stanovení podmienok pre spracovanie projektu.

Cieľom územného rozhodnutia je zaistiť súlad navrhovaných opatrení s celospoločenskými záujmami, obmedziť zásahy do práv a právom chránených záujmov fyzických a právnických osôb na potrebnú mieru. Povinnosťou stavebného úradu je zaistiť, aby územné rozhodnutie bolo v súlade so záujmami, zámermi a cieľmi územného plánovania a so schválenou územnou plánovacou dokumentáciou.

V rozhodnutí o umiestnení stavby sa určuje a vymedzuje stavebný pozemok a stanovia sa podmienky, ktorými sa usmerňuje projektová činnosť stavby a rozhoduje sa o námietkach, ktoré účastníci uplatnili v územnom konaní. Územné konanie a územné plánovanie vedie a územné rozhodnutie vydáva obecný, alebo v mestách miestne úrady. Vodné stavby v zmysle vodného zákona schvaľujú Obvodné úrady životného prostredia prostredníctvom orgánov štátnej vodnej správy

Pred zahájením územného konania je potrebné spracovať a pripraviť všetky potrebné podklady. Najprv sa spracujú informácie o zámere stavby v textovej podobe, doložené potrebnými grafickými prílohami (mapa 1:50 000 so zakreslením hrádzového profilu, budúcou zátopou a plochou povodia, príslušenstvo k hrádzovému profilu, katastrálna mapa s vyznačením dotknutých pozemkov, vzorový priečny rez hrádzou, prípadne schéma funkčných objektov). Textová časť obsahuje základné informácie o zamýšľanej investícii (meno stavebníka, jeho adresa, stručnú charakteristiku zamýšľanej stavby a jej častí), výsledky základných výpočtov (plocha hladiny, objemy vody, návrhový prietok, dĺžka prepadovej hrany), predpokladané zdroje zeminy pre stavbu hrádzce, informácie o úpravách na prítoku, toku pod nádržou a podobne.

Táto informácia sa rozošle orgánom štátnej správy a organizáciám a firmám, ktoré môžu vzniesť pripomienky k zamýšľanej stavbe. Územného konania sa zúčastňujú podľa stavebného zákona všetky subjekty dotknuté stavbou. Pozemky nemusia byť pri územnom konaní vo vlastníctve stavebníka, ale je nutný súhlas vlastníka so zámermi výstavby. Pozemok môže byť aj prenajatý. Cieľom je zhromaždenie informácií o prekážkach stavby so záujmami, alebo investíciami iných firiem.

Potrebnou súčasťou žiadosti o zahájenie územného konania je preukázanie, že buď sú všetky dotknuté pozemky vo vlastníctve stavebníka, čo sa dokladá výpisom z listu vlastníctva, ktorý je možné získať na príslušnom katastrálnom úrade alebo je nutný súhlas vlastníka so zámermi výstavby. Pozemok môže byť aj prenajatý.

Všetky tieto doklady predloží stavebník príslušnému stavebnému úradu, ktorý zahájí územné konanie. Územné konanie je zahájené dňom, keď je predložený návrh na vydanie územného rozhodnutia stavebného úradu. Zahájenie územného konania je povinný stavebný úrad oznámiť písomne všetkým dotknutým orgánom štátnej správy a všetkým známym účastníkom konania. Účastníkmi konania sú stavebník, právnické a fyzické osoby, ktorých vlastníctvo, alebo iné práva k pozemkom a stavbám by mohli byť územným rozhodnutím priamo dotknuté. V písomnom oznámení musí byť uvedený aj termín územného pojednávania, kedy najneskôr môžu účastníci konania vzniesť svoje námietky a pripomienky.

Na základe výsledkov územného jednanja vydá stavebný úrad územné rozhodnutie, ktorého platnosť je obmedzená na dobu dvoch rokov. Pokiaľ do dvoch rokov od vydania územného rozhodnutia nepožiadava stavebník o vydanie stavebného povolenia na predmetnú stavbu, stráca územné rozhodnutie platnosť. Územné rozhodnutie obsahuje meno stavebníka, názov a stručný popis stavby, prehľad parcelných čísiel dotknutých pozemkov a výpis požiadaviek, pripomienok a stretov, získaných z vyjadrení dotknutých orgánov štátnej správy, fyzických či právnických osôb. Všetky tieto pripomienky je projektant povinný rešpektovať pri spracovaní projektovej dokumentácie stavby.

Projektovú dokumentáciu stavieb môže spracovať fyzická, alebo právnická osoba, ktorá má pre túto činnosť kvalifikáciu. Túto spôsobilosť dokladá projektant buď oprávnením k projektovej činnosti, alebo osvedčením zvláštnej spôsobilosti k výkonu činností vo výstavbe, alebo autorizácii.

Pred zahájením vlastných projektových prác si musí projektant zaobstarat' podklady pre spracovanie dokumentácie. Tieto podklady tvoria hlavne:

- základné hydrologické údaje,
- tachimetrické zameranie lokality,
- inžiniersko – geologický prieskum.

Základné hydrologické údaje spracováva Slovenský hydrometeorologický ústav. V žiadosti o spracovaní základných hydrologických údajov je potrebné uviesť názov toku, číslo hydrologického poradia, alebo jeho časť a definovať miesto budúceho hrádzového profilu. V hydrologických údajoch sú zahrnuté tieto informácie: názov a číslo hydrologického poradia toku, plocha povodia k hrádzovému profilu, priemerná dlhodobá ročná výška zrážok na povodí, priemerný dlhodobý ročný prietok, minimálny prietok a maximálny prietok vody.

Tachimetrické zameranie lokality vlastnej nádrže, okolitých pozemkov a miesto prípadného budovania zemníku spracúva autorizovaná geodetická firma. Pre stanovenie optimálneho rozsahu zamerania je potrebná konzultácia projektanta a geodeta na mieste budúcej stavby. Výsledkom zamerania stavby je tachymetrický plán v mierke 1:500 so vzdialenosťou vrstevníc 0,5 až 1,0 m. Súčasťou tachymetrického plánu je aj napojenie na štátnu niveláciu, napojenie na štátnu trigonometrickú sieť a vyznačenie pevných bodov, osadených geodetom na ploche v rámci zamerania. Súčasťou technickej správy geodetickej správy je aj popis a súradnice týchto pevných bodov.

Inžiniersko – geologický prieskum je jednou z najdrahších subdodávok projektanta. Z tohto dôvodu je treba najprv konzultovať s odbornou geologickou firmou vhodnosť, podmienenú vhodnosť či nevhodnosťou miesta pre stavbu nádrže. Skúsený geológ na základe regionálnych informácií, geologických máp, alebo rôznych archívnych údajov je schopný posúdiť či je možné v danej lokalite z inžiniersko – geologického hľadiska nádrž realizovať. Jedným z prípadov výrazného zvýšenia nákladov na výstavbu nádrže môže byť skutočnosť, že dno budúcej nádrže je tvorené priepustnými zeminami, takže by v nádrži nebolo možné udržať vodu, alebo by bolo nutné dno budúcej nádrže v celej ploche tesniť. Pokiaľ sa na základe tohto predbežného posúdenia javí miesto na budovanie nádrže ako vhodné, je možné pristúpiť k zadaniu podrobného inžiniersko – geologického prieskumu.

Podrobný inžiniersko – geologický prieskum zahŕňa zriadenie vítaných, alebo kopaných sond na danej lokalite, vizuálne posúdenie a popis vzoriek zeminy pri otváraní sond, odber vzoriek, ich rozbor a vyhodnotenie v laboratóriu a spracovanie konečnej správy inžiniersko – geologického prieskumu. Táto správa obsahuje jednak textové, jednak grafické prílohy.

Textové prílohy sú tvorené správou, popisom sond a výsledkami laboratórných rozborov. Správa obsahuje vyhodnotenie inžiniersko – geologických pomerov v mieste

budúcej hrádze a v mieste predpokladaných funkčných objektov, v zátope a v príľahlom území ovplyvneným výstavbou nádrže. Ďalej sa popíšu vhodné náleziská zemín pre stavbu hrádze, vrátane ich kvalitatívneho a kvantitatívneho posúdenia a zhodnotenia ich použiteľnosti pre stavbu hrádze. Obsahuje tiež zatriedenie zemín a skalných hornín v podloží hrádze a v nálezisku zemín pre stavbu hrádze do tried ťažiteľnosti. Súčasťou správy je zväčša aj odporúčanie o type hrádze, o sklonoch svahov a spôsobe založenia hrádze. Správa ďalej obsahuje informácie o dnovom materiály hrádze z hľadiska nepriepustnosti. Významné sú aj informácie o výsledkoch rozborov podzemných vôd, hlavne z hľadiska stupňa síranovej agresivity.

Ďalšie textové správy podávajú informácie o uložení vrstiev zemín a skalných podloží v jednotlivých sondách a o úrovni narazenej a ustálenej hladine podzemnej vody v každej sonde a výsledky laboratórnych skúšok odoberatých vzoriek zemín z jednotlivých sond.

