

MZe ČR	ZÁVLAHOVÉ KANÁLY	TNV 75 4320
--------	------------------	-------------

Obsah

	Strana
Předmluva.....	2
1 Předmět normy.....	3
2 Citované normativní dokumenty.....	3
3 Termíny a definice.....	4
4 Všeobecně.....	4
5 Podklady pro návrh.....	5
6 Zásady navrhování.....	8
7 Objekty na závlahových kanálech, manipulační a provozní řády.....	13
8 Zásady pro výstavbu a údržbu závlahových kanálů a objektů.....	17
9 Rekonstrukce, revitalizace a modernizace.....	20
10 Víceúčelové využití závlahových kanálů.....	22
Příloha A (informativní) Hydraulický výpočet závlahových kanálů.....	24
Příloha B (informativní) Ztráty vody v závlahových kanálech.....	26
Bibliografie	28

Nahrazení předchozích norem

Touto normou se nahrazuje ON 73 6952 z června 1981.

Předmluva

Souvisící ČSN

- ČSN 01 3473 Výkresy inženýrských staveb - Výkresy hydromeliorací
- ČSN 73 0037 Zemní tlak na stavební konstrukce
- ČSN 73 1001 Zakládání staveb - Základová půda pod plošnými základy
- ČSN 73 6530 Vodní hospodářství - Názvosloví hydrologie
- ČSN 75 2405 Vodohospodářské řešení vodních nádrží
- ČSN 75 7221 Jakost vod - Klasifikace jakosti povrchových vod

Souvisící TNV

- TNV 75 2401 Vodní nádrže a zdrže
- TNV 75 4934 Provoz a údržba závlahových čerpacích stanic

Souvisící právní předpisy

Zákon České národní rady č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů

Zákon České národní rady č. 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu, ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech), ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 100/2001 Sb. o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí), ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 167/2008 Sb. o předcházení ekologické újmě a o její nápravě a o změně některých zákonů

Vyhláška č. 273/1998 Sb., o odběrech a chemických rozborech vzorků hnojiv, ve znění pozdějších předpisů

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 195/2002 Sb. o náležitostech manipulačních řádů a provozních řádů vodních děl

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 225/2002 Sb. o podrobném vymezení staveb k vodohospodářským melioracím pozemků a jejich částí a způsobu a rozsahu péče o ně

Vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů

Vyhláška č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady

Změny proti předchozí normě

Obsah normy byl aktualizován v souladu se současným právním stavem ve vodním hospodářství a doplněn o novější poznatky z řešení problematiky navrhování, výstavby, provozu, využívání, rekonstrukce a modernizace závlahových kanálů v ČR a v zahraničí.

Vypracování normy

Zpracovatel normy: Prof. Ing. Jan Šálek, CSc.;
HYDROPROJEKT CZ a.s., Praha, IČ 26475081, Ing. Lenka Fremrová

Pracovník Ministerstva zemědělství ČR: Ing. Karel Sedlák

1 Předmět normy

Tato norma platí pro navrhování, výstavbu, provoz, využívání, rekonstrukci a modernizaci hlavních a vedlejších otevřených a krytých závlahových kanálů s gravitačním průtokem včetně souvisejících objektů.

2 Citované normativní dokumenty

Pro používání tohoto dokumentu jsou nezbytné dále uvedené referenční dokumenty. U datovaných odkazů platí pouze citovaná vydání. U nedatovaných odkazů platí poslední vydání referenčního dokumentu (včetně změn).

ČSN 72 1176 Zkouška trvanlivosti a odolnosti kameniva proti mrazu

ČSN 73 0415 Geodetické body

ČSN 73 1201 Navrhování betonových konstrukcí

ČSN EN 1992-3 (73 1201) Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 3: Nádrže na kapaliny a zásobníky

ČSN 73 1208 Navrhování betonových konstrukcí vodohospodářských objektů

ČSN P ENV 13670-1 (73 2400) Provádění betonových konstrukcí – Část 1: Společná ustanovení

ČSN EN 206-1 (73 2403) Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda

ČSN 73 3050 Zemné práce - Všeobecné ustanovenia

ČSN 73 6881 Malé vodní elektrárny – Základní požadavky

ČSN 75 0101 Vodní hospodářství – Základní terminologie

ČSN 75 0140 Vodní hospodářství – Názvosloví hydromeliorací (v revizi) (bude nahrazena normou ČSN 75 0140 Vodní hospodářství – Terminologie eroze, meliorace a rekultivace půdy)

ČSN 75 0145 Hydromeliorace – Terminologie v pedologii

ČSN 75 0434 Meliorace – Potřeba vody pro doplňkovou závlahu

ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod

ČSN 75 2101 Ekologizace úprav vodních toků (v revizi)

ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže

ČSN 75 4030	Křížení a souběhy melioračních zařízení s dráhami, pozemními komunikacemi a vedeními
ČSN 75 4100	Průzkum pro meliorační opatření na zemědělských půdách – Základní ustanovení
ČSN 75 6101	Stokové sítě a kanalizační přípojky
TNV 75 0910	Dovolené průsaky uzávěrů vodních děl
TNV 75 2102	Úpravy potoků
TNV 75 2303	Jezy a stupně
TNV 75 2321	Rybí přechody
TNV 75 2322	Zařízení pro migraci ryb a dalších živočichů přes překážky v malých vodních tocích
TNV 75 2910	Manipulační řády vodních děl na vodních tocích
TNV 75 2925	Provoz a údržba vodních toků
TNV 75 2935	Posuzování bezpečnosti vodních děl při povodních
TNV 75 4102	Pedologický průzkum pro meliorační opatření – Základní ustanovení
TNV 75 4112	Hydrogeologický průzkum pro meliorace a zemědělské užívání krajiny
TNV 75 4931	Provozní řád závlah
TNV 75 4933	Údržba závlahových zařízení

3 Termíny a definice

V této normě jsou použity termíny a definice podle ČSN 75 0101, ČSN 75 0140 a ČSN 75 0145.

4 Všeobecně

Hlavní funkcí závlahových kanálů je gravitační přívod závlahové vody v požadovaném čase, množství a na určené místo. Závlahové kanály se navrhují převážně otevřené; vyžadují-li to místní podmínky, navrhují se kryté. Kanály se doplňují vhodnými objekty, které umožňují plnit v plném rozsahu jejich funkci. Důležitá je i krajinnotvorná funkce závlahových kanálů, při citlivém a zodpovědném návrhu má obnova a výstavba závlahových kanálů pozitivní vliv na udržení krajinného rázu. Návrh a výstavba závlahových kanálů je významný zásah do krajiny a biotopu řady živočichů a rostlin. Přípravné a průzkumné práce je třeba zaměřit nejen na stanovení pozitivního řešení, ale i na kritické vyhodnocení možných rizik.

4.1 Použití závlahových kanálů

Hlavní funkcí závlahových kanálů je přívod závlahové vody na zavlažovanou plochu a její rozvod po zavlažované ploše až k místu odběru. Závlahové kanály mohou plnit i řadu vedlejších funkcí, například přívod vody do malých vodních nádrží, řízených mokřadů, refugií vodních a mokřadních rostlin a organismů, nadlepšování průtoku vody v malých vodních tocích v době sucha, regulace hladiny podzemní vody infiltrací z kanálů, odvodnění v rovinných oblastech, přívod požární vody apod. Předmětem této normy nejsou závlahové kanály využívané k závlaze čištěnými odpadními vodami.

4.2 Druhy závlahových kanálů

Závlahové kanály se dělí podle několika kritérií:

- Podle významu se dělí na hlavní, tvořící kostru závlahové sítě, a na vedlejší (kanály nižšího řádu), které jsou součástí rozvodné a rozdělovací závlahové sítě.
- Podle funkce se dělí na přívodní (např. pro čerpací stanici), rozvodné, rozdělovací, které rozdělují vodu po zavlažované ploše, zajišťují napouštění vody do výtopových zdrží, zavlažovací určené k přímé závlaze a regulaci hladiny podzemní vody apod.
- Podle technického uspořádání se dělí na opevněné a těsněné a přírodní kanály (blízké přírodnímu uspořádání), ale také na otevřené a kryté.

4.3 Návrh závlahových kanálů

Návrh závlahových kanálů vychází z plánu oblasti povodí, ze studie odtokových poměrů, která podrobně řeší vodní režim daného území, a musí být v souladu s příslušnými právními předpisy¹⁾.

Návrh závlahových kanálů se řeší s ohledem:

- na ochranná pásma vodních zdrojů a ochranná pásma léčivých zdrojů apod.;
- na stávající stavby a jejich ochranná pásma;
- na současný a výhledový způsob hospodaření a optimální způsob řešení závlahy;
- na ochranu životního a přírodního prostředí.

Závlahové kanály musí být navrhovány v souladu s komplexním řešením pozemkových úprav.

4.4 Začlenění závlahových kanálů do krajiny

Závlahové kanály se navrhují v souladu s ochranou a tvorbou životního prostředí. Závlahové kanály nesmí:

- negativně ovlivňovat a narušovat vzhled a uspořádání krajinného prostředí a krajinný ráz;
- ovlivňovat povrchový odtok vody;
- narušovat nad únosnou míru přístup k pozemkům a jejich obhospodařování;
- podmáčet nejen okolní, ale i vzdálenější pozemky únikem vody z kanálů.

Při vhodném uspořádání závlahových kanálů, blízkém přírodním tokům a celoročním provozu mohou být závlahové kanály součástí budovaných biokoridorů a podílet se na zvýšení ekologické stability krajiny. Při začlenění závlahových kanálů do územního systému ekologické stability krajiny (ÚSES) je třeba věnovat zvýšenou pozornost koncepčnímu řešení, způsobu manipulace s vodou s přihlédnutím na potřeby organizmů.

