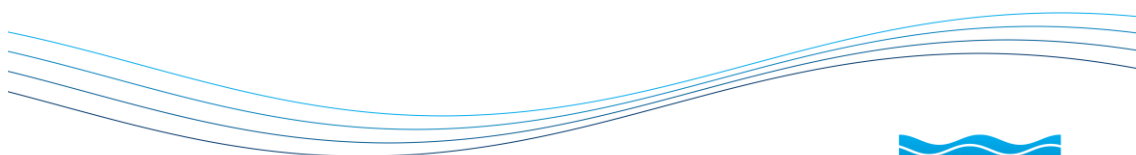


Povodí Moravy, s.p. Dřevařská 932/11, 602 00 Brno	Strana: 1/13
Metodický pokyn č. 024/2018 generálního ředitele Povodí Moravy, s.p. Technicko – kvalitativní požadavky pro vodní stavby	Vydání: první
Příloha C – Ochranné zemní hráze do výšky 3,5 m	Výtisk č. 1
	Účinnost od: 1. 1. 2018

Příloha C – Ochranné zemní hráze do výšky 3,5 m

Technicko – kvalitativní požadavky pro vodní stavby



www.pmo.cz



Změna č.	Účinnost změny od:
Změna č.	Účinnost změny od:
Změna č.	Účinnost změny od:
Změna č.	Účinnost změny od:

OBSAH / SEZNAM PŘÍLOH

	strana
1	Úvod..... 3
2	Navrhování zemních hrází..... 3
2.1	Podklady pro návrh 3
2.1.1	Definice požadované funkce ochranné hráze 3
2.1.2	Hydrologická a vodohospodářská data 3
2.1.3	Mapové a Geodetické podklady 3
2.1.4	Geotechnické podklady 4
2.1.5	Územně plánovací dokumentace 4
2.1.6	Širší vliv v území 4
2.2	Typologie zemních hrází 4
2.2.1	Problematika těsnících prvků hráze 5
2.2.2	Ochranné hráze na vodních cestách 5
2.3	Technický návrh 5
2.3.1	Návrhové parametry hráze – převýšení nad návrhovou hladinou 5
2.3.2	Uspořádání příčného profilu 5
2.3.2.1	Svahy ochranné hráze 5
2.3.2.2	Korun a hráze 6
2.3.2.3	Opevnění povrchu hrází 6
2.3.2.4	Odvodnění hráze a podloží 6
2.3.3	Návrh trasy a podélného profilu hráze 7
2.3.4	Problematika souběhu a křížení IS 7
2.3.4.1	Souběhy inženýrských sítí 7
2.3.4.2	Křížení inženýrských sítí 8
2.3.5	Hrázové přelivy 8
2.3.6	Přístupy ke konstrukci pro provoz a údržbu 8
2.3.7	Návrh hráze ve vztahu k odtokovým poměrům 8
2.3.8	Kriteria a posouzení zemní hráze 9
2.3.8.1	Hydraulické výpočty 9
2.3.8.2	Geotechnické posouzení 9
2.3.9	Ohumusování a osetí 9
2.3.10	Geometrická přesnost a tolerance 9
2.4	Materiálové řešení zemních hrází 10
2.4.1	Zlepšování zemin 10
2.4.2	Provádění betonových konstrukcí zemních hrází 10
3	Rekonstrukce zemních hrází..... 10
3.1	Podklady pro návrh 10
3.2	Problematika živočichů 10
3.2.1	Náprava zjištěných poruch 10
3.2.2	Prevence poruch způsobených činnostmi živočichů 11
3.3	Doprovodná vegetace zemních hrází 11
4	Kontrola provádění 12
5	Vady a poruchy..... 12
5.1	Vady koncepce a projektového řešení 12
5.2	Vady plnouce z realizace a provozu díla 12
6	Údržba a provoz 12
6.1	Údržba travního porostu a dřevin 13
6.2	Údržba stavebních objektů 13

1 ÚVOD

2 NAVRHOVÁNÍ ZEMNÍCH HRÁZÍ

2.1 PODKLADY PRO NÁVRH

2.1.1 DEFINICE POŽADOVANÉ FUNKCE OCHRANNÉ HRÁZE

Zemní hráze do výšky 3,5 m jsou liniové vodohospodářské stavby upravující odtokové poměry, tedy bránící rozlivu velkých vod, případně usměrnění proudění toku. Od běžných zemních hrází ve vodohospodářské praxi se liší zejména svým liniovým charakterem, který klade na tyto konstrukce rozdílné nároky z hlediska jak návrhu, tak i údržby a provozu.

Zemní hráze ve své trase kříží trasy inženýrských sítí, odvodňovacích struh, sítí dopravní infrastruktury tak i drobné vodní toky, které jsou do hlavního toku zaústěny.

2.1.2 HYDROLOGICKÁ A VODOHOSPODÁŘSKÁ DATA

Hlavními vodohospodářskými daty pro návrh případně posouzení liniových hrázových objektů jsou údaje o hydrologii hrázovaného toku a interpretace těchto dat do hydrotechnických výpočtů, tedy na průběh hladin v daném místě, které jsou následně základním parametrem pro stanovení požadované výšky hráze.

Jelikož jsou hydrologická data daty statistickými, je nezbytné, aby proběhla jejich aktualizace a následná interpretace vždy v případě:

- Stávající hydrologická data jsou více než 10 let stará
- Od doby vydání stávajících hydrologických dat proběhla na toku povodeň s dobou opakování delší než 10 let a je pravděpodobné, že dojde k úpravě statistiky stanovených N-letých vod

Interpretace hydrologických dat je prováděna hydrotechnickým výpočtem průběhu velkých vod v celém rozsahu N-letých průtoků a to 1-D, případně 2-D modelovým výpočtem. Podklady pro výpočet budou poskytnuty investorem, případně zajištěny dodavatelem, jako součást prací.

Staničení toku musí být v souladu se staničením objednatele.

