

ODVODŇOVACÍ STAVBY

Přednášky pro předmět XHYS - hydromeliorační stavby

Doc. Ing. Jana Valentová, CSc.

katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství
B681

ODVODŇOVACÍ STAVBY

- zahrnují soubor technických opatření, která slouží k ochraně prostředí před zamokřením
- pomocí těchto opatření odvádíme přebytečnou vodu z povrchu anebo z půdního profilu

Oblasti provádění odvodňovacích staveb:

stavební činnost - regulace hladiny podzemní vody při realizaci staveb, ochrana staveb před účinky povrchové i podzemní vody (opatření dočasná i trvalá)

regulace vodního režimu zemědělských a lesních půd - eliminace trvalého zamokření půd, dřívější zpřístupnění zemědělských ploch v jarním období, odvod vody při povodních

LITERATURA

učebnice pro stavební fakulty: Holý, M. a kol., 1982: Odvodňovací stavby, SNTL/ALFA

kniha: Kulhavý, F., Kulhavý, Z., 2008: Navrhování hydromelioračních staveb, ČKAIT

skripta: Dvořák, P., 1981: Podklady pro navrhování odvodňovacích staveb, skripta ČVUT

další materiály:

Váška, J. a kol., 2000: Hydromeliorace, ČKAIT

Kulhavý, Z., Soukup, M. a kol., 2007: Zemědělské odvodnění drenáží, Racionalizace využívání, údržby a oprav, VÚMOP

normy:

ČSN 754200 - Hydromeliorace - Úprava vodního režimu zemědělských půd odvodněním

ČSN 754210 - Hydromeliorace - odvodňovací kanály

další

Odvodňovací systémy pro ochranu staveb před účinky vody a speciální odvodňovací stavby

drenážní systémy pro ochranu pozemních staveb a základových konstrukcí

odvodnění dopravních a podzemních staveb (tunely)

odvodňovací systémy pro odvodnění sportovních a vojenských ploch

odvodnění skládek

odvodnění povrchových lomů a výsypek

ochranná drenáž proti zasolení půdy

sanační drenáž pro sanaci ekologických zátěží

Odvodnění zemědělských půd (definice org. ICID (International Commission on Irrigation and Drainage 1979):

- opatření k odvedení přebytečné povrchové a podpovrchové vody a současně k odstranění rozpustných solí z půdy v zájmové lokalitě s cílem zvýšit úrodu



Historie odvodňovacích staveb

rozvoj melioračních staveb (závlah i odvodnění) byl vyvolán nutností zabezpečit větší úrodu pro stále rostoucí počet obyvatelstva, meliorační stavby umožnily obdělávat větší rozlohy půdy

závlahové systémy: Mezopotámie, Čína, Egypt - 3000 let př.n.l., počátkem našeho letopočtu sev. Amerika, Japonsko, Peru

odvodňovací systémy: Řecko, Egypt - 200 - 300 let př.n.l. odvádění vody ze zamokřených území otevřenými příkopy, v Řecku (1. st. n.l.) byla užívána i podpovrchová drenáž – příkopy zasypané do poloviny kameny či štěrkem, překryté zemí (místo kamení větve)

Ve středověku v zemích podél Severního moře začalo odvodňování bažin, jezerních a příbřežních nížinatých oblastí s cílem zúrodnění těchto oblastí – poldry Holandsko, Japonsko, Rusko – Petrohrad.

V průběhu 16. – 18. st. v Evropě velký rozvoj odvodňovacích technik – Anglie 1810 trubková drenáž (pálená hlína), 1830 – Holandsko trubky z betonu.

Od 60. let 20. st. trubky z vlnitého PVC a polyetylénu.

Ve 20. st. nastal velký rozvoj metod pro hloubení a pokládku drenážních potrubí pomocí výkopových nebo bezvýkopových technologií, byly vyvinuty účinné drenážní filtry a byly vynalezeny metody k progresivním návrhům drenážních soustav.

V současné době se počet lidí odhaduje na téměř 8 miliard , polovina z nich žije v rozvojových zemích. Průměrný roční nárůst obyvatelstva je 2,5%. Pro obživu lidí je třeba zajistit rostoucí výnosy plodin a zúrodňovat další půdu.

System závlah a odvodnění je v mnoha zemích nezbytný pro udržení či zvýšení výnosů. (Egypt, Čína, Vietnam, Indie, Thajsko)

Vliv řízení vodního režimu a zlepšeného hospodaření na výnosy rýže

stupeň regulace vodního režimu	další vlivy	výnos (tuny/ha)
experimentální plocha		10
pokročilá regulace	optimální užití a pěstební praktiky	6 (Japonsko)
řízená závlaha a drenáž	hnojiva, hubení škůdců	5 (Korea)
řízení HPV, eliminace sucha	nízké hnojení	2-3 (Indie, Thajsko)
prevence před povodněmi	žádné hnojení	1-2 (Kambodža)

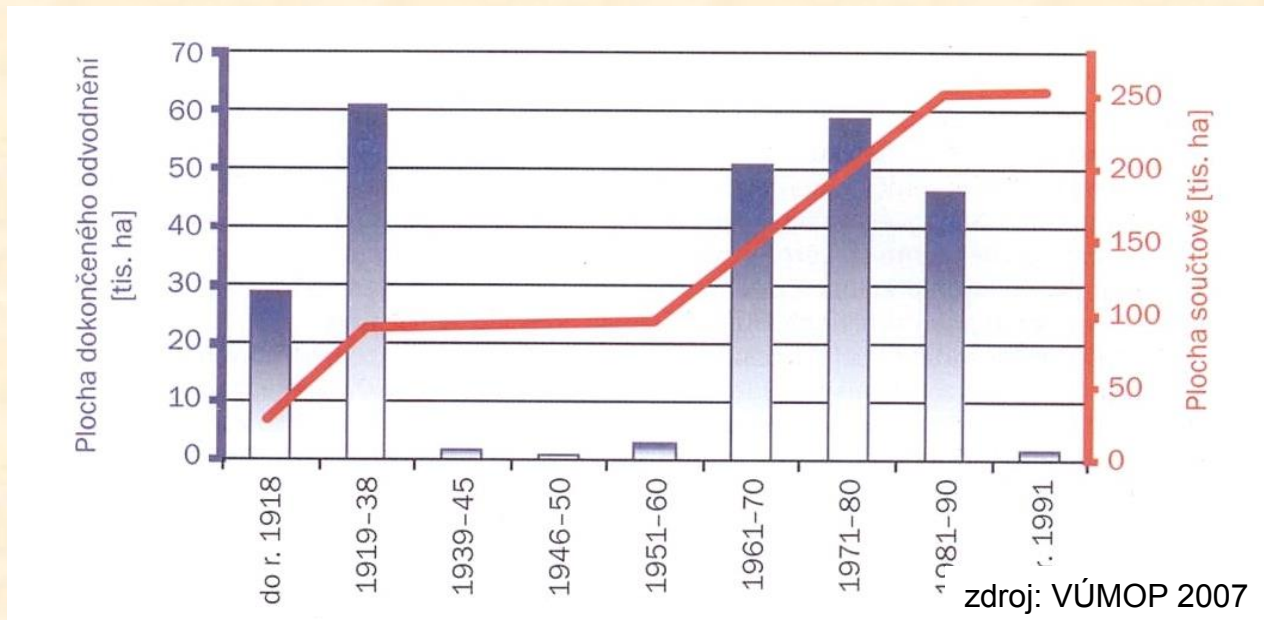
Odvodnění zemědělské půdy u nás

V Čechách se první odvodňovací stavby prováděly již v 10. stol. – odvodnění rašelinišť a močálů – rybníky, rybníční soustavy (14. a 15. stol. Štěpánek Netolický a Jakub Krčín z Jelčan).

V 19. a 20. stol. rozvoj odvodnění drenáží s cílem zkulturnění zemědělské krajiny .

Česká meliorační škola: Prof. K. Vosyka (PVUT), prof. Kopecký, prof. Jůva, prof. Holý

Plocha zemědělské půdy (k roku 1995) v ČR	4 280 954 ha
z toho orná půda	3 158 165 ha
plochy odvodněné drenáží	1 064 999 ha



Plocha dokončeného plošného odvodnění v oblasti povodí horního a středního Labe

Odvodnění zemědělské půdy u nás

Po roce 1990 - diskuse o prospěšnosti či škodlivosti odvodnění v našich podmínkách, zesílení argumentace zastánců ochrany přírody, což vedlo se změnou ekonomických podmínek v podporu zemědělské praxe šetrné k životnímu prostředí.

Existence drenážních systémů v krajině je většinou pro pozorovatele skryta, přesto není možné je ignorovat. Rozsáhlé plošné odvodňovací systémy byly budovány za podmínek zemědělské velkovýroby (soběstačnost ve výrobě potravin). V dnešní době se značně změnily vlastnické vztahy, které nerespektují funkčnost systému. Dochází často k poruchám vyvolaným stárnutím systému, neprováděním údržby, změnou cestní sítě a tak podobně.

Hlavní účel klasického odvodnění je odvedení přebytečné vody z půdního profilu za určitou dobu (snížení z počáteční úrovně na úroveň návrhovou). Potřeba odvodnění byla formulována ve srážkově bohatých a vlhkých letech, kdy pro umožnění obdělávání pozemků bylo zapotřebí zajistit odtok z ploch – zejména v jarním období. V současnosti je snaha respektovat odvodňovací stavby v krajině při současném zohlednění péče o krajinu.

V současném období, které je charakterizováno nízkými srážkovými úhrny a prohlubováním sucha je možné drenážní systémy modernizovat vkládáním regulačních prvků, které umožní zvýšení hladiny podzemní vody a snížení drenážního odtoku.

Vliv odvodnění zemědělských půd na životní prostředí

pozitivní vlivy:

- u nás - zvýšení a stabilizace výnosu zemědělských plodin – snížení kyslíkového stresu rostlin v době zamokření, zlepšení přístupnosti a obdělavitelnosti pozemků
- ve světě – odstranění rizika zasolení a zamokření zavlažovaných půd
- vyrovnaní odtoku m-denních vod ve vodotečích – zvýšení minimálních (90-ti až 365-ti denní) a snížení (20-ti až 90-ti) větších průtoků, při povodňových situacích dochází k transformaci odtoku – zploštění vlny a odsunutí času kulminace

negativní vlivy:

- urychlení odtoku za specifických podmínek, kdy je podpovrchový odtok nahrazen odtokem drenážními trubkami
- zvýšení celkového odtoku, zejména v době sucha – snížení výparu, vyšší teplota půdy, snížení objemu podzemní vody, zvyšuje se riziko sucha
- vyplavování živin (dusičnanů) do vodních toků,
- zornění zamokřených míst – vyšší náchylnost orné půdy k erozi oproti travním či neobdělávaným pozemkům
- pokles biodiverzity krajiny v důsledku likvidace stanovišť některých živočišných a rostlinných druhů

Správa melioračních zařízení:

- v minulosti: Státní meliorační správa – do konce r. 2010 největší správce drobných vodních toků a státních vodních děl – meliorací, závlahových a odvodňovacích systémů
- do června 2012: Zemědělská vodohospodářská správa (sídlo v Brně)
 - ✓ archivace projektové a realizační dokumentace
 - ✓ projektová dokumentace je nezbytná pro provádění údržby, oprav či rozsáhlejší rekonstrukce vyvolané např. změnou využití pozemku (převod pole na či les) kdy intenzita odvodnění neodpovídá novým požadavkům.
 - ✓ přehledné mapy umístění odvodňovacích systémů se postupně digitalizují (1:5 000 nebo 1: 10 000), jsou součástí Informačního systému státní správy
- v současnosti: správa drobných vodních toků – státní **podniky Povodí a Lesy ČR**, správa dalšího státního majetku (vodní nádrže, hlavní liniová odvodňovací zařízení, čerpací stanice) – **Pozemkový fond České republiky**

vlastnictví odvodňovacích zařízení:

Podrobná odvodňovací zařízení na pozemcích jsou vlastnictvím majitele pozemku a ten je povinen v souladu s vyhláškou MZe 225/2002 Sb. provádět jejich řádnou a trvalou údržbu.

ZAMOKŘENÍ ÚZEMÍ

Půda je zamokřena, jestliže je povrchově zaplavena nebo plně nasycena vodou tak, že tento stav brání realizaci a následné existenci technických staveb, využívání přírodního bohatství a zemědělskému využívání půdy.

Při zemědělském využívání půdy je třeba plodinám zajistit optimální vlhkost půdy, optimální hloubku podzemní vody - ta se liší pro jednotlivé plodiny. Výnosy tak závisejí na vodním režimu půdy.

Doporučený rozsah optimální hloubky podz. vody podle I. Petrasovitse

Skupina vegetace	Druh půdy		
	lehké	středně těžké	těžké
	(m)		
mělce kořenící (tráva, jetel, zelenina)	0,5—0,7	0,7—1,1	0,8—1,2
středně hluboko kořenící (brambory, kukuřice, obiloviny apod.)	0,6—0,85	0,85—1,15	0,95—1,25
hluboko kořenící (řepa, hrách, len, slunečnice, vojtěška apod.)	0,7—0,95	0,8—1,2	0,95—1,35
vinice a ovocné zahrady	1,5—2,1	1,9—2,6	2,1—2,7

Příčiny zamokření území

vysoká úroveň hladiny podzemní vody

málo propustná půda nebo existence málo propustné vrstvy v půdním profilu,

neumožňující infiltraci srážek

vývěry podzemní vody

stagnace povrchového odtoku

zamokření - lokální (přítok svahových vod pod patou svahu, lokální deprese), oblastní

z hlediska časového zamokření periodické (u povrchového zamokření, podzemní vodou), trvalé

Přípustná doba zaplavení některých plodin (dny) podle J. Filipa (přípustné 20% snížení výnosu)

Plodina	Měsíc					
	III	IV	V	VI	VII	VIII
vojtěška 1. rok	2	2	2	2	2	2—4
vojtěška 2. rok	3	4	4	5	2—6	6
pšenice ozimá	4—5	2—3	3—4	4—6	4—6	—
cukrová řepa	—	0,25	0,5	1	1	1

Pro navrhování , výstavbu a rekonstrukce opatření k úpravě vodního režimu půdy platí norma:

ČSN 754200 - Hydromeliorace - Úprava vodního režimu zemědělských půd odvodněním

další normy týkající se návrhu odvodňovacích kanálů, údržby odvodňovacích zařízení

Způsoby
úpravy
vodního
režimu
zamokřených
půd

Charakteristika zamokření						Meliorační opatření
	TOPOGRAFIE	ČASOVÝ CHARAKTER	FORMA	PŘÍČINA NEBO ZDROJ	EKOLOG. STUPEŇ VODNÍHO REŽIMU PŮDY (ČL. 2.12)	
1	bodové	krátkodobé	podzemní vodou	vysoká hladina vody v tocích a nádržích	<i>MX až M</i>	– bez opatření až záchytný drén nebo jednotlivé drény – zlepšení odtokových poměrů nebo provozních stavů nádrže – úprava toku; nádrže – plošná drenáž
	liniové plošné	až sezónní až dlouhodobé	možná kombinace s povrchovým zamokřením	dešťové srážky	<i>MH až H</i>	
2	lokální	krátkodobé	povrchové	rozlivy	<i>MX až M</i>	– bez opatření až záchytné příkopy – odvodňovací příkopy – specifická drenáž – úprava toku – plošná drenáž
	plošné	až dlouhodobé			<i>MH až HG(H)</i>	
3	lokální až plošné	krátkodobé až trvalé	povrchové	povrchový přítok bodový až liniový	<i>M až HG(H)</i>	– záchytný příkop – záchytný drén
4	lokální až plošné	krátkodobé až trvalé	podzemní vodou vývěry	průsak až přítok podzemní svahové vody s volnou až napjatou hladinou	<i>M až HG(H)</i>	– záchytný drén (příkop) – pramenní jímka – sporadická až plošná drenáž