Grafické prílohy obsahujú jednak dokumentačnú mapu miest vrátaných a kopaných sond, vyznačenie geologických rezov, mapu úrovne hladiny podzemnej vody pod úrovňou terénu, mapu nálezísk a mocností zemín vhodných pre stavbu hrádze. Na vykreslenie týchto základných grafických príloh je možné využiť tachymetrické plány. Ďalšie grafické prílohy tvoria geologické rezy naprieč údolím v mieste ose budúcej hrádze, niekoľko priečných rezov nádržným priestorom a pozdĺžny profil v ose napájacích tokov.

Rozsah a hĺbka spracovania projektovej dokumentácie nie je pevne daná a v podstate závisí na dohode medzi objednávateľom a spracovateľom projektovej dokumentácie. Všeobecne možno povedať, že rozsah a kvalita spracovania projektovej dokumentácie by mala mať patričnú úroveň, aby bolo možné podľa tejto dokumentácie príslušnú nádrž postaviť.

Odporúčaný obsah realizačnej projektovej dokumentácie malej vodnej nádrže možno charakterizovať nasledovnými prílohami:

- sprievodná správa,
- súhrnná technická správa, výpočty,
- prehľadná situácia v mierke 1:50 000,
- podrobná situácia a vytyčovacia schéma stavby v mierke 1:500 (1:1 000),
- pozdĺžny profil osou hrádze v mierke 1:500/100 (1:1 000/100),
- vzorový priečny rez hrádzou 1:100,
- priečne rezy hrádzou 1:100,
- výkresy výpustného zariadenia (pôdorys, pozdĺžne a priečne rezy),
- výkresy bezpečnostného priepadu (pôdorys, pozdĺžne a priečne rezy),
- detaily výpustného zariadenia a bezpečnostného prepadu,
- pozdĺžny profil nádrže v mierke 1:500/100 (1:1 000/100),
- priečne rezy korytom korytom v nádrži a pod nádržou,
- priečne rezy nádržným priestorom s vyznačením úrovne upraveného dna,
- priečne rezy zemníkom s vyznačením rekultivácie po ukončení ťažby,
- správa vykonávania stavby,
- špecifikácia hlavných materiálov a prác,
- harmonogram prác,
- doklady.

Podrobný položkový rozpočet sa neprikladá do jednotlivých projektov, pridáva sa však zadávateľovi projektovej dokumentácie v dohodnutom počte výťažkov. Zadávatel'

projektovej dokumentácie potom použije tento rozpočet pre posúdenie výšky deklarovanej ceny v rámci výberového konania na dodávateľa stavby.

Na základe spracovania projektovej dokumentácie žiada stavebník o vydanie stavebného povolenia. V žiadosti uvedie meno a adresu stavebníka, druh, účel a miesto stavby, predpokladaný termín dokončenia stavby, parcelné čísla stavebného pozemku, jeho druh a parcelné čísla susedných pozemkov s uvedením vlastníckych, alebo iných práv, základné údaje o stavbe a jej vplyvu na životné prostredie. Ďalej sa uvedie kto spracoval projektovú dokumentáciu, spôsob prevedenia stavby a zoznam účastníkov konania.

K žiadosti stavebník priloží doklady, ktorými preukáže, že je vlastníkom nehnuteľnosti, na ktorej plánuje stavať, alebo že má iné právo oprávňujúce ho stavbu realizovať. Predloží k žiadosti o stavebné povolenie vyňatie zastavaného pozemku z poľnohospodárskeho pôdneho fondu v zmysle zákona. Pridá tiež doklady o jednaniach, ktoré viedol s kompetentnými orgánmi štátnej správy, alebo účastníkmi správneho konania, potrebné rozhodnutia týchto subjektov a projektovú dokumentáciu. Pri stavbách, ktoré si stavebník bude realizovať vlastnými silami je potrebné priložiť písomné prehlásenie autorizovanej osoby, že bude zabezpečovať odborný dozor nad stavbou.

Projekt vykonáva v priebehu realizácie stavby tzv. autorský dozor. Účelom autorského dozoru je kontaktovať, či je stavba realizovaná podľa schválenej projektovej dokumentácie a prípadne navrhovať po dohode s dodávateľom stavby a stavebníkom úpravy projektovej dokumentácie, vyvolané zmenou podmienok projektanta. Nutná účasť projektanta v súčinnosti s geológom je pri prevzatí základovej správy hrádze a funkčných objektov, v priebehu hutniacich pokusov, ktorými je nutné preukázať, že hrádza je zhutnená na hodnoty predpísané projektom.

11. STAVBA MALÝCH VODNÝCH NÁDRŽÍ

Vlastnej realizácia malej vodnej nádrže podľa spracovanej a schválenej projektovej dokumentácie predchádza jednak stavebné povolenie a výber dodávateľa stavby. Obidva tieto úkony sa riadia zákonom č. 184/2002 Z. z. o vodách a o zmene a doplnení niektorých zákonov (vodný zákon) a ďalšími špeciálnymi predpismi.

Na uskutočnenie, zmenu alebo na odstránenie vodnej stavby sa vyžaduje povolenie orgánu štátnej vodnej správy. Stavebné úpravy na vodnej stavbe možno uskutočňovať na základe povolenia alebo ohlásenia orgánu štátnej vodnej správy. Na uskutočnenie jednoduchého vodného zariadenia sa nevyžaduje povolenie ani ohlásenie orgánu štátnej vodnej správy. V povolení na vodné stavby orgán štátnej vodnej správy určí záväzné podmienky na uskutočnenie stavby a užívanie stavby.

Povolenie orgánu štátnej vodnej správy na uskutočnenie, zmenu alebo odstránenie vodnej stavby je súčasne stavebným povolením a povolenie na jej uvedenie do prevádzky je súčasne kolaudačným rozhodnutím.

Pri povoľovaní, výstavbe a prevádzke vodných stavieb je potrebné sústavne sledovať a hodnotiť ich vplyv na povrchové vody a podzemné vody a prihliadať na záujmy rybárstva a na ochranu prírody a krajiny a dbať, aby sa využívaním jednej prirodzenej vlastnosti vody neznemožnilo využívanie iných prirodzených vlastností vody. Pri súbehu záujmov o využívanie prirodzených vlastností vody môže orgán štátnej vodnej správy podmieniť povolenie na uskutočnenie vodnej stavby

a) jej použiteľnosťou na viac účelov s využívaním viacerých prirodzených vlastností vody pre viacerých užívateľov,

b) uzavretím dohody viacerých vlastníkov o uskutočnení spoločnej vodnej stavby a o uzavretí dohody o jej budúcej prevádzke.

Pred zhotovením projektovej dokumentácie stavby alebo zmeny stavby je stavebník povinný požiadať orgán štátnej vodnej správy o vyjadrenie k zámeru stavby, či je predpokladaná stavba alebo zmena stavby možná z hľadiska ochrany vodných pomerov a za akých podmienok ju možno uskutočniť a užívať.

Žiadosť o vydanie rozhodnutia sa musí doložiť prílohami obsahujúcimi údaje a podklady, ktoré vyplývajú z jednotlivých ustanovení zákona a sú potrebné na posúdenie vplyvu žiadaného rozhodnutia na vodné pomery. Ak ide o žiadosť o vydanie povolenia, ktoré je súčasne stavebným povolením, treba pripojiť aj doklady, ktoré sú potrebné k žiadosti o také rozhodnutie podľa stavebného zákona, a údaje o hydrologických veličinách poskytovaných poverenou osobou. Žiadateľ je povinný na vyzvanie orgánu štátnej vodnej správy predložiť ďalšie doklady, prípadne posudky o vplyve žiadaného rozhodnutia na záujmy chránené zákonom a na práva a právom chránené záujmy iných.

Účastníkom vodoprávneho konania je vo veci povolenia týkajúceho sa vodného toku správca vodného toku. V prípadoch, v ktorých rozhodnutie orgánu štátnej vodnej správy môže vo veľkom rozsahu ovplyvniť vodné pomery v obci alebo v územných obvodoch viacerých obcí alebo sa týka veľkého počtu účastníkov konania, oznámi orgán štátnej vodnej správy termín a predmet ústneho pojednávania verejnou vyhláškou, ktorá sa uverejní vo všetkých dotknutých obciach. V takých prípadoch je účastníkom konania aj obec. Na ústne pojednávanie pozve všetkých jemu známych účastníkov konania.

V jednoduchých veciach, najmä ak možno rozhodnúť na základe podkladov predložených účastníkom vodoprávneho konania, rozhodne orgán štátnej vodnej správy neodkladne. V ostatných prípadoch rozhodne najneskoršie do 60 dní, v osobitne zložitých

prípadoch najneskoršie do troch mesiacov od začatia vodoprávneho konania. Ak nemožno vzhľadom na povahu veci rozhodnúť ani v tejto lehote, môže lehotu primerane predĺžiť odvolací orgán.

Posudzovanie vplyvov na životné prostredie. V druhej polovici dvadsiateho storočia sa v celom svete kládol mimoriadny dôraz na vyriešenie mnohých praktických problémov vo vodnom hospodárstve, čo viedlo k príprave, realizácii a prevádzkovaníu objektov a stavieb určitým spôsobom umelo zasahujúcich do prírodného kolobehu vody a do životného prostredia. V niektorých prípadoch to boli zásahy bez dostatočného a uspokojujúceho zohľadnenia ďalších najmä následných vplyvov, ich významnosti a trvania.