5 Podklady pro návrh

Výběr vhodné trasy a návrh závlahových kanálů vyžaduje podrobný průzkum dané lokality, získání dostatek kvalitních podkladů geodetických, meteorologických, klimatologických, hydrologických, hydrobiologických, inženýrsko-geologických, hydrogeologických, hydrobiologických, fytoecologických a zoocenologických, vodohospodářských (hydromelioračních), hospodářských, sociálních, apod.; nezbytný rozsah průzkumových prací uvádí ČSN 75 4100. Je potřeba

¹⁾ Zákon č. 183/2006 Sb., zákon č. 114/1992 Sb. a vyhláška Ministerstva zemědělství č. 225/2002 Sb.

podrobně zjišťovat zájmy ochrany přírody a krajiny v souladu s příslušným právním předpisem²⁾ a pečlivě zjišťovat vlastnické poměry. Průzkum se uskutečňuje ve třech etapách – předběžný, podrobný a doplňkový, náplň jednotlivých průzkumových prací upřesňuje ČSN 75 4100.

5.1 Geodetické podklady

- a) Geodetický průzkum a získání potřebných geodetických podkladů využívá podklady z fondu státních mapových děl 1:100 000, 1:50 000, 1:25 000 a 1:10 000 a technicko hospodářské nebo státní mapy odvozené 1:5 000, katastrální mapy a mapy evidence nemovitostí a letecké snímky, které doplňuje zpracováním polohopisných a výškopisných map (viz 4.11 ČSN 75 4100).
- b) Výškopisné a polohopisné mapy velkých měřítek 1: 2 000 a podélné a příčné řezy 1:200, 1:100, 1:50 v místech předpokládané trasy závlahového kanálu.
- c) Pevné body polohového pole (PBPP) tvoří základ pro mapování. Jejich souřadnice v systému Jednotné trigonometrické síť katastrální (JTSK), výšky v systému Balt po vyrovnání (Bpv), viz ČSN 73 0415.

5.2 Meteorologické, klimatické, hydrologické a hydrobiologické podklady

Stanovení meteorologických, klimatických, hydrologických a hydrobiologických podkladů vychází z 4.6 a 4.7 ČSN 75 4100, jejich obsah a rozsah závisí na dané lokalitě a na konkrétním uspořádání závlahového kanálu a plošném rozsahu kanálové sítě.

- a) Meteorologické podklady se zaměřují především na stanovení základních veličin, které úzce souvisejí s návrhem kanálu; jsou jimi teplota, srážkový úhrn a intenzita srážek, směr a síla větru, výpar z volné vodní hladiny v období, kdy je kanál v provozu.
- b) Klimatické podklady se zaměřují na klimatickou charakteristiku území, kde bude kanál situován, při celoročním provozu také na zvláštnosti zimního provozu.
- c) Hydrologické průzkumné práce a podklady se zaměřují na získání údajů o *M*-denních a *N*-letých průtocích, splaveninovém režimu, jakosti vody v místě odběru vody do závlahového kanálu, srážko-odtokových poměrech v trase kanálu, jejichž znalost je nezbytná pro návrh záchytných příkopů a propustků vody pod kanálem. Důležité je zjištění průběhu hladiny podzemní vody v předpokládané trase závlahového kanálu.

POZNÁMKA Potřebné údaje se získají u územně příslušné pobočky Českého hydrometeorologického ústavu.

- d) Hydrobiologické podklady se zaměřují na stručnou hydrobiologickou charakteristiku toku, ze kterého závlahový kanál odebírá vodu, na stanovení jeho trofického potenciálu a na předběžné stanovení vývoje hydrobiologických poměrů v navrhovaném kanálu. Hydrobiologický průzkum musí být zaměřen na ovlivnění společenstva hydrobiontů pod místem odběru závlahové vody do kanálu.

5.3 Geologický, inženýrsko-geologický a hydrogeologický průzkum a podklady

Geologický a inženýrsko-geologický průzkum podle 4.9 a 4.10 ČSN 75 4100 zahrnuje soubor geologických šetření nezbytných k posouzení možnosti, podmínek a způsobu výstavby závlahového kanálu. Hydrogeologický průzkum zahrnuje soubor šetření nezbytných ke stanovení hydrogeologických poměrů, především vlastností a režimu podzemních vod v horninovém prostředí daného území; výsledkem průzkumu jsou geologické a inženýrsko-geologické a hydrogeologické podklady potřebné pro návrh kanálu.

²⁾ Zákon č. 114/1992 Sb.

- a) Geologický a inženýrsko-geologický průzkum a podklady jsou potřebné pro posouzení vhodnosti trasy kanálu, stanovení stability dna, základových poměrů pro mosty, shybky, akvadukty, spádové stupně a skluzy, provozní, měrné a regulační objekty na kanále. Zvláštní pozornost vyžaduje průzkum pro návrh krytých kanálů a závlahové štoly s průtokem o volné hladině, kterými se provádí závlahová voda terénními překážkami.
- b) Hydrogeologický průzkum a podklady, nezbytné pro návrh závlahových kanálů, podrobně stanoví TNV 75 4112. Ustanovení této normy se doporučuje dodržovat v plném rozsahu.

5.4 Půdně-mechanický, pedologický a hydropedologický průzkum a podklady

Půdně mechanický průzkum se především zaměřuje na stanovení vlastností a těžitelnosti zemin v předpokládané trase kanálu, stanovení podkladů pro použití místních materiálů ke stavbě, výpočet stability svahů, deformaci násypů a hrázek apod.

Pedologický a hydropedologický průzkum (viz 4.5 ČSN 75 4100) zahrnuje průzkum a stanovení pedologických poměrů a hydropedologických vlastností v plánované trase kanálu. Hloubka pedologických sond činí 1,5 m, výjimečně až 2,5 m.

- a) Půdně-mechanické podklady uvádějí těžitelnost (rozpojitelnost) zemin stanovenou v souladu s ČSN 73 3050.
- b) Pedologický a hydropedologický průzkum a podklady vycházejí z průzkumových prací provedených v souladu s TNV 75 4102. Pedologický průzkum v předpokládané trase kanálu se zaměřuje na typologické, druhové a bonitační zařazení půd, stanovení zrnitosti půd a na jejich fyzikální vlastnosti. Hydropedologický průzkum se soustřeďuje na hydropedologické poměry, hydraulickou vodivost, vsakovací schopnost a intenzitu vsaku půd v trase kanálu. V odůvodněných případech se sledují chemické složení a hygienické vlastnosti půd a půdní vody.

5.5 Zemědělskovýrobní průzkum a podklady

Zemědělskovýrobní průzkum se zaměřuje na hodnocení výrobních a ekonomických podmínek (viz 4.12 ČSN 75 4100).

- a) Zemědělskovýrobní průzkum a podklady hodnotí současný stav řešení pozemkových úprav a začlenění závlahových kanálů do řešení komplexních pozemkových úprav. Zjišťuje se stav zemědělské výroby a hodnotí se možnosti víceúčelového využití závlahových kanálů a předpokládaný vliv závlah na zemědělskou výrobu.
- b) Určí se plodiny ekonomicky výhodné pro zemědělce, které vyžadují závlahu.

5.6 Kulturní průzkum a podklady

Kulturní průzkum a podklady v souladu s 4.4 ČSN 75 4100 se zaměřují na inventarizaci historických, technických, hospodářských, architektonických, archeologických apod. kulturních hodnot v krajině vyžadujících ochranu. Zjišťují výskyt a případný rozsah a předpokládanou hodnotu archeologických nalezišť. Vytvářejí předpoklady pro návrh jejich ochrany.

5.7 Vodohospodářský a hydromeliorační průzkum a podklady

Vodohospodářský a hydromeliorační (závlahový) průzkum připravuje podklady pro konkrétní návrh a uspořádání závlahové soustavy a tím i její kostry, kterou je síť závlahových kanálů.

- a) Při návrhu se vychází z posouzení zdroje závlahové vody (množství a jakost vody, druh splavenin, možnosti odběru z vodního zdroje).
- b) Nezbytným podkladem je vyjádření vodoprávního úřadu a povolení k nakládání s vodami.

- c) Stanovení průtočného množství v závlahových kanálech vychází ze znalosti specifického přítoku závlahové vody q_p a specifického dávkového přítoku q_d (viz 6.1 a 6.2 ČSN 75 0434), ke kterému se úměrně připočtou příslušné ztráty vody.
- d) Při víceúčelovém využití závlahových kanálů, kdy se závlahovým kanálem dodává voda i jiným uživatelům, je třeba zohlednit jejich požadavky na odběry a úměrně zvýšit kapacitu závlahového kanálu.

5.8 Vlastnické poměry

Důležitým podkladem je zjištění skutečných vlastníků a uživatelů pozemků v místech předpokládaných tras závlahových kanálů.

- a) Vlastnické poměry se dokládají snímkem z katastrální mapy a výpisem z listu vlastnictví.
- b) Při nevyjasněných vlastnických poměrech se pořizuje doplňkové geodetické měření k jejich určení.

5.9 Fytocenologický a zoocenologický průzkum a hodnocení

Poměrně důležitým podkladem jsou výsledky fyto- a zoocenologického průzkumu, zejména u závlahových kanálů uspořádáním blízkých přírodním vodním tokům, kdy závlahový kanál s upraveným okolím je součástí biokoridoru.

Fytocenologický a zoocenologický průzkum (viz 4.8 ČSN 75 4100) dokumentuje stav a výskyt rostlinných společenstev v předpokládané trase kanálu, je důležitý pro zachování rozmanitosti živé složky přírody.

5.10 Podklady pro posouzení vlivu závlahového kanálu na krajinu a životní prostředí

Uspořádání a situování závlahového kanálu, včetně způsobu využití závlahové vody, má přispívat nejen k zlepšení vodního režimu krajiny, ale i k zvýšení jejího estetického účinku. Je nutné minimalizovat negativní působení dříve vybudovaných opevněných a těsněných betonových kanálů na okolní krajinu.

- a) Průzkum pro ochranu přírody podle ČSN 75 4100 by měl předcházet průzkumům určeným pro vlastní technické řešení.
- b) Součástí návrhu závlahových kanálů je vyhodnocení vlivu kanálu na krajinu. V rámci průzkumových prací je třeba zjistit a vyhodnotit případná rizika, která výstavba a provoz závlahového kanálu přináší a stanovit případná omezení, která by měl projektant respektovat.

6 Zásady navrhování

Při návrhu závlahových kanálů se vychází ze základních návrhových parametrů, kterými jsou požadovaný průtok, hlavní a popřípadě vedlejší funkce kanálu, ale i z možnosti využití kanálu v rámci řešení vodohospodářských úprav a revitalizace krajiny. Návrh trasy je třeba řešit nejen s ohledem na místní a terénní podmínky, ale také v souladu s komplexními pozemkovými úpravami.