Výsledky výpočtů a kontrola staničení toku musí být vždy konzultovány s útvarům hydroinformatiky a geodetických informací a předány v samostatné dokumentaci. V rámci výpočtů je nezbytné zohlednit i trasování toku a překážky v proudění, které mohou způsobit rozdílné hodnoty hladin v příčném profilu (příčné proudění, sklon hladiny v oblouku, lokální vzduť způsobené překážkou v toku, či inundaci, apod.). Zvláštní pozornost je pak nutno věnovat překážkám v toku, objektech na toku a mostním profilům, u kterých je nutné vyhodnotit i vliv širšího okolí těchto objektů.

V případě historických hrázových systémů je pak nutné stanovit míru ochrany stávající konstrukce, včetně hodnoty bezpečnostního převýšení.

2.1.3 MAPOVÉ A GEODETICKÉ PODKLADY

Mimo obecně používané mapové podklady, jako státní mapy velkého až středního měřítko (ZM10, SM5) je pro návrh nové nebo rekonstrukci stávající hráze možné použít s moderními mapovými podklady ZABAGED, účelovými mapami jako BPEJ, mapa komplexního průzkumu zemědělských půd (KPZP) a v neposlední řadě je nezbytným podkladem i mapy katastru nemovitostí (KM, GP, PK, DKM, KMD, KM-D).

Geodetické podklady jsou dalším zásadním podkladem pro návrh nové konstrukce, případně vyhodnocení funkce konstrukcí hrázových systémů již existujících. Vzhledem k liniovému charakteru hrázových systémů je zde nezbytné tachymetrické zaměření polními geodetickými metodami, aplikací technologie dálkového průzkumu země, případně technologie sběru geodat pomocí UAS (Unmanned Aerial System), nebo kombinací zmíněných metod.

Nedílným podkladem jsou geoinformace na podkladu katastrální mapy.

2.1.4 GEOTECHNICKÉ PODKLADY

Rozsah a obsah geotechnických podkladů je závislý na stupni dokumentace. Geotechnické podklady jsou klíčovými pro spolehlivost a hospodárnost konstrukce zemní hráze. Základní podklady lze získat z geofundu, například pomocí mapových aplikací České geologické služby. Archivní materiály jsou pak zpravidla doplněny průzkumem v lokalitě stavby a to podrobným geotechnickým průzkumem zaměřeným nejen na geologii, ale i hydrogeologii daného území. Vzhledem k liniovému charakteru se doporučuje provést průzkum kombinací archivních sond, vrtného průzkumu a propojení těchto bodových informací pomocí liniového průzkumu využitím geofyzikálních metod. Geofyzikální průzkum se také aplikuje v případě stávajících konstrukcí hrází pro zjištění homogenity materiálu hráze a podloží a detekci potenciálně rizikových oblastí konstrukce. Dále je možné těmito metodami detekovat historické inženýrské sítě, nebo drenážní soustavy.

Zajištění geotechnických podkladů je poměrně investičně náročné a je nutné definovat minimální rozsah průzkumných prací pro jednotlivé stupně projektové přípravy.

V případě, že jsou součástí prací zemní práce vyžadující dovoz zeminy, je nutné provést geotechnický průzkum i v prostoru zemníku, pokud bude tento předepsán investorem.

Rozsah a jednotlivé etapy geotechnického průzkumu je nutné v rámci návrhu či posouzení projednat s investorem a to vždy v předstihu pro daný projektový stupeň. Návrh minimálního rozsahu geotechnického průzkumu pro navazující projektový stupeň, případně dokumentace pro zadání stavby je vždy součástí dokumentace. Geotechnický průzkum je definován vždy tak, aby nebyla možná rozdílná interpretace rozsahu plnění, tedy vždy se musí jednat o taxativní výčet a rozsah vrtných prací (délky vrtů včetně dělení dle požadované technologie vrtání), polních a laboratorních zkoušek (specifikace počtu odběru vzorků a jednotlivých zkoušek), případně geofyzikálních metod (požadované technologie průzkumu a jejich minimální délky a hloubky).

2.1.5 ÚZEMNĚ PLÁNOVACÍ DOKUMENTACE

Liniové zemní hráze jsou významnými prvky zasahující krajinný ráz a jejich umístění je nutné uvést do souladu s územně plánovací dokumentací. Do územních plánů je možné trasu hrázových systémů zanést jako veřejně prospěšné stavby, u kterých je následně proces umístění stavby obecně jednodušší.

2.1.6 ŠIRŠÍ VLIV V ÚZEMÍ

Širšími vlivy území jsou zejména možné kolize se zájmy ochrany přírody a úpravy odtokových poměrů. Trasování liniového prvku ochranné zemní hráze je tak nutné provádět i s ohledem na zájmy orgánů ochrany přírody, a to předcházením a minimalizací potenciálních střetů.

Je zřejmé, že liniové prvky hrází mohou být využity pro plnění i dopravní funkce v území, například umístěním komunikace na korunu hráze, která může být začleněna do dopravního systému ať už pozemních komunikací či komunikací účelových a to cyklostezek. V těchto specifických případech je nutné oba prvky jasně oddělit jako dvě samostatné stavby (stavba na stavbě) již v projektové přípravě včetně rozdělení jednotlivých investic více investorů a řešení realizace s ohledem na NOZ, jelikož jen jeden z investorů bude umísťovat stavbu na pozemcích, které nejsou v jeho vlastnictví.

2.2 TYPOLOGIE ZEMNÍCH HRÁZÍ

Hrázové systémy jsou konstrukce, jejichž realizace vyžaduje značné objemy přemístění zemin. Z tohoto důvodu je v maximální míře využíváno zemin dostupných v blízkosti stavby, tedy místních materiálů. Dostupnost materiálů v místě pak do značné míry ovlivňuje technické řešení hráze a to jak z hlediska typu zemní hráze, tak i případné technologie provádění.

Nejrozšířenějším typem hráze je hráz homogenní, kdy konstrukce hráze je tvořena jedním homogenním prvkem s jedním typem zeminy. U tohoto typu hráze je nutné mít na zřeteli, že geotechnické parametry materiálu hráze mohou vykazovat značnou heterogenitu, se kterou je nutné počítat zejména v případě rekonstrukcí existujících staveb.