Jednou z ciest ako čo najviac eliminovať chyby a rôzne prehrešky proti životnému prostrediu je dôkladné poznanie a zhodnotenie vplyvov vodohospodárskeho diela na okolie ako celok. Hodnotenie – posudzovanie vplyvov na životné prostredie je synonymum pre anglický výraz *Environmental Impact Assessment – EIA*. Pod týmto označením sa rozumie dnes už v celom kultúrnom svete detailne prepracovaný pracovný postup – proces spracovania technicko – ekonomicko – ekologickej expertízy.

Situáciu u nás je právne pokrytá nasledovne. V roku 1992 nadobudol účinnosť Zákon č. 17/1992 Zb. o životnom prostredí. Tento zákon predstavuje všeobecnú právnu normu najvyššej záväznosti, na ktorú postupne nadväzujú ďalšie legislatívne aktivity. Z tohto zákona vychádza a je jeho naplnením v určitej oblasti Zákon č. 127/1994 Z.z. Národnej rady Slovenskej republiky z 29. apríla 1994 o posudzovaní vplyvov na životné prostredie. V súvislosti so zjednocovaním práva na úseku životného prostredia s legislatívou Európskej únie bol tento zákon doplnený a novelizovaný Zákonom č. 391/2000 Z.z. Národnej rady Slovenskej republiky z 25. októbra 2000. Tým sme sa začlenili k politicky a hospodársky vyspelým krajinám, kde stratégia environmentálnej politiky smeruje k vytvoreniu podmienok pre zabezpečenie trvalo udržateľného rozvoja. Trvalo udržateľný rozvoj definovala Svetová komisia pre životné prostredie a rozvoj (WCDE – World Commission for Environmental and Development) ako rozvoj, ktorý zosúladzuje potreby súčasnosti bez ohrozenia možností budúcich generácií zabezpečiť si vlastné potreby.

Zákon NR SR č. 127/1994 Z.z. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie spolu s jeho doplnením a novelizáciou zákonom NR SR č. 391/2000 Z.z. [9] upravuje, na rozdiel od osobitných predpisov sledujúcich ochranu jednotlivých zložiek životného prostredia (pôda, voda, vzduch), postup pri komplexnom, odbornom a verejnom posudzovaní investične pripravovaných stavieb, zariadení a činností pred rozhodnutím o ich povolení. Upravuje tiež postup pri hodnotení návrhov niektorých rozvojových koncepcií a všeobecne záväzných právnych predpisov z hľadiska ich predpokladaného vplyvu na životné prostredie. Zákon teda podrobne upravuje proces EIA a taxatívne stanovuje (vrátane kvantitatívnych ukazovateľov) tie stavby, zariadenia a iné činnosti, ktoré podliehajú jednotlivým stupňom posudzovania ich vplyvu na životné prostredie.

Zákon je koncipovaný tak, že proces posudzovania vplyvov stavieb a činností na životné prostredie:

- zabezpečuje zistenie a komplexné vyhodnotenie vplyvov posudzovanej aktivity na životné prostredie pred jej povolením, vrátane potrebných opatrení na prevenciu, minimalizáciu, resp. kompenzáciu identifikovaných vplyvov,
- určuje, navrhuje a odporúča opatrenia, ktoré zabránia alebo zmenšia znečisťovanie a poškodzovanie životného prostredia,
- konštatuje, objasňuje a porovnáva klady a zápory predloženého zámeru vrátane jeho variantov, a to aj v porovnaní so stavom, ak by sa zámer neuskutočnil,

- nenahrádza povolenie stavby, zariadenia alebo činnosti podľa platných osobitných predpisov (napr. Stavebného zákona, Zákona o vodách a pod.), je len jedným z podkladov potrebných na vydanie tohto povolenia,
- nenahrádza ani vyjadrenie, súhlas, stanovisko alebo záväzný posudok dotknutých orgánov štátnej správy, avšak poskytuje priestor na jeho vydanie už v priebehu procesu posudzovania vplyvov,
- umožňuje širokú demokratickú účasť verejnosti na procese posudzovania vplyvov činností na životné prostredie,
- vťahuje do procesu posudzovania odborníkov z rôznych oblastí a vytvára tak interdisciplinárne tímy špecialistov,
- vyžaduje spravidla variantné riešenie stavby alebo činnosti, čo prakticky vždy býva prínosom, aj keď v niektorých prípadoch predlžuje fázu prípravy investície.

Pokiaľ ide o samotnú realizáciu stavby, dodávateľ si spravidla spracuje vlastný harmonogram prác, môže použiť čiastočne, alebo úplne časti projektu, týkajúce sa realizácie stavby. Všeobecne možno činnosti pri výstavbe malej vodnej nádrže rozdeliť do týchto skupín:

- prípravné práce,
- stavba funkčných objektov,
- stavba hrádze,
- úprava toku v nádrži a pod nádržou,
- úpravy v okolí nádrže,
- dokončovacie práce.

11.1 Prípravné práce

Prípravné práce pred realizáciou malej vodnej nádrže zahŕňujú vytýčenie stavby, odstránenie stromov, kríkov a orníčnej vrstvy z budúceho zátopového územia.

Vyprojektovanú a schválenú malú vodnú nádrž je potrebné pred zahájením stavebných prác situačne a výškovo osadiť do terénu. Podkladom pre polohové vytýčenie je trigonometrická sieť, pre výškové vytýčenie nivelačná sieť v blízkom okolí staveniska. Vytýčenie stavby prevádza buď dodávateľ stavby vlastnými pracovníkmi, alebo využije geodetickú firmu, ktorá prevádzala zameranie lokality pre spracovanie tachymetrického plánu. Súčasťou tohto zamerania je spravidla osadenie pevných bodov do terénu, ktoré budú využité pre ďalšie meračské práce v priebehu výstavby. Vytýčenie stavby spočíva v označení osi hrádze, osi toku v zátope a pod hrádzou, zátopovej čiary a obvodu zemníku. Všetky tieto body sa v teréne vyznačujú drevenými kolíkmi osadenými tak, aby pri stavbe nedošlo k ich poškodeniu, vyvráteniu alebo posunutiu. Os hrádze sa napríklad fixuje kolíkmi, osadenými v predĺženom smere osi. Zátopová čiara sa vytyčuje z toho dôvodu, aby bola vyznačená plocha zátopej, z ktorej bude nutné odstrániť vegetáciu a ornícu. Okrem smerového vytýčenia osi hrádze, prípadne koryta v nádrži a pod hrádzou je potrebné osadiť do vhodných miest výškové značky, z ktorých bude možné jednoduchým spôsobom odvodiť úroveň koruny hrádze, hladinu normálneho napustenia, prípadne maximálnu hladinu, úroveň vtoku do potrubia výpustného objektu a podobne.

Na celej ploche dna budúcej nádrže je nutné vyrúbať stromy a kríky. Výrub stromov podlieha schvaľovaciemu konaniu podľa zákona o ochrane prírody. Obvodný úrad životného prostredia vydá povolenie na výrub stromov. Kmene stromov a koreňový systém kríkov je

účelné odstrániť. Stromy sa porežú a materiál použije podľa priemeru brvien buď ako stavebné drevo, alebo ako palivo. Konáre stromov a a kríkov sa spália na vhodnom mieste na stavenisku. Ak sa v blízkosti budúcej nádrže vyskytujú kvalitné stromy, ktoré bude potrebné a možné zachovať, je treba ich kmene chrániť ohrádkou pred prípadným poškodením mechanizmami.

Z celej plochy nádrže je nutné odstrániť orníchnú vrstvu. Mocnosť tejto vrstvy je orientačne daná výsledkami pedologického prieskumu, táto hodnota sa spresní pri vlastnom odstraňovaní ornice. Orničný materiál je nutné odkladať na oddelenú skládku, tento materiál bude čiastočne použitý pre ohumusovanie vzdušného svahu, koruny hrádze a pre vytvorenie trávnatého pásu pozdĺž brehovej čiary nádrže. Prebytok ornice sa využije na rekultiváciu zemníku po skončení ťažby, alebo sa rozhrnie po okolitých pozemkoch, či sa využije k rekultivačným prácam v okolí nádrže.

Všetky presuny hmôt, hlavne zemných materiálov je potrebné dôsledne zvážiť, pretože sa jedná o veľké objemy a presuny zemných materiálov a tie tvoria spravidla rozhodujúcu položku finančných nákladov na realizáciu malej vodnej nádrže.

11.2 Stavba funkčných objektov

Po skončení prípravných prác spravidla nastupuje výstavba funkčných objektov.

Je výhodné ak je objekt výpustu, alebo združeného objektu umiestnený mimo pôvodného koryta z dôvodu zakladania objektu v relatívne suchej základovej jame, a tiež z dôvodu, že voda preteká v starom koryte. Po dokončení stavby funkčného objektu sa voda prevedie z pôvodného koryta do už hotového objektu.