6.1 Všeobecně

Závlahové kanály musí být navrženy v souladu se zásadami ochrany a tvorby životního a přírodního prostředí, nesmí narušovat vodohospodářské, dopravní, hospodářské a jiné oprávněné zájmy nad únosnou míru.

- a) Kanály se vybavují objekty umožňujícími nerušený přístup k jednotlivým pozemkům, nesmí narušovat hospodaření na přilehlých pozemcích.
- b) Závlahové kanály nesmí podmáčet infiltrovanou vodou okolní území a zhoršovat jakost podzemních vod.
- c) Rozvod závlahové vody v závlahových kanálech se navrhuje gravitační; tlakové trubní rozvody nejsou předmětem této normy.
- d) Kryté kanály a štoly s gravitačním průtokem o volné hladině se navrhují v odůvodněných případech, kterými jsou hustě zastavěná území, křížení s liniovými stavbami, hygienické a bezpečnostní důvody, narušení biokoridorů, překonání terénních překážek apod.
- e) Akvadukty se navrhují k překonání terénních depresí, vodních toků a komunikací, kde je třeba zachovat průjezdnou výšku.
- f) Žlabové kanály se v našich podmínkách příliš neuplatňují. Nepředpokládá se jejich větší využití, nejvýhodněji se využívají jako akvadukty k překonání terénních překážek.
- g) Přívod cizích vod do závlahových kanálů, mimo odběrné objekty je možné připustit ve zcela výjimečných případech. Podmínkou je, že nesmí být narušena jakost vody pro závlahu, nesmí být překročena kapacita kanálu a kanál nesmí být zanášen splaveninami.

6.2 Začlenění závlahových kanálů do krajinného prostředí

Závlahové kanály a objekty na kanálech se esteticky začlení do přírodního prostředí a doplní se vhodnou doprovodnou vegetací, která nesmí znesnadňovat údržbu a čištění, znečišťovat kanály opadem. Vegetační doprovod se navrhuje jednostranně, aby byl zachován alespoň z jedné strany volný přístup ke kanálu; podmínkou je, že nesmí negativně ovlivňovat okolní pozemky a znesnadňovat jejich obhospodařování.

- a) U nově budovaných závlahových kanálů se doporučuje, kde jsou pro to příznivé podmínky, přednostně navrhovat přírodě blízké uspořádání koryta kanálu, při současném plnění všech základních funkcí, kterými je doprava vody v požadovaném množství a čase.
- b) Při průchodu kanálů lesními porosty se ponechá po obou stranách závlahového kanálu travnatý pás šíře 6 m, potřebný k údržbě kanálu a k zachycení lesního opadu, který by zanášel kanál. Je-li nebezpečí utonutí lesní zvěře pádem do kanálu, vybudují se kolem kanálu ploty.
- c) Přetíná-li závlahový kanál migrační cesty živočichů, navrhnou se vhodné přechody nebo podchody.
- d) Závlahové kanály nepřímou ovlivňují estetický účinek krajiny dotací vody do řízených mokřadů, přírodních refugií živočichů a rostlin.

6.3 Hydraulické řešení závlahových kanálů

Hydraulickými výpočty se stanoví příčný profil, měrné křivky kanálů, kapacita jednotlivých objektů, hydraulické ztráty, průběh hladin v kanálech apod.

- a) V jednodušších případech se vychází z předpokladu ustáleného rovnoměrného, nebo nerovnoměrného proudění, podrobnosti jsou uvedeny v příloze A.
- b) Výpočet neustáleného proudění se použije v závlahových kanálech vybavených různými typy automatické regulace průtoku, množstvím objektů apod.
- c) Součástí hydraulických výpočtů je stanovení ztrátových výšek na jednotlivých objektech, vzduť a snížení hladin způsobené objekty.

- d) Důležité je přesné stanovení minimálních rychlostí, průřezových rychlostí a rychlostí při dně, rozhodujících o transportu splavenin, a maximálních rychlostí při dně a při svazích, které ovlivňují návrh potřebného opevnění.
- e) Hydraulické výpočty u krytých kanálů s volnou hladinou jsou podobné jako u otevřených kanálů; podrobnosti jsou uvedeny v příloze A.

6.4 Příčný profil závlahových kanálů

Tvar příčného profilu závlahového kanálu vychází z posouzení hydraulických hledisek, způsobu regulace, splaveninového režimu, způsobu opevnění, těsnění a výstavby, způsobu využití, řešení podrobné závlahy a vedlejších způsobů využití, doby provozu, předpokládaného způsobu údržby, místních základových poměrů apod.

- a) Příčný profil závlahového kanálu se navrhuje nejčastěji lichoběžníkový (jednoduchý nebo složený), parabolický, půlkruhový, výjimečně obdélníkový (např. při průchodu zastavěným územím a nedostatku místa), nebo nepravidelný. Návrh příčného profilu závlahového kanálu se optimalizuje, viz [1], [2], [3], [4], [5] a [13].
- b) Stabilitu sklonů svahů závlahových kanálů je třeba posoudit metodami používanými v mechanice zemin, viz [10] a [11].
- c) Žlabové kanály převážně tvoří tenkostěnná skořepina z předpjatého betonu, příčný profil se navrhuje parabolický, půleliptický nebo půlkruhový. Kanály se umísťují na prefabrikovaná sedla, stojky a patky [9].
- d) Šíře kanálu ve dně musí umožňovat při výstavbě nejen použití běžných stavebních mechanismů, ale také nasazení běžných čisticích strojů, používaných pro čištění kanálů od splavenin.
- e) Příčný profil krytých závlahových kanálů bývá nejčastěji kruhový, kanál tvoří trouby ze železobetonu, předpjatého betonu a plastů, pro větší průměry se také použijí tlamové a rámové profily (tzv. Beneše).

6.5 Situativní řešení (trasa) závlahových kanálů

Trasy kanálu se navrhuje v souladu s řešením celé závlahové soustavy a musí tvořit společně s objekty technicky a ekonomicky co nejvýhodnější síť umožňující účelnou organizaci závlahového provozu.

- a) Trasu kanálu je nutné vést v co nejplynulejším sklonu, podle místních terénních podmínek, s cílem zabránit hlubokým zářezům a vysokým náspům.
- b) Kanály se mají vést tak, aby nezasahovaly do intravilánu obcí. Pokud není možné se intravilánu obcí vyhnout, navrhuje se závlahové kanály převážně kryté. Podél otevřených kanálů v obcích se navrhuje zábradlí a svodidla, ta se navrhuje i mimo obec, prochází-li podél veřejná komunikace. Kryté kanály se doplňují vstupními šachticemi.
- c) Pro navrhování křížení a souběhů závlahových kanálů s dráhami, pozemními komunikacemi a vedeními platí ČSN 75 4030.
- d) Kanály nesmí bránit přirozenému odtoku srážkových vod. Srážkový odtok se vede pod kanálem propustkem, nebo shybkou, nad kanálem se vede žlabovým nebo trubním akvaduktem.
- e) Trasa kanálů vychází z umístění odběrných objektů, respektuje tvar a uspořádání hospodářských celků, navrhuje se s ohledem na závlahový provoz, způsob obhospodařování, umístění čerpacích stanic apod.

- f) Trasa kanálu se řeší v souladu s komplexními pozemkovými úpravami, uspořádáním cestní sítě apod.
- g) V rovinném území s pravidelnými celky pozemků se navrhuje závlahové kanály přímé; poloměr trasy kanálu v oblouku se navrhuje jako šestinásobek šířky kanálu, menší poloměr se navrhuje v odůvodněných případech.
- h) Situování závlahových kanálů, které mají charakter blízký přírodním vodním tokům, se navrhuje v souladu s ČSN 75 2101.
- i) Při projektování trasy kanálu se zpracovává podélný profil 1:100 až 1:500, nezbytnou součástí návrhu je podrobný hydraulický výpočet průběhu hladin se zohledněním vlivu objektů.
- j) Využívá-li se závlahový kanál k plavbě, musí parametry kanálu splňovat požadavky pro příslušnou třídu vodní cesty.
- k) Trasa kanálu musí být vedena v dostatečné vzdálenosti od koryt a ochranných hrází vodních toků, aby byla umožněna jejich řádná údržba a nebyla ohrožena jejich bezpečnost a stabilita břehů a ochranných hrází.

6.6 Sklonitostní poměry závlahových kanálů

Podélné sklony závlahových kanálů musí umožnit gravitační rozvod závlahové vody po celé závlahové soustavě, kterou zásobují vodou, popřípadě po její části.

- a) Při návrhu podélného sklonu závlahového kanálu se vychází z výškopisného plánu, místních podmínek, požadavku nepřekročení maximálních a minimálních rychlostí, vyplývajících z odolnosti opevnění a splaveninového režimu.
- b) Minimální přípustný sklon závlahových kanálů, s ohledem na vypouštění kanálů a transport splavenin, by neměl být menší než:
 - 1 ‰ u hlavních závlahových kanálů;
 - 2 ‰ u vedlejších závlahových kanálů;
 - s nulovým sklonem se zcela výjimečně navrhuje krátké kanály plnicí funkci závlahovou a odvodňovací.
- c) Niveletu dna kanálu je výhodné navrhnout tak, aby objem výkopů a násypů se vyrovnal při současně nejkratší rozvozní vzdálenosti.
- d) Maximální rychlosti v závlahovém kanálu jsou limitovány druhem a kvalitou opevnění, aby nedošlo k překročení nevymílacích rychlostí. Maximální průtočné rychlosti u betonových kanálů činí $3,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, u kvalitně provedených železobetonových kanálů a prefabrikovaných žlabů až $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
- e) Nadlimitní sklony se kompenzují vhodnými objekty, jako jsou stupně, skluzy, umělé zdrsnění, rozražeče apod. Při návrhu stupňů a skluzů se postupuje podle zásad uvedených v TNV 75 2303.

6.7 Opevnění a těsnění závlahových kanálů

Opevnění závlahových kanálů musí zajistit jeho dostatečnou ochranu proti vymílání, těsnění kanálů zajišťuje ochranu před nežádoucími úniky závlahové vody. V řadě případů je možné tyto funkce spojit.