ČSN 754200 - Hydromeliorace - Úprava vodního režimu zemědělských půd odvodněním

Způsoby úpravy vodního režimu zamokřených půd

5	lokální až plošné	krátkodobé až sezónní až dlouhodobé	povrchové podepřená voda kapilární voda vysoká hladina podzemní vody	atmosférické srážky	<i>MX až M až MH až HG</i>	– biologická, chem. a fyzikál. meliorace – průlehy, záchytné přík. a odv. příkopy – jednotlivé drény – sporadická drenáž – kombinované způsoby odvodnění – plošná drenáž
6	lokální až plošné	krátkodobé až sezónní	povrchové	sekundární zhutnění půd obděláváním	<i>MX až M</i>	– biologická, chem. a fyzikál. meliorace – lokálně kombinované způsoby odvodnění
7	bodové liniové lokální až plošné	krátkodobé až trvalé	vývěry kapilární voda vysoká hladina podzemní vody	podzemní voda s napjatou hladinou	<i>MX až HG(H)</i>	– pramenní jímky – záchytné drény (příkopy) – plošná drenáž (lokálně kombin. způsoby odvodnění) – snížení piezometr. tlaku (vrty, pramen. jímky, zách. drény)
8	lokální až plošné	krátkodobé až trvalé	kombinace příčin a zdrojů	podzemní voda atmosfér. srážky povrchová voda zhutnění půd	<i>(MX)M až HG(H)</i>	kombinace výše uvedených opatření s uplatněním jejich postupné realizace

ODVODŇOVACÍ ZAŘÍZENÍ

odvodňovací zařízení rozdělujeme na hlavní a podrobná

hlavní odvodňovací zařízení - je to soubor objektů, které slouží k odvádění nadbytku povrchové a podzemní vody z pozemku, k provzdušňování pozemku a k ochraně odvodňovaného pozemku před vnějšími vodami

otevřené kanály (svodné odvodňovací příkopy, záchytné příkopy) a kryté odvodňovací kanály a objekty na nich (stupně, skluzy, násosky, propustky, mostky), ochranné hráze a odvodňovací čerpací stanice

slouží k odvádění vody z podrobných odvodňovacích zařízení

podrobná odvodňovací zařízení - podrobná odvodňovací síť, která přivádí vodu z pozemku do hlavních odvodňovacích zařízení

členění na:

1. záchytné příkopy a drény
2. opatření ke snížení tlaku podzemní vody s napjatou hladinou
3. odvodnění příkopy
4. ojedinělá (sporadická) drenáž
5. plošná (systematická) trubková drenáž
6. krtčí drenáž
7. štěrbinová drenáž
8. dvouetážová drenáž
9. navlažovací drenáž
10. regulační drenáž
11. fyzikální, chemické a biologické meliorace půd

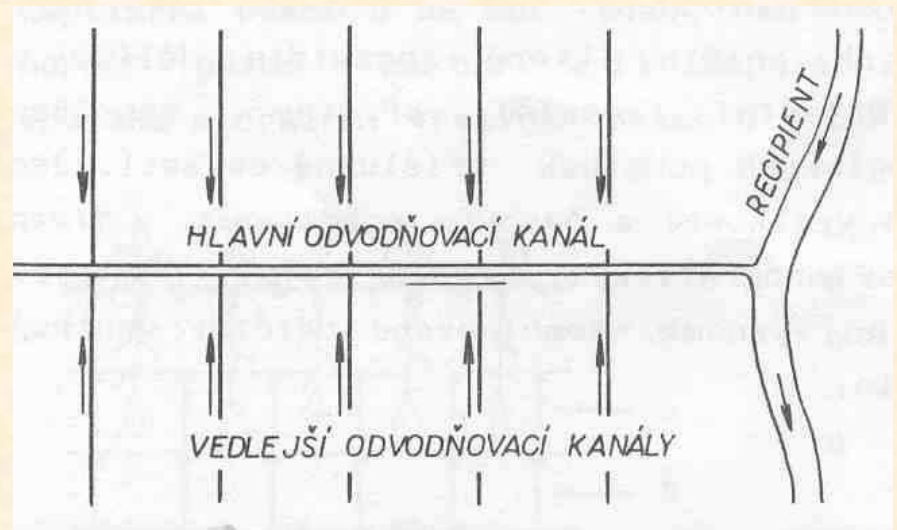
odvodnění - povrchové x podpovrchové (podzemní)

POVRCHOVÉ ODVODNĚNÍ OTEVŘENÝMI PŘÍKOPY

u nás se prakticky nevyskytuje

tento systém sloužil např. v Egyptě pro
odvedení vody z území po povodni

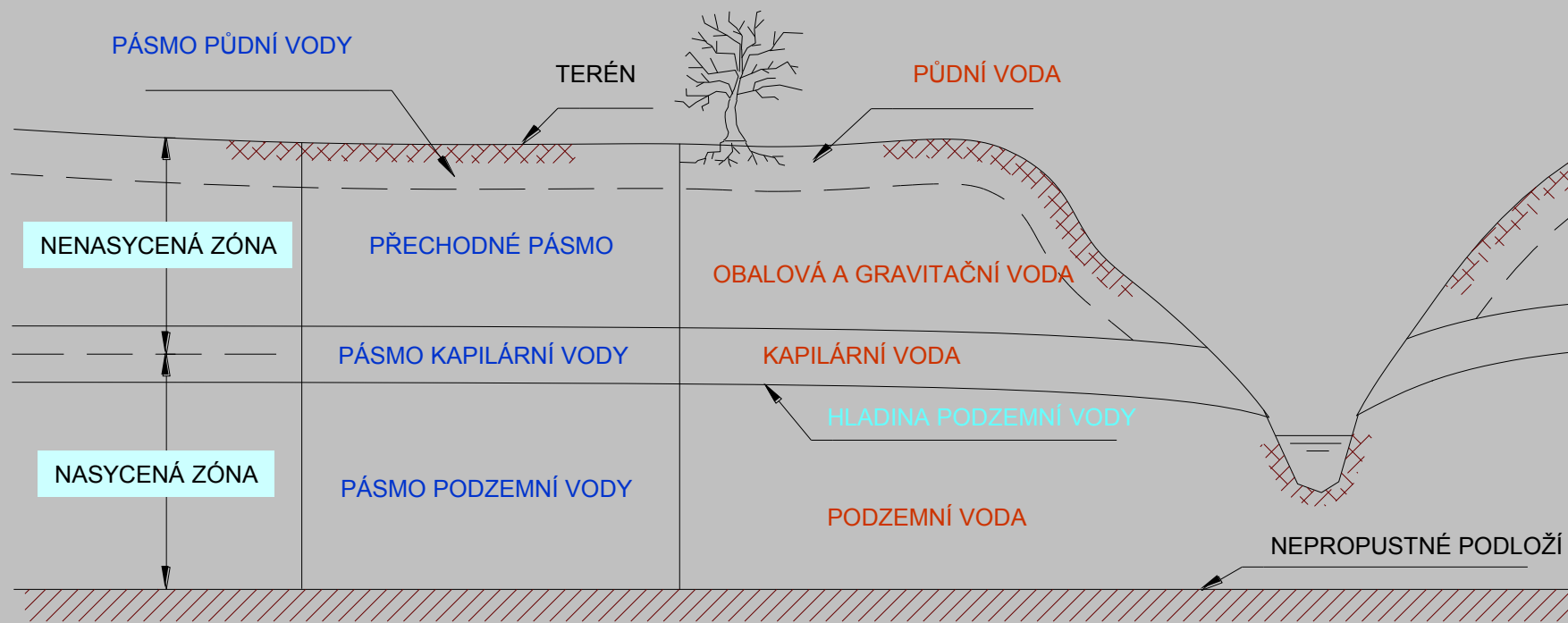
používá se např. v Holandsku



Teoretické podklady pro správný návrh odvodňovacího systému

znalost vodního režimu, především teorie pohybu vody v půdním prostředí -
hydraulika, hydrologie, hydropedologie

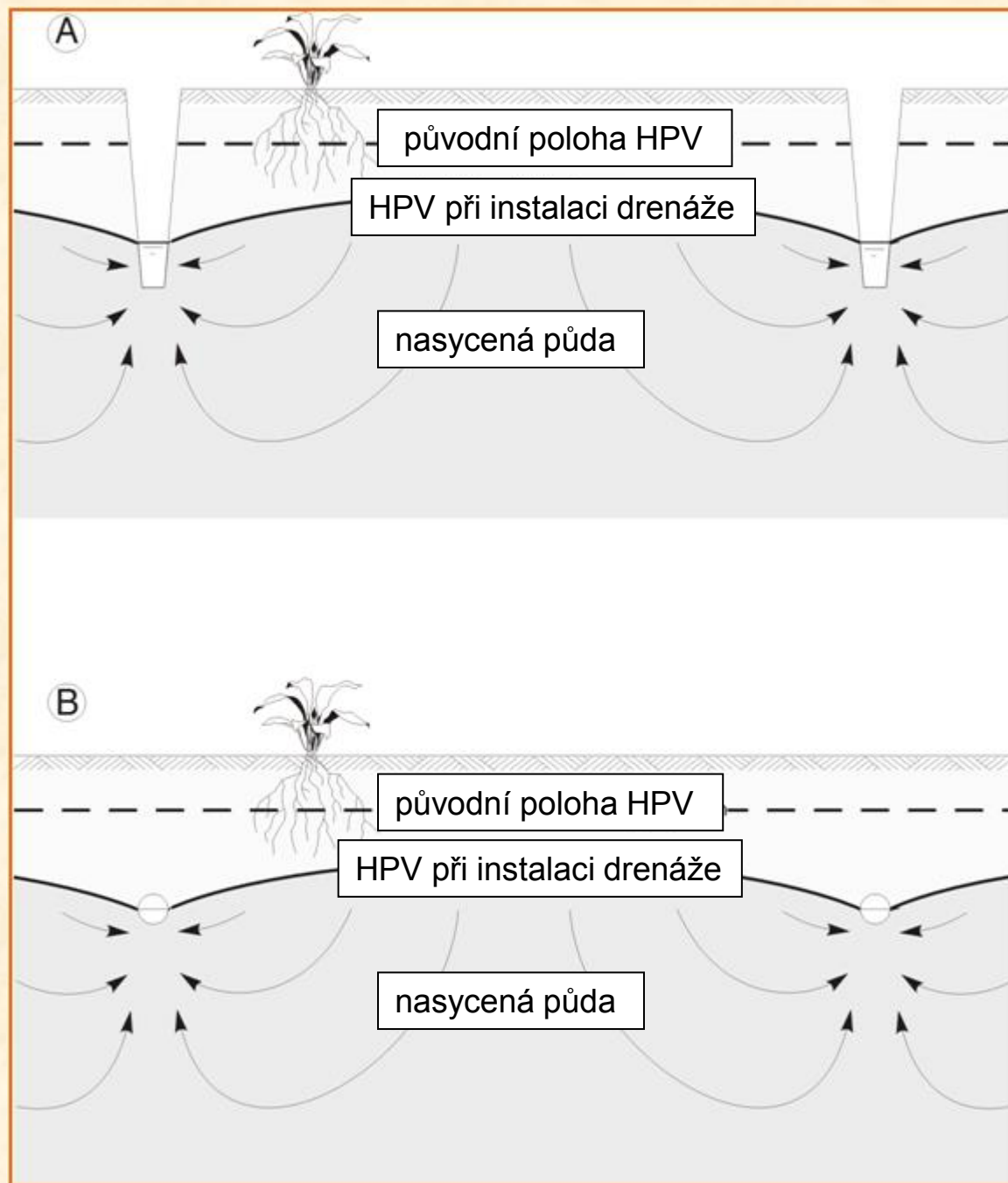
rozdělení vody v půdním profilu:



tvar HPV při drenáži

A - otevřené drény

B - podpovrchové drény



Podklady pro navrhování odvodňovacích staveb

podklady hydropedologické - stanovení vlastností půdy - zrnitostní složení, propustnost půdy, součinitel hydraulické vodivosti K , efektivní drenážní pórovitost P_d (pro podmínky neustáleného proudění)

podklady fytocenologické geonomické, fenologické a zemědělské

fytocenologické - rozdělení oblastí s určitým stavem vody v půdě podle výskytu skupin rostlin, např. půdy s trvale vysokou HPV - ostřice pobřežní, blatouch, přeslička říční ..., půdy s výrazně kolísající HPV - ostřice ježatá, suchopýr úzkolistý, rákos obecný, půdy s optimální HPV - kostřava luční, pcháč šedý, svízel severní, půdy s hluboko zakleslou HPV - ovsík obecný, šalvěj luční, půdy zrašeliněné a půdy s rašelinou - suchopýr pochvatý, klikva obecná

geonomické - začlenění pozemku do výrobního typu - kukuřičný, řepařský, bramborářský, horského hospodářství (nadmořská výška, srážkový úhrn, průměrná teplota)

fenologické - časové údaje o vegetačních obdobích (počátek setí, sklizeň)

zemědělské - optimální hloubka podzemní vody pro jednotlivé plodiny

podklady hydrologické, klimatické a meteorologické - intenzita a časové rozložení srážek, průměrná teplota, evapotranspirace, poloha HPV, podzemní přítok
- na základě těchto údajů bilance vody v oblasti, stanovení příčin zamokření

ostatní podklady - mapové, hydrogeologické, konkrétní vymezení požadavků objednatele na funkci a účinnost odv. zásahu – s ohledem na čas, přístupnost pozemků