Pred zahájením stavby je potrebné vykolíkovať obvod objektu a smer odpadného potrubia. Ďalej sa vykope jama až na úroveň základovej škáry. Po odkrytí základovej škáry je vhodné prizvať na kontrolu projektanta a geológa ku jej odovzdaniu. O odovzdaní základovej škáry sa prevádza zápis do stavebného denníka. Základovú škáru však nie je účelné nechať dlho odkrytú, hlavne v daždivom období a treba ju pokryť vrstvou podkladového betónu o hrúbke cca 0,10 – 0,15 m. Na tento podkladový betón sa potom prevedie debnenie dna a stien objektu. Vlastná betonáž objektu by mala prebehnúť súvisle tak, aby nevznikali pracovné škáry. Napojenie vrstiev betónu, hlavne po dlhšej dobe prerušenej betonáže, môže byť zdrojom priesakov vody telesom objektu. Pokiaľ je objekt príliš veľký je vhodné pracovné škáry navrhnuť už v projekte a prepojenie oboch častí objektu zaistiť zabetónovaním gumových, alebo kovových pásov do oboch častí objektu pozdĺž pracovnej škáry. Pred betonážou objektu je potrebné umiestniť do debnenia výstužné oceľové prúty. Pri betónovaní funkčných objektov je nutné pamätať aj na vynechanie potrebných otvorov pre umiestnenie stúpadiel, stĺpikov zábradlia, ôk poklopu mnícha a podobne. Pri betónovaní objektu sa spravidla dováža hotový betón z najbližšej betonárky, výnimočne sa pripravuje priamo na stavbe. Výhodou prvého spôsobu je jednak rýchlosť betonáže, jednoliatosť betónu a zaistenie jeho druhu a kvality. Betonárka vydá na požiadanie certifikát o dodávanom betóne, ktorý tvorí podklad pre kolaudačné riadenie. Betón sa dopravuje do debnenia pneumatically, prípadne sa vibruje. Veľkú pozornosť je treba venovať zhutneniu betónu v mieste napojenia napríklad na odpadové potrubie. Treba dôkladne upraviť povrch koruny bezpečnostného prepadu.

Základová škára pre odpadové potrubie výpustného objektu alebo združeného objektu sa očistí a pokryje vrstvou podkladného betónu, ktorá jednak zaistí dobré spojenie podkladu s obetónovaním potrubia a zaistí pevný a rovný podklad pre ukladanie potrubia

v požadovanom sklone. Na túto podkladovú vrstvu sa položí potrubie, zhotoví sa debnenie, armovanie a priestor medzi debnením sa zaleje betónom potrebnej kvality. Pred betonážou je potrebné skontrolovať či sú steny obetónovania v potrebnom sklone, ktorý má zaistiť lepšie spojenie materiálu hrádze a betónu.

11.3 Stavba hrádze

Od osi hrádze sa vytýči päta vzdušného a návodného svahu hrádze. V tomto priestore sa odstráni zemina až na úroveň základovej škáry. Po očistení základovej škáry je nevyhnutné, aby vyzval dodávateľ stavby písomne projektanta a geológa k jej prevzatíu. O prevzatí základovej škáry sa opäť spracuje zápis v stavebnom denníku.

Vlastná výstavba hrádze postupuje po vrstvách, ktoré sa zhutňujú. Mocnosť vrstiev, vlhkosť ukladanej zeminy, druh hutniaceho mechanizmu a počet prejazdov, potrebných na zhutnenie vrstvy udáva geológ na základe laboratórných vzoriek zeminy zo zemníku a odberov vzoriek zeminy z hrádze a ich rozborov. Spolupráca geológa je potrebná prakticky po celý čas výstavby hrádze.

Pri homogénnych hrádzach sa zemina sype súvislo po celej šírke hrádze s tým, že je účelné hlavne v daždivom období zaistiť mierny sklon vrstiev k oboj lícam hrádze kvôli odtoku zrážkovej vody. Na zaistenie dokonalého zhutnenia telesa hrádze je výhodné sypať zeminu vo väčšej šírke ako bude konečný tvar hrádze, po dokončení sypania a zhutnení hrádze sa prečnievajúce časti hrádze odrežú.

Pri nehomogénnych hrádzach je nutné sypať jednotlivé vrstvy tak, ako sú predpísané vo vzorovom pričnom reze projektu. Dôsledne je treba zaistiť napojenie tesniacej vrstvy na stabilizačnú časť hrádze.

Pri oboch typoch hrádzí je vhodné pred zahájením navážania a hutnenia vrstiev vybudovať opornú pätku opevnenia návodného svahu a založiť, alebo vybudovať pätný drén pri vzdušnej päte svahu. Pred hutnením zeminy okolo funkčných objektov je nutné povrch betónu natrieť ílovým mliekom, ktoré zaistí lepšie spojenie dvoch rôznorodých materiálov. Pre hutnenie zeminy pozdĺž betónových stien funkčných objektov je lepšie použiť ručné pneumatické kladivá. Ďalšia vrstva sa môže naväzať na zhutnenú predchádzajúcu vrstvu, ktorej povrch musí byť urovnaný, bez kaluží vody, bez presušenej alebo rozbahnenej zeminy a bez nevhodných predmetov. Zemina znehodnotená mrazom, dažďom a podobne sa odstráni rovnako ako sneh a ľad. Ak je povrch zeminy príliš presušený alebo hladký, tak sa musí pred navázaním ďalšej vrstvy navlhčiť a podľa potreby zdrsniť, aby bolo zaručené dokonalé spojenie oboch vrstiev. Vlhkosť navážanej zeminy sa musí pohybovať v medzných hodnotách, predpísaných projektom. Pre sypanie sa spravidla nesmie použiť zemina, uložená dlhší čas bez zhutnenia, alebo bez prikrytia na skládke, pretože v kyproom stave sa zemina obohacuje zrážkovou vodou a jej vlhkosť býva neprípustne vysoká. Pri sypaní hrádze v oddelených častiach sa zaistí napojenie jednotlivých častí tak, aby na styku nevznikli nezhutnené miesta. Zvláštnu pozornosť je treba venovať sypaniu a hutneniu častí hrádzí v korytách tokov a iných priehlbínach.

Pri zriaďovaní filtrov je treba dodržiavať predpísané zhutnenie vlastných vrstiev filtra a dôkladne zhutniť hlavne styk jednotlivých vrstiev filtra so susediacimi časťami hrádze. Pracovný postup musí byť volený tak, aby bola zaistená súvislosť filtračnej alebo drenážnej vrstvy. Materiál na filtre je nutné dopravovať, ukladať a hutniť tak, aby sa netriedil. Premiešanie so susednými vrstvami nesmie byť na úkor funkčnej hĺbky filtra.

Mocnosť vrstvy pred zhutnením nie je spravidla väčšia ako 0,2 m. Ak je hmotnosť zhutňovacích strojov menšia ako 10 ton, hrúbka vrstvy sa primerane znižuje. Zhutňovanie zemín iba prelievaním vodou je neprípustné.

Sypanie a hutnenie hrádzí v zimných obdobiach sa neodporúča. Je výnimočne prípustné vtedy, ak je zaručené požadované spracovanie zeminy a to, že vplyvom mrazu nedôjde ku zmenám požadovaných vlastností zeminy. Úplne neprípustné je, aby zemina sypaná do hrádze bola zamrznutá a obsahovala ľad a sneh.

Po dokončení vlastného telesa hrádze sa prevedie začistenie priečneho profilu zrezaním prebytočnej zeminy. Vzdušný svah sa ohumusuje a oseje trávovým osivom. Pokiaľ sa dokončuje teleso hrádze koncom jesene, je potrebné osiať svah až v jarnom období. Ďalej sa sypú a hutnia jednotlivé vrstvy opevnenia návodného svahu v poradí predpísanom v projekte. Poslednou prácou na telese hrádze je zvyčajne konečná úprava koruny hrádze a to buď ohumusovaním a osiatím, alebo výstavbou vozovky.

11.4 Úprava toku v nádrži a pod nádržou

Po dokončení funkčného objektu je možné vybudovať nové koryto v nádrži a previesť vodu napájacieho toku do výpustného zariadenia. Trasa nového koryta sa vytýči drevenými kolíkmi a prevedie sa hrubý výkop koryta. Pri výkope koryta je potrebné dodržať pozdĺžny sklon dna koryta, aby nedošlo k prípadnému prehĺbeniu dna a vytvoreniu bezodtokových miest. Po dokončení hrubého výkopu sa vykoná ručné svahovanie a úprava dna toku.

Pokiaľ sú projektom navrhnuté úpravy dna nádrže, prevádzajú sa spravidla súčasne s úpravou koryta v nádrži. Pri ťažení zeminy na dne nádrže je potrebné sledovať zloženie vrstiev zeminy. V prípade, že sa odťazia málo priepustné zeminy a odkryjú sa zeminy priepustné, je nutné po porade s geológom a projektantom utesniť tieto miesta vrstvou málo priepustnej zeminy a zhutniť. Svahovanie upraveného dna nádrže musí smerovať k toku v nádrži, aby bolo zaistené gravitačné odvodnenie dna po jej vypustení. Sklony bočných svahov nádrže musia zodpovedať zemnému materiálu a sú stanovené projektom po porade s geológom. Príliš strmé svahy sú väčšinou nestabilné, preto vytvárajú rozsiahlu litorálnu zónu, ktorá je náchylná k zarastaniu vlhkomilnými rastlinami.

