

MZe ČR

**ZÁVLAHOVÁ ZAŘÍZENÍ PODROBNÁ  
PRO POSTŘÍK**

TNV 75 4307

**Obsah**

	Strana
Předmluva.....	2
1 Předmět normy.....	4
2 Citované dokumenty.....	4
3 Termíny a definice.....	5
4 Obecná úvodní část.....	6
5 Obecné zásady návrhu podrobné závlahy postřikem.....	7
6 Uspořádání podrobného rozvodu vody při závlaze postřikem.....	11
7 Zásady návrhu využití zavlažovačů.....	15
8 Závlaha postřikem speciálních kultur a přídatná zařízení.....	22
9 Speciální způsoby využití závlahového zařízení.....	27
10 Automatizace podrobné závlahy postřikem.....	30
11 Údržba, zařízení a vybavení související se závlahou postřikem.....	32
12 Vliv závlah postřikem na životní prostředí.....	33
13 Ochrana zdraví při závlaze postřikem.....	34
<b>Příloha A</b> (informativní) Hydraulický výpočet závlahových potrubí.....	35
Bibliografie.....	39

**Nahrazení předchozích norem**

Touto normou se nahrazuje TNV 75 4307 z července 1998.

## **Předmluva**

### **Změny proti předchozí normě**

Obsah normy byl doplněn a podstatně rozšířen o nové poznatky vyplývající z řešení závlahového detailu postřikem. Podrobně byla zpracována problematika stabilních a polostabilních způsobů rozvodů vody, stručně byla uvedena problematika méně užívaných valivých a konzolových zavlažovačů. Byly uvedeny nové trendy v řešení pivotových a lineárních (čelních) zavlažovačů. Nově byla zpracována problematika závlahy postřikem speciálních kultur, zeleně v urbanizovaném prostředí, fóliovníků a skleníků. Stručně byly zpracovány způsoby přidávání průmyslových hnojiv do závlahové vody, využití závlah postřikem k protimrazové ochraně a klimatizačním účelům. Byla doplněna kapitola zabývající se vlivem závlah postřikem na životní prostředí a kapitola týkající se ochrany zdraví při závlaze postřikem. V příloze A jsou uvedeny pomůcky usnadňující výpočet koncových potrubí z plastů a rychlospojkových potrubí.

### **Souvisící ČSN**

- ČSN 01 3473 Výkresy inženýrských staveb – Výkresy hydromeliorací
- ČSN 03 8370 Snížení korozního účinku bludných proudů na úložná zařízení
- ČSN 03 8375 Ochrana kovových potrubí uložených v půdě nebo ve vodě proti korozi
- ČSN EN ISO 9261 (47 4053) Zemědělské zavlažovací zařízení – Emitory a potrubí emitorů – Specifikace a zkušební metody
- ČSN 34 3085 ed. 2 (34 3085) Elektrická zařízení – Ustanovení pro zacházení s elektrickým zařízením při požárech nebo záplavách
- ČSN 34 3205 Obsluha elektrických strojů točivých a práce s nimi
- ČSN 64 0090 Plasty – Skladování výrobků z plastů
- ČSN 75 5911 Tlakové zkoušky vodovodního a závlahového potrubí
- ČSN DIN 18035-2 (83 9032) Sportovní hřiště – Část 2: Závlaha trávnickových a mlatových ploch
- ČSN DIN 18035-4 (83 9032) Sportovní hřiště – Část 4: Trávnickové plochy

### **Souvisící TNV**

- TNV 75 2131 Odběrné a výpustné objekty na vodních tocích – Navrhování
- TNV 75 2910 Manipulační řády vodních děl na vodních tocích
- TNV 75 4934 Provoz a údržba závlahových čerpacích stanic

### **Souvisící právní předpisy**

Zákon č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů

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

Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, 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

Vyhláška č. 395/1992 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů

Vyhláška č. 590/2002 Sb., o technických požadavcích pro vodní díla, ve znění pozdějších předpisů

Vyhláška č. 216/2011 Sb., o náležitostech manipulačních řádů a provozních řádů vodních děl

### **Vypracování normy**

Zpracovatel: Sweco Hydroprojekt a.s., IČ 26475081, Ing. Lenka Fremrová; ve spolupráci s prof. Ing. Janem Šálkem, CSc., Doc. Ing. Janou Skalovou, Ph.D.