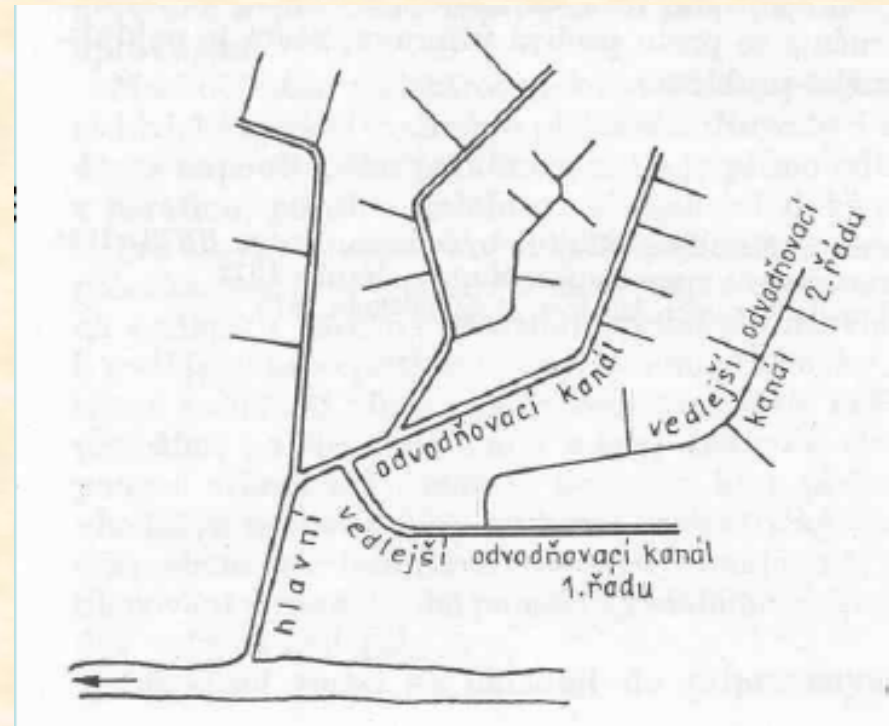
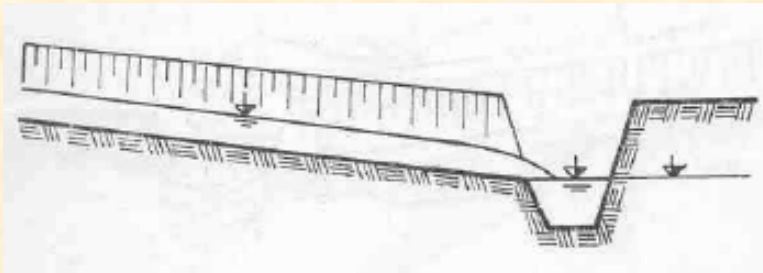
HLAVNÍ ODVODŇOVACÍ ZAŘÍZENÍ - Hlavní a vedlejší odvodňovací kanály

odvodňovací kanály - většinou otevřené recipienty drenážních vod, ve zdůvodněných případech kryté - norma ČSN 754210

návrh kanálů vyžaduje komplexní řešení s ohledem na územní a zemědělsko-výrobní poměry, na požadavky ochrany krajiny a tvorby živ. prostředí, na řešení podrobných odvodňovacích zařízení

trasa se navrhuje v souladu s využíváním pozemků v přímkových úsecích s vloženými oblouky, v údolnici zájmového území

návrh sítě odv. kanálů vyžaduje nalezení vhodného recipientu (přirozený vodní tok, jezero, rybník)- nejlépe pro gravitační odvod vody z území (nesmí dojít k zpětnému zaplavení území z recipientu)

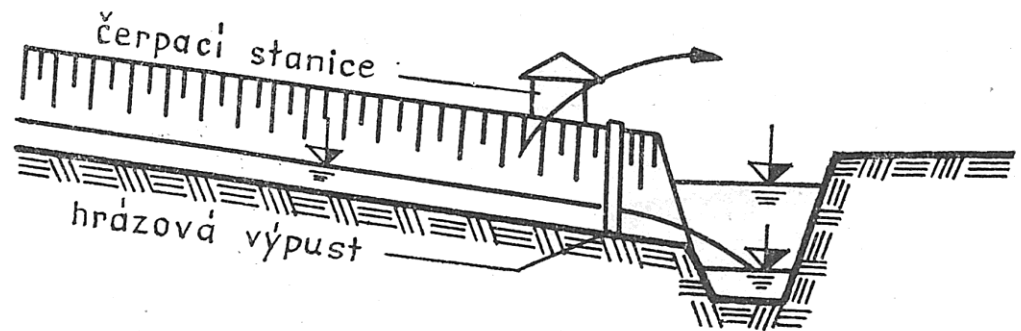
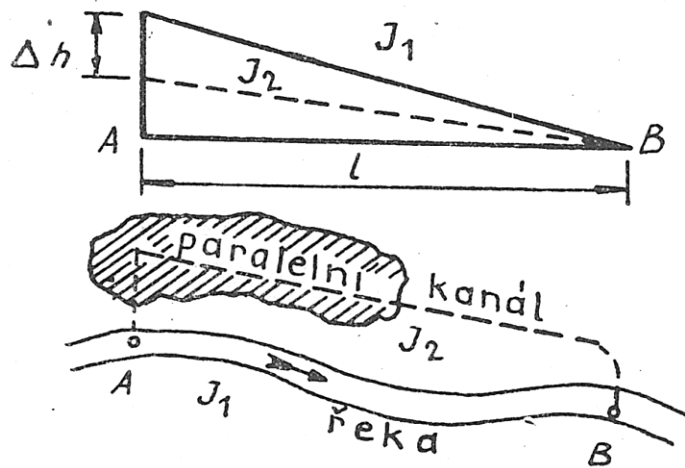


HLAVNÍ ODVODŇOVACÍ ZAŘÍZENÍ - Hlavní a vedlejší odvodňovací kanály

v případě nemožnosti gravitačního zaústění:

paralelní kanál a zaústění vody z odvodňovaného území do recipientu dál po vodě
vybudování čerpací stanice, kombinace - při nízkých stavech gravitačně, při vysokých stavech vody v recipientu čerpání

na odv. kanálech se vyskytují objekty (zaústění kanálů do recipientu, propustky, mostky, stupně ve dně, rybí útulky, shybky - typové podklady)



HLAVNÍ ODVODŇOVACÍ ZAŘÍZENÍ - hlavní a vedlejší odvodňovací kanály

příčný profil otevřených odvodňovacích kanálů

minimální šířka dna 0,5 m

ke **zmenšení sklonu** se navrhují zpevněné stupně nebo skluzy

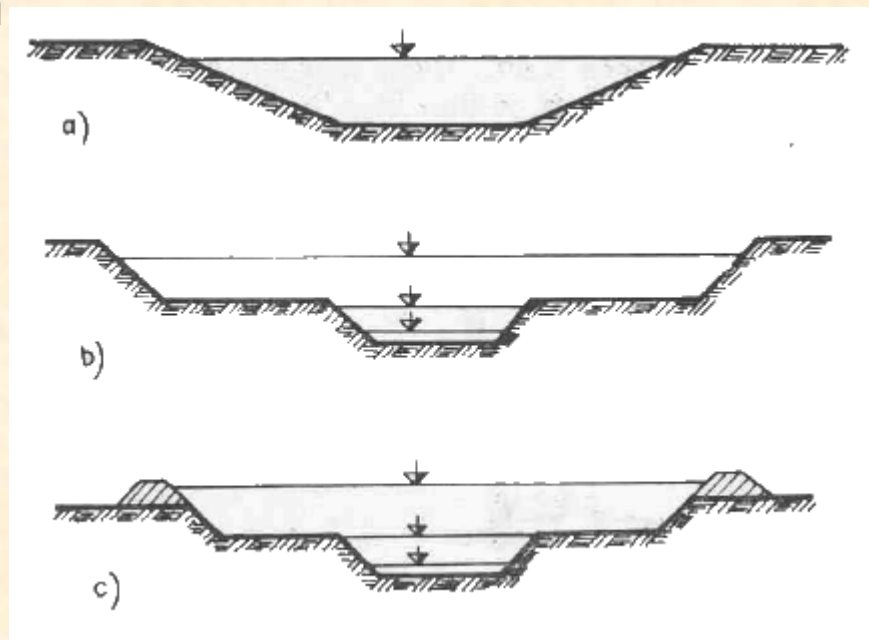
hloubka dna závisí na hloubce vyústění drenáže, výúst' musí být min. 0,2 (resp. 0,3) nade dnem

sklony svahů se navrhují v závislosti na mech. vlastnostech zeminy, příp. na navrženém opevnění

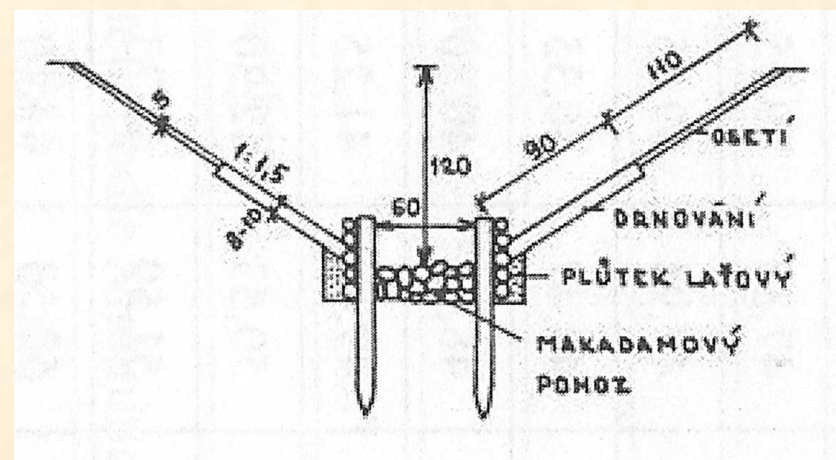
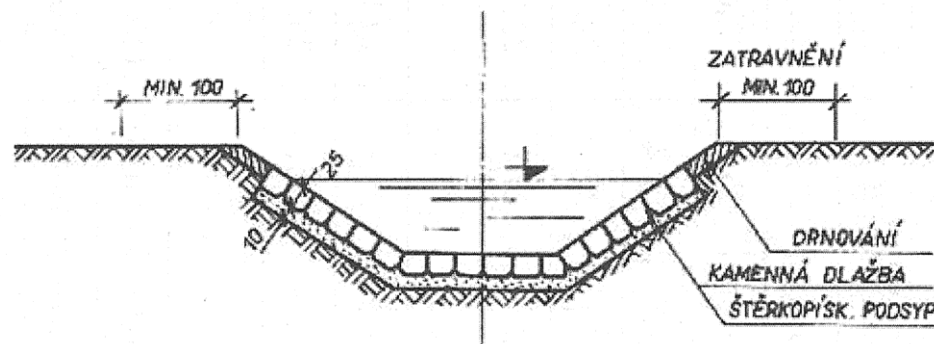
opevněné svahy 1: 1 až 1:1,5

písčitojílovitá zemina 1: 2,5 až 1:3

písčitá zemina 1: 1,5 až 1:2



příklady opevnění odvodňovacího kanálu



HLAVNÍ ODVODŇOVACÍ ZAŘÍZENÍ - Hlavní a vedlejší odvodňovací kanály

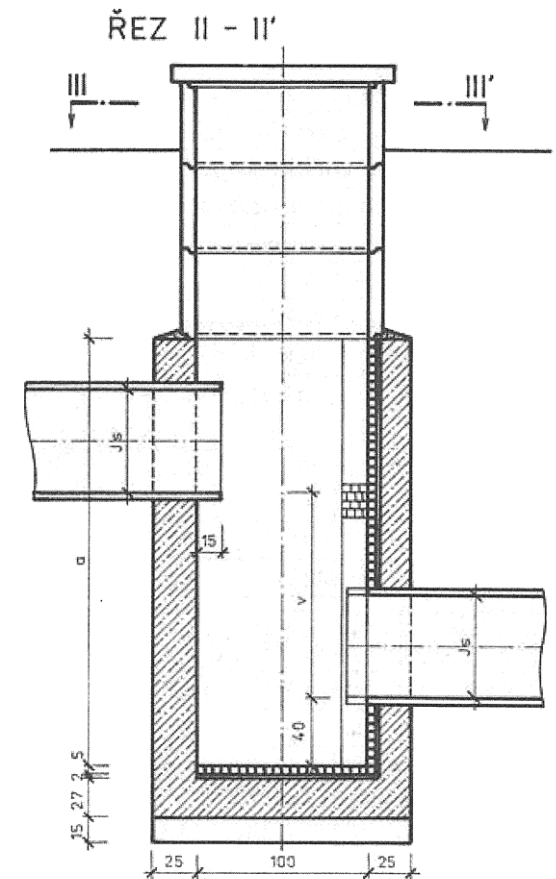
kryté odvodňovací kanály

navrhují se jenom tam, kde je třeba zachovat celistvost pozemků, v místech převedení drenážních vod přes zastavěnou část obce nebo při křížení otevřených kanálů s komunikací (propustek, shybka)

minimální průměr krytých odv. kanálů je 300 mm (DN 300), materiál - beton, železobeton, kamenina, sklolamináty, plasty

na trase krytých kanálů se osazují kontrolní šachtice (umožnění údržby)

pro umožnění malého sklonu a zabránění erozi vodou proudící vysokou rychlostí je možné použít spadišťové šachtice

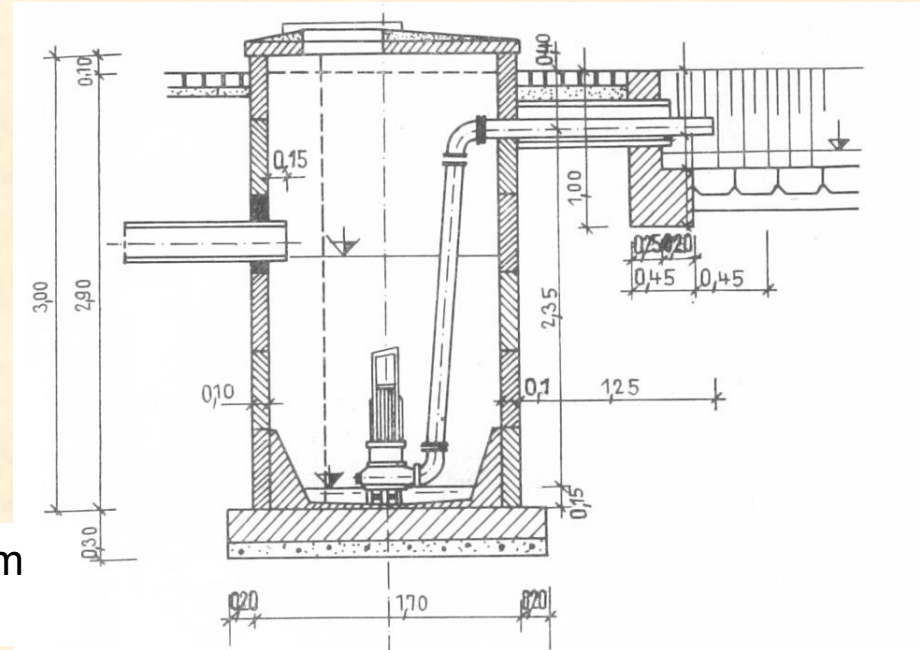


HLAVNÍ ODVODŇOVACÍ ZAŘÍZENÍ - ČERPAČÍ STANICE

navrhují se tam, kde není možné nebo účelné zabezpečit gravitační odtok vody z odvodňovaného území

pro návrh je třeba provést podrobný rozbor režimu odtoku vody, včetně jeho časového průběhu, technické řešení závisí na čerpaném množství vody, dopravní výšce a místních poměrech - typový podklad Hydroprojekt 1986

šachtový typ čerpací stanice s ponorným čerpadlem

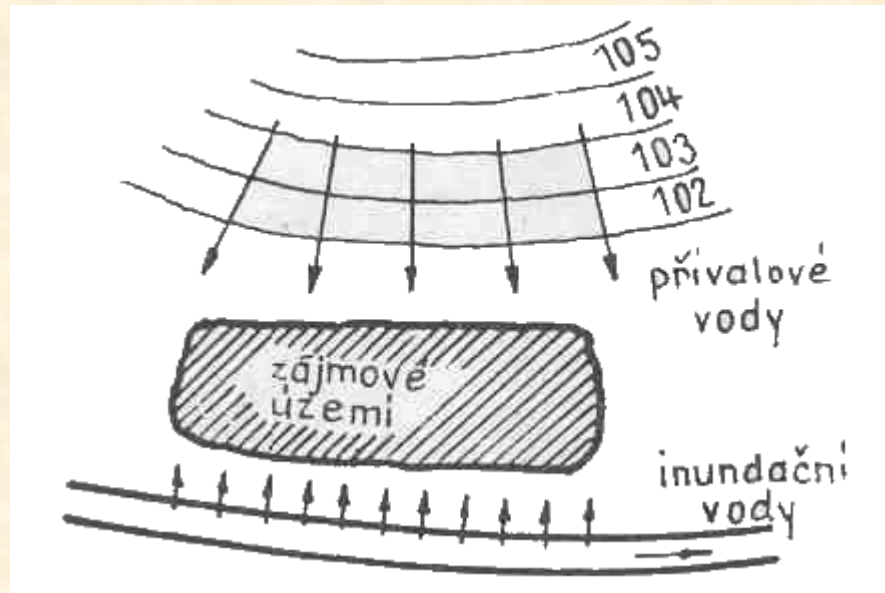


zvláštní případy využití odvodňovacích čerpacích stanic:

- snižování hladiny podzemní vody čerpáním ze soustavy vrtů či studní - při ochraně základů budov před účinky silně agresivní podzemní vody
- ochranná drenáž při ochraně půdy před zasolením
- pro odběr vody z vodoteče pro závlahovou fázi regulační drenáže

HLAVNÍ ODVODŇOVACÍ ZAŘÍZENÍ - OCHRANA PŘED VNĚJŠÍMI VODAMI

Ochranu odvodňovaného území před vnějšími vodami je možné řešit pomocí **ochranných hrází, kanálů, úpravou toku, nádrží a zemědělsko-lesnickými opatřeními v povodí**. Cílem je nezatěžovat drenážní systém uvnitř oblasti těmito vnějšími vodami.