V případě, že v dosahu stavby není dostatek vhodných zemin pro realizaci homogenní hráze, je realizována hráz nehomogenní (zonální) s maximálním využitím kombinace zemních materiálů dosažitelných v místě stavby. Hráz je rozdělena do jednotlivých zón hráze, které plní specifické funkce a to stabilizační částí a část těsnící. Těsnící zóna je tvořena obvykle jemnozrnnými zeminami. Při potřebě využití jílovitých zemin s vysokou plasticitou musí být zajištěna jejich povrchová ochrana proti vysychání a promrzání. Stabilizační pak vhodnými zeminami, zajišťující stabilitu hráze a ochranu těsnící části. Mezi jednotlivými zónami a obecně zeminami rozdílných zrnitostí je nezbytné provést přechodové filtrační vrstvy.

2.2.1 PROBLEMATIKA TĚSNÍCÍCH PRVKŮ HRÁZE

Těsnícími prvky se rozumí takové konstrukce, které primárně zajišťují těsnění proti průsaku vody ať již tělesem hráze tak podloží.

Jedná se o betonové konstrukce (betonové zdi, podzemní stěny, ozuby) a o prvky speciálního zakládání (podzemní jílocementové stěny, štětovnicové stěny apod.). Obecně se jedná o investičně náročné prvky, jejichž použití musí být v projektu odůvodněné. Těsnící prvky tak musí být vhodně propojeny s těsnící částí hráze.

2.2.2 OCHRANNÉ HRÁZE NA VODNÍCH CESTÁCH

U ochranných hrází na vodních cestách je nezbytné v návrhu zohlednit specifika plavebního provozu a to zejména rozsah plavebních hladin a vyhodnocení vlivu plavebního provozu na namáhání ochranných hrází. Tento vliv je nutné zohlednit zejména v případě užších plavebních kanálů. Na základě vyhodnocení vlivu je pak nebytné navrhnout odpovídající ochranu hráze proti vlnobití způsobené plavebním provozem (kamenný pohoz, kamenná rovnánina, apod.).

2.3 TECHNICKÝ NÁVRH

Technický návrh hráze vychází z podmínek lokality, širších vlivů a požadavků na navrhovanou, nebo posuzovanou konstrukci.

2.3.1 NÁVRHOVÉ PARAMETRY HRÁZE – PŘEVÝŠENÍ NAD NÁVRHOVOU HLADINOU

Návrhové parametry hráze vychází z

- normativních požadavků
- parametrů lokality
- požadavků z hlediska funkce hráze
- technických parametrů potenciálně dostupných materiálů navrhované konstrukce

Normativní požadavky vychází jednak z požadavků legislativních, zejména Vyhlášky č. 590/2002 Sb., o technických požadavcích pro vodní díla, ve znění vyhlášky č. 367/2005 Sb., která ukládá u ochranných hrází doporučené převýšení nad návrhovou hladinou v případě úrovně ochrany na hladinu při průtoku Q_{100} 0,3 m až 1,0 m, při ochraně nižší se navrhuje převýšení ochranné hráze do 0,5 m. V případě realizace pozemní komunikace na koruně ochranné hráze je nutné zachovat stávající míru ochrany konstrukce hráze a jasně definovat která část konstrukce splňuje definovanou míru ochrany (se zřetelem na obvyklou skladbu vozovky s propustnými podkladními vrstvami)

Návrhová hladina, pokud není definována investorem, je stanovená hydraulickým modelovým výpočtem minimálně 1D modelem a schválena útvarem hydroinformatiky a geodetických informací, viz kap. 2.1.2. **Ve všech stupních projektové dokumentace je nezbytné uvádět dobu opakování a hodnotu průtoků včetně zdroje dat (poskytovatel a datum vydání dat), na jejichž základě, byla stanovena návrhová hladina!**

V rámci návrhu ochranné hráze na vodních tocích je nutné posoudit stav, kdy bude návrhová úroveň ochranné hráze překonána a začne docházet k jejímu přelítí. Je nezbytné posoudit nebezpečí tohoto stavu a navrhnout opatření pro řízené přelítí konstrukce, která odlehčí vyšší než návrhový průtok tak, aby nebyla ohrožena bezpečnost ochranné hráze. Toto zařízení se opatří úseky upraveny pro přelítí, hrázovými propustmi s hradicím zařízením nebo zpevněním.

2.3.2 USPOŘÁDÁNÍ PŘÍČNÉHO PROFILU

Příčný profil vychází z výšky hráze, místních geotechnických podmínek a vlastnostech zemin uvažovaných pro stavbu ochranné hráze. Dalšími faktory jsou rozsah vedení inženýrských sítí, dostupnost pozemků a další požadavky na funkce hráze (umístění komunikace na koruně hráze apod.).

2.3.2.1 SVAHY OCHRANNÉ HRÁZE

Návrh sklonu svahů ochranné hráze vychází z posouzení její stability s přihlédnutím k její údržbě a jejímu začlenění do okolní krajiny, stávajícímu využití území a omezujícími podmínkami pro zábor pozemků. Obecně jsou u ochranných hrází vhodné sklony 1:2 a mírnější. Ploché svahy s měnícím se sklonem svahu a se zakřivenými lavičkami či přísypy podporují začlenění hráze do krajiny. Hráze s mírnějšími sklony jsou také odolnější proti porušení činnostmi hlodavců.

2.3.2.2 KORUN A HRÁZE

Návrh šířky koruny hráze je ovlivněn požadavky stability hráze, možností pojíždění mechanismů pro hutnění, údržbu, případným vedením komunikace po koruně hráze apod. Šířka koruny hráze se navrhuje nejméně 3,0 m.

2.3.2.3 OPEVNĚNÍ POVRCHU HRÁZÍ

Povrch ochranných hrází je obvykle chráněn travním porostem osetým travní směsí ve vegetačním období do minimálně 0,10 až 0,15 m silné vrstvy ornice, nebo položeným drnovým kobercem.