Smerovo aj výškovo sa vytýči trasa koryta pod nádržou. Koryto pod nádržou sa upraví podľa projektu, svahy a dno sa dokončia ručne a opevní sa koryto podľa projektu. Koniec úpravy sa stabilizuje betónovým, alebo kamenným prahom.

11.5 Úprava v okolí nádrže

Úpravy v okolí nádrže spočívajú v terénnych úpravách, vo vytvorení trávnatého pásu pozdĺž brehovej čiary nádrže a vo vysadení stromovej a kríkovej vegetácie.

Terénne úpravy zahŕňajú aj odvoz prebytočných zemín, ornice, stavebných materiálov, urovnávanie terénu a rekultiváciu zemníka. V každom prípade opäť platí pravidlo pre maximálnu úsporu presunu zeminy vzhľadom k vysokým finančným nákladom na túto činnosť.

Priestor medzi hladinou normálneho prevádzkového stavu a maximálneho stavu hladiny sa odporúča ohumusovať a osiať trávou. Účelné je vytvoriť nad maximálnou hladinou trávnatý pás minimálnej šírky 15m. Tento trávnatý pás slúži ako účinný biologický filter, ktorý zachytáva splaveniny splavované povrchovým odtokom do nádrže a prepúšťa relatívne

čistú vodu. Pre zhotovenie tohto pásu je možné použiť prebytok ornice, odobranej z priestoru zátopy nádrže.

Tento priestor sa odporúča tiež osadiť vhodnými drevinami, ktorých druhová skladba sa konzultuje s oddelením životného prostredia príslušného okresného úradu.

11.6 Dokončovacie práce

Dokončovacie práce tvoria nátery kovových konštrukcií, inštalácia vodočerných lát, osadenie geodetických bodov na určovanie sadania a pohybu hrádze, upratávacie práce, alebo oprava komunikácií ktoré boli využívané počas výstavby.

Oficiálnym ukončením stavby je kolaudácia. Účelom kolaudácie je overiť, že je stavba realizovaná v súlade so stavebným povolením, že jej užívanie nebude ohrozovať životné prostredie, život a zdravie osôb a bezpečnosť pri práci. Kolaudačné rozhodnutie deklaruje, že stavba je prevedená v súlade so stavebným povolením a je možné ju využívať k účelu pre ktorý bola povolená a k užívaniu vodného diela je vydané užívacie povolenie. Ak zistí stavebný úrad na stavbe drobné nedostatky, ktoré nebránia riadnemu užívaniu stavby a neohrozujú zdravie a bezpečnosť osôb, môže stavbu skolaudovať a v kolaudačnom rozhodnutí stanoviť čas pre odstránenie zistených nedostatkov. Ak ide o nedostatky, ktoré bránia bezproblémovému užívaniu stavby, alebo ohrozujú zdravie a životy osôb, stavebný úrad kolaudačné rozhodnutie nevydá a kolaudačné konanie sa do odstránenia nedostatkov odloží.

12. MANIPULAČNÉ A PREVÁDZKOVÉ PORIADKY

Podstatnou súčasťou dokumentácie malých vodných nádrží všetkých typov sú zodpovedné a starostlivo spracované manipulačné a prevádzkové poriadky.

12.1 Manipulačný poriadok

Manipulačný poriadok je súbor predpisov, zásad a smerníc, ktoré určujú, ako manipulovať s vodou vo vodnom diele. Stanovuje ako účelne využiť vodu vo vzťahu k spoločenským a hospodárskym záujmom.

Podkladom pre spracovanie manipulačného poriadku sú povolenia pre zaobchádzanie s vodami, povolenie vodohospodárskeho diela, kolaudačné rozhodnutie, projektová dokumentácia, povodňový plán, existujúci manipulačný poriadok atď. Manipulačný poriadok (MP) má obsahovať tieto údaje:

- a) Titulný list s uvedením popisu vodohospodárskeho diela, podkladov pre spracovanie MP, spôsob manipulácie s vodou, bezpečnostné opatrenia, metódy pozorovania a merania. Podrobne sa uvedie účel ktorému má vodohospodárske dielo slúžiť, pravidlá pre odber a vypúšťanie vôd, minimálny prietok pod vypúšťaným dielom, hydrologické údaje vodného toku a podobne.
- b) V úvodnej časti MP sú uvedené mená správcu, vlastníka, užívateľa vodohospodárskeho diela, správcu vodného toku, kategória a trieda významnosti vodného diela a výškový systém. Podrobne sa spracujú:
 - Hlavné údaje o diele s presným určením jeho polohy, popis objektov a zariadení zabezpečujúcich funkciu diela,
 - stručné údaje o priebehu výstavby, realizovaných meraniach a skúškach,
 - účel vodného diela a rozdelenie objemu nádrže – kóty hladín,
 - požiadavky na hospodárenie s vodou jednotlivými subjektmi.
- c) Časť manipulácia s vodou obsahuje pravidlá pre manipuláciu s vodou na vodohospodárskom diele za rôznych situácií, ktoré sa vyskytnú.
 - uvedú sa pravidlá ochrany a bezpečnosti vlastného vodohospodárskeho diela,
 - stanovia sa medzné hodnoty hladín, odberov a znečistenia,
 - stanoví sa veľkosť odberu v závislosti na čase za extrémnych situácií,
 - určí sa prípustné najväčšie množstvo vypúšťaných vôd, maximálne znečistenie, vypúšťanie za extrémnych situácií a v zime.

Pre vodnú nádrž sa uvedú zásady a podmienky súvisiace s plnením a prázdnením nádrže, manipulácia s vodou v normálnych situáciách a za povodní, manipulácia za účelom ochrany a zlepšenia akosti vody, zásady pre skúšobnú a overovaciu prevádzku. Pre každú nádrž sa spracuje čiara objemov a zatopených plôch. Pri vypúšťaní nádrže treba vziať do úvahy kapacitu koryta, možnosť vzniku záplav a s tým spojené škody, vplyv rýchleho poklesu hladiny na stabilitu svahu v nádrži, manipulácia so stálym zásobným a ochranným priestorom. Na túto časť nadväzujú zásady manipulácie kvôli ochrane a zlepšeniu kvality vody.
- d) V časti bezpečnostných opatrení za krízových situácií je potrebné zamerať sa na ustanovenia týkajúce sa živelných pohrôm, havárie objektov a iných ohrození vodného diela a akosti vody.

- e) V časti pozorovania a merania sa uvedú požiadavky na druh a rozsah pozorovaní a meraní.
- f) V záverečnej časti je uvedený súhrn požiadaviek vyplývajúcich z povolení vodohospodárskeho orgánu, určia sa termíny revízií a stanoví sa povinnosti právnických a fyzických osôb.
- g) Posledná časť obsahuje prílohy. V dokladovej časti majú byť výpočty, konzumčné krivky, charakteristické krivky nádrže, podklady, prehľadná situácia, priečne rezy, prehľadné výkresy výpustných a odberných objektov s označením ich ovládania, schémy rozmiestnenia merných zariadení a iné dôležité dokumenty, pomôcky pre vyhodnotenie meraní a pozorovaní, mená a adresy užívateľov a odberateľov vody, určenie prevádzkových podmienok vodného diela.

V bezpečnostných predpisoch sa podrobne uvedú opatrenia zabezpečujúce bezpečnú manipuláciu s vodným dielom, ktoré musí vyhovovať predpisom o bezpečnosti prevádzky. Manipulačný poriadok musí byť schválený Obvodným úradom životného prostredia.

12.2 Prevádzkový poriadok

Prevádzkový poriadok je súbor predpisov a pokynov pre obsluhu a údržbu všetkých zariadení vodného diela. Stanoví sa pre každé vodné dielo individuálne. V prevádzkovom poriadku sa zhrnú dôležité údaje z dokumentov spracovaných a vydaných podľa iných predpisov, ktoré stanoví niektoré obmedzenia a podmienky týkajúce sa prevádzky vodného diela. Stanoví sa doba jeho platnosti, termíny kontrol a zodpovednosť za ich dodržiavanie. Podklady pre vypracovanie prevádzkového poriadku alebo pre jeho zmenu tvorí platný manipulačný poriadok, kolaudačné rozhodnutie, projektová dokumentácia so všetkými zakreslenými zmenami, prevádzkové poriadky na jednotlivé zariadenia a ich prevádzkové predpisy, výsledky prehliadok a technických skúšok, výsledky pozorovaní a meraní, požiadavky organov civilnej, požiarnej ochrany a bezpečnosti pri práci, skúsenosti s prevádzkou podobných vodných diel.

Pre dobu výstavby a skúšobnú prevádzku sa vypracúva dočasný prevádzkový poriadok.

Prevádzkové predpisy jednotlivých zariadení s návodom na obsluhu obsahujú základné schémy, návody na obsluhu, predpisy pre prevádzku, kontrolu a údržbu, intervaly revízií a ďalšie pokyny týkajúce sa využitia týchto zariadení.