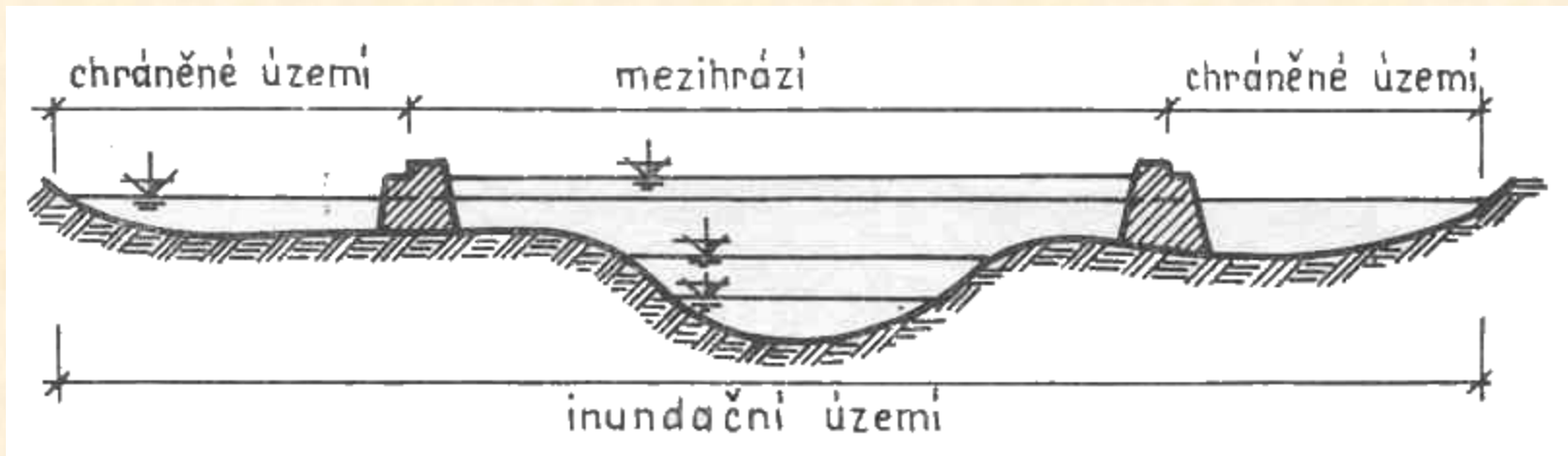
záchytný kanál – pro zachycení povrchových vod přitékajících z vyšších poloh, pro správnou funkci je třeba správně navrhnout směr, sklon a hloubku příkopu, příkop vyústí do recipientu tak, aby voda odtékala gravitačně



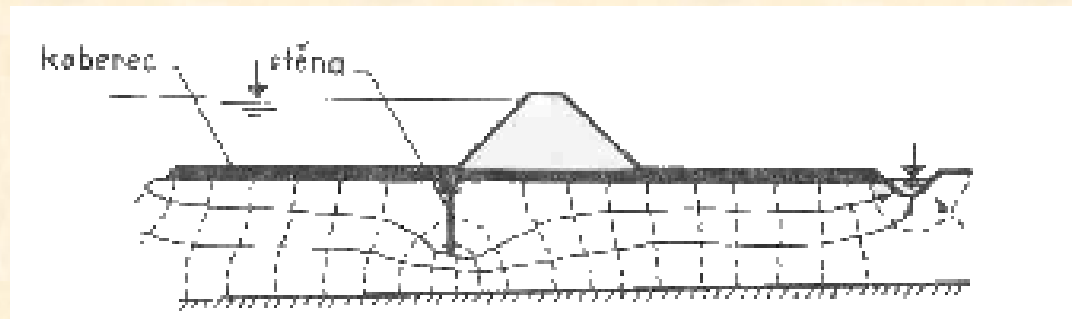
HLAVNÍ ODVODŇOVACÍ ZAŘÍZENÍ - OCHRANA PŘED VNĚJŠÍMI VODAMI

nádrž – retenční nádrže na toku i jeho přítocích, které slouží k zachycení povodňové vlny
malé vodní nádrže, suché nádrže – poldry

ochranné hráze – ochrana před rozlivy vody z koryta do inundací, výška hrází závisí na stupni ochrany území (stoletá, padesátiletá voda)



u zemních hrází je třeba počítat s průsakem hrázovým tělesem i v podloží hráze – návrh těsnících prvků



PODROBNÁ ODVODŇOVACÍ ZAŘÍZENÍ

1. Příkopové odvodnění

v dnešní době se používá jen pro dočasné rychlé odvedení povrchových vod v údolních nivách, při odvodnění méně hodnotných půd – rašelin a močálovitých půd

povrchová odvodňovací síť je tvořena **sběrnými příkopy**, které ústí do **svodných příkopů**, ty potom do **vedlejších odv. kanálů** popř. do recipientu

trasa příkopů je přímková, sběrné příkopy jsou navzájem rovnoběžné, sklon dna 3 až 10 ‰

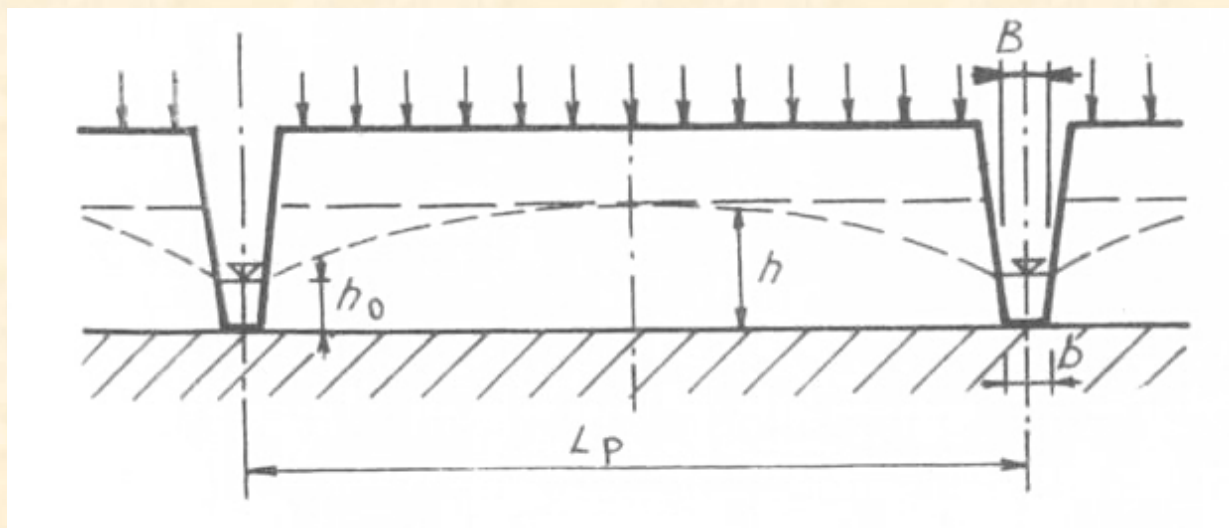
hloubka sběrných příkopů je při odvádění jen povrchové vody cca **0,4-0,8m** v případě, že jde o snížení HPV je větší

rozchod (vzdálenost) jednotlivých sběrných příkopů závisí na účelu odvodnění a na vlastnostech půdy, na **polích 30 až 40 m, na loukách až 60-200 m** (výpočet podle různých rovnic)

délka sběrných příkopů bývá 100 až 300 m, délka svodných příkopů může být při vhodném sklonu i 1,5 km

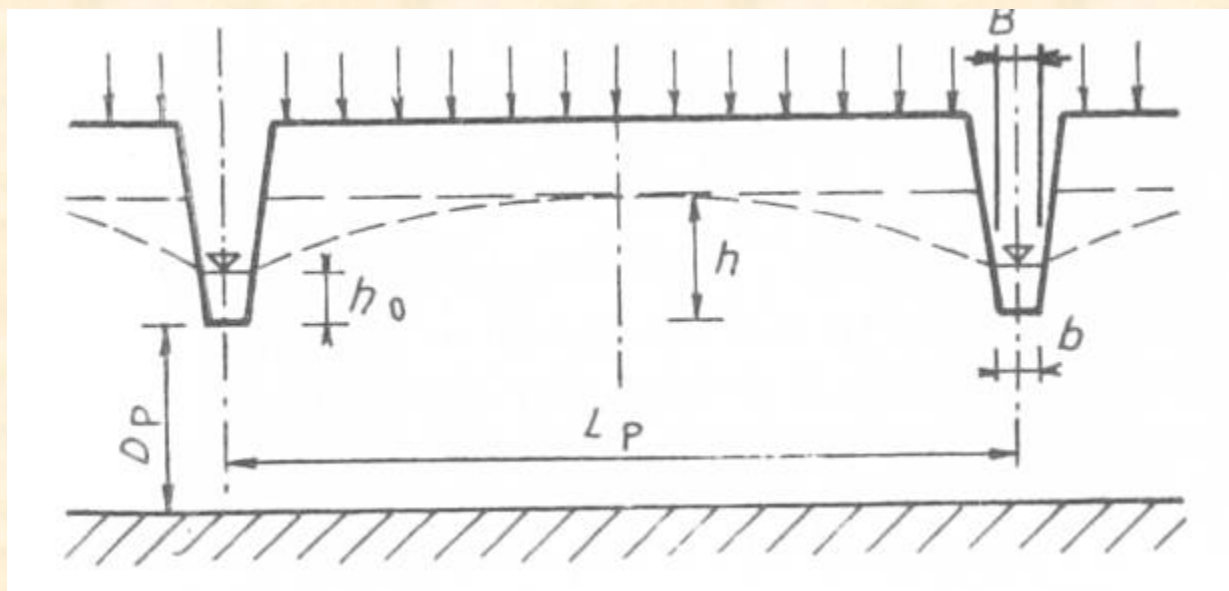
využití: rychlé odvedení povrchové vody, v rovinném území, přehledné, nízké náklady
nevýhody: zabírají mnoho obdělávané půdy, obtížná přístupnost, obdělávání, vyžadují časté čištění a údržbu

Příkopové odvodnění – výpočet rozchodu drénů – při ustáleném proudění (Hooghoudt)



q je odtok = intenzitě
infiltrace [m/d]

$$Lp = \sqrt{\frac{4K(h^2 - h_0^2)}{q}}$$



$$Lp = \sqrt{\frac{8KD_e(h - h_0)}{q}}$$

D_e je mocnost tzv. aktivní
půdní vrstvy - tabulky

PODROBNÁ ODVODŇOVACÍ ZAŘÍZENÍ

2. Plošná (systematická) trubková drenáž

používá se při zamokření území povrchovou či podzemní vodou, vývěry podz. vody, přítoky podz. vody ze sousední oblasti, zvýšením HPV hladinou v toku apod. při krátkodobém až dlouhodobém zamokření tam, kde z důvodu obdělávání nesmí být porušena celistvost pozemků

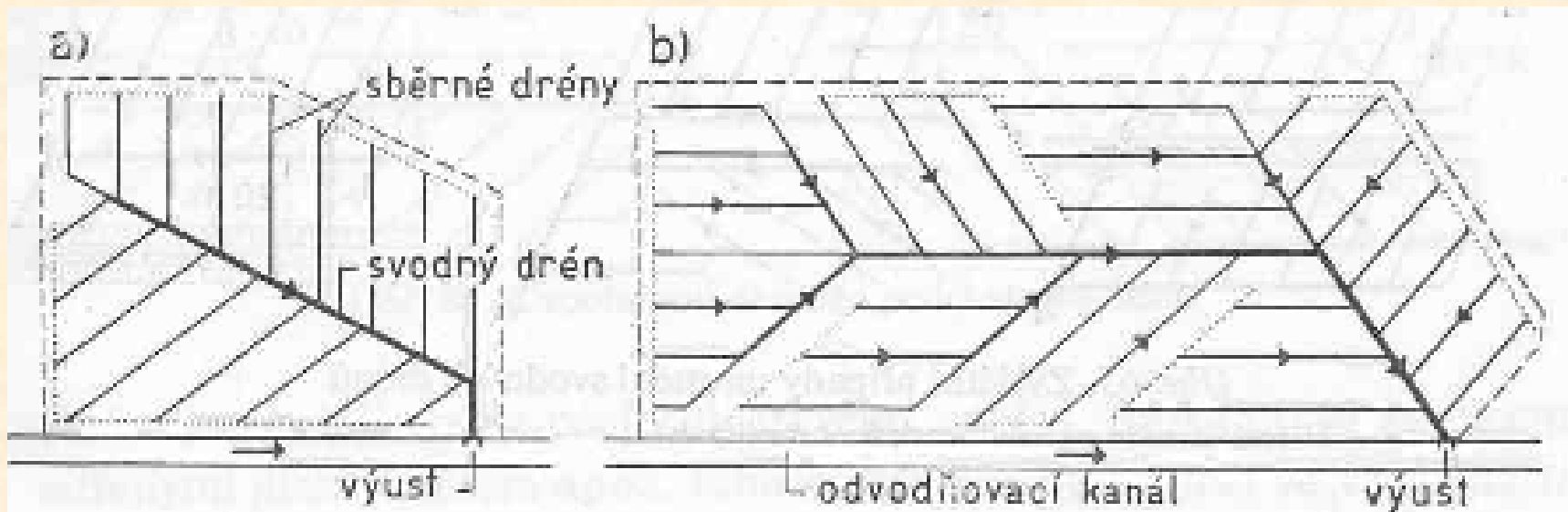
v případě souvislého zamokření ploch – **systematická (plošná) drenáž**

v případě lokálního zamokření (pramenní vývěry, deprese) – **ojedinělá (sporadická) drenáž** (pramenní jímky)

hlavní hydraulickou funkci plní **sběrný drén** – odvádí přebytečnou vodu z půdního profilu, vyústíje do **svodného drénu** nebo do otevřeného odvodňovacího zařízení nebo přímo do recipientu

svodný drén odvádí vodu z drenážního souřadu do dalšího svodného drénu, popř. do **drénu hlavního** nebo přímo do odvodňovacího kanálu nebo do recipientu

hlavní drén je svodný drén, který odvádí vodu z drenážní skupiny do odvodňovacího kanálu nebo do recipientu



a) drenážní souřad

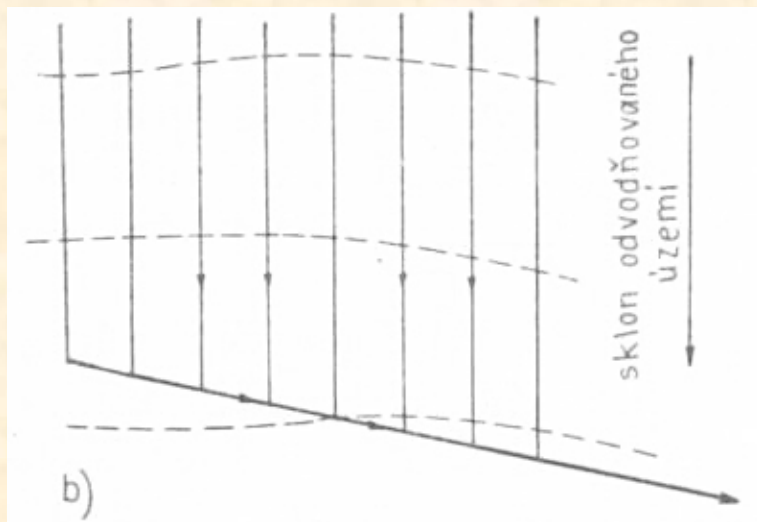
b) drenážní skupina

návrh základních parametrů stavby zahrnuje:

- stanovení požadované intenzity odvodnění (v závislosti na pěstovaných plodinách, stanovištních, hydropedologických, hydrologických, klimatických podmínkách)
- ochranu drenážního potrubí před zanášením a zarůstáním
- zajištění stability uložení drénů

základní parametry - trasa sběrných i svodných drénů, jejich délky, sklony, objekty na nich, rozchod drénů, průměr (určení dle normy)

Směrové vedení drénů vzhledem k největšímu sklonu:



b)

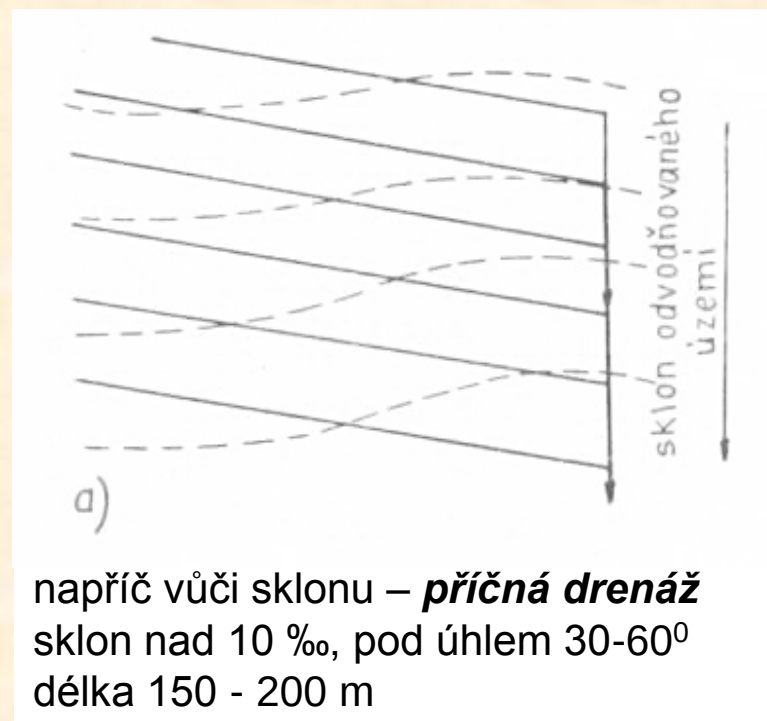
podél – **podélná drenáž**

sklon do 3 - 10 ‰

sběrné drény jsou vedeny kolmo na
vrstevnice, délka 120 - 150 m

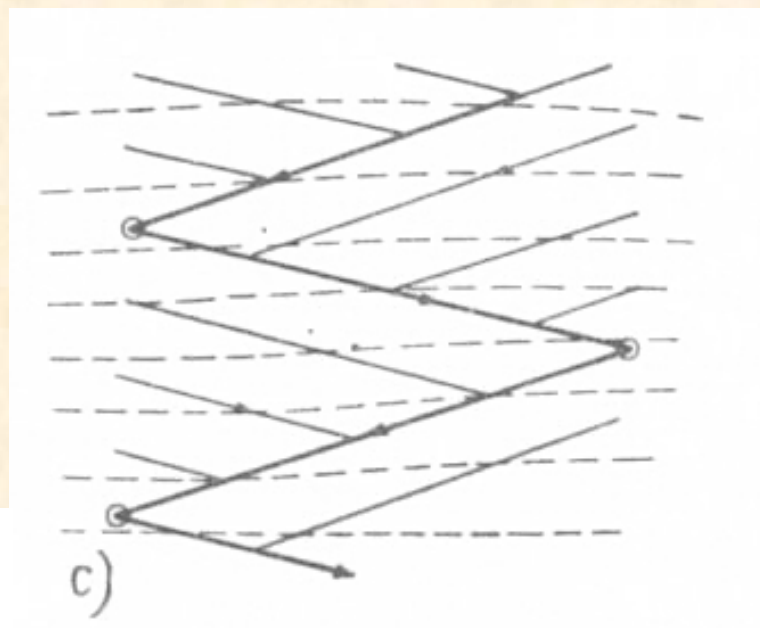
v umělém sklonu, sklon terénu menší
než 3 ‰, délka sběrných drénů < 100 m

protisměrná - **blesková drenáž**
velké sklony, nad 100 ‰



d)

napříč vůči sklonu – **příčná drenáž**
sklon nad 10 ‰, pod úhlem 30-60°
délka 150 - 200 m



c)

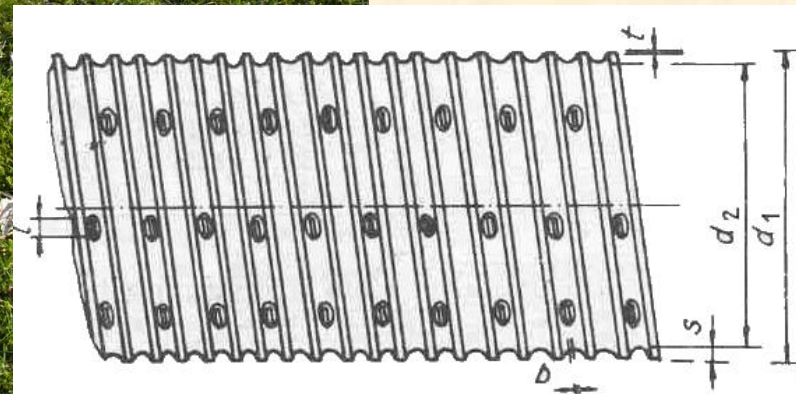
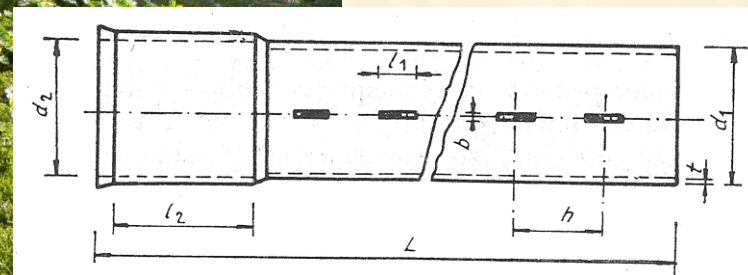
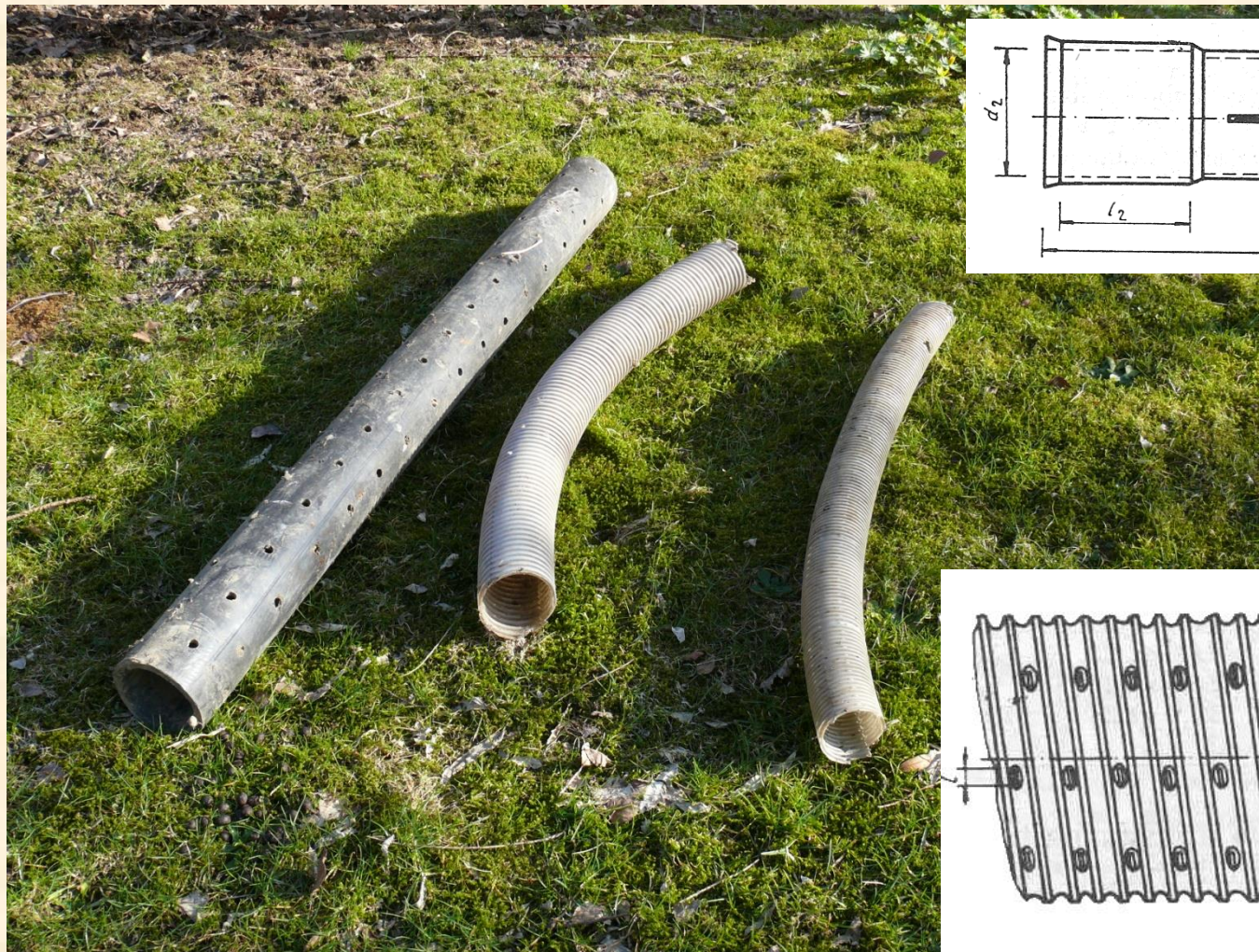
Používané materiály trubkové drenáže:

pálená hlína - jednotná délka 333 mm,
průměr 50,65,80,100,130,160,180,200 mm



Používané materiály trubkové drenáže:

trubky z termoplastů PVC a PE - hladké, vlnité, průměr 110,125,140,160 mm



Používané materiály trubkové drenáže:

flexibilní potrubí - polyetylén nebo polypropylén, ohebné nebo pevné trubky, průměr 50, 65, 80, 100, 125, 160, 200 mm, šířka drážky 1,2 mm (např. Eurodrain
<http://www.glynwed.cz/>)



Hloubka uložení sběrných drénů

závisí na požadované hloubce odvodnění

- pole 0,80 - 1,30 m (min. nezámrazná hl.)
- louky 0,80 - 1,00 m
- sady, vinice, chmelnice nejméně 1,3 m

Vnitřní průměr trubek sběrných drénů

- pálená hlína - pole a louky 50 mm, při nebezpečí zanášení Fe 65-100 mm
- flexibilní z plastů 50 mm
- hladké potr. z plastů 40 mm

Podélný sklon sběrných drénů

optimální sklon je 10 až 20 ‰, min. sklon je 3‰

***Sběrné drény nesmějí křížit železnice, silnice,
frekventované hosp. cesty, vodní toky, kanály***

Sběrné drény se zaústíují do svodných drénů shora

***Rozchod sběrných drénů se určuje výpočtem –
obvykle 10 až 30 m na zemědělské půdě***

Svodné drény

zajišťují plynulý odtok vody ze sběrných drénů

trasa - co nejdelší přímé úseky v nejnižších místech území

hloubka uložení závisí na hloubce uložení sběrných drénů, je větší nejméně o vnitřní průměr svodného drénu

Svodné drény musejí být rozděleny **šachticemi** na kratší úseky - optimálně do 200 m, max. 400 m

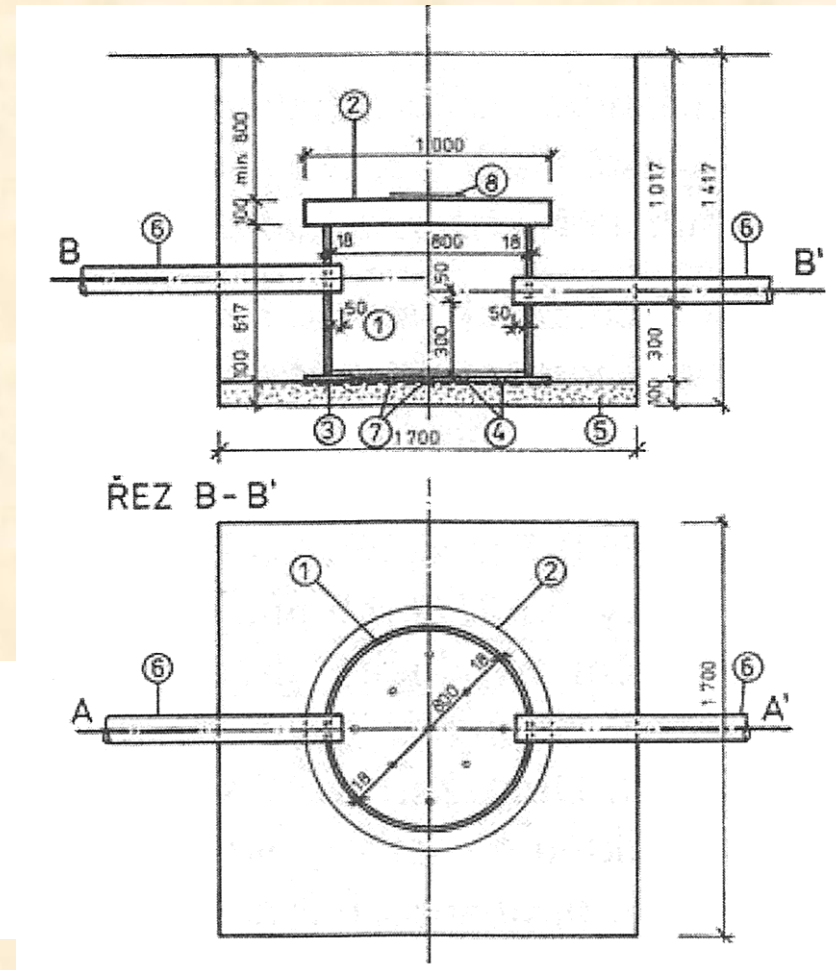
DRENÁŽNÍ OBJEKTY - drenážní šachtice, drenážní výústě