Ve zvláštních případech, v mimořádně a dlouhodobě namáhaných úsecích je třeba návodní svah hráze opevnit vhodným odolnějším opevněním. Typ opevnění je třeba volit na základě výsledků technicko-ekonomického rozboru s ohledem na odolnost násypu vůči proudící vodě a účinkům vln. Vhodným typem opevnění je šterkový pohoz, kamenná rovnánina, dlažba z přírodního kamene, nebo z betonových tvárnic. Drátokamenné matrace, gabiony se hodí především k opevnění paty hráze. V případě drátokamenných matic a gabionů je nutné při návrhu zohlednit i životnost těchto konstrukcí s ohledem na přítomnost vody, nebezpečí obrusu či zarůstání vegetací a následné koroze nechráněných ocelových prvků. Návrh konkrétního typu opevnění musí být v návrhu zdůvodněn.

U dlážděných svahů musí být podloží a spáry odolné proti vymílání. Opevnění musí být propustnější než sousední materiál nebo musí být tak těžké, aby odolalo účinkům vzlaku působícímu na jeho rub.

2.3.2.4 ODVODNĚNÍ HRÁZE A PODLOŽÍ

Odvodnění tělesa ochranné hráze a jejího podloží se navrhuje ve vazbě na těsnění hráze a podloží. Drény mají za úkol zachytit a neškodně odvést průsakovou vodu z tělesa hráze, případně z podloží. Mohou sestávat z drenážního potrubí, drenážního příkopu a z filtrů. Jsou umísťovány obvykle v blízkosti vzdušního svahu. Odvodňovací zařízení musí být vybudována tak, aby byla kontrolovatelná a obnovitelná.

Drenáže

Drenáž musí být dimenzována tak, aby mohla odvést množství průsakové vody s přiměřenou rezervou. ČSN 75 2310 doporučuje při návrhu drenáže zohlednit možnost porušení těsnící funkce hráze či podloží a uvažovat se zhruba dvacetinásobnou rezervou vůči výpočtové hodnotě průsaku. Zkušenosti opírající se o analýzu nejistot při stanovení průsakového množství při povodních naznačují požadavek cca trojnásobné bezpečnosti při návrhu drenážní soustavy. Drenážní materiály musí umožnit odvodnění zemin v tělese hráze a musí být filtračně stabilní vůči sousedním zeminám. Drenážní příkopy jsou tvořeny většinou z písku, šterku, drtě, sutě, strusky a geotextilií.

Odvedení prosáklé vody se provádí sběrným drenážním potrubím, popř. příkopem umístěným při vzdušné patě ochranné hráze. Sběrná zařízení jsou zaústěna do šachet, odkud se voda odvádí (např. přečerpává) spolu s ostatními vnitřními vodami (tedy vodami přitékajícími z chráněného území).

Filtry

K ochraně sousedních konstrukčních vrstev před kontaktní sufozí se zřizují přechodové zóny – filtry, které brání nežádoucímu vyplavování jemných částic zeminy na styku s hrubším materiálem druhé zeminy nebo s drenáží. S ohledem na provádění je vhodné omezit počet vrstev filtru na minimum. V případě vícevrstvých filtrů se nesmí při stavbě materiál jednotlivých vrstev promíchat. Konstrukčním materiálem filtru mohou být přirozené zeminy jako písky, šterkopisky, šterky, drcené kamenivo (drtě), nebo umělé porézní hmoty jako tkaniny – geotextilie, apod. vyhovující geometrickým kritériím filtrační stability (viz ČSN 75 2410). Tloušťka jednotlivých vrstev filtru musí zajistit jeho bezpečnou funkci, tj. musí být funkční při všech očekávaných deformacích ochranné hráze během její výstavby a provozu. Přitom musí být zaručena homogenita sypaniny filtru. Filtry musí být zhuťněny s ohledem na očekávané sedání okolní sypaniny. Relativní hutnost materiálu filtru musí být $I_p \geq 0,67$. Materiál filtru nesmí být náchylný k segregaci při jeho zpracování a dopravě. Nesmí vykazovat žádnou soudržnost, sklon ke slepování zrn a k dalším změnám vyvolaným fyzikálními, chemickými nebo biologickými procesy.

Rozměry filtru musí odpovídat postupu jeho zřizování a hutnění. Použije-li se pro filtr přírodních materiálů, nesmí být zrno filtru větší než 63 mm a nesmí obsahovat více jak 5 % zrn pod 0,063 mm.

Tloušťka vodorovného filtru by měla být alespoň 0,5 m u vícevrstvého filtru a nejméně 0,25 m u odstupňovaného filtru.

U geotextilie jsou dodržovány analogické filtrační podmínky jako u přirozených zemin. Přitom je třeba vždy přihlídnout k životnosti geotextilie a jejímu možnému porušení např. hlodavci či kořeny vegetace, a také ke snížení její propustnosti zakolmatováním.

Materiál filtru je třeba rozprostírat a hutnit ve vrstvách tloušťky 0,25 až 0,30 m. Filtrační vrstva při zemním těsnění by měla být písčitá, popř. ze štěrkopísku o max. zrnu 13 až 19 mm se zastoupení 55% až 80% zrn do 5 mm. V případě disperzních zemin jádra je třeba použít pro filtry jemné písky s $D_{15} \leq 0,2 \text{ mm}$. Doporučuje se také, aby hydraulická vodivost filtru nepřekročila stonásobek vodivosti chráněné zeminy.

Použití filtrů z umělých porézních materiálů je možné jen na základě výsledků laboratorních zkoušek, kdy tyto materiály musí vyhovovat všem požadavkům kladeným na zrnité filtry.

2.3.3 NÁVRH TRASY A PODÉLNÉHO PROFILU HRÁZE

Návrh trasy ochranné hráze vychází z morfologie terénu, polohy chráněného území vůči vodnímu toku, dostupnosti pozemků a případně dalších specifických podmínek lokality, jakou jsou ochranná pásma, či nevyhovující geologické podmínky. Při trasování hráze je nutné zohlednit i problematiku vnitřních vod v chráněném území a její bezpečný a spolehlivý odvod do recipientu, jakož i podmínky výstavby a následné údržby hrázového tělesa (přístupy k hrázi a jednotlivým objektům hráze). V případě, že hráz má plnit i jiné funkce, například dopravní (např. vedení cyklostezky po koruně hráze) je třeba trasu přizpůsobit i těmto specifickým požadavkům, tedy koordinovat s investorem jiné stavby.