- a) Titulný list prevádzkového poriadku obsahuje základné údaje o vodohospodárskom diele, pokyny pre prevádzku a údržbu, prevádzku za mimoriadnych okolností, potrebné pozorovania a merania, bezpečnostné predpisy a dohľad.
- b) V úvodnej časti prevádzkového poriadku sa zaznamenávajú základné údaje o manipulačnom poriadku, členenie prevádzkového poriadku, dobe platnosti, kategórii vodného diela a ďalšie ukazovatele týkajúce sa prevádzky vodného diela, prvé plnenie nádrže, požiadavky na prietok pod nádržou.
- c) V časti základné ukazovatele vodného diela sa zaznamenávajú údaje o účele a funkcii stavby, manipulácia s priestormi nádrže, prevádzanie povodní, ľadov.

- d) V prevádzkovej časti je uvedené personálne a materiálne vybavenie diela, časové požiadavky na obsluhu, vybavenie hasičskými a ochrannými prostriedkami, skladovanie pohonných hmôt, skladovanie odpadov, potrebné príkony elektrickej energie.
- e) Pokyny pre prevádzku a údržbu. Musia tu byť popísané všetky úkony spojené s prevádzkou s odvolaním sa na príslušné články manipulačného poriadku a požiadavky na údržbu jednotlivých objektov. Pre stavebné konštrukcie sa tu popíšu podrobnosti o kontrolovaní hrádzí, vypustí, odberov a priepadov. Kontroluje sa aj oblasť zátopy, dodržiavanie zásad hygienickej ochrany, rekreačné a rybárske využívanie nádrže.
- f) V časti pozorovanie a meranie sú uvedené pokyny a návody na pozorovanie, popis základných bodov, časový plán na prevedenie prehliadok a kontrol vodného diela ako sú odborné prehliadky zariadení podľa príslušnej vyhlášky a havarijný plán vodného diela ap.
- g) Prevádzkový poriadok stanoví technické opatrenia pre prípad zlej akosti vody, uvádza sa vybavenie absorbčnými látkami, normými stenami a podobne.
- h) Prevádzkový poriadok musí byť zosúladený s ostatnými užívateľmi vodného diela. Základným podkladom je platný manipulačný poriadok. Obsahuje základné ustanovenia pre technicko – bezpečnostný dohľad.

K hlavným prílohám prevádzkového poriadku patrí prehľadná situácia s vyznačenými jednotlivými objektmi, rezy a pôdorysy objektov, vodovodné a kanalizačné potrubia, elektroinštalácia ap. Prevádzkový poriadok sa spracuje ako samostatný dokument so schválením vodohospodárskeho orgánu. Prevádzkový poriadok má byť schválený minimálne 6 mesiacov po uvedení vodného diela do prevádzky.

13. ÚDRŽBA, OPRAVY, REKONŠTRUKCIA A REVITALIZÁCIA MALÝCH VODNÝCH NÁDRŽÍ

Pre zaistenie bezpečnej prevádzky je potrebné priebežne udržiavať dobrý technický stav nádrže. Za účelom kontroly jej stavu sa vykonáva priebežné pozorovanie a meranie. Zo zistených skutočností následne vyplýva potreba opráv alebo i rozsiahlejších rekonštrukčných a revitalizačných zásahov do vybudovaného diela. Pozorovanie, kontrola a meranie na malých vodných nádržiach sa zameriavajú predovšetkým na sledovanie:

- hrádze jej stability, stavu opevnenia svahov a koruny,
- stability objektov, ich funkčnosti, bezpečnosti, stavu,
- nádržného priestoru, jeho zanášania, vývoja litorálnej zóny, zarastania mokradnou vegetáciou,
- okoliu nádrže, stabilite brehov, ochranným vsakovacím pásom a podobne.

Podkladom pre všetky kontrolné práce je projektová dokumentácia so zakreslením všetkých zmien a zistených okolností pri výstavbe, vrátane prieskumných podkladov. Pri kontrolných pozorovaniach sa zisťuje deformácia hrádze, merajú sa priesaky a tlaky v kontrolných profiloch. Meranie deformácií spočíva predovšetkým v zisťovaní sadania koruny hrádze. Na hrádzi musia byť umiestnené aspoň tri pevné kontrolné body a základné výškové body mimo hrádze. Meranie sa uskutočňuje pri skúšobnej prevádzke a potom minimálne každých 5 rokov. Priesak hrádzou sa sleduje minimálne 12 krát do roka, alebo častejšie. Tlak vody v póroch sa sleduje len v prípade, keď je potrebné overenie priesakovej krivky. Výsledky priesakov sa spracujú a v prípade potreby dopĺňajú.

Údržba malých vodných nádrží zahŕňa realizáciu finančne nenáročných prác menšieho rozsahu, ktorými sa udržiava nádrž, objekty a zariadenia v prevádzkyschopnom stave. Jedná sa napríklad o čistenie, kosenie trávy pozdĺž brehovej línie nádrže a na hrádzi, odstraňovanie náhodne vyrastených drevín a kríkov na hrádzi, nátery kovových konštrukcií, drobné opravy výpustného zariadenia, čistenie koryta toku, odstraňovanie splavenín a iné práce určené v prevádzkovom poriadku.

Opravy sa sústreďujú predovšetkým na odstraňovanie porúch a škôd, ktoré vznikli pri prevádzkovaní nádrže atmosferickými vplyvmi, hlavne prívalovými zrážkami, mrazom, alebo rôznymi cudzími zásahmi a príčinami; sústreďujú sa na určitú časť nádrže, nevyžadujú obvykle špeciálne vybavenie a nemenia pôvodné usporiadanie stavby. Hlavná pozornosť sa venuje hrádzi. Najčastejšie príčiny, ktoré môžu narušiť teleso hrádze sú tieto:

- Erózne narušenie návodného a vzdušného svahu hrádze dažďom a mrazom,
- abrázne narušenie svahov vlnobitím, priesakmi hrádzou – sufózia, erózia,
- poškodenie následkom preliatia hrádze pri povodni,
- deformácia koruny transportnými prostriedkami, prípadne iným mechanickým poškodením,
- narušenie vegetáciou, živočíchmi, cudzími vodami a podobne,
- poškodenie hrádze pri opravách a výstavbe nových objektov,
- znížená funkcia filtračných zariadení, zníženie funkčnosti pätného drénu prerastaním koreňmi alebo vplyvom činnosti drobných živočíchov,
- zmena hydrogeologických a technických podmienok, agresívnou vodou, cudzími zásahmi.

Zvláštna pozornosť sa venuje priesakom a výverom vody na vzdušnom svahu vodnej nádrže, ktoré zväčša súvisia s poškodením drenáže filtrov a podobne. Priesaky môžeme identifikovať aj na základe vyššej vegetácie v lete na vzdušnom svahu. Je potrebné zistiť ich

príčinu a odvieť vodu. Vývery zakalenej vody signalizujú sufózne javy a nebezpečie deštrukcie – nádrž je potrebné vypustiť, nájsť príčinu a adekvátne riešiť problém. Najčastejšie porušenie stability vzdušného svahu je spôsobené podmáčaním päty vzdušného svahu vplyvom nefunkčného pätného drénu, preto jeho revíziu a oprave venujeme zvláštnu pozornosť.

V zátopovej oblasti je potrebné kontrolovať vzniknuté *porušenia brehov* spôsobované vlnobitím, prípadne vyvrátením stromov. V ohrozených miestach je potrebné breh stabilizovať vhodným opevnením.

Opravy funkčných objektov sa majú previesť ihneď po vzniku poruchy, napríklad po prechode povodne. Pokiaľ nie je oprava včas prevedená môže po dlhšom čase dôjsť k potrebe vykonania finančne náročnejšej rekonštrukcie. Pri objektoch sa jedná o opravu uzáverov, hradenia, hrablic, komunikácií, poškodených povrchov objektov, opravy ochranných zariadení.

13.1 Rekonštrukcia hrádze a funkčných objektov

Rekonštrukcia spočíva v závažných úpravách a prestavbách, zasahuje do podstaty vodnej nádrže. Rekonštrukčné práce, pri ktorých dochádza k otváraniu hrádze, sú náročné a vyžadujú mimoriadnu starostlivosť. Medzi hlavné rekonštrukčné zásahy počítame:

- rekonštrukcia hrádze,
- rekonštrukcia funkčných objektov (bezpečnostných prepádov, výpustných a odberných zariadení),
- úpravy v nádrži a jej okolí.

Pred rozhodnutím o *rekonštrukcii existujúcej hrádze* je potrebná technická a ekonomická analýza takéhoto zásahu. Pre rekonštrukciu hrádze je potrebné mať k dispozícii všetky podklady ako pri výstavbe novej hrádze. Snahou je v maximálnej možnej miere využiť pôvodnú hrádzu. Avšak napríklad pri hrádzach nižších ako 3 m môže byť odstránenie existujúcej hrádze a postavenie novej bezpečnejšie a lacnejšie než zložitá úprava pôvodnej hrádze. Inžiniersko-geologický prieskum musí určiť súčasný stav telesa hrádze, stupeň konsolidácie zemín, materiálové zloženie hrádze, prípadné anomálie ako sú trhliny, kaverny, pozostatky koreňov po uschnutých stromoch atď.