Technická normalizační komise: TNK 145 Hydrotechnika

Pracovník Ministerstva zemědělství ČR: Ing. Dana Lídlová

## 1 Předmět normy

Tato norma je určena pro navrhování podrobné závlahy postřikem (závlahového detailu). Uvádí základní informace týkající se postřikovačů, intenzity postřiku, závlahy na svazích, řešení mobilních, polostabilních a stabilních způsobů rozvodu závlahové vody po zavlažované ploše. Podrobněji je zpracována problematika zavlažovačů (závlahových strojů), zejména pivotových, lineárních (čelních) a pásových zavlažovačů.

POZNÁMKA 1 Ostatní druhy zavlažovačů, v ČR málo využívaných, jsou popsány pouze stručně.

V této normě jsou uvedeny způsoby řešení závlahy postřikem ovocných sadů a vinic, stručně jsou popsány také závlahy skleníků a fóliovníků. Norma obsahuje řešení závlahy postřikem zeleně v urbanizovaném prostředí, zejména zatravněných ploch, parků a travnatých hřišť. Norma uvádí zásady řešení protimrazové a klimatizační závlahy, možnosti využití postřiku pro netradiční způsoby využití (ochrana proti větrné erozi, ochrana před šířením požárů apod.).

POZNÁMKA 2 Z důvodu snadnějšího pochopení dané problematiky je v úvodu každé kapitoly uvedena stručná charakteristika řešeného problému a na ni navazuje podrobný výčet opatření souvisejících s údržbou.

## 2 Citované dokumenty

V tomto dokumentu jsou normativní odkazy na následující citované dokumenty (celé nebo jejich části), které jsou nezbytné pro jeho použití. U datovaných citovaných dokumentů se používají pouze datované citované dokumenty. U nedatovaných citovaných dokumentů se používá pouze nejnovější vydání citovaného dokumentu (včetně všech změn).

ČSN EN 50110-1 ed. 3 (34 3100) Obsluha a práce na elektrických zařízeních – Část 1: Obecné požadavky

ČSN EN 14049 (47 4002) Zavlažovací technika – Intenzita postřiku – Zásady pro výpočty a metody měření

ČSN EN 12324-1 (47 4010) Zavlažovací technika – Bubnové strojní systémy – Část 1: Rozměrová řada

ČSN EN 12324-2 (47 4010) Zavlažovací technika – Bubnové strojní systémy – Část 2: Specifikace polyethylenových hadic pro pásové zavlažovače

ČSN EN 12324-3 (47 4010) Zavlažovací technika – Bubnové strojní systémy – Část 3: Uvádění technických charakteristik.

ČSN EN 12324-4 (47 4010) Zavlažovací technika – Bubnové strojní systémy – Část 4: Kontrolní seznam požadavků uživatelů

ČSN EN 12325-1 (47 4020) Zavlažovací technika – Otočné a pásové systémy – Část 1: Uvádění technických charakteristik

ČSN EN 12325-2 (47 4020) Zavlažovací technika – Otočné a pásové systémy – Část 2: Minimální výkony a technické charakteristiky

ČSN EN 12325-3 (47 4020) Zavlažovací technika – Pivotové a čelní zavlažovače – Část 3: Terminologie a třídění

ČSN EN 13997 (47 4061) Zavlažovací technika – Spojení a ovládací příslušenství pro použití v zavlažovacích systémech – Technické charakteristiky a zkoušení

ČSN EN 14267 (47 4070) Zavlažovací technika – Zavlažovací hydranty

ČSN 75 0140 Meliorace – Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy

ČSN 75 0434 Meliorace – Potřeba vody pro doplňkovou závlahu

- ČSN 75 4100 Průzkum pro meliorační opatření na zemědělských půdách – Základní ustanovení
- ČSN 75 4210 Hydromeliorace – Odvodňovací kanály
- ČSN 75 4306 Hydromeliorace – Závlahová potrubí a trubní sítě
- ČSN 75 7143 Jakost vod – Jakost vody pro závlahu
- TNV 75 4102 Pedologický průzkum pro meliorační opatření na zemědělských půdách – Základní ustanovení
- TNV 75 4112 Geologický průzkum pro zemědělské využívání krajiny
- TNV 75 4310 Závlahová zařízení pro mikrozávlahy
- TNV 75 4320 Závlahové kanály
- TNV 75 4931 Provozní řády závlah
- TNV 75 4933 Údržba závlahových zařízení

### 3 Termíny a definice

Pro účely této normy platí termíny a definice podle ČSN 75 0140 a ČSN EN 12325-3 a dále uvedené termíny a definice.