Podélný profil hráze je pak dán jejím trasováním hráze, kdy jsou vždy vynášeny tyto informace:

- Staničení ochranné hráze
- Staničení vodního toku
- niveleta základové spáry,
- niveleta stávajícího terénu v ose hráze
- niveleta návrhového průtoku
- niveleta koruny hráze
- křížení a ústí inženýrských sítí a vodotečí

2.3.4 PROBLEMATIKA SOUBĚHU A KŘÍŽENÍ IS

Souběh a křížení inženýrských sítí jsou obecně řešeny v ČSN 75 2130 Křížení a souběhy vodních toků s dráhami, pozemními komunikacemi a vedeními. Tato norma je závazná pro návrh a provádění křížení a souběh inženýrských sítí s konstrukcí hráze, nicméně je nezbytné mít na zřeteli, že norma je koncipována z pohledu definice technických podmínek pro umístění inženýrských sítí.

2.3.4.1 SOUBĚHY INŽENÝRSKÝCH SÍTÍ

Pokud se v prostoru uvažované hráze, případně v blízkosti rekonstruované hráze již vyskytují inženýrské sítě, je nezbytné zohlednit vliv souběhu konstrukce hráze a těchto sítí včetně pravděpodobného způsobu a hloubky uložení sítě (obsypy kabelových tras a potrubí, kabelové trasy apod.). V případě střetu zemní hráze a inženýrské sítě, včetně případných ochranných pásem obou konstrukcí, je nutné vyhodnotit nezbytné zásahy vedoucí k úpravě a minimalizaci střetu obou liniových prvků a to, buď úpravou linie hráze, nebo přeložkou inženýrské sítě.

Případné souběhy sítí s pravděpodobným obsypem, případně sítí uložené v kabelové trase, musí být tyto konstrukce (kabelová trasa, obsyp vedení IS) zohledněny v posouzení filtrační stability hrázového prvku, včetně ovlivnění stávající sítě výstavbou hráze (ovlivnění zvýšením hladiny podzemní vody a zaplavení vedení)!

Obecně se nedoporučuje souběh s odstupem nižším než 2,0 m z důvodu možnosti případné rekonstrukce vedení IS bez zásahu do tělesa hráze.

2.3.4.2 KŘÍŽENÍ INŽENÝRSKÝCH SÍTÍ

Křížení hrází s inženýrskými sítěmi jsou potenciálně problematická místa pro další provoz jak hráze, tak předmětného vedení. Z tohoto důvodu je nezbytné dodržet následující zásady pro návrh a provedení křížení:

- zajistit nepropustnost křížení vhodnou úpravou konstrukce křížení např.:
 - uložení do těsněné chráničky v celé délce křížení
 - obetonování trubních potrubí v celé délce křížení umožňující kvalitní
- minimalizovat rozsah křížení (kolmost křížení)
- jasně vyznačit trasu inženýrských sítí

2.3.5 HRÁZOVÉ PŘELIVY

Při povodních, kdy je překročen návrhový průtok, může dojít k přelití ochranných hrází. Pokud nejsou ochranné hráze vybaveny úseky, které jsou schopny odolat účinku přelévající se vody, může dojít k jejich protržení, přičemž účinky koncentrovaného vodního proudu při protržení ochranné hráze jsou mnohem více devastující než postupné a řízené zaplavování území.

Řízené převádění vody do zahrází se provádí k tomu účelu přizpůsobenými úseky – hrázovými přelivy. Ty by měly být situovány do míst s minimálním potenciálem škod v zahrázích, často je účelné i zřízení poldrů.

Řešení je vždy závislé na místní situaci.

Řešení s hrazeným přelivem je zpravidla nákladnější a klade vyšší nároky na údržbu a provoz a také na tlumení energie vody v zahrázích, umožňuje však provést odlehčení s vyšším přepadovým paprskem na kratším úseku a to až bezprostředně před okamžikem přelití koruny ochranné hráze. Konstrukčně odpovídá hrazený přeliv pohyblivému jezu, nebo korunovému hrazenému přelivu nízké sypané hráze.

Nehrazený přeliv je obvykle levnější a s menšími nároky na provoz. Malá přepadová výška však vede ke značným délkám přelivné hrany a k odlehčení dochází mnohem dříve, než hladina v toku dosáhne koruny hrází. V případě poddajného opevnění je třeba počítat s rekonstrukcí či opravou přelivu prakticky při každém jeho uvedení do funkce.

Pod přelivem ve směru proudu vodního toku je třeba převýšit korunu ochranné hráze tak, aby nedocházelo k jejímu přelévání mimo přeliv.

Obvykle se doporučuje, aby byla dodržena výška přepadového paprsku do 0,30 m, výjimečně po kratší dobu až 0,50 m z důvodů snížení specifického průtoku přes přeliv a tím i požadavků na opevnění vzdušního líce. Opevnění přelévaného vzdušního líce se doporučuje protáhnout přes korunu hráze až na návodní líc. Doporučuje se provést přelévanou plochu zaoblenou ve tvaru tlakové přelivné plochy, pata hráze by měla být opevněna kamenným záhozem, popř. gabiony.

Vzhledem k relativně malé četnosti zatížení přelivných ploch je vhodné překrýt „tvrdé“ technické opevnění vrstvou zeminy, která se v průběhu odlehčení odplaví.

2.3.6 PŘÍSTUPY KE KOSTRUKCI PRO PROVOZ A ÚDRŽBU

V rámci návrhu hráze je nezbytné zohlednit nároky na provoz a údržbu hráze v celém životním cyklu. Pro zajištění provozu a údržby hrází je nutné zajistit maximální přístup jak na těleso hráze, tak podél hráze. Přístupy je nutné řešit jak technicky (nájezdy, obslužné komunikace apod.) tak i územně, tedy smluvními vztahy s majiteli dotčených pozemků umožňující vstup na tyto pozemky při dodržení definovaných zásad.