DRENÁŽNÍ ŠACHTICE

účel: údržba, kontrola funkce a bezporuchový provoz drenážního systému

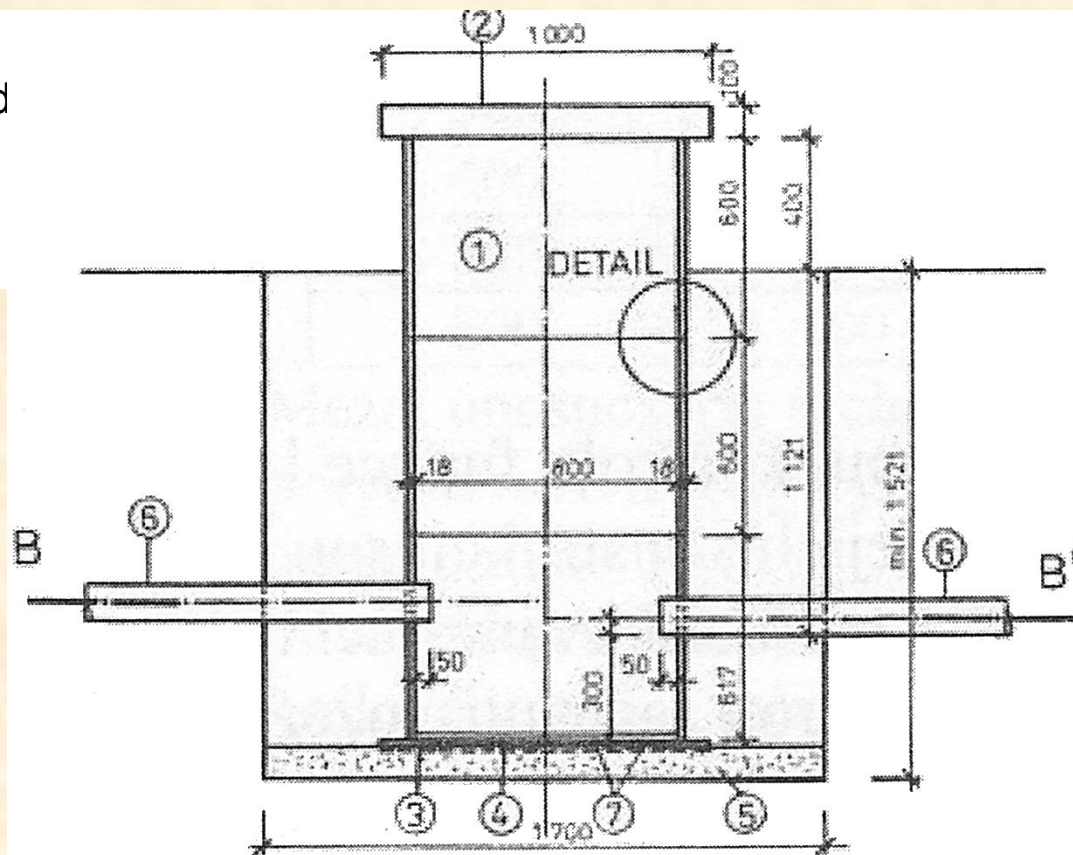
materiál: železobetonové konstrukce, plastové trubky, prefabrikáty

normální šachtice - umisťují se do míst náhlé změny směru, sklonu, při styku tří a více svodných drénů, průměr 0,6 m nebo 0,8 m zakrývají se zeminou



DRENÁŽNÍ ŠACHTICE

kontrolní šachtice - umisťují se tam, kde je to nutné pro bezporuchový provoz systému, průměr 0,8 m nebo 1,0 m převyšují terén



spadištní šachtice - v místech potřeby překonání velkého výškového rozdílu svodných drénů (vysoké meze)

větrací šachtice - při odvodnění těžkých půd k provzdušnění drenážní sítě

DRENÁŽNÍ VÝÚSTĚ

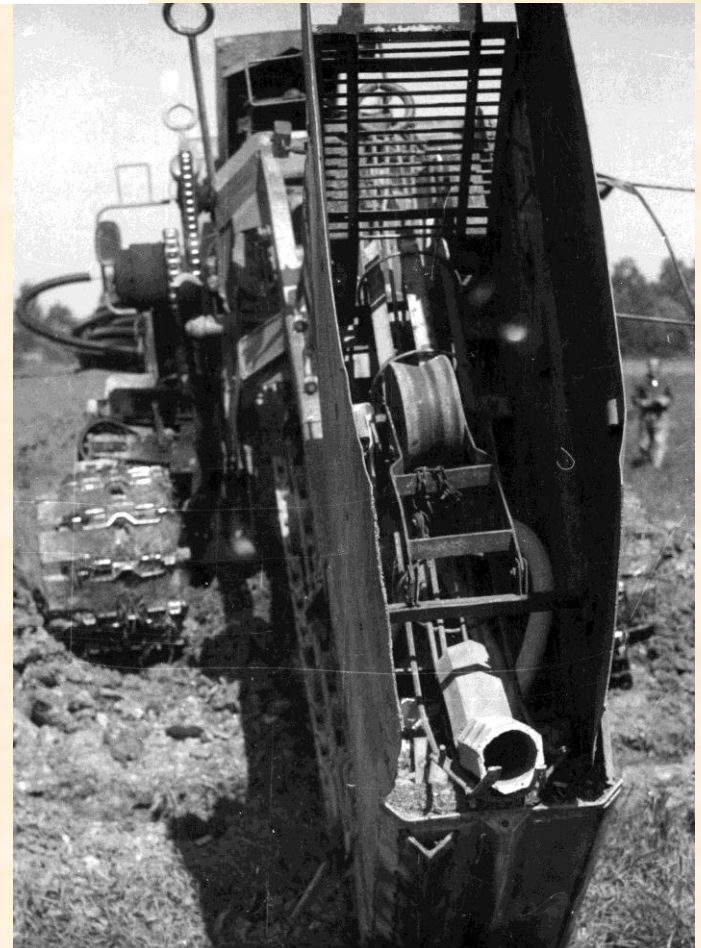
drenážní výústě - zajišťují odtok vody do recipientu tak, aby nedocházelo k erozi svahu či dna recipientu, zaústění kolmo na osu recipientu, min. 20 cm (30 cm) nade dnem
betonová trubka, opevnění kamennou dlažbou, u větších profilů -
betonové prefabrikáty (typové podklady)



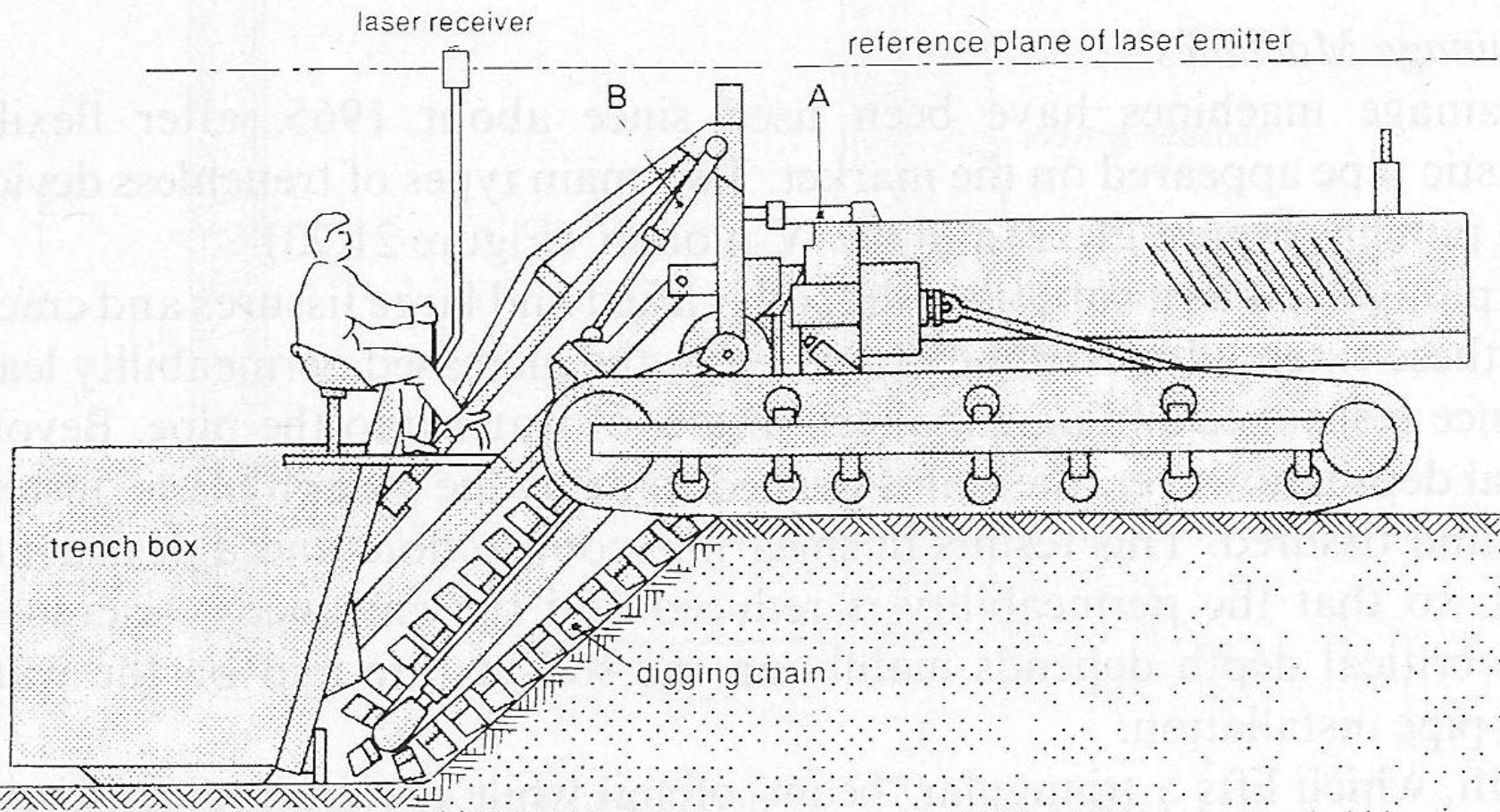
TECHNOLOGIE VÝSTAVBY

dříve především manuální, později stroje - výkopová technologie, bezvýkopová technologie (zejména v nesoudržných zeminách)

historie



Současnost





zdroj: 47th International Course on Land Drainage, ALTERRA ILRI

ÚDRŽBA A PROVOZ DRENÁŽE

pro zabezpečení správné funkce drenáže je nutná soustavná a pravidelná péče o odvodňovací zařízení:

pravidelná udržovací prohlídka - stav jednotlivých zařízení a stav odvodňované plochy (výskyt zjevných poruch na objektech, výskyt zamokřených míst, stav výústí, zanesení šachtic, odtoky z drénů)

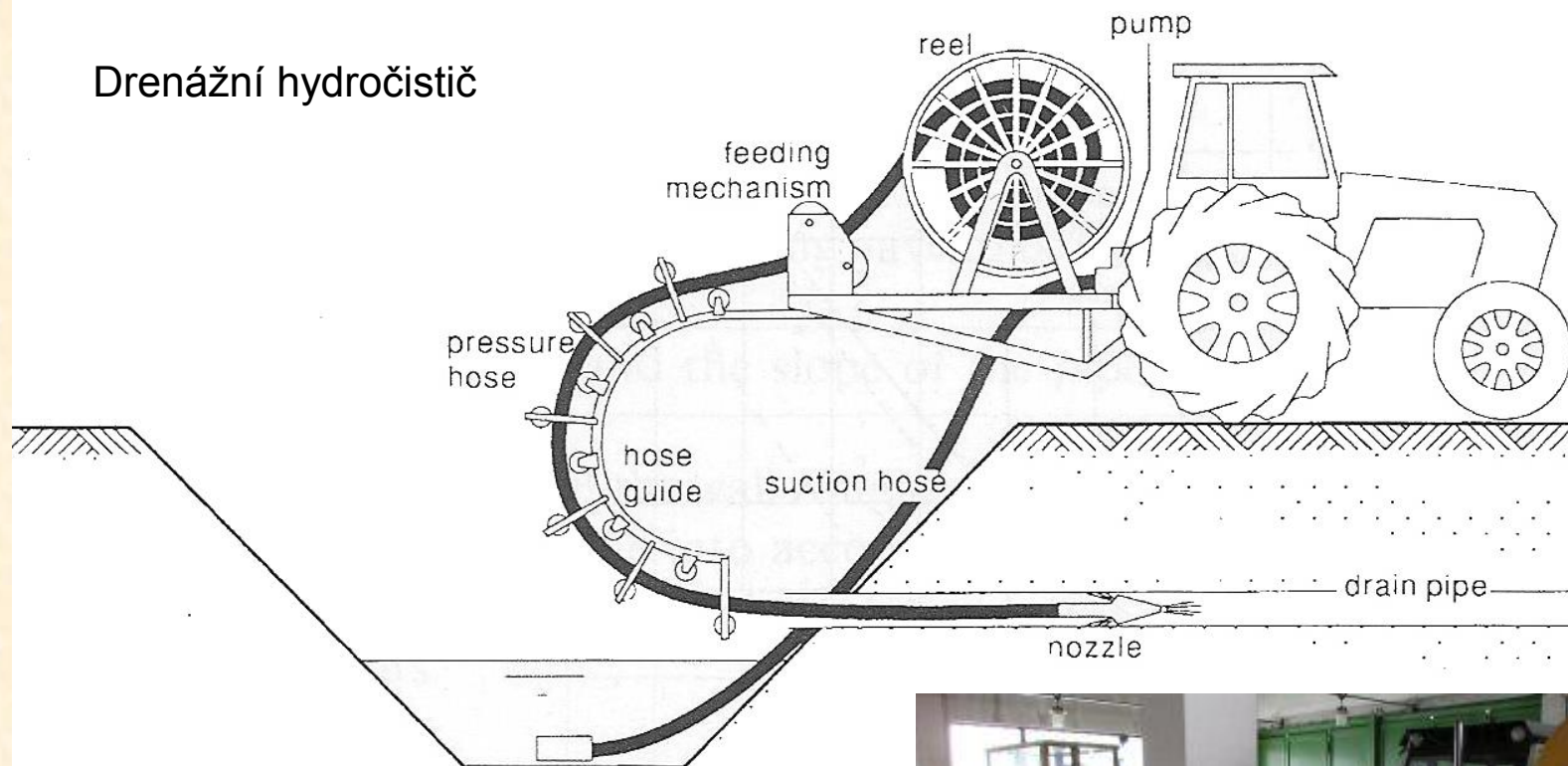
provádění údržby:

- odstraňování porostů a nánosů z odv. příkopů, z okolí šachtic
- propláchnutí drénů buďto pouze uzavřením odtoku a po naplnění drénu odstranění ucpávky nebo pomocí tlakové vody - hadicí proti proudu,
- pročištění pomocí spec. stroje – drenážní hydročistič

opravy:

nalezení poškozeného úseku a výměna příslušné části

Drenážní hydročistič



Čistění drenáže:
drátem do 20 m
propláchnutím
drenážním čističem

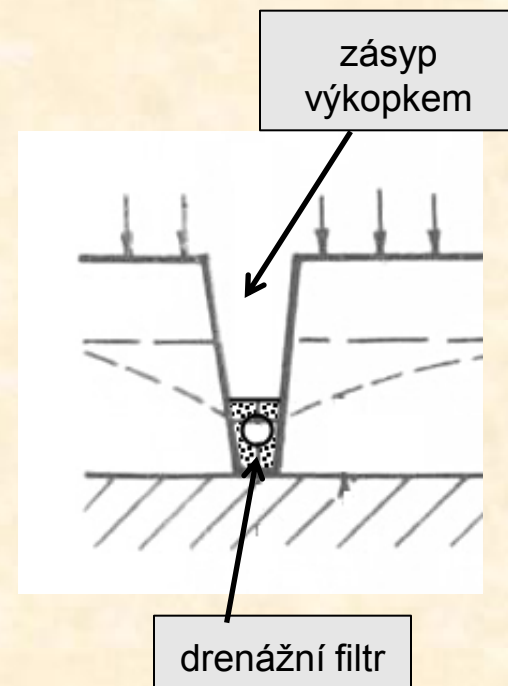
DRENÁŽNÍ FILTRY

drenážní filtr je materiál, který obklopuje drenážní potrubí

většinou štěrk, štěrkopísek, min. tloušťka obsypu je 100 mm

účel:

zabránit zanášení otvorů drenáže jemnými půdními částicemi



TECHNICKÉ ŘEŠENÍ TRUBKOVÉ DRENÁŽE

technické řešení vychází z podrobného rozboru všech dostupných podkladů

důležitým prvkem je stanovení **intenzity odvodnění**, která souvisí s předpokládaným zemědělským využitím půdy po odvodnění
hodnota intenzity vychází z požadavku aby:

- nepříznivý vodní režim nebyl příčinou významného snížení výnosů plodin
 - v požadované době po skončení deště nebo roztání sněhu byly pozemky přístupné
- hodnota intenzity odpovídá požadované **době odvodnění** t_0 (doba snížení HPV z vysoké na požadovanou úroveň - **2 až 7 dní**) a návrhovému stupni ochrany N_0 (zabezpečení ochrany)

stanovení **specifického drenážního odtoku** q [m/d, l/s/ha]

při ustáleném proudění se předpokládá rovnováha mezi nepřetržitým zásobením půdy vodou (efektivní infiltrace - srážka snížená o evaporaci), hodnota q se stanoví v závislosti na intenzitě odvodnění a zabezpečení podle normy - tabulky

při neustáleném proudění se drenážní odtok mění v závislosti na poklesu HPV z původní vysoké HPV na požadovanou hodnotu, výpočet podle různých vzorců, kromě K je třeba znát hodnotu efektivní drenážní pórovitosti P_d

při transientním proudění dochází při poklesu hladiny v důsledku odvodnění k dalšímu zvýšení hladiny vlivem další srážky

STANOVENÍ PARAMETRŮ TRUBKOVÉ DRENÁŽE

ZÁKLADNÍ NÁVRHOVÉ PARAMETRY JSOU:

rozchod drenáže (vzdálenost drénů), **hloubka drenáže a vnitřní průměr D**

stanovení rozchodu drénů je možné provést různými způsoby (ČSN):

- podle zrnitostního složení (vzorce, tabulky)
- fytologickou metodou - geonomická tabulka rozchodů a hloubek (ukázka viz tab.)
- hydraulickým výpočtem - při ustáleném, neustáleném proudění

půdní druh:

- 1-nejtěžší, jílovité
- 2-těžké, hlinitojílovité
- 3-těžké, písčitojílovité
- 4-vazké, dosti těžké, těžší, stmelené
- 5-dtto, písčitojílnaté
- 6-středně těžké, hlinité
- 7-lehčí, písčité hlíny
- 8-písky hlinitého nebo humózního rázu
- 9-písky sypké slabě hlinité až slabě humózní

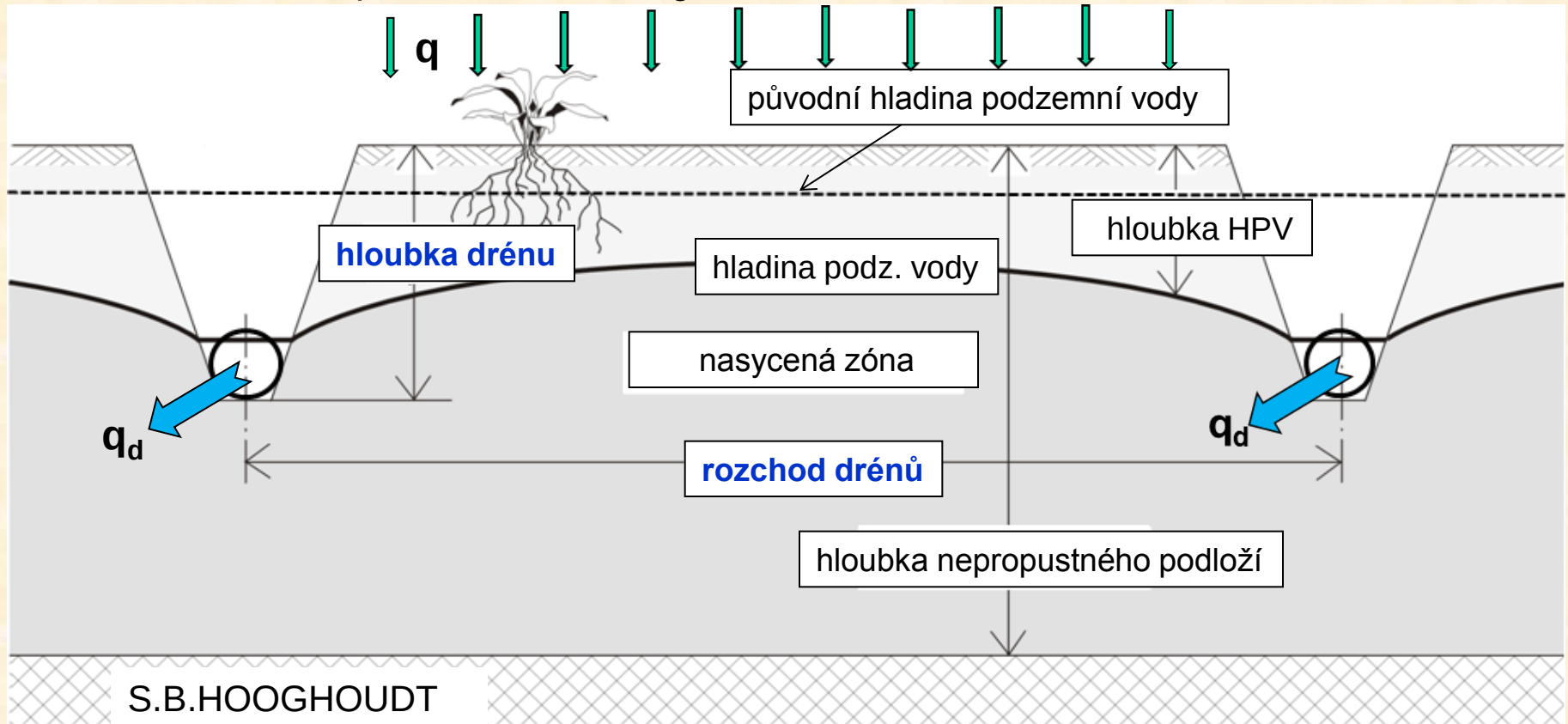
Půdní druh	Kategorie		Výrobní typ											
			Kukuřičný						Řepařský					
			Podtyp						Podtyp					
	I (%)	II (%)	žitný		ječný		pšeničný		žitný		ječný		pšeničný	
			<i>h</i>	<i>L_n</i>	<i>h</i>	<i>L_n</i>	<i>h</i>	<i>L_n</i>	<i>h</i>	<i>L_n</i>	<i>h</i>	<i>L_n</i>	<i>h</i>	<i>L_n</i>
1	> 60	–	1,0	9	1,1	9	1,1	8	0,9	9	1,0	9	1,1	8
2	50 – 60	«»20	1,1	10	1,2	10	1,2	9	1,0	10	1,1	10	1,1	9
3	40 – 50	<20	1,1	11	1,2	10	1,2	9	1,1	11	1,1	10	1,2	9
4	40 – 50	>20	1,2	12	1,3	11	1,3	10	1,1	12	1,2	11	1,2	10
5	25 – 40	<20	1,2	14	1,3	13	1,3	12	1,1	14	1,2	13	1,2	12
6	25 – 40	>20	1,2	15	1,3	14	1,3	13	1,2	15	1,2	14	1,3	13
7	10 – 25	>20	1,2	17	1,3	16	1,3	15	1,2	17	1,2	16	1,3	15
8	10 – 25	<20	1,1	20	1,2	19	1,2	18	1,1	20	1,1	19	1,2	18
9	< 10	–	0,9	> 20	1,0	> 20	1,0	> 20	0,8	> 20	0,9	> 20	1,0	> 20

kategorie I: průměr zrn <0,01 mm, II. kat. 0,01 - 0,05 mm

STANOVENÍ ROZCHODU L_n HYDRAULICKÝM VÝPOČTEM

výpočet při ustáleném průtoku - předpokládá se rovnost mezi stálým přítokem infiltrované či podzemní vody q a drenážním odtokem q_d

Využití v případě stálého zásobení lokality přítokem podz. vod, trvalým průsakem hrázemi ohrázaného toku, při dlouhodobém regionálním dešti



$$L_n = \sqrt{\frac{8Kl'h + 4Kh^2}{q_d}}$$

K - koef. hydraulické vodivosti
 h - vzdálenost mezi max. polohou HPV a rovinou vedenou drenážním systémem
 l' - ekvivalentní hloubka nepropustné vrstvy pode dnem drenážní rýhy

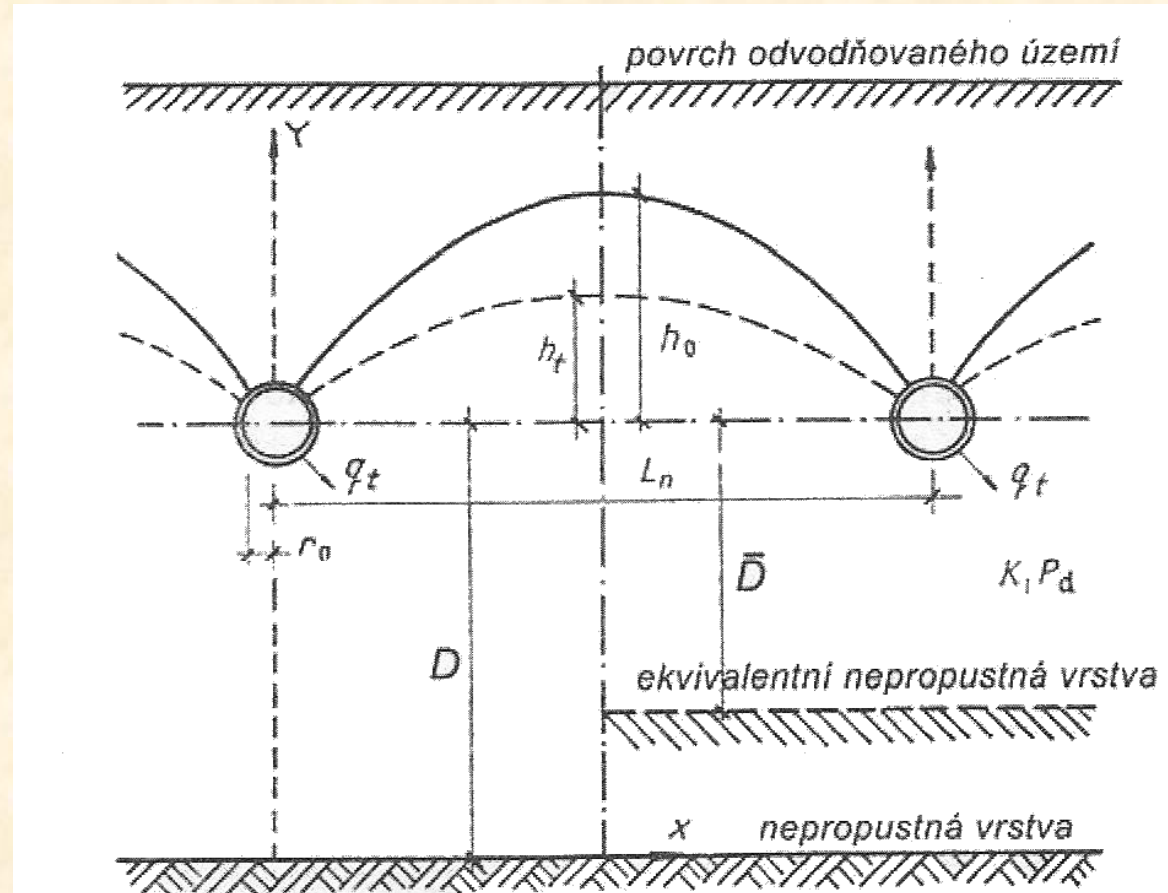
STANOVENÍ ROZCHODU L_n HYDRAULICKÝM VÝPOČTEM

výpočet při neustáleném průtoku - nejčastější případ, kdy se poloha hladiny podzemní vody v čase mění, je požadavek snížit vysokou HPV h_0 za určitou dobu na požadovanou úroveň h_t

R.E.GLOVER

$$L_n = \sqrt{\frac{10KHt}{P_d \ln\left(1,16 \frac{h_0}{h_t}\right)}}$$

$$\text{kde } H = \frac{h_0 + h_t}{4} + \bar{D}$$



K - koef. hydraulické vodivosti

h - rozdíl mezi max. polohou HPV a rovinou vedenou drenážním systémem

$\bar{D}$ - ekv. hloubka neprop. vrstvy pode dnem dren. rýhy

P_d - efektivní drenážní pórovitost (vyjadřuje zastoupení hrubozrnných pórů (0,1 až 0,3))