- a) K opevnění závlahových kanálů se použije vhodné místní kamenivo s nízkou nasákavostí a vysokou mrazuvzdorností, které se stanoví podle ČSN 72 1176. Další možností jsou beto-

nové prefabrikáty (dlaždice, žlabovky, patky apod.), monolitický betonový obklad, apod.; tyto materiály se využijí v nezbytných a odůvodněných případech.

- b) Opevnění závlahových kanálů osetím a drnováním se použije nad maximální hladinou vody v kanále, výjimečně u krátkodobě využívaných závlahových kanálů. Za určitých okolností je možné použít na styku vodní hladiny s terénem mokřadní rostliny (rákos obecný, orobinec široko- a úzkolistý, skřipinec jezerní, zblochan vodní aj. stanovištně vhodné druhy).
- c) Výlučně k těsnění závlahových kanálů se použije:
- řízená umělá kolmace vhodnými jílovitými zeminami a jílové těsnění (těsnicí membrány) o mocnosti 0,15 m až 0,60 m podle hloubky závlahového kanálu;
 - fólie z plastů (nejlépe z vysokohustotního polyethylenu (PE-HD), nebo z měkčeného polyvinylchloridu (PVC) apod.) tloušťky 1 mm až 2 mm podle velikosti a hloubky kanálu, kryté ochrannou geotextilií o hmotnosti 1 kg až 1,2 kg na 1 m²;
 - výjimečně se k těsnění využívají biologické těsnicí membrány vytvářející umělou glejovou vrstvu.
- d) Funkci opevnění a těsnění na závlahových kanálech plní:
- asfaltobetonové opevnění a těsnění;
 - betonové opevnění a těsnění (z prostého betonu, železobetonu, předpjatého betonu), monolitické, ukládané ručně, lépe finišerem, prefabrikované s těsněnými dilatačními spárami po 3 m délky, výjimečně až po 5 m délky;
 - prefabrikované dílce žlabových kanálů s pryžovým těsněním ve spojích.
- e) Těsněné závlahové kanály je třeba posoudit na vztlak podzemních vod a navrhnout vhodná kompenzační opatření, kterými jsou protivztlakové ventily, odvodnění podloží protivztlakovou drenáží apod.

6.8 Závlahové kanály blízké přírodě

V současné době se začínají v širším měřítku uplatňovat závlahové kanály blízké přírodním popř. revitalizovaným vodním tokům. S tímto uspořádáním se setkáváme v případech:

- a) kdy funkci závlahového kanálu plní drobný vodní tok;
- b) kdy se navrhují umělé, nejčastěji víceúčelové, závlahové kanály.

Většinou se jedná o závlahový kanál s celoročním průtokem vody, jehož velikost neklesne pod hodnotu záchovného průtoku, individuálně posuzovaného. Při návrhu těchto kanálů se postupuje podle ČSN 75 2101 a TNV 75 2102.

6.9 Ochrana závlahových kanálů před velkými vodami

Ochrana závlahových kanálů před velkými vodami spočívá v návrhu opatření, která zabrání vniknutí velkých vod na vtoku, nebo po délce kanálu. Tato opatření zahrnují:

- a) návrh regulačního uzávěru u vtokového objektu do závlahového kanálu, vybaveného ovládacím zařízením pracujícím v závislosti na výšce hladiny ve vodním toku, popř. vybaveného dálkovým ovládním;
- b) doplnění závlahových kanálů bezpečnostními přelivy, odvádějícími přebytek vody do odpadního kanálu (odpadního koryta), zaústěného do vodoteče;
- c) využití akumulčních a vyrovnávacích nádrží v soustavě kanálového rozvodu;

- d) výstavbu záchytných příkopů vedených podél závlahového kanálu, které zabraňují vniknutí cizích vod;
- e) návrh dostatečně dimenzovaných propustků a shybek na průtok Q_{50} , popř. Q_{100} (viz ČSN 75 1400) pod závlahovým kanálem, zajišťující volný odtok vody.

6.10 Kryté závlahové kanály s gravitačním průtokem závlahové vody (beztlakové)

Pro návrh podélného sklonu krytých závlahových kanálů s gravitačním beztlakovým průtokem závlahové vody je možné použít návrhová kritéria pro stokové sítě, uvedená v ČSN 75 6101.

- a) ČSN 75 6101 uvádí způsob výpočtu orientačně minimálního sklonu, který je použitelný i pro návrh krytých kanálů s gravitačním průtokem s volnou hladinou;
- b) při sklonech nivelety dna kanálu nad 35 ‰ a průměrech potrubí do 1 000 mm a sklonech nad 30 ‰ a průměrech potrubí nad 1 000 mm se musí při návrhu potrubí počítat s provzdušeným proudem [4];
- c) maximální průtočná rychlost v krytém betonovém závlahovém kanále by neměla přesáhnout $3,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, v železobetonovém kanále s hladkým povrchem $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$;
- d) kryté závlahové kanály se převážně navrhují při průchodu závlahového kanálu zastavěným územím (obcemi), na pozemcích nejvyšších bonitních tříd, vyžaduje-li to řešení (uspořádání) závlahy a závlahový provoz;
- e) vyskytne-li se na výjimečně krátkém úseku tlakový režim proudění, je třeba použít odpovídající trubní materiál;
- f) vedení z krytých závlahových kanálů se doplňuje revizními šachticemi po 50 m až 80 m, umožňujícími jejich čištění,
- g) hydraulický výpočet krytých závlahových kanálů je uveden v příloze A (viz rovnice A.4).

7 Objekty na závlahových kanálech, manipulační a provozní řády

Objekty na závlahových kanálech tvoří objekty odběrné, odebírající vodu ze zdroje vody, provozní (stavidla, odbočky, bezpečnostní přelivy, odběry vody z kanálů), nadúrovňové, úrovňové a podúrovňové křížení s liniovými stavbami (potrubím, odvodňovacími kanály, vodními toky, komunikacemi apod.), funkční objekty (úprava podélného sklonu, vstupy do kanálů), doprovodné objekty (odpady, záchytné příkopy, odvodňovací kanály apod.), měrné a regulační, obslužné komunikace. Součástí návrhu kanálu a objektů na kanálech je manipulační a provozní řád.

Navrhování betonových objektů vodohospodářských staveb na závlahových kanálech upřesňuje ČSN 73 1208. Náročnější objekty na velkých závlahových kanálech se posuzují na mezní stavy stability podle ČSN 73 1208 a ČSN EN 1992-3, tenkostěnné konstrukce podle ČSN P ENV 13670-1 a ČSN EN 206-1.

7.1 Řešení odběrných objektů ze zdroje vody a způsoby ochrany před vniknutím splavenin

Závlahové kanály odebírají vodu z vodních toků (bystřin, potoků, řek, kanálů jiného určení, apod.), z nádrží různých druhů (malých vodních nádrží, přehradních nádrží apod.). Převažují odběry z vodních toků.

- a) K omezení množství splavenin při odběrech z vodních toků je nutné odběrnému objektu předřadit usměrňovací stavby v korytě toku a bezprostředně před odběrem vybavit jej stupněm ve dně, zabraňujícím vniknutí dnových splavenin, česlemi (ručně nebo lépe strojně stíranými), normou stěnou proti plovoucím splaveninám a regulačním uzávěrem.

- b) V nutných případech se za bezprostřední vtokový objekt zařadí odstředivý nebo horizontální lapák písku, popřípadě usazovací nádrž.

7.2 Provozní objekty na závlahových kanálech

Provozní objekty jsou stavidla, odbočky, bezpečnostní přelivy, odběry vody z kanálů čerpacími stanicemi a přímé odběry na zavlažovanou plochu.

- a) Stavidla na závlahových kanálech jsou určena k uzavírání, jednoduché regulaci průtoků a výšek hladin. Vybavují se ručním, hydraulickým nebo elektromotorickým ovládáním. Osazují se do příčného železobetonového objektu, který zajišťuje stabilitu celého stavidlového objektu a zabezpečuje jej před podtékáním.
- b) Odbočky kanálů nižšího řádu (vedlejších) se vybavují stavidlovým, nebo jiným regulačním uzávěrem. Zhlaví odboček se přiměřeně zpevňuje.
- c) Bezpečnostní přelivy jsou určeny k neškodnému převedení velkých vod, které by způsobily přelití až protržení kanálu. Navrhují se boční, násoskové nebo šachtové a ústí do odpadu. Vhodný typ se vybere podle místních podmínek.
- d) Odběry čerpacími stanicemi se doplňují usměrňovacími stavbami, stupněm ve dně, nornou stěnou, jemnými automaticky stíratelnými česlemi nebo rotačními bubnovými síty k zachycení řas a sinic.
- e) Za určitých okolností může krátký úsek závlahového kanálu tvořit protékanou sací jímku, zejména při využívání mobilních a polostabilních čerpacích agregátů, ale i pro stabilní čerpací zařízení, vybudované nad kanálem; odpovídající ochrana před splaveninami je nutná.
- f) Přímé gravitační odběry na zavlažovanou plochu se vybavují stavidlovými uzávěry nebo u trubních odběrů plochými šoupátkovými uzávěry, zařízením a ochranu před splaveninami a podle potřeby i zařízením k měření průtoku.

7.3 Křížení a souběhy závlahových kanálů s liniovými stavbami

Zásady uspořádání křížení a souběhy závlahových kanálů s vodními toky, melioračními kanály, pozemními komunikacemi, inženýrskými sítěmi apod. vychází z ustanovení ČSN 75 4030.

- a) K převedení kanálů nad liniovými stavbami se použijí žlabové nebo trubní akvadukty. Vhodné jsou prefabrikované žlabové kanály.
- b) K podchodu závlahových kanálů pod liniovými stavbami se použijí propustky různého konstrukčního uspořádání, shybky apod. Při návrhu shybek je nutné současně řešit problematiku údržby a odstraňování sedimentů.
- c) Při větších terénních překážkách se použijí závlahové štolky s průtokem vody s volnou hladinou.
- d) Pokud stavby křížení zasahují do průtočného profilu závlahového kanálu, je třeba návrh jednotlivých objektů doložit hydraulickým výpočtem.