2.3.7 NÁVRH HRÁZE VE VZTAHU K ODTOKOVÝM POMĚRŮM

V rámci návrhu nové liniové stavby je nezbytné zohlednit stávající odtokové poměry, jelikož realizace podélné ochranné hráze dojde k narušení přirozeného odtoku vody do toku a to jak v případě povrchového tak podzemního odtoku. Již v prvotním návrhu nové liniové stavby ochranné hráze je nezbytné řešit odvod vnitřních vod z chráněného území a to jak v případě běžného provozu, tak i návrhových přívalových srážek. Tyto vody musí být bezpečně odvedeny z chráněného území a bezpečně provedeny linií hráze dále do recipientu.

Průchody nových odvodnění, tak i stávajících vodních toků, musí být navrženy jako samostatné objekty dle zásad křížení takovýchto konstrukcí se zemním tělesem hráze.

Objekty křížení přirozených i umělých vodotečí je nezbytné vybavit uzávěry zajišťující bezpečné úplné uzavření v případě povodňových průtoků na hlavním toku. Jednotlivé uzávěry musí být navrženy jako spolehlivé, trvanlivé, zajišťující bezpečné plné uzavření vodoteče.

Všechny tyto uzávěry musí být zabezpečeny před neoprávněnou manipulací.

V rámci řešení musí být zajištěny i podklady o melioračních stavbách v zájmovém území zejména ve stopě linie hráze a v případě kolize s těmito systémy je nutné zajistit jejich přerušení v prostoru hráze.

2.3.8 KRITERIA A POSOUZENÍ ZEMNÍ HRÁZE

Kritéria a posouzení zemní hráze vychází, jak již bylo uvedeno výše, z obecně závazných předpisů a obecných postupů posouzení s přihlédnutím ke specifikům konstrukce.

Jedná se zejména o prověření návrhu z hlediska

- míry navržené ochrany – hydraulickými výpočty
- posouzení geotechnických podmínek

2.3.8.1 HYDRAULICKÉ VÝPOČTY

K ověření míry navržené ochrany slouží hydraulické výpočty průběhu hladin návrhových průtoků v předemném úseku. Hydraulické výpočty se provádí na matematických modelech proudění v otevřeném korytě s inundačním územím, na základě syntézy zaměření stávajícího stavu, vyhodnocení součinitelů hydraulických odporů a hodnot n-letých průtoků.

Podklady i výsledky je následně nezbytné konzultovat s útvarem hydroinformatiky a geodetických informací objednatele.

Výsledky modelování je nutné podrobit následné analýze a zhodnotit výsledky průběhů hladin ve vztahu k tvaru toku a inundace. Jedná se zejména o vyhodnocení možnosti příčného sklonu hladiny v oblouku, případně v místě objektů v toku a inundaci, působící lokální vzdutí. Toto je nutné zejména při použití 1D modelu proudění, kdy pro daný příčný profil je uváděna pouze jedna hodnota úrovně hladiny.

O modelovém výpočtu bude vypracována zpráva obsahující informace o vstupech modelu, metodiky výpočtu a jeho výsledcích.

2.3.8.2 GEOTECHNICKÉ POSOUZENÍ

Geotechnické posouzení je komplexní posouzení jednak inženýrsko-geologických podmínek, jednak zhodnocení tvaru a materiálu hráze a podloží. Součástí zhodnocení jsou:

- Vyhodnocení inženýrsko-geologických podkladů v rozsahu odpovídajícímu stupni projektové dokumentace,
- V případě potřeby návrh zemníku včetně definice geotechnických parametrů zemin,
- Výpočet filtrační stability – na základě dostatečně provedeného IG průzkumu výpočet a posouzení podzemního proudění vody v podloží navrhovaných konstrukcí, případně v podloží a v tělese stávajících konstrukcí – 2D matematický model proudění
- Stabilitní posouzení hrázového tělesa včetně podloží dle ČSN EN 1997-1

Podrobnost geotechnického posouzení vychází ze stupně projektové dokumentace a z rozsahu a podrobnosti vstupních podkladů. Definice rozsahu geotechnického průzkumu pro navazující projektový stupeň by měl být jedna ze součástí projektové dokumentace.

2.3.9 OHUMUSOVÁNÍ A OSETÍ

Povrch hráze má být ohumusován a oset. Mocnost humózní vrstvy vychází ze sklonu svahů a zajištění humózní vrstvy proti eroznímu vlivu a rozplavení po dobu tvorby kvalitního travního drnu.

2.3.10 GEOMETRICKÁ PŘESNOST A TOLERANCE

Geometrická přesnost a tolerance se řídí požadavky na geometrické přesnosti jednotlivých prvků konstrukce.

Betonové konstrukce – požadavky na geometrickou přesnost je řešena v TKP E – Provádění betonových konstrukcí.

Zemní práce - požadavky na geometrickou přesnost je řešena v TKP F – Zemní práce v souvislosti na splnění normativních požadavků na konstrukce zemních hrází

- minimální šířka koruny hráze – negativní tolerance se nepřipouští

- výška zemní hráze - negativní tolerance se nepřipouští
- mocnost humózní vrstvy – min. 50 mm negativní tolerance se nepřipouští
- rovinnost povrchu – tolerance +/- 50 mm

Tolerance geometrické přesnosti musí být zohledněny v návrhu tak, aby byly vždy zajištěny návrhové parametry bezpečnostního převýšení nad návrhovou hladinou.

2.4 MATERIÁLIVÉ ŘEŠENÍ ZEMNÍCH HRÁZÍ

2.4.1 ZLEPŠOVÁNÍ ZEMIN

V případě, že jsou v místě hráze a v širším okolí zeminy, které nelze použít přímo do zemního tělesa z důvodu jejich mechanických vlastností, zejména vlhkosti zemin, je nezbytné upravit tyto vlastnosti jejich zlepšením aditiv. Zlepšování zemin v oblasti zemních hrází se provádí zejména vápněním, které upravuje (snižuje) vlhkost zemin a zároveň namrzavost a zvyšuje pevnost.