K zvýšeniu hrádze sa pristupuje v prípadoch, keď je účelné zvýšiť vodný objem nádrže, alebo pokiaľ nie je koruna hrádze vodorovná. Pri takomto zásahu je potrebné dodržať všetky zásady platné pre novo budované hrádzu. Je potrebné počítať s deformáciou starej hrádze vplyvom prítlačenia. Zvlášť je nutné zabezpečiť dobré spojenie starej hrádze s novou prisypávanou zeminou. Z koruny hrádze sa odstráni vozovka a vrstva zeminy do hrúbky 0,3 až 0,5 m pod najnižšiu úroveň konštrukčných vrstiev vozovky. Upravená koruna hrádze sa stupňovito zazubí (stupne nemajú mať zvislé ale šikmé steny) aby došlo k dokonalému spojeniu vrstiev zeminy. Po dosypaní a zhutnení hrádze sa obnoví konštrukcia vozovky.

Pri *výpustnom zariadení* sa môže jednať o rekonštrukciu uzáverového telesa alebo odpadného potrubia, prípadne o obidve tieto časti. Aj keď sa vykonáva iba rekonštrukcia uzáverového telesa, je potrebné spoľahlivo posúdiť stav výpustného potrubia. Pri väčších priemeroch je možné urobiť túto obhliadku vizuálne, pri menších sa môže použiť priemyslová televízna kamera. Ak sa zistia poruchy spojov potrubia, je takmer vždy potrebné otvoriť teleso hrádze a celé potrubie vymeniť. Pretláčanie potrubia telesom hrádze je výnimočné. Teleso hrádze sa otvára až k základovej škáre s nepaženými bokmi ryhy asi 1:1,5, čo zaisť ich dočasnú stabilitu a umožní lepšie spojenie dosypávanej zeminy s pôvodným telesom

hrádze. Rúry nového odpadného potrubia sa obetónujú so šikmými stenami. Ryha sa potom dosype tesniacim materiálom (ílovitou zeminou). Vzhľadom k stiesneným pomerom sa hutnenie dosypávaných vrstiev (po max 0,2 m) vykonáva ručne.

13.2 Revitalizácia malých vodných nádrží

Revitalizácia malých vodných nádrží je činnosť, ktorou sa obnovujú narušené, resp. zničené základné ekologické funkcie týchto nádrží. K základným revitalizačným opatreniam patrí odstránenie nežiaducich sedimentov, úprava dna nádrže, vyrovnanie, odstránenie nežiaducich predmetov, úprava litorálnej zóny, doplnenie mokradnej vegetácie, doplnenie o kríkový a vrbový porast, vytvorenie infiltračných pásov okolo nádrže, zapojenie malých vodných nádrží do prírodného ekosystému, rekonštrukcia hrádzí a objektov, vytvorenie ekologických prvkov na konci vzdutia nádrže a podobne.

Odbahňovanie malých vodných nádrží spočíva v odstraňovaní sedimentov pochádzajúcich z povodia a z brehovej abrázie v nádrži. Tieto sedimenty vytvárajú podmienky pre eutrofizáciu nádrže, nárast biomasy a jej následné odumieranie a sedimentáciu v nádrži. Dôsledkom zanášania je postupné obmedzovanie, až znemožňovanie vodohospodárskych, biologických a ekologických funkcií malých vodných nádrží.

Ťažba bahna sa rieši suchou cestou vo vysušenej nádrži s použitím strojov na zemne práce alebo mokrou cestou pomocou sacích bagrov umiestnených na pontónoch, odsávaním cisternovými vozmi z brehu, kombináciou týchto dvoch spôsobov, ťažbou korčekovými rýpadlami z plávajúcich pontónov a odstrelom bahna. Bahno sa ťaží po vrstvách, postupne sa odstraňuje materiál rovnakého zloženia a vlastností. Ťažba sa ukončí 10 – 15 cm nad pôvodným dnom, aby sa zachovala úrodnosť nádrže. Vytŕažené bahno z rybníkov musí byť umiestnené na skládke odpadu. Vytŕažené bahno z iných nádrží sa môže v niektorých prípadoch využiť na výrobu kompostu, pri rekultivácii piesočných pôd, skládok odpadov, na hnojenie lesných a poľnohospodárskych pôd, na zúrodňovanie malých vodných nádrží so sterilným dnom. Bahno použité pre hnojenie resp. k rekultiváciám, nesmie zvýšiť obsah rizikových látok v pôdach nad prípustnú hranicu.

13.3 Ochrana malých vodných nádrží pred zanášaním

Zanášanie nádrží je jav, ktorý nie je možné celkom odstrániť, avšak jeho poznaním a následnými opatreniami v povodí i blízkom okolí nádrže je možné tento jav minimalizovať. Zanášanie nádrží spôsobujú predovšetkým tri zdroje:

- brehová abrázia,
- vnútorné zanášanie,
- zanášanie prítokom.

Brehová abrázia je jav, ktorý spôsobujú predovšetkým účinky vlnobitia na brehovú líniu. Postupným uvoľňovaním častí zeminy dochádza k jej zosúvaniu do priestoru nádrže. Touto eróziou sú ohrozené najviac svahy s väčším sklonom, svahy bez vegetačného krytu, svahy hlinité a piesčité, nádrže v ktorých často kolíše hladina. Ohrozené miesta chránime oplotením a iným spevnením, výsadbou kríkových vríb atď.

Druhým zdrojom je *vnútorné zanášanie*. Nádrže sú osídlené vodnými rastlinami a rôznymi živočíchmi. K ich biologickému cyklu patrí aj odumieranie, zánik a rozklad

biomasy vo vode. Pri nadbytku živín vo vode dochádza v nádrži k eutrofizácii, pri ktorej sa vo vode nadmerne množí mikroskopická flóra. Po odumretí vodnej flóry a fauny sa táto usadzuje vo forme jemného organominerálneho kalu, ktorý sa nazýva sapropel. Prírastok tohto sedimentu môže byť za rok až 1 – 2 cm. Z tohto dôvodu sa snažíme obmedzovať rast vodných rastlín, kosením a odstránením hmoty mimo nádrží a obmedziť prísun zvyšku hnojív z poľnohospodárskych pozemkov, prípadne znížiť zaťažovanie komunálnym odpadom.

Najvýznamnejším znečistením je *zanášanie prítokom*. Ochrana malých vodných nádrží rybníčného typu pred znečistením splachmi s okolitého územia patrí k dôležitým úlohám, ktorými sa je potrebné dôkladne zaoberať. Je to najdôležitejší vodohospodársky problém malých vodných nádrží. Zanášanie spôsobujú erózne procesy, ktoré vznikajú predovšetkým na poľnohospodárskej pôde v povodí nádrže. Tieto spôsobujú nadmerné množstvo nerozpustených aj rozpustených látok v tokoch, ktoré sa následne vplyvom zníženia prietocnej rýchlosti v priestore nádrže usadzujú. Jedná sa o látky anorganické (jemné ílovité častice až štrk a kamene väčších rozmerov), organické (rastlinné zvyšky poľnohospodárske aj prírodné, semená rastlín) a chemické (hnojivá, pesticídy). Znečistenie splachmi z okolitého prostredia sa prejavuje predovšetkým v týchto oblastiach:

- *kvantitatívne problémy* s množstvom zadržanej vody – menší akumulčný priestor, nižšia ochrana pred povodňou,
- nadmerné zanášanie litorálnej zóny nádrže a jej zarastanie mokradnou vegetáciou,
- postupné zanášanie nádrží eróznymi splachmi,
- *kvalitatívne problémy* vplyvom splachovania pesticídov a iných chemických látok – zhoršovanie kvality vody v nádrži,
- vysoký obsah rastlinných živín, ktoré vytvárajú predpoklady pre eutrofizáciu nádrže.

Ochranu malých vodných nádrží pred splachmi z okolitého územia zaistíme technickými a biologickými spôsobmi, ktoré delíme do nasledovných skupín:

- Ochranné opatrenia v povodí nádrží a močiarov. Do tejto skupiny patria kvalitné protierózne opatrenia celého povodia nádrže, zodpovedne vykonané úpravy pozemkov, protierózne obrábanie poľnohospodárskej pôdy, obmedzenie využitia pesticídov a priemyselných hnojív v bezprostrednom okolí nádrže, výber vhodných plodín pre osev danej lokality.
- Opatrenia v brehovej časti, ktoré spočívajú v návrhu trávnatých a lesných infiltračných pásov, budovaní záchytných jarkov a priekop.
- Výstavba zemných lapákov piesku a usadzovacích nádrží, pôdnych filtrov a podobne.
- Odvedenie drenážnych a iných znečistených vôd mimo nádrží.
- Obvedenie veľkých vôd odľahčovacími kanálmi mimo nádrží.
- Cieľavedomá regulácia hydrologických pomerov.

Pred samotným odstraňovaním sedimentov z nádrže je potrebný prieskum a vypracovanie projektu odbahnenia. Počas prípravy je potrebné zistiť:

- množstvo a vlastnosti sedimentu,
- rozhodnúť o využití vyčisteného bahna na základe predchádzajúceho rozboru jeho množstva a vlastností,
- spôsob ťažby sedimentu,
- trasu a spôsob dopravy,
- vhodné pozemky na depóniu, medzidepóniu aj pozemky ku konečnému využitiu bahna v pôvodnom alebo upravenom tvare,

- potrebné finančné prostriedky.