7.4 Objekty na úpravu podélného sklonu kanálů a zabezpečovací objekty na kanálech

Ve sklonitém terénu je v některých případech potřebná úprava podélného sklonu. Závlahové kanály je třeba doplnit doprovodnými objekty (stavbami) umožňujícími vstup (vjezd) do kanálu a vyrovnávacích (akumulačních) nádrží na kanálech. Důležitý je návrh opatření, která omezují nebezpečí pádu do kanálu, a vybavení umožňující výstup z kanálu. Tato opatření se navrhuje zejména u hladkých kanálů s betonovým opevněním.

- a) Ke změně (snížení) podélného sklonu závlahových kanálů se použijí stupně a skluzy, při úpravě sklonu krytých závlahových kanálů se použijí spádové šachtice. Ve všech případech je třeba počítat s útlumem kinetické energie přepadající vody (viz TNV 75 2303). Při celoročním provozu kanálu je třeba počítat s návrhem vhodných migračních přechodů pro vodní živočichy a zejména ryby k překonání stupňů, viz TNV 75 2321 a TNV 75 2322. Tyto přechody se navrhují u přírodě blízkých závlahových kanálů.
- b) Pro vstup (vjezd) mechanizačních prostředků se navrhují šikmé vjezdy, umístěné šikmo svahelem kanálu ve sklonu 1:10 až 1:12, šíře se volí podle šíře čisticího mechanismu. Tyto vjezdy umožní únik zvířeti, která spadla do kanálu a která po hladké stěně kanálu nemá možnost úniku z koryta.
- c) V odstupech po 500 m se navrhují schody ve svahu kanálu, umožňující vstup a výstup při údržbě a kontrole kanálu. U hladkých betonových kanálů, kde je nebezpečí sklouznutí (pádu) do kanálu, je třeba zakotvit (zabetonovat) po 100 m až 200 m do svahu kanálu stupy z ocelové kulatiny, které umožní zachycení a výstup z kanálu.
- d) V nejnižších místech se vybavují závlahové kanály koncovou stavidlovou nebo trubní výpustí se šoupátkem, které umožní úplně vyprázdnění kanálu a bezpečnostním přelivem.
- e) Vyrovnávací a akumulární nádrže zajišťují plynulý provoz vyrovnáním průtoku, zachycují splaveniny, upravují vlastnosti vody.

7.5 Doprovodné objekty

Mezi doprovodné objekty patří záchytné kanály, příkopy, hrázky, odpady od bezpečnostních přelivů, vyústění odvodňovacích drénů v podloží kanálu, migrační přechody živočichů.

- a) Záchytné kanály, příkopy a hrázky musí mít dostatečnou kapacitu, zejména v místech, kde je nebezpečí vniknutí povrchového odtoku z přívalových srážek do závlahového kanálu; vedou se paralelně s kanálem a vodu odvádějí do nejbližšího vodního toku (vodoteče).
- b) Odpady od bezpečnostních přelivů, po útlumu kinetické energie přepadající vody, odvádějí vodu do vodního toku. Navrhují se opevněné podle průtočné rychlosti v kanálu.
- c) Migrační přechody se navrhují v místech původních tras migrace živočichů, jejich uspořádání závisí na druhu živočichů a na uspořádání příčného profilu kanálu.
- d) Zábradlí a ploty podél závlahových kanálů se navrhují v exponovaných (nebezpečných) místech pro osoby a živočichy, jsou určeny ke ztížení bezprostředního přístupu ke kanálu. Ploty plní ochrannou funkci a zabráňují pádu živočichů do závlahového kanálu.
- e) Schody se navrhují především u objektů na kanálech, dále pak podle potřeby vyplývající z provozních podmínek, nároků na údržbu a požadavků ochrany a bezpečnosti práce.

7.6 Měrné a regulační objekty a zařízení

Měrné objekty a zařízení jsou určeny k měření průtoku a výšky hladin v závlahových kanálech. Umísťují se obvykle bezprostředně za odběrem, před vtokem do závlahového kanálu a v místech odběru závlahové vody jednotlivými odběrateli, u jednotlivých regulačních prvků na závlahovém kanále apod.

Regulační objekty na závlahových kanálech zajišťují rozdělování vody v množství a čase; zvyšují spolehlivost kanálové sítě, snižují náklady na výstavbu (optimální dimenze kanálů, nejsou nutné vyrovnávací nádrže apod.) a zvyšují stupeň využívání vody.

- a) Měrná zařízení v otevřených kanálech:

- měrné přelivy se navrhují při dostatečném sklonu závlahového kanálu. K nejužívanějším patří trojúhelníkový měrný přepad Thomsonův, lichoběžníkový Cipolettiho a obdélníkový Ponceletův. Měří se a registruje přepadová výška.
- vodoměrná stavidla, ponořené měrné otvory (kruhové, čtvercové a obdélníkové) a měrné nátrubky, osazené kolmo na směr průtoku. Měří se rozdíl hladin před a za dělicí stěnou.
- při nedostatku sklonu v kanálu se použijí měrné žlaby – Parshallův žlab a otevřený Venturiho žlab. Měří se výška hladiny ve stanoveném místě.
- k měření výšky hladiny v kanálu jsou vhodné bezdotykové ultrazvukové hladinoměry, tlakové a kapacitní sondy.

Měrná zařízení na měření průtoku se umísťují do rovného úseku závlahového kanálu, délka rovného úseku před a za měrným zařízením činí pětinasobek šířky hladiny kanálu.

- b) Měrná a regulační zařízení, která tvoří různé typy stavidlových uzávěrů, jsou základní součásti automatizace rozvodu závlahové vody v kanálové síti. Kanál se rozdělí do řady kanálových zdrží, oddělených plovákovými regulátory se segmentovými uzávěry (mechanická regulace), nebo stavidly s elektromotorickým ovládním, řízenými počítačem podle požadavků provozu v závislosti na výšce hladiny v kanále a průtoku (dynamický způsob regulace).

7.7 Snížení negativního vlivu eutrofizace vody v závlahových kanálech

Značná koncentrace živin v závlahové vodě a teplotní poměry v hlavních závlahových oblastech vytvářejí příznivé podmínky pro rozvoj řas a sinic v závlahových kanálech. Snížení jejich výskytu resp. jejich odstranění z vody pro závlahu vyžaduje:

- a) snížení obsahu živin ve zdroji vody pro závlahu; toto opatření vyžaduje velmi náročná opatření v celém povodí před místem odběru;
- b) umístění automaticky stíraných jemných česlí u vtoku, nebo sít do kanálu, před uzlovými body hlavního závlahového kanálu;
- c) osazení rotačních bubnových sít s hydraulickým proplachováním u přímých odběrů vody ze závlahového kanálu;
- d) vybavení vtoků čerpacích stanic, odebírajících vodu ze závlahového kanálu, usměřovacími stavbami, síťovými přepážkami před vtokem do čerpací stanice a rotačními bubnovými sítí s hydraulickým pohonem a proplachováním tlakovou vodou, nebo mechanicky stíranými jemnými česlemi.

7.8 Manipulační řád závlahových kanálů a objektů

Manipulační řád závlahových kanálů navazuje na TNV 75 2910, která se týká odběrných objektů a výpustných zařízení na tocích. Náležitosti a uspořádání manipulačního řádu závlahových kanálů jsou podobné.

- a) Podkladem pro zpracování manipulačního řádu jsou povolení k odběru vody, stavební povolení a kolaudační protokol, projektová dokumentace skutečného provedení, dosavadní manipulační řád, závlahový režim, projekt regulace a rozdělování vody, návody na provoz jednotlivých zařízení, ztráty vody v kanálech, hydrologické údaje vodního toku a splaveninový režim, ledové jevy v místě odběru, posouzení bezpečnosti závlahových kanálů při povodních podle TNV 75 2935, technické a správní předpisy související s vodním dílem, způsoby vedlejšího využití závlahového kanálu a spolupráce s jinými vodními díly např. při odběru vody z nádrží apod.

- b) Manipulační řád obsahuje technické údaje o závlahovém kanálu, seznam použitých podkladů, způsob využívání a rozdělování vody, způsob měření a regulace, činnost při mimořádných událostech, bezpečnostní opatření a přílohy (výkresová dokumentace závlahových kanálů, návody na provoz zařízení, protokol o seznámení obsluhy s manipulačním řádem apod.).
- c) Důležitou součástí manipulačního řádu závlahových kanálů je způsob regulace a rozdělování vody v souladu s potřebami zavlažovaných plodin. Vzhledem k plošné rotaci plodin je třeba tuto část zpracovávat pro každý rok samostatně.
- d) Při sestavování manipulačního řádu, části odběry, se postupuje podle článku 6.6.6 TNV 75 2910 a při vypouštění nevyužitě vody ze závlahových kanálů do vodních toků podle článku 6.6.7 TNV 75 2910.
- e) Při odběrech závlahové vody ze zásobního prostoru nádrží do závlahových kanálů se postupuje v souladu s článkem 6.6.13 TNV 75 2910.

7.9 Provozní řád závlahových kanálů a objektů

Provozní řád závlahových kanálů vychází z provozního řádu závlah, pro jehož vypracování platí TNV 75 4931.

- a) Výchozím podkladem je provozní řád závlahové soustavy, povolení k nakládání s vodou a povolení k uvedení kanálu do provozu, projektová dokumentace, požadavky zemědělské výroby, orgánu ochrany veřejného zdraví, povodňové služby, bezpečnosti práce, složek zainteresovaných na provozu kanálu a všech, kteří mohou být provozem závlahového dotčeni. Podrobnosti uvádí 4.1 TNV 75 4931, provozní předpisy strojních a elektrotechnických zařízení viz 4.2 TNV 75 4931.
- b) Provozní řád obsahuje popis závlahových kanálů (viz 5.5 TNV 75 4931), jejich uspořádání, organizaci provozu (viz 5.6 TNV 75 4931), způsob rozdělování vody, pokyny pro provoz závlahového kanálu (viz 5.7.1.7 a 5.7.1.8 TNV 75 4931), zvláštní případy provozu (viz 5.8 TNV 75 4931), poruchy a opravy (viz 5.9 TNV 75 4931), údržbu a revize (viz 5.10 TNV 75 4931), požadovanou kvalifikaci zaměstnanců, bezpečnost a hygienu, ochranu životního prostředí (viz 5.12 TNV 75 4931), měření průtoků, vodních stavů a způsob regulace a popř. automatizace provozu, sledování jakosti vody (viz 5.13 TNV 75 4931).
- c) Přílohová část obsahuje přehlednou situaci s vyznačením tras kanálů a objektů na nich, příčné a podélné řezy kanály a objekty na nich a výkresy technologických zařízení.
- d) Nezbytnou součástí provozního řádu je pečlivě vedený provozní deník.