Technologie zlepšování zemin je řešena v TKP F – Zemní práce.

2.4.2 PROVÁDĚNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ ZEMNÍCH HRÁZÍ

Provádění betonových konstrukcí, které zcela nebo z části zasahují do tělesa zemní hráze, je nutné provádět tak, aby bylo zajištěno kvalitní napojení betonové a zemní konstrukce jak v době provádění, tak v případě provozu (sedání).

Při navrhování betonových konstrukcí je třeba zohlednit jednak problémy promrzání betonové konstrukce a následně přilehlého zemního tělesa, jednak tvar betonové konstrukce, který musí umožňovat kvalitní přihutnění zemního tělesa k objektu.

Ostatní požadavky na betonové konstrukce jsou řešeny v TKP E – Provádění betonových konstrukcí.

3 REKONSTRUKCE ZEMNÍCH HRÁZÍ

3.1 PODKLADY PRO NÁVRH

Podklady pro návrh rekonstrukce stávajících hrázových těles jsou

- historická dokumentace stavby
- zaměření skutečného stavu stavby, případně včetně dendrologického průzkumu
- geotechnický průzkum pro zajištění informací o materiálu stávajících konstrukcí
- geotechnický průzkum pro zjištění homogenity zemních konstrukcí – průzkum pomocí geofyzikálních metod
- Hydrotechnické posouzení

3.2 PROBLEMATIKA ŽIVOČICHŮ

Činnost drobných živočichů, zejména hlodavců, může významně ohrozit bezpečnost hrázových systémů. Poruchy hrází způsobené živočichy je velice obtížné identifikovat obvyklými metodami technickobezpečnostního dohledu a případné poruchy je obtížné sanovat mnohdy i z důvodu statutu ochrany chráněného živočišného druhu.

Likvidace nežádoucích živočichů v daném teritoriu (hrázovému úseku) ať již vykuřováním, odchytom případně jinými postupy je nutné koordinovat s příslušným orgánem ochrany přírody.

3.2.1 NÁPRAVA ZJIŠTĚNÝCH PORUCH

V případě zjištěné poruchy je nezbytné hráz v místě poruchy bezodkladně opravit a to odkopáním celé postižené části, vyplnit poruchu vhodným zemním materiálem shodných vlastností jako materiál hráze a obnovit celou konstrukci včetně krycí vrstvy s příslušným opevněním. V případě širšího výskytu poruch je třeba sanovat celý zasažený úsek.

3.2.2 PREVENCE PORUCH ZPŮSOBENÝ ČINNOSTÍ ŽIVOČICHŮ

Prevence poruch je rozdílná v jednotlivých fázích životního cyklu konstrukce. Hlavním preventivním opatřením pro nové i existující konstrukce je průzkum přítomnosti živočichů. Jedná se o cyklickou činnost, jelikož nelze vyloučit rozšíření živočišných druhů do pro ně atraktivních lokalit.

Dalším opatřením je pak úprava konstrukce hráze tak, aby omezovala, nebo vyloučila škody způsobené živočichy.

Hrubozrnné materiály jako hrubý písek a štěrk ztěžují hlodavcům hrabání. Pro povrchové vrstvy ochranných hrází, zejména na návodním lici se doporučuje použít hrubozrnné materiály s co možná nejmenším podílem jemnozrnné frakce. Při napadení hráze krtky může být dodatečně zvětšeno převýšení koruny hráze. Těsnění hráze je chráněno před hlodavci ochrannou vrstvou nebo jeho umístěním v dostatečné hloubce. Obecně platí, že hráze s povrchovým těsněním jsou více zranitelné než hráze s vnitřním těsněním.

Ochranné hráze, jejichž pata leží v rozsahu běžného kolísání hladiny vody, by měly být postaveny se zabezpečením proti bobrům, ondatrám a nutriím, např. s minimálně 1,0 m širokými lavičkami, zasypanými nesoudržným, nejlépe hrubozrnným materiálem s dostatečnou výškou nad běžnou hladinou. Osvědčuje se zabezpečení břehů štěrkovými nebo písčitými násypy. U ondatr postačí mocnost přisypu do 1 m, u bobrů alespoň 1,5 m pod běžnou hladinou.

3.3 DOPROVODNÁ VEGETACE ZEMNÍCH HRÁZÍ

V souladu s ustanovením § 58 odst. 2 vodního zákona je zakázáno na ochranných hrázích vysazovat dřeviny. Mimo zatravnění travním, nebo jetelotravním porostem není vegetace na tělese hráze žádoucí. Kvalitního zatravnění však lze dosáhnout pouze kvalitní a pravidelnou údržbou porostu.

V případě okolí zemních hrází se z hlediska údržby zemních hrází připouští vegetační doprovod v minimální vzdálenosti 6 m od paty hráze. Rozsah a umístění jednotlivých dřevin v inundačním prostoru musí být koordinována s výpočtem průběhů hladin v toku, jelikož tato vegetace může významně ovlivnit kapacitu příslušného profilu.

V případě rekonstrukcí hrází a výskytu stávajících dřevin budou tyto posouzeny z hlediska stáří a stavu jednotlivých dřevin a vlivu těchto dřevin na provoz a spolehlivost ochranné hráze. Pokud budou stávající dřeviny vyhodnoceny jako ohrožující, budou v rámci rekonstrukce odstraněny. Ty, které budou zachovány je pak nutno pěstovat, ošetřovat a chránit. Výskyt krátkověkých dřevin je nepřipustný.