#### 3.1

##### **stabilní závlahový detail**

závlahová zařízení závlahového detailu (podrobné závlahy) trvale zabudovaná na zavlažovaném pozemku

#### 3.2

##### **sezónně stabilní závlahový detail**

závlahová zařízení závlahového detailu umístěná bez přemísťování na zavlažované ploše, po dobu jedné závlahové sezóny

#### 3.3

##### **přerušovaná závlaha**

závlaha s předem určenými časovými přestávkami přerušování závlahového provozu

#### 3.4

##### **provozní řád závlahového detailu**

soubor předpisů a pokynů zaměřených na řešení a zásady řízení provozu závlahového detailu, který obsahuje provozní předpisy (návody k obsluze) jednotlivých závlahových, strojních a elektrotechnických zařízení, vycházející z dokumentace výrobců a místních podmínek

#### 3.5

##### **přívodní potrubí**

potrubí dopravující závlahovou vodu mezi zdrojem vody a závlahovou soustavou, u malých závlahových zařízení může plnit funkci rozvodného a rozdělovacího potrubí

#### 3.6

##### **rozvodné potrubí**

potrubí rozvádějící závlahovou vodu závlahovou soustavou k jednotlivým pozemkům

### 3.7

#### **rozdělovací potrubí**

potrubí rozdělující závlahovou vodu po zavlažovaném pozemku, uspořádané podle typu zařízení a provozních podmínek

### 3.8

#### **širokozáběrový zavlažovač**

obecný termín pro pivotové, lineární (čelní), pohyblivé pivotové a kombinované pivotové-lineární zavlažovače

### 3.9

#### **lineární zavlažovač; čelní zavlažovač**

širokozáběrový zavlažovač, jehož pracovní pohyb je lineární (čelní)

### 3.10

#### **pivot**

pevný bod, kolem kterého se otáčí širokozáběrový zavlažovač

### 3.11

#### **pohyblivý pivotový zavlažovač**

zavlažovač ve stadiu přemísťování (nezavlažuje)

### 3.12

#### **pivotově-lineární zavlažovač; pivotově-čelní zavlažovač**

zavlažovač přizpůsobený k plnění funkcí pivotového a lineárního zavlažovače

### 3.13

#### **koncový postřikovač**

dálkoproudý postřikovač s velkým zavlažovacím poloměrem

### 3.14

#### **vodící zařízení**

čidlo umístěné na řídicím podvozku lineárního zavlažovače

### 3.15

#### **ovládací panel**

elektrický panel umístěný na zavlažovači, obsahující všechny ovladače zavlažovače

## 4 Obecná úvodní část

Při navrhování závlahového detailu postřikem (řešení podrobné závlahy) se vychází z místních podmínek, zejména z charakteru a vydatnosti vodního zdroje a způsobů přívodu závlahové vody, druhu zavlažovaných kultur, velikosti a tvaru zavlažované plochy, sklonitosti terénu, případných terénních překážek, půdních vlastností, charakteristik závlahového zařízení, požadavků na rovnoměrnost a intenzitu závlahy, zdroje energie apod. Závlahou nesmí být negativně ovlivněna ekologická stabilita krajiny a stav vodních útvarů.

### 4.1 Posouzení vodního zdroje

Při posuzování vodního zdroje je nezbytné se zaměřit na jeho vydatnost, na jakost vody podle ČSN 75 7143, způsob odběru, přístupnost zdroje vody, požadavky na případnou úpravu závlahové vody, potřebu a možnosti akumulace, požadavky na čerpání, způsob přívodu, rozvodu a rozdělování závlahové vody, možnosti plynulého odběru vody po celou dobu závlahového období. Důležité je

optimální uspořádání zdroje vody, tlakové a průtokové poměry, rozmístění odběrných zařízení (hydranty) na rozdělovací závlahové trubní síti.