8 Zásady pro výstavbu a údržbu závlahových kanálů a objektů

Zásady pro výstavbu závlahových kanálů zahrnují výběr důležitých opatření, která jsou spojena s vlastní výstavbou. V rámci údržby kanálů a objektů se pozornost soustředí na pravidelné odstraňování nánosů, průběžnou údržbu objektů v souladu s provozním řádem a drobné opravy³⁾.

8.1 Výstavba kanálů

Při výstavbě závlahových kanálů nesmí docházet k poškození okolních pozemků a narušení hospodaření na nich nad únosnou (přípustnou) mez.

- a) Prvním úkolem je přesné vytyčení trasy kanálu a vyznačení nivelety dna, při vlastní výstavbě je třeba dbát, aby nedošlo k jejímu překopání.

³⁾ Viz též vyhláška č. 225/2002 Sb.

- b) Následuje sejmutí a deponování ornice z plochy, kterou zaujme závlahový kanál. Deponovaná ornice se využije k rekultivaci stavbou narušených pozemků ohumusováním hrázek a svahů závlahových kanálů určených k zatravnění, které se nejčastěji provádí hydroosevem.
- c) K výstavbě násypů a hrázek kanálů se použije materiál z výkopů za předpokladu, že bude mít příznivé půdně-mechanické vlastnosti (bude zajišťovat potřebnou stabilitu).
- d) Zemina z výkopu, která je nepoužitelná ke stavebním a rekultivačním účelům, se odveze mimo závlahovou soustavu a deponuje se na určeném místě.
- e) Při návrhu kanálu v násypu je nutné násyp hutnit podle předepsané míry hutnění, převýšit niveletu dna kanálu o výšku, která odpovídá vypočtenému sedání.
- f) Při průchodu závlahového kanálu v zářezu (výkopu) a vysoké hladině podzemní vody je nezbytné eliminovat negativní vliv vztlaku.
- g) Maximální přípustné odchylky od projektové nivelety dna nesmí překročit ± 2 cm.
- h) Betonové popř. železobetonové těsnění, monolitické, nebo prefabrikáty, se ukládají na upravené a hutněné podloží a tříděný štěrkopískový podsyp o mocnosti 0,15 m. Betonové opevnění, plnící současně těsnicí funkci:
- se rozdělí příčnými a podélnými dilatačními spárami ve vzdálenosti 3 m až 5 m, dilatační spáry se těsní dilatačními pásy, umožňujícími kompenzovat délkovou roztažnost betonového opevnění, odolnými proti mechanickému poškození splaveninami transportovanými po dně, UV zářením apod.
 - betonová vrstva se ukládá vhodnými mechanizačními prostředky (finišery), k výstavbě krátkých úseků se použijí přesně osazené šablony,
 - vlastní betonáž se nesmí provádět pod hladinou vody,
 - betonové a železobetonové opevnění se provádí z vodostavebních betonů, vyznačujících se odolností proti korozi, vodotěsností a mrazuvzdorností, splňující podmínky ČSN EN 206-1 a ČSN P ENV 13670-1,
 - betony třídy B10 až B50, použité na opevnění a těsnění závlahových kanálů, musí splňovat předepsané podmínky ČSN 73 1201,
 - v místech kontaktu agresivních vod s betonovým těsněním se použije odpovídající ochrana betonů (přísady do betonu, izolační fólie aj.).
- i) K těsnění závlahových kanálů fóliemi z plastů se nejčastěji používají fólie z vysokohustotního polyethylenu (PE-HD), nebo z měkčeného polyvinylchloridu (PVC); fólie se spojují svařováním. Způsob těsnění spočívá:
- v uložení fólie z plastů na dokonale urovnané podloží vyrovnané jemným tříděným pískem, bez ostrých příměsí, mezi dvě vrstvy geotextilií;
 - v krytí těsnicí fólie nejméně 0,20 m vysokou vrstvou tříděné zeminy ve svazích a 0,3 m až 0,5 m vysokou vrstvou tříděné zeminy ve dně, dno i svahy kanálu se opevňují;
 - ve vyvedení těsnicí fólie nejméně 10 cm nad maximální provozní hladinu v kanále a jejím zavázání se do terénu;
 - ve zvýšené pozornosti na kvalitní provedení připojení těsnicí fólie k objektům;
 - v posouzení sklonu svahů se zaměřením na stabilitu krycí vrstvy nad těsnicí fólií, aby nedocházelo k sesuvům krycí zeminy po těsnicí fólii (fólie nesmí tvořit skluznou plochu).

8.2 Údržba závlahových kanálů

Rozsah pravidelné údržby závlahových kanálů vychází z projektové dokumentace, udržovacích podmínek a je zakotven v provozním řádu závlahových kanálů; podmínky pro realizaci údržby se musí vytvořit již ve fázi projektu. Zásady údržby závlahových kanálů jsou uvedeny v TNV 75 4933.

- a) Provozovatel kanálu musí zajistit pravidelné kontrolní prohlídky v rozsahu uvedeném v 4.1.3 TNV 75 4933, včetně ověření funkčnosti zejména měřicích a regulačních zařízení a objektů na ochranu před splaveninami.
- b) Kontrola provozuschopnosti závlahového kanálu se uskuteční před zahájením provozu (závlahového období), během provozu probíhá běžná údržba v provozních podmínkách včetně úpravy okolí kanálu (včasné kosení trávy apod.). Na konci závlahového období se kanál odvodní, probíhá základní údržba, zejména těžba sedimentů a údržba zařízení, včetně drobných oprav, např. oprav malých trhlin apod. U kanálů s nepřetržitým provozem se pravidelná údržba a čištění provádí za provozu, při plném stavu, popř. při částečně snížené hladině v souladu s provozními možnostmi.
- c) Údržba odběrných objektů (viz 6.2 TNV 75 4933) se zaměřuje na odstranění hrubých splavenin z usměrňovacích staveb, na uzávěry a zařízení na ochranu před vniknutím splavenin (norné stěny) a na zachycení splavenin (česle, síta apod.).
- d) Údržba závlahových kanálů je popsána v 6.3 TNV 75 4933, kde jsou uvedeny metody a způsoby údržby jednotlivých součástí závlahového kanálu. Zvýšenou pozornost je třeba věnovat údržbě strojního a elektrotechnického vybavení měrných a regulačních zařízení a zařízení na ochranu před splaveninami.
- e) Údržba závlahových kanálů, které mají charakter přírodního toku, se provádí podle zásad uvedených v TNV 75 2925.
- f) Vytěžené sedimenty a biomasa z okolí kanálu se odstraňují v souladu s příslušnými předpisy⁴⁾.

8.3 Údržba objektů na závlahových kanálech

Údržba objektů na závlahových kanálech závisí na druhu objektu, ve většině případů se jedná o údržbu pohyblivých částí a odstraňování sedimentů.

- a) Údržba shybek patří k nejnáročnějším pracím, spočívá především ve vytěžení sedimentů a údržbě stěn shybky. Sedimenty se odstraňují při vypuštěném kanálu buď hydromechanizací, nebo u průlezných shybek ručně s použitím malých mechanizačních prostředků. Očištěný a vysušený povrch betonové konstrukce se opatřuje ochranným nátěrem.
- b) Údržba stavidlových, regulačních a výpustných objektů spočívá v očištění a ochranných nátěrech ocelových a dřevěných konstrukcí, promazání zvedacích mechanismů stavidel, šoupátkových, segmentových apod. uzávěrů.
- c) Velkou pozornost je třeba věnovat pravidelné údržbě měrných a regulačních zařízení v termínech určených provozním řádem.

⁴⁾ Zákon č. 185/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů a zákon č. 156/1998 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

9 Rekonstrukce, revitalizace a modernizace

Rekonstrukce závlahových kanálů narušených stářím, provozem a mimořádnými okolnostmi spočívá v náročnějších úpravách investičního charakteru, zahrnujících rekonstrukci těsnění a opevnění, přestavbu objektů, výměnu regulačních zařízení apod.

Revitalizace zemních závlahových kanálů spočívá v uplatnění revitalizačních opatření, používaných na malých vodních tocích v souladu se zásadami uvedenými v ČSN 75 2101.

Modernizace závlahových kanálů spočívá v návrhu opatření zvyšujících jednak funkčnost kanálu, zlepšujících rozdělování a hospodaření s vodou, ale také upravujících ekologickou funkci kanálu.

9.1 Rekonstrukce stávajících závlahových kanálů

Rekonstrukce vlastního kanálu závisí na rozsahu a druhu narušení.

- a) U kanálů opevněných a těsněných betonovým obkladem se většinou jedná o narušení až destrukci betonových desek. Osvědčený způsob rekonstrukce je odstranění narušeného betonu, vyplnění takto vzniklé kaverny, vyčištění a zdrsnění povrchu zachovalé části a vybetonování nového obkladu tloušťky 15 cm vyztuženého ocelovou (kari) sítí, zachycenou do původního opevnění. Dilatační spáry se navrhují po 3 m. Navržené opatření poněkud snižuje kapacitu původního kanálu.
- b) U kanálů z prefabrikovaných dílců (např. žlabové rozvody) se poškozený dílec nahradí novým, včetně výměny dilatačních a těsnících prvků na spojích.
- c) Rekonstrukce závlahových kanálů s těsněním z plastových fólií a opevněných šterkovými pohozy, nebo dlažbou z přírodního kameniva, nebo betonových prefabrikátů se skládá z výměny těsnících fólií za nové a kvalitnější (např. PE-HD), svařované dvojitým svárem a z rekonstrukce opevnění.
- d) Rekonstrukce kanálů charakteru blízkého přírodním vodním tokům se uskutečňuje v souladu se zásadami uvedenými v ČSN 75 2101. Rekonstrukce musí být prováděna tak, aby nedocházelo k poškození vodního ekosystému a doprovodné vegetace.
- e) Rekonstrukce objektů spočívá buď ve výměně části objektu (např. stavidlového uzávěru), nebo celého, různým způsobem narušeného objektu, a v jejich napojení na závlahový kanál.
- f) Rekonstrukce výpustných zařízení spočívá nejčastěji ve výměně hradicí konstrukce a její náhradě součástmi z nekorodujících materiálů.
- g) Rekonstrukce mechanických regulačních zařízení, kterými jsou segmentové uzávěry ovládané plovákem, spočívá v jejich výměně vzhledem k jejich poměrně krátké životnosti (pokud nejsou z korozivzdorné oceli).
- h) Součástí rekonstrukčních prací jsou i opravy mostů, propustků a shybek. Nejčastěji se jedná o rekonstrukce čelních objektů, u shybek narušených vnitřních stěn souvisejících s jejich netěsností, rekonstrukce izolací nosných mostních konstrukcí apod. Tyto rekonstrukce se řeší formou samostatného projektu.