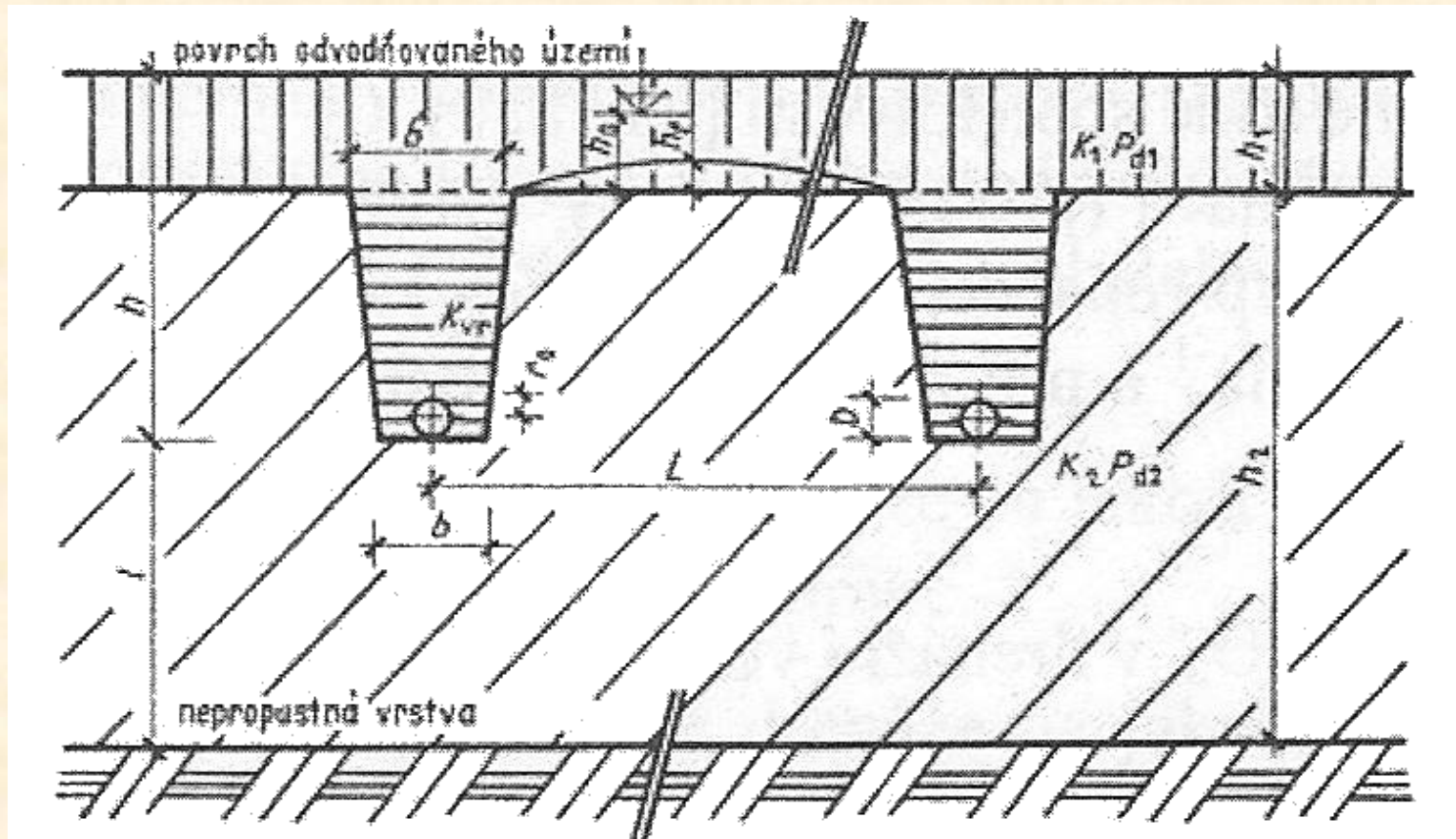
PODROBNÁ ODVODŇOVACÍCH ZAŘÍZENÍ

3. Dvouetážová drenáž

používá se na stanovištích s málo propustnou půdou $K < 0,1 \text{ m/d}$ a $P_d < 2\%$, srážková voda nemůže infiltrovat, povrch půdy se rozbahňuje, není možné plochu obdělávat, trubková drenáž není účinná protože voda nemůže dobře infiltrovat

Princip dvouetážové drenáže:

na povrchu půdy se vytvoří propustnější vrstva (horní etáž), která zajistí odvedení infiltrované vody k drenážním rýhám a k drenážnímu potrubí, které tvoří druhou etáž



PODROBNÁ ODVODŇOVACÍCH ZAŘÍZENÍ

Dvouetážová drenáž

zlepšení propustnosti horní etáže se na zemědělských plochách provádí vhodnými agrotechnickými, biologickými a technickými opatřeními:

- vhodná volba střídání plodin (použití hlubokokořenících plodin)
- optimální hospodaření s hnojivem, vápnění
- hloubkové kypření (0,4 až 0,8 m) s rozchodem stopy 0,8 až 1,2 m
- krtkování



při odvodňování sportovních ploch tvoří horní etáž vrstva štěrkopísku, nacházející se pod vegetační vrstvou, která musí být propustná a dolní etáž je tvořena trubkovou drenáží

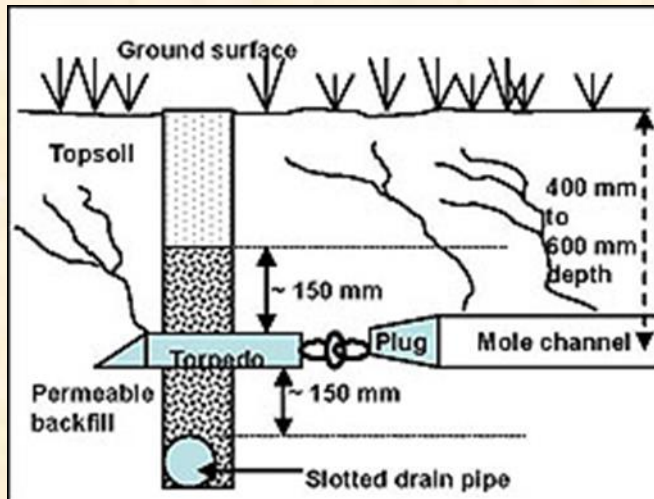
PODROBNÁ ODVODŇOVACÍCH ZAŘÍZENÍ

4. Krtčí drenáž

používá se u trvalých travních porostů na těžkých, soudržných, méně propustných půdách ($K < 0,5 \text{ m/d}$) bez kamenů

při zamokření srážkami nebo cizí povrchovou vodou

provádění pomocí krtčího pluhu s drenérem (krtkem, průměr 60-80mm) a rozšiřovačem, hloubka drénů je 0,6 - 0,8 m, rozchod 2-3 m, výhodou je jednostranný mírný sklon terénu, drény ústí do ojedinělého drénu se silně propustným obsypem v rýze



PODROBNÁ ODVODŇOVACÍCH ZAŘÍZENÍ

5. Štěrbínová drenáž

navrhuje se pro zlepšení funkce trubkové drenáže na půdách málo propustných pro zachycení přítoku svahových vod, při kombinovaném zamokření podzemní a povrchovou vodou

štěrbínové drény jsou vedeny kolmo na směr trubkové drenáže

použití také při odvodnění golfových hřišť



PODROBNÁ ODVODŇOVACÍCH ZAŘÍZENÍ

6. Regulační drenáž

patří mezi víceúčelové odvodňovací systémy, umožňuje udržovat půdní vlhkost v optimálním stavu pomocí oboustranné regulace polohy hladiny podzemní vody

plní funkci odvodňovací a závlahovou (navlažovací)

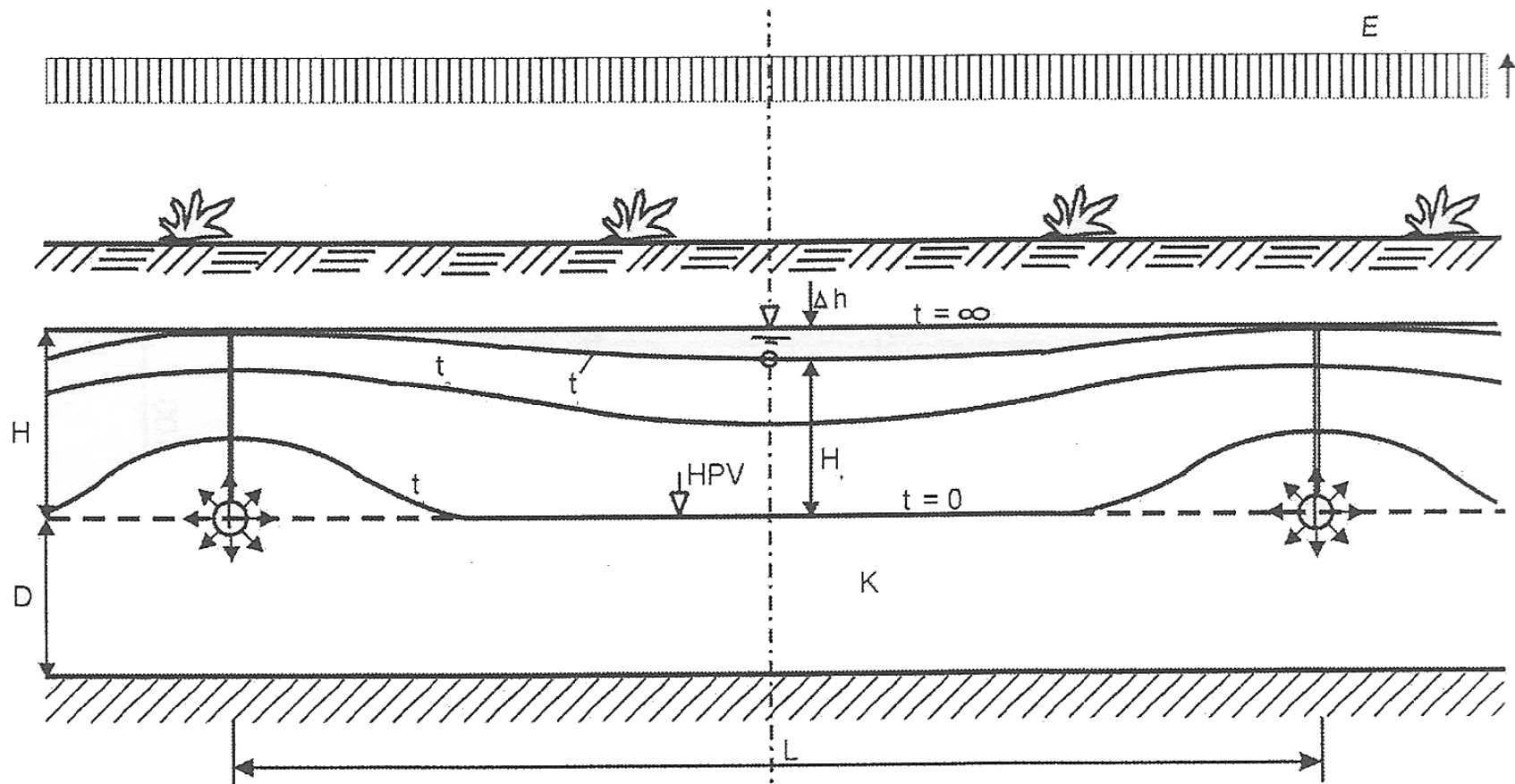
podrobná síť je tvořena sběrnými (závlahovacími) drény a svodnými (rozváděcími) drény, v síti jsou rozmístěny speciální objekty a regulační prvky

pro závlahovanou plochu je třeba zajistit dostatečný zdroj vody (vodní tok, nádrž)

při provozu nastávají tři fáze:

- *fáze závlahová* - dochází postupně k trubní síti, příkopů a k plnění pórů, nejprve pod úrovní drénů a postupně se plní póry v půdním profilu - tato fáze může trvat několik dní
- *fáze udržovací* - udržuje se poloha HPV a doplňuje se pouze množství vody odpovídající evapotranspiraci
- *fáze odvodňovací* - při zamokření povrchu v důsledku srážky nastane funkce drenážní

závlahová fáze hydraulické funkce regulační drenáže



E - evapotranspirace [$\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$]

D - hloubka uložení nepropustné vrstvy

K - nasycená hydraulická vodivost

t_0, t_1, t_2, t_i, t_s - úrovně hladin v odpovídajících časech

h_0 - počáteč. úroveň hladiny před fází odvodnění

h_t - dosažená úroveň hladiny v čase t

HPV - hladina podzemní vody

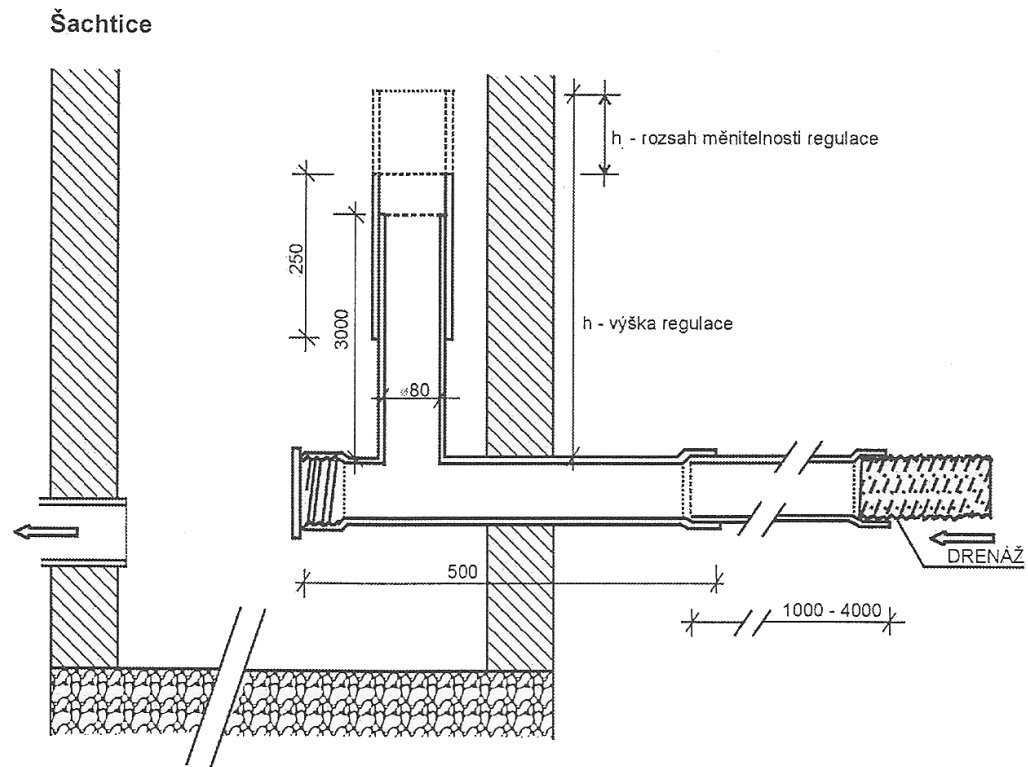
PODROBNÁ ODVODŇOVACÍCH ZAŘÍZENÍ

7. Navlažovací drenáž

tato drenážní soustava je vybavena šachticemi, které umožňují vzdouvat vodu a retardovat drenážní odtok

v šachticích jsou regulační prvky, které vzdouvají vodu a do doby, než dojde k jejich přelití, zabraňují odtoku vody z drenáže

Regulační prvek s nastavitelnou úrovní výšky
regulace posunem trubkového límce



PODROBNÁ ODVODŇOVACÍCH ZAŘÍZENÍ

8. Biologická drenáž

princip tohoto způsobu odvodnění spočívá ve využití rostlin se střední až vysokou evapotranspirací, případně podporou výparu z půdy - slunečnice, vojtěška, mokřady, mokré louky, topoly, vrby, olše...

listy zeleně působí jako regulační prvek, v případě přebytku vláhy v půdě dochází k pohybu vody přes kořenový systém a cévy rostlin do listů a k vypařování do vzduchu, v případě nedostatku vláhy v půdě se tento proces utlumuje

je tedy zřejmé, že je vhodné technické zásahy, upravující vlhkost půdy doplnit biologickými a biotechnickými opatřeními

vodno-vzdušný režim půd je možné upravit pomocí *melioarčních opatření*:

- **biologické melioarce (fytomeliorace)** - zelené hnojení, mulčování, speciální osevní postupy (hlubokokořenící rostliny), protierozní postupy, hnojení chlévskou mrvou
- **melioarce lehkých půd** - aplikace jíílů, slínů, bentonitů, zvýšení obsahu humusu pomocí kompostu, řašeliny, org. zbytků
- **meliorace těžkých půd** - zlepšování půdní struktury kypřením, podrýváním, vápněním