Pokud je s ohledem na požadavky ochrany a tvorby krajiny a také zachování památkově chráněných dřevin nutné jejich ponechání v ochranném pásmu hráze, musí se dbát na to, aby:

- Bez dřevin zůstaly svahy, lavičky a koruna hráze v prostoru alespoň 6 m od stavebních objektů v tělese hráze
- Dřeviny byly umístěny tak, aby u nehomogenních ochranných hrází kořeny nevnikly do těsníciho prvku hráze a podloží, u homogenních hrází pak do vlastního tělesa hráze
- Dřeviny v prostoru vzdušního svahu umožnily sledování a měření průsaků a nezhoršovaly funkci těsníciho prvku
- Stromy v předhráží byly umístěny tak daleko od paty hráze, aby nemohly na návodní straně způsobit při proudění vody výmoly a aby jejich kořeny nemohly vrůst do tělesa hráze
- V případě, že je navržen předložený těsnící koberec k prodloužení průsakové dráhy, nesmí být kořeny narušena jeho funkce
- Stromy v zahráží měly minimální vzdálenost nad 10 m (topoly nad 30 m) od vzdušné paty hráze
- Dřeviny v předhráží nesmí vést ke snížení návrhové kapacity koryta a předhráží
- Druh dřeviny byl pokud možno původní odpovídající lokalitě a charakteru vodního toku

4 KONTROLA PROVÁDĚNÍ

Při výstavbě, nebo opravě hrázových staveb je nezbytné kontrolovat zejména:

- příprava základové spáry včetně odvodnění
- druh a vlastnosti použitých zemin a dalších materiálů
- dodržení technologických postupů sypání hráze, zejména tloušťka sypaných vrstev a počet pojezdů hutnicích prostředků
- dosažení hodnot zhutnění
- kontrola povrchu styku zemních a betonových konstrukcí před zahájením hutnění

Kontrola se provádí průběžně, včetně provádění kontrolních zkoušek, evidence a porovnání výsledků s hodnotami předpokládanými v projektu. Podrobný popis kontroly provádění jsou popsány v jednotlivých TKP.

5 VADY A PORUCHY

Příčinami vad a poruch hrázových staveb jsou zejména:

- Vady koncepce a projektového řešení
- Vady plynoucí z realizace stavby
- Vady plynoucí z provozu díla

5.1 VADY KONCEPCE A PROJEKTOVÉHO ŘEŠENÍ

Tyto vady spočívají zejména v nedostatečných podkladech případně jejich nedostatečném, případně vadném vyhodnocení a aplikací v projektu. Tyto vady lze odstranit pouze po jejich odhalení a to dle zásad popsanych v kapitolách viz výše.

Druhým typem vad jsou vady při realizaci křížení sítí a staveb jiných vlastníků / investorů. Mezi tyto vady patří zejména realizace propustného podsypu / obsypu trubních vedení či jiného vedení inženýrské sítě. Jedinou možností prevence je kontrola realizace vlastníkem / provozovatelem hráze a to jak v projektové přípravě tak zejména při vlastní stavební činnosti.

5.2 VADY PLYNOUCÍ Z REALIZACE A PROVOZU DÍLA

Vadám plynoucím z realizace díla je nutné předcházet kontrolní činností investora při provádění stavby a při zkušebním provozu, resp. provozu ve záruční době díla. Mezi tyto vady patří zejména:

- Trhliny zděných a betonových konstrukcí
- Nerovnoměrné případně nadměrné sedání konstrukce hráze
- Poruchy napojení zemních konstrukcí a ostatních stavebních objektů (trhliny a prosednutí hráze), zejména křížení inženýrských sítí

Vady plynoucí z provozu díla jsou pak

- Vady plynoucí ze stárání díla a jednotlivých konstrukcí
- Vady plynoucí z neodborných, nebo neohlášených zásahů do konstrukce díla (například provedení křížení inženýrských sítí bez vědomí správce vodního díla)
- Vady způsobené vegetací a činnostmi živočichů

Vady tohoto typu je možné identifikovat v rámci kontrolní činnosti v rámci provozu a technicko-bezpečnostního dohledu. Při identifikaci vad je nezbytné tyto vady odstranit v souladu se zásadami popsány v kapitolách viz výše.

6 ÚDRŽBA A PROVOZ

Hrázové systémy jsou velice specifickým typem konstrukce, u kterých je jejich bezchybná funkčnost prověřována zpravidla až v případě povodňových průtoků. Z toho vyplývají i specifika údržby a provozu tohoto souboru konstrukcí. Údržba se týká zejména koruny a svahů hráze, péče o porosty a zamezování a nápravy škod způsobených činnostmi lidí a zvířat.

Obecně je nutné zajistit provoz a s ním spojenou údržbu v souladu s provozním řádem konkrétního vodního díla.

V rámci údržby je dále nezbytné zajistit pravidelný technicko-bezpečnostní dohled v souladu se zákonem a v četnosti a rozsahu prováděcí vyhlášky s ohledem kategorizaci konkrétního díla. Vedle technicko-bezpečnostního dohledu je vhodné provádět provozní prohlídky v případě povodňových událostí v rámci povodňových a popovodňových prohlídek.

6.1 ÚDRŽBA TRAVNÍHO POROSTU A DŘEVIN

Povrch hrází opatřený travním krytem je třeba trvale udržovat v bezvadném stavu. Místa bez pokryvu je třeba doplňovat položením travního drnu, nebo dodatečným osevem v hodných travních směsích, v případě potřeby včetně doplnění humózní vrstvy.

Travní kryt je třeba udržovat pravidelným sekáním, případně spásat. Posečený materiál je nutno z hrází odstranit.

V případě dřevin, které jsou ponechány v prostoru hráze je třeba tyto stromy udržovat v rozsahu dle kapitoly 3.3.

6.2 ÚDRŽBA STAVEBNÍCH OBJEKTŮ

Jedná se o údržbu objektů na hrázi, jako jsou přelivná a výpustná zařízení. Objekty musí být kontrolovány s ohledem na bezpečnost jejich funkce, zejména poškození stavebních konstrukcí, (trhliny, napojení objektů stavebních a zemních konstrukcí). V rámci údržby je třeba provádět kontrolu technologických zařízení, zejména bezpečnou a spolehlivou funkci uzávěrů, kontrola snadné manipulovatelnosti, případně kontrola zajištění proti neoprávněné manipulaci.