9.2 Modernizace závlahových kanálů

Zvýšené požadavky na hospodaření s vodou a rychlý vývoj konstrukčního uspořádání závlahových kanálů, zejména automatizace provozu, vyžadují modernizaci závlahových kanálů, kterou je u starších kanálů výhodné spojit se současnou rekonstrukcí.

- a) Modernizace objektů na závlahových kanálech spočívá v jejich doplnění dálkově řízeným ovládáním průtoku a rozdělování vody v soustavě závlahových kanálů, čehož se docílí:

- rozdělením sítě kanálů dálkově ovládanými stavidly na dílčí úseky (zdrže), jejichž délka závisí na sklonu nivelety dna kanálu, umístěním dálkově ovládaných stavidel na odbočkách do kanálů nižšího řádu a doplnění měrnými zařízeními;
 - umístěním prvního dálkově ovládaného uzávěru již v odběrném objektu, který zajišťuje nejen nastavení požadovaného odběru, ale i ochranu při mimořádných situacích, nejčastěji při povodních; na koncích hlavních kanálů se umístí dálkově ovladatelná výpust, případně kombinovaná s bezpečnostním přelivem ústícím do odpadu;
 - osazením snímačů výšky hladiny v bezprostřední blízkosti dálkově ovládaných uzávěrů; jejich počet závisí na druhu regulace dolní, horní, nebo oběma hladinami;
 - doplněním zařízení, která přímo odebírají vodu ze závlahových kanálů (čerpací stanice, některé zavlažovací stroje), o průtokoměry s dálkovým přenosem údajů a osazením měrných zařízení k měření průtoku do jiných (vedlejších) odběrů, tj. odběratelů využívajících vodu pro jiné účely než závlahové;
 - soustředěním všech naměřených údajů v centrálním dispečinku, kde jsou vstupními údaji pro programové (počítačové) řízení rozdělování vody v kanálové síti.
- b) Modernizace kanálové sítě spočívá v rekonstrukci, obnově opevnění a těsnění, doplnění o nové mosty v souladu s modernizací cestní sítě.
- c) Důležitou součástí modernizace je návrh zařízení na odstraňování splavenin, zejména produktů eutrofizace (vláknitých řas apod.) jemnými česlemi a sítě. Toto zařízení se navrhuje s automaticky řízeným provozem, jehož zapínání a vypínání závisí na výšce vzduší, která je ovlivňována množstvím splavenin zachycených na česlích nebo sítěch.
- d) Při modernizaci závlahových kanálů na dynamický způsob regulace nejsou potřebné vyrovnávací nádrže, které je možné po určitých úpravách využít k jiným účelům, např. k chovu ryb, protipožárním účelům, rekreaci apod.
- e) Modernizace závlahových kanálů také souvisí s jejich víceúčelovým využitím, podrobnosti viz kapitola 10.

9.3 Revitalizace zemních závlahových kanálů

Revitalizaci zemních závlahových kanálů je možné navrhnout a uskutečnit u celoročně průtočných závlahových kanálů (zajištěným min. záchovným průtokem). Nejčastěji se jedná o dva případy:

- k přívodu vody pro závlahu se využívá stávající drobný vodní tok (potok);
- závlahový kanál tvoří zemní koryto charakterem blízké malému přírodnímu drobnému vodnímu toku.

Při návrhu revitalizačních opatření se postupuje v souladu s ČSN 75 2101.

- a) Podklady pro návrh revitalizačních opatření vycházejí z projektu kanálové sítě a objektů na této síti, z projektu pozemkových úprav, dokumentace staveb a ochranných pásem v místě plánovaných revitalizačních opatření, z údajů o biotopech, porostech, výskytu chráněných organismů, místním (resp. vyšším) systému ekologické stability, způsobu využívání okolí kanálu, majetkoprávních vztazích (viz kapitola 5 ČSN 75 2101).
- b) Průzkumné práce se uskuteční v rozsahu uvedeném v kapitole 5 ČSN 75 2101.
- c) Zásady řešení revitalizace jsou uvedeny v kapitole 6 ČSN 75 2101. Pokud se k přívodu závlahové vody využívá stávající drobný vodní tok, platí ČSN 75 2101 v plném rozsahu.

- d) Způsob opevnění (viz kapitola 12 ČSN 75 2101) vychází z návrhových rychlostí, k těsnění se využije především umělá kolmace a u zemních závlahových kanálů se těsní plastovými těsnicemi membránami.
- e) Vegetační doprovod se navrhuje jednostranně, aby byl zachován alespoň z jedné strany volný přístup ke kanálu. Podrobnosti jsou uvedeny v kapitole 16 ČSN 75 2101.

10 Víceúčelové využití závlahových kanálů

Závlahové kanály jsou součástí řešení vodního hospodářství krajiny. Jejich víceúčelové využití, pokud jsou pro to příznivé podmínky, vede ke značným úsporám investičních nákladů a lepšímu hospodaření s vodou v krajině.

Víceúčelové využití závlahových kanálů spočívá v jejich využití k řízení hladiny podzemní vody v zájmovém území, zvyšování minimálních průtoků malých vodních toků, napájení nádrží a řízených mokřadů, zásobování vodou chráněných refugií apod. Kanály jsou současně zdrojem užitkové a požární vody.

Zařízení na víceúčelové využití závlahových kanálů je možné rozdělit do dvou částí:

- závlahové kanály se využívají bezprostředně k řízení vodního režimu krajiny, především pozemků v jejich dosahu;
- závlahové kanály plní hlavní funkci přívodu závlahové vody, vedlejší funkcí je zásobování vodou různých vodohospodářských zařízení a objektů v krajině sloužících jiným účelům.

10.1 Závlahové kanály využívané k řízení vodního režimu přilehlého území

- a) Využití závlahových kanálů k optimalizaci hladiny podzemních vod spočívá v řízené infiltraci z netěsněných, nebo částečně těsněných závlahových kanálů nižšího řádu. Zásobování vodou může být průběžné během vegetačního období, nebo ve formě závlahových dávek; množství dodané vody pokrývá potřebu na evapotranspiraci a ztráty vody. Závlahový kanál se rozdělí mechanicky, nebo lépe automaticky ovladatelnými stavidly na jednotlivé zdrže, které zajistí přibližně konstantní výšku hladiny. Při návrhu těchto kanálů je třeba počítat s jejich pravidelným čištěním, odstraňováním sedimentů ze dna a zejména zachycováním (odstraňováním) řas a sinic z dopravované závlahové vody.
- b) Dvouúčelové využívání závlahových kanálů spočívá v jejich využití v době sucha k závlaze, v jarním období a po přivalových srážkách, při přebytku vody, k odvodnění. Rovnoměrnost rozdělování vody při závlaze usnadní drenážní potrubí pod zavlažovanou (zájmovou) plochou, připojené na jednoduché odběrné objekty. Drenáž plní rovněž obě funkce, zavlažovací a odvodňovací. Na konci kanálu se umístí odvodňovací čerpací stanice, přečerpávající přebytky vody do vodního toku.
- c) Využití závlahových kanálů k řízenému zavlažování lužních lesů; uspořádání je obdobné jako v a); rovněž se zavlažuje výtopou, kdy voda přetéká přes okraj kanálů, nebo výpustnými objekty přímo do lužního lesa. Při nadbytku vody a po průchodu povodní slouží tyto kanály k rychlému odvedení přebytečné vody. Vzhledem k tomu, že závlahové kanály jsou krátkodobě v provozu, je možné při menších průtočných rychlostech jejich částečné opevnění drnem. Stejná zařízení se použijí při povodňování, tj. využívání inundačního území lužních lesů k transformaci povodňových špiček.

10.2 Vedlejší způsoby využívání závlahových kanálů

Vedlejší způsoby využívání závlahových kanálů spočívají v jejich využití k nadlepšování průtoků ve vodních tocích s nedostatkem vody, zásobování malých vodních nádrží a řízených mokřa-

dů, zásobování chráněných refugií vodních a mokřadních rostlin a živočichů. Jsou zdrojem užitkové a požární vody, v příznivých poměrech se mohou využívat energeticky.

- a) Dotace (nadlepšování) průtoku v drobných vodních tocích v době nedostatku vody spočívá ve vypouštění vody v místech křížení. Výpustný objekt je třeba vybavit regulačním uzávěrem umožňujícím nastavit konstantní průtok.
- b) Napájení malých vodních nádrží (rybníků) a řízených mokřadů se řeší obdobným způsobem, voda se napouští v závislosti na poklesu hladiny v období sucha.
- c) Při využití závlahových kanálů k zásobování vodou chráněných refugií vodních a mokřadních organismů je zásobování vodou přerušované, spočívající v postupném vyrovnávání výšky hladiny v refugiu. K napouštění se používá jednoduchý šoupátkový uzávěr.
- d) Závlahové kanály mohou být zdrojem užitkové a požární vody, nezbytný je jejich celoroční provoz, v mimovegetačním období omezený.
- e) V příznivých sklonových poměrech a při dostatku vody je možné uvažovat i o energetickém využití v souladu s ČSN 73 6881.