## 4.2 Druh zavlažovaných kultur

Při návrhu závlahového detailu postřikem je potřebné vycházet z druhu zavlažovaných kultur, jejich vývojové charakteristiky, z časového rozdělení potřeby vody, velikosti závlahových dávek v závislosti na jejich růstové fázi, přípustné intenzity a rovnoměrnosti postřiku. Potřeba vody pro doplňkovou závlahu se stanovuje podle ČSN 75 0434.

**4.2.1** Závlahový detail je nutno navrhnout s ohledem na růstovou fázi a výšku zavlažovaných kultur, průjezdnost zavlažovacích strojů v zavlažovaných kulturách a se zřetelem na minimální rozsah poškození kultur závlahovými zařízeními. Podrobnosti uvádí TNV 75 4931.

**4.2.2** Návrh závlahy postřikem, zejména časové nasazení závlah, je třeba koordinovat s agrotechnickými termíny na pěstované kultuře, s termíny aplikace ochranných postřiků proti chorobám a škůdcům a s klimatickými poměry.

## 4.3 Tvar, plocha, sklonitost pozemků a terénní překážky

Návrh uspořádání závlahového detailu postřikem, zejména možnosti využití závlahových strojů, jsou významně ovlivněny tvarem pozemku, jeho plochou a sklonitostí. Podrobnosti jsou uvedeny v kapitole 6. Návrh závlahy postřikem na svazích je uveden v 5.3.

**4.3.1** Při návrhu závlahového detailu postřikem je nutné respektovat případné překážky na zavlažované ploše, jako jsou příkopy, technická protierozní opatření, elektrická nadzemní vedení apod.

## 4.4 Vliv hydropedologických vlastností půd na návrh závlahy postřikem

Z hydropedologických vlastností je důležitá znalost hydraulické vodivosti a filtračních vlastností půd, popřípadě půdního profilu. Podrobnosti pedologického průzkumu pro meliorační opatření na zemědělských půdách uvádí ČSN 75 4100 a TNV 75 4102. Podrobnosti geologického průzkumu pro zemědělské využívání krajiny uvádí TNV 75 4112. Je třeba maximálně omezit rozmáčení půd, navrhnout opatření na zvýšení erozní odolnosti půd, minimalizovat zhutnění půd pojezdem zavlažovacích strojů. Podrobnosti stanovení intenzity postřiku jsou uvedeny v 5.2.

# 5 Obecné zásady návrhu podrobné závlahy postřikem

Návrh závlahy vychází ze základních charakteristik postřikovačů, zavlažovaných kultur, pozemku a vodního zdroje.

## 5.1 Kvalita závlahy postřikem

Pro rozdělování závlahové vody po zavlažované ploše se používají postřikovače, které rozstříkují závlahovou vodu jedním nebo více pohyblivými se paprsky, a rozstříkovače, které rozptylují vodu nehyblivou hubicí.

**5.1.1** Pro kvalitu postřiku je důležitá velikost dešťových kapek, jejich kinetická energie, úhel dopadu aj. Překročení kritické velikosti kapek, jejich kinetická energie způsobuje narušení půdní struktury a poškození rostlin. Velikost kapek určuje průměr hubice  $d_H$  (mm), délka dostřiku  $R$  (m), tlak na hubici vyjádřený výškou vodního sloupce  $H$  (m), konstrukce postřikovače aj. Charakter kapek a použitelnost postřiku pro různé skupiny plodin podle Sevruka, cit. [11] je uveden v tabulce 1.

**Tabulka 1 – Charakter postřiku v závislosti na parametrech postřikovače**

<i>H/R</i>	<i>H/d<sub>H</sub></i>	Charakter paprsku	Charakter kapek	Použitelnost postřiku
0,59	do 900	uzavřený	nerozložený	nepoužitelný
0,62 až 0,72	900 až 1 500	slabě rozložený	hrubé	nevhodný
0,77	1 500 až 1 600	středně rozložený	hrubé	louky, pastviny
0,83	1 700 až 1 800	rozložený	středně hrubé	vzrostlé rostliny
0,91	2 000 až 2 200	silně rozložený	středně jemné	polní plodiny
1	2 400 až 2 600	velmi rozložený	jemné	jemné plodiny
1,11	3 000 a více	rozprášený	velmi jemné	neúčelná pro závlahu

Kvalita postřiku závisí na intenzitě a rovnoměrnosti umělého deště, velikosti a kinetické energii vodních kapek, úhlu jejich dopadu na půdní povrch aj.