Najlepšie sa vykoná prieskum zanesenej nádrže po jej vypustení. Aspoň orientačne sa rozlíšia rôzne typy nánosov, najmä sa rozlíši štrkovo-piesčitá časť nánosov, ktorá bude mať iné využitie, než bahno. Hrúbka sedimentu sa určí tachymetrickým zameraním dna, ktoré je možné vykonávať až vtedy keď už má povrch dna určitú únosnosť (cca po 2-3 týždňoch). Pokiaľ nie je k dispozícii pôvodná situácia a preto nie sú známe kóty pôvodného dna, je nutné pri každom zameriavanom bode hrúbku nánosov určiť vhodným sondovacím zariadením.

Miesta odberu vzoriek je potrebné voliť tak, aby reprezentovali heterogenitu uloženia sedimentu na dne nádrže vzhľadom na jeho zvrstvenie i z plošného hľadiska. Laboratórnym rozborom sa zisťuje homogenizácia, pH, obsah sušiny, obsah N, P, K, Ca a prípadne iné údaje potrebné k posúdeniu bahna ako hnojiva. Okrem toho je potrebné stanoviť obsah ťažkých kovov, ktoré rozhodujú o vhodnosti využitia bahna pre rôzne účely.

Samotnú ťažbu je možné vykonávať týmito spôsobmi:

- suchá cesta na vysušenom dne nádrže s využitím zemných strojov,
- mokrá cesta s použitím sacích bagrov,
- kombinácia oboch spôsobov.

Prvý spôsob sa používa pri malých vodných nádržiach častejšie. Tieto nádrže sa môžu vypustiť na jeseň (napríklad po výlove), nádrž zostane po celú zimu prázdna a vlastné odbahnenie prebehne v jarných mesiacoch pomocou bagrov alebo buldozérov. Bagrami sa môže bahno nakladať priamo v nádrži, buldozéry zase možno použiť k nahrnutiu bahna k brehu alebo až na breh a odtiaľ nakladať na dopravné prostriedky, ktoré sa v tomto prípade nemusia pohybovať po dne nádrže. Citlivou otázkou je zachovanie nepriepustnosti dna nádrže, ktorú je potrebné dôkladne posúdiť.

Mokrá cesta využíva sacie bagre plávajúce po hladine. Odtážená zmes obsahuje viac vody ako bahno, môže sa rozstrekovať na poľnohospodárskych pozemkoch a zaorávať, umiestňovať do lagún, kde sa tiež buď zaorie, alebo sa čiastočne zbaví vody a po vyschnutí sa premiestni a využije na iných pozemkoch. Sacie bagre nie je možné použiť na odtáženie bahna na plochách zarastených vegetáciou.

Vyťažené sedimenty je možné využiť na:

- výrobu kompostov,
- na rekultiváciu piesčitých pôd,
- na rekultiváciu skládok alebo ťažbou narušených plôch,
- na hnojenie poľnohospodárskych a lesných pôd,
- na zúrodňovanie malých vodných nádrží so sterilným dnom.

13.4 Zníženie eutrofizácie nádrže

Eutrofizácia znehodnocuje vodu v nádržiach, spôsobuje zápach a pachuť vody, môže byť zdrojom toxických látok. Ochrana pred eutrofizáciou spočíva v odstránení príčin, hlavne v zamedzení prísunu živín do nádrže, dočisťovaním čistených odpadových vôd, obmedzením povrchových splachov a eróznej činnosti, odstránením všetkých bodových a plošných zdrojov znečistenia. Celková asanácia povodia je najúčinnnejším opatrením. Dôsledky eutrofizácie sa odstraňujú umelým miešaním a prevzdušňovaním, odstránením živín z vody, využívaním abiotických vlastností niektorých látok, biologickou flokuláciou s nasledujúcou sedimentáciou, využívaním prírodných konzumentov a podobne.

Na prevzdušňovanie a miešanie vody sa používajú povrchové aerátory rôznych konštrukčných usporiadaní, pri hlbších nádržiach sa prevzdušňuje predovšetkým spodná vrstva bez obsahu kyslíka.

Priebeh eutrofizácie väčších vodných nádrží možno obmedziť zachytávaním znečistenia v menších predčist'ovacích nádržiach, ktoré väčšiu časť znečistenia zachytia. Do hlavnej nádrže sa vypustí voda z hladiny. Eutrofizačnú aktivitu je možné znížiť elimináciou biogénneho fosforu dvojmocnými iónmi železa, ktoré po oxidácii absorbujú anorganické fosfáty a vo forme vločiek sedimentujú ku dnu. V oboch prípadoch je potrebné časté vyberanie sedimentov.

V praxi sa ukazuje ako výhodnejšia metóda zníženie množstva rias v nádrži riadením biologického života povrchových vôd s príslušnou rybou obsádkou, napríklad vysadzovaním bylinožravých rýb.

LITERATÚRA

- ANDRESKA, J.: Rybářství a jeho tradice, SZN Praha, 1987
CABLÍK, J.: Základy stavby rybníků a hospodářských nádrží, SZN Praha, 1960
SZOLGAY, J., DZUBÁK, M., HLAVČOVÁ, K.: Hydrológia, STU Bratislava, 1994
ŠÁLEK, J., MIKA, Z., TRESOVÁ, A.: Rybníky a účelové nádrže, SNTL Praha 1989
ŠÁLEK, J.: Rybníky a účelové nádrže, VUTIUM Brno, 2001
TRESOVÁ, A.: Rybníky a účelové nádrže, STU Bratislava, 1978
VELEBNÝ, V., NOVÁK, J.: Hydropedológia, STU Bratislava, 1989
VRÁNA, K., BERAN, J.: Rybníky a účelové nádrže, ČVUT Praha, 1998
VRÁNA, K.: Rybníky a účelové nádrže, příklady, ČVUT Praha, 1993

OBSAH

1.	TECHNICKÉ RIEŠENIE MALÝCH VODNÝCH NÁDRŽÍ.....	3
1.1	Hrádze malých vodných nádrží.....	3
1.2	Priestor nádrže a dno nádrže.....	16
1.3	Brehové úpravy	16
2.	OBJEKTY NA MALÝCH VODNÝCH NÁDRŽIACH.....	18
2.1	Výpustné a odberné zariadenia	18
2.2	Bezpečnostné priepady	21
2.3	Špeciálne objekty na účelových nádržiach	25
2.4	Zakladanie objektov malých vodných nádrží	26
3.	RYBOCHOVNÉ NÁDRŽE	27
3.1	Akosť a úprava vody pre rybochovné účely.....	28
3.2	Teplovodné rybníkové hospodárstvo	33
3.3	Studenovodné rybníkové hospodárstvo	38
4.	ZÁVLAHOVÉ NÁDRŽE A VODOJEMY	45
5.	OCHRANNÉ, PROTIERÓZNE A KOMPENZAČNÉ NÁDRŽE.....	50
5.1	Protierózne nádrže.....	57
5.2	Kompenzačné nádrže.....	58
6.	VODÁRENSKÉ NÁDRŽE	60
7.	PRIEMYSELNÉ NÁDRŽE	61
8.	PROTIPOŽIARNE NÁDRŽE.....	63
9.	REKREAČNÉ A OKRASNÉ NÁDRŽE	65
9.1	Malé vodné nádrže v urbanizovanom prostredí	68

10.	PROJEKTOVÁ ČINNOSTĚ PRI REALIZÁCI MALÝCH VODNÝCH NÁDRŽÍ	70
11.	STAVBA MALÝCH VODNÝCH NÁDRŽÍ	75
11.1	Prípravné práce.....	77
11.2	Stavba funkčných objektov	78
11.3	Stavba hrádze	79
11.4	Úprava toku v nádrži a pod nádržou	80
11.5	Úprava v okolí nádrže.....	80
11.6	Dokončovacie práce	81
12.	MANIPULAČNÉ A PREVÁDZKOVÉ PORIADKY	82
12.1	Manipulačný poriadok	82
12.2	Prevádzkový poriadok.....	83
13.	ÚDRŽBA, OPRAVY, REKONŠTRUKCIA A REVITALIZÁCIA MALÝCH VODNÝCH NÁDRŽÍ	85
13.1	Rekonštrukcia hrádze a funkčných objektov.....	86
13.2	Revitalizácia malých vodných nádrží.....	87
13.3	Ochrana malých vodných nádrží pred zanášaním	87
13.4	Zníženie eutrofizácie nádrže	89
	LITERATÚRA	91

Doc. Ing. Milan Čistý, PhD.

RYBNÍKY A MALÉ VODNÉ NÁDRŽE II

Vydala Slovenská technická univerzita v Bratislave vo Vydavateľstve STU Bratislava,
Vazovova 5, Bratislava.

Rozsah 94 strán, 49 obrázkov, 6 tabuliek, 8,613 AH, 8,774 VH, 1. vydanie, edičné číslo 5191.

85 – 256 – 2005

ISBN 80-227-2294-4