Příloha A (informativní)

Hydraulický výpočet závlahových kanálů

A.1 Průřezová rychlost v v $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ při ustáleném rovnoměrném proudění v závlahovém kanálu s pravidelným tvarem průtočného profilu a konstantním sklonem dna se vypočte z Chézyho rovnice:

$$v = C\sqrt{Ri} \quad (\text{A.1})$$

kde C je rychlostní součinitel,

R hydraulický poloměr, $R = A/O$ v m ;

kde A je průřezová plocha v m^2 ;

O je omočený obvod daný v průřezu délkou styku vody se stěnou kanálu v m ;

i sklon čáry energie; je roven sklonu dna koryta popř. sklonu hladiny.

Hodnota rychlostního součinitele C se vypočte z rovnice Pavlovského nebo Manninga:

$$C = \frac{1}{n} R^y \quad (\text{A.2})$$

kde n je drsnostní součinitel;

$$y = 2,5\sqrt{n} - 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0,1), \text{ v Manningově rovnici } y = 1/6.$$

Orientační hodnoty drsnostního součinitele v závlahových kanálech podle různých autorů jsou uvedeny v tabulce A.1.

Tabulka A.1 – Orientační hodnoty drsnostního součinitele n

Druh opevnění koryta kanálu	n
Hladký beton, ukládaný finišerem	0,013
Betonové opevnění běžného provedení	0,014
Mírně narušené betonové opevnění	0,016
Kanály s hladkou dlažbou	0,020
Kanály se zakolmatovaným ulehlým štěrkovým opevněním	0,022
Kanály zemní s štěrkovým pohozením, resp. kamennou dlažbou	0,025
Kanály zemní, částečně zarostlé mokřadní vegetací	0,030

A.2 Průtok vody Q v $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ v závlahovém kanále s využitím rovnic založených na teorii proudění se vypočte podle [3] z rovnice:

$$Q = -2,457 A \sqrt{g R i} \ln \left(\frac{k}{12R} + \frac{0,221v}{R \sqrt{g R i}} \right) \quad (\text{A.3})$$

kde A je průřezová plocha v m^2 ;

g tíhové zrychlení, je rovno $9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$;

- i* sklon dna;
R hydraulický poloměr v m;
k hydraulická drsnost stěn kanálu v m;
v kinematická viskozita v $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

Hodnoty hydraulické drsnosti *k* v betonových kanálech jsou uvedeny v tabulce A.2 (viz [5]).

Tabulka A.2 – Hodnoty hydraulické drsnosti betonových závlahových kanálů

Typ povrchu kanálu	Hodnoty hydraulické drsnosti <i>k</i> m		
	Minimální	Průměrné	Maximální
Kvalitně uhlazený povrch	0,000 5	0,001 5	0,003 3
Hlazený povrch	0,001 5	0,003 3	0,005 0
Neupravovaný (nehlazený) povrch	0,002 0	0,007 0	0,018 0

A.3 Upravené rovnice pro výpočet závlahových kanálů trojúhelníkového, obdélníkového, lichoběžníkového a kruhového průřezu jsou uvedeny v [2], návrh optimálního průřezu závlahových kanálů uvádí [3]. Algoritmus pro výpočet kanálů s regulací průtoku viz [1].

A.4 K hydraulickému výpočtu krytých závlahových kanálů je možné použít jednoduché tabulky a nomogramy, viz [4] apod.

Průtok vody Q v $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ v krytých závlahových kanálech se z Darcy–Weissbachovy rovnice po dosažení hodnoty tření po délce krytého kanálu λ pro přechodnou oblast turbulentního proudění vypočte podle Colebrooka a Whitea:

$$Q = A\sqrt{8gRi} \left[-2\log \left(\frac{0,63v}{R\sqrt{8gRi}} + \frac{k}{14,84R} \right) \right] \quad (\text{A.4})$$

Vysvětlivky značek viz rovnice A.3.

Hodnoty hydraulických drsností *k* krytých závlahových kanálů jsou uvedeny v tabulce A.3.

Tabulka A.3 - Hodnoty hydraulické drsnosti *k* krytých závlahových kanálů [4]

Druh, materiál a povrch krytých závlahových kanálů	Hydraulická drsnost <i>k</i> m
Nové železobetonové trouby, vyráběné odstředivým způsobem	0,0002 až 0,0004
Betonové trouby v provozu s mírně narušeným povrchem	0,002 až 0,003
Trouby z dřevěného bednění (podle kvality povrchu)	0,001 až 0,005
Betonové štoly s vyrovnanou torkretovou omítkou	0,005 až 0,010

Příloha B (informativní)

Ztráty vody v závlahových kanálech

Ztráty vody v závlahových kanálech tvoří ztráty výparem z hladiny kanálu Q_{z1} , ztráty průsakem Q_{z2} , ztráty netěsností objektů Q_{z3} a ztráty provozní Q_{z4} .

B.1 Ztráty vody výparem z hladiny kanálu Q_{z1} , v $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ na 1 km kanálu, se vypočtou podle Maslova [12] z rovnice (B.1):

$$Q_{z1} = 0,0116 h e (b/h + 2 m) \quad (\text{B.1})$$

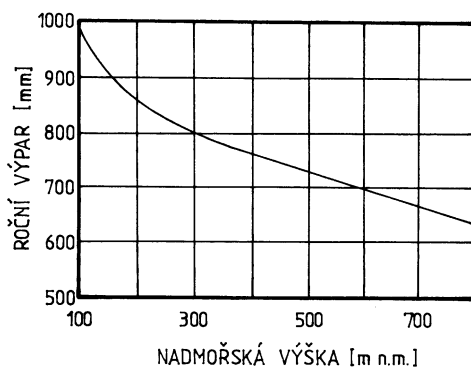
kde h je hloubka vody v kanále v m;

b šířka kanálu ve dně v m;

m sklon svahu v (1:m);

e výpar z volné vodní hladiny v $\text{m} \cdot \text{d}^{-1}$.

Výpar z volné vodní hladiny se vyhodnotí ze sledování ČHMÚ v dané oblasti, vypočte se z empirických rovnic, nebo se přibližně odečte z grafu na obrázku B.1 (viz příloha B ČSN 75 2410).



Obrázek B.1 – Orientační hodnoty průměrného ročního výparu z volné vodní hladiny v závislosti na nadmořské výšce

Přibližné rozdělení výparu na jednotlivé měsíce je uvedeno v tabulce B.1 (viz příloha B ČSN 75 2410).

Tabulka B.1 – Přibližné rozdělení výparu na jednotlivé měsíce

Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% ročního výparu	2	2	4	6	11	14,5	18	17	11,5	7	4	3

B.2 Pro výpočet ztrát vody průsakem z těsněných kanálů Q_{z2} je nutná znalost hydraulické vodivosti k_f . Hodnoty hydraulické vodivosti v závislosti na druhu těsnění a charakteru trhlin jsou uvedeny v tabulce B.2 (viz [6]).

Tabulka B.2 – Hodnoty hydraulické vodivosti těsněných kanálů

Druh těsnění	Stav těsnění	Hydraulická vodivost k_f $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$
Betonové	Hladké trhlinky	$0,705\cdot 10^{-7}$ až $0,141\cdot 10^{-5}$
	Zakolmatované trhlinky	$0,137\cdot 10^{-8}$ až $0,156\cdot 10^{-7}$
	Bez trhlin	$0,590\cdot 10^{-9}$ až $0,114\cdot 10^{-7}$
Plastové membrány	S krycí vrstvou	$0,221\cdot 10^{-9}$ až $0,425\cdot 10^{-8}$

Orientačně se ztráta průsakem Q_{z2} , v $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ na 1 km kanálu, stanoví podle rovnice Pavlovského (viz [9]):

$$Q_{z2} = 0,0116 k_f (B+2h) \quad (\text{B.2})$$

kde je B šířka kanálu v hladině v m;

h hloubka vody v kanále v m;

k_f hydraulická vodivost v $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Další způsoby výpočtu viz [9].

B.3 Ztráty netěsností uzávěrů Q_{z3} uvádí 5.2 a 5.3 TNV 75 0910. Tyto ztráty se projeví u pohyblivých výpustných a regulačních objektů s rámovým a prstencovým těsněním.

B.4 Ztráty provozní Q_{z4} se vypočtou pomocí součinitele využitelnosti kanálové sítě η , který vyjadřuje poměr mezi množstvím vody dopravené k zavlažované ploše Q_u k množství vody odebrané ze zdroje Q_o , vyjádřený v procentech:

$$\eta = \frac{Q_u}{Q_o} 100 \quad (\text{B.3})$$

Provozní ztráty se výrazně sníží vhodným způsobem regulace, pečlivou údržbou hradicích a regulačních zařízení a kvalitním měrným zařízením.

Bibliografie

- [1] Ruiz-Carmona, M.V., Clemmens, A.J., Schuurmans, J., Canal Control Algorithm Formulations. 124. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. 1998, 1, s.31 - 39
- [2] Swamee, K.P., Normal-Depth Equations for Irrigation Canals. 120. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. 1994, 5, s. 942-948
- [3] Swamee, K.P., Optimal Irrigation Canal Section. 121. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. 1995, 6, s.467-469
- [4] Šerek, M., Šálek, J., Mičín, J. *Stokování a odvodnění-vodohospodářské tabulky*. Praha: SNTL, 1985, 238 s.
- [5] Yen, Ch.B., Open Channel Flow Resistance. 128. *Journal of Hydraulic Engineering*, 2002, 1, s. 20-37
- [6] Altunin, V.Z. *Zaštitnyje pokrytija orositelnych kanalov*. Moskva: MGMI, 1988, 159 s.
- [7] Jensen, E.M. et al. *Design and Operation of Farm Irrigation Systems*. St. Joseph, Michigan: ASAE, 1983, 829 s.
- [8] Holý, M. et al. *Závlahové stavby*. Praha: SNTL, ALFA, 1976, 442 s.
- [9] Šálek, J. *Závlahové stavby*. Brno: Nakladatelství VUT, 1993, 204 s.
- [10] Šimek, J. et al. *Mechanika zemin*. Praha: SNTL, 1990, 387 s.
- [11] Matys, M., Ťavoda, O., Cuninka, M. *Polné skúšky zemin*. Bratislava: Alfa, 1990, 304 s.
- [12] Maslov, B.S. et al. *Spravočnik melioratora*. Moskva: 1976, 236 s.
- [13] Froehlich, D.C. Most Hydraulically Efficient Standard Lined Canal Sections. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 2008, 7/8, s.462-469