**5.1.2** Závlahové zařízení musí zajistit rovnoměrné rozdělení vody po zavlažované ploše. Christian- sen cit. Jensen [5] stanovil index rovnoměrnosti  $C_u$ :

$$C_u = 100 \left( 1,0 - \frac{\sum x}{M_d \cdot n} \right)$$

kde je

$x$  absolutní hodnota odchylky závlahové dávky od průměrné závlahové dávky  $M_d$ ;

$M_d$  závlahová dávka;

$n$  počet pozorování.

POZNÁMKA Index rovnoměrnosti se používá k porovnání kvality postřikovačů.

## 5.2 Stanovení intenzity závlahy postřikem

Intenzita postřiku musí být úměrná vsakovací schopnosti půdy a nesmí ji překračovat, aby nedocházelo ke vzniku kaluží a k povrchovému odtoku.

**5.2.1** Orientační hodnoty intenzity postřiku pro závlahovou dávku 20 mm, na nakypřených půdách, jsou uvedeny v tabulce 2. Intenzita postřiku závisí na konstrukci postřikovače, na průměru a počtu hubic, na pracovním tlaku, dostřiku postřikovače, zavlažované ploše, sestavě (sponu) postřikovačů, průběhu intenzity postřiku v závislosti na délce dostřiku postřikovače.

**Tabulka 2 – Orientační maximálně přípustné hodnoty intenzity postřiku**

Vsakovací schopnost půdy	Sklon v %		
	0 až 7	7 až 10	10 až 15
	mm·h <sup>-1</sup>		
Propustné	30 až 48	20 až 32	15 až 24
Středně propustné	12 až 18	8,5 až 13	7 až 10,5
Málo propustné	6 až 12	4,5 až 9	4 až 8

**5.2.2** Velikosti maximálně přípustné závlahové dávky  $M_{d\max}$  lze stanovit podle vztahu:

$$M_{d\max} = i_z \cdot t_p$$

kde je

$i_z$  intenzita závlahy postřikem, v mm·min<sup>-1</sup>;

$t_p$  počátek vzniku kaluží, v min, který vychází ze stanovené vsakovací schopnosti půdy;



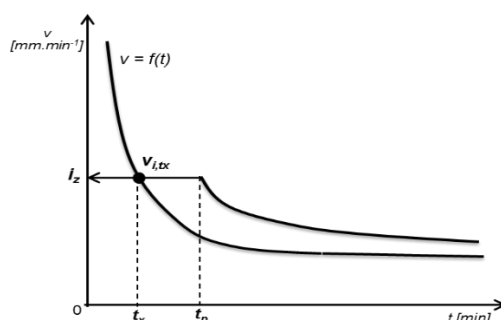
$$M_{d \max} = i_z \cdot t_p = \int_0^{t_x} v_{i,t} dt$$

Maximální přípustnou intenzitu postřiku pro odpovídající závlahovou dávku  $M_d$  při známém  $t_p$  lze vypočítat ze vztahu  $i_{z \max} = M_d/t_p$ .

Metodu stanovení času  $t_p$  ve kterém se intenzita postřiku  $i_z$  rovná intenzitě vsaku vody do půdy (vsakovací rychlost) propracoval Benetín [3], podrobnosti jsou uvedeny v [1], [11] a [16]. Pro výpočet počátku vzniku kaluží  $t_p$  (resp. času výtopy) na rovném povrchu půdy platí rovnice v obecném tvaru

$$t_p = \frac{\int_0^{t_x} v_{i,t} \cdot dt}{i_z}$$

kde hodnotu  $t_x$  lze vypočítat z podmínky  $v_{i,t_x} = i_z$  (viz obrázek 1).



**Obrázek 1 – Znázornění výpočtu doby výtopy  $t_p$ , která vychází z průběhu vsakovací rychlosti  $v = f(t)$**

Pokud se použije jako základ Kost'akovova rovnice na vyjádření průběhu kumulativní infiltrace  $i = f(t)$  a vsakovací rychlosti  $v = f(t)$ , potom se pro  $t_x$  získá vztah:

$$i_z = v_{i,t_x} = v_{i,1} \cdot t_x^{-\alpha}$$

kde pro  $t_x$  platí:

$$t_x = \sqrt[\alpha]{\frac{v_{i,1}}{i_z}}$$

a pro určení  $t_p$  platí:

$$t_p = \frac{i_{i,1} \cdot t_x^\beta}{i_z}$$

kde je

$v_{i,1}$  intenzita infiltrace (vsakovací rychlost) v 1. minutě od začátku infiltrace, v  $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$ ;

$v_{i,t}$  intenzita infiltrace (vsakovací rychlost) v čase  $t$  od začátku infiltrace, v  $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$ ;

$i_{i,1}$  množství infiltrované vody do půdy (kumulativní infiltrace) za 1. minutu od začátku infiltrace, v mm;

$\alpha, \beta$  parametry, které se zjistí při zpracování naměřených hodnot kumulativní infiltrace  $i(t)$ .

**5.2.3** Podrobně propracovanou metodiku měření intenzity postřiku postřikovačů, zavlažovačů a způsob vyhodnocení uvádí ČSN EN 14049.

### 5.3 Návrh závlahy postříkem na svazích

Při závlaze postříkem na svahu se délka postříku proti svahu zkracuje, při postříku po svahu se prodlužuje. S tím souvisí i nerovnoměrné rozdělení vody po zavlažované ploše, které bývá příčinou vzniku povrchového odtoku a s tím spojených erozních jevů.

**5.3.1** K zajištění rovnoměrnosti zatížení vodou se doporučuje naklonit postříkovač pod úhlem  $\beta$  směrem po svahu. Při sklonu svahu 10 %; 20 % a 30 % je tento úhel 5; 9 a 12 gradů, v uvedeném pořadí. Kruhový postříkový obrazec se mění v elipsu. Alternativně se používají sektorové postříkovače a zavlažuje se pouze po svahu.

**5.3.2** Zatížení půd, vyskytujících se na svazích, nadměrnými závlahovými dávkami, při nichž dochází k povrchovému odtoku při závlaze postříkem, je možné snížit rozdělením závlahové dávky na několik menších dávek. V přestávce mezi dílčími závlahovými dávkami probíhá infiltrace závlahové vody do půdy. Alternativním řešením je pravidelně přerušovaná závlaha, vycházející z podobných principů.

**5.3.3** Je vhodné využívat postříkovače o nízké intenzitě postříku, konzolové postříkovače se zvýšeným plošným rozdělováním závlahové vody, impulzní postříkovače osazené na tlakové nádržce s regulovatelnou dobou plnění a nízkou přerušovanou intenzitou postříku apod.

### 5.4 Vliv větru na rovnoměrnost závlahy postříkem

Vlivem větru se značně narušuje rovnoměrnost při závlaze postříkem; ve směru větru se délka postříku prodlužuje a snižuje se intenzita postříku, ve směru proti větru je to naopak. Při rychlostech větru nad  $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  je rovnoměrnost závlahy postříkem značně narušena.

**5.4.1** Negativní vliv větru se významněji projevuje u stacionárních sestav, méně při závlaze pohyblivými zavlažovači (zavlažovacími stroji), které neustálou změnou polohy z větší části vyrovnávají nerovnoměrné zatížení plochy způsobené větrem.

**5.4.2** Vítr způsobuje nezanedbatelné ztráty vody při závlaze postříkem, se kterými je nezbytné počítat v konečné bilanci. Při rychlosti větru  $1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  až  $3,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  je nutno zvýšit závlahovou dávku vynásobením faktorem větru,  $k_{\text{vitr}} = 1,05$  až  $1,15$ ; při rychlosti  $3,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  až  $5,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  dosahuje faktor větru hodnot  $k_{\text{vitr}} = 1,2$  až  $1,25$ .

**5.4.3** Nepříznivému působení větru se čelí u postříkovačů snížením výtryskového úhlu vodního paprsku, zvýšením provozního tlaku a úpravou sestav (redukci sponů) postříkovačů o 10 % až 30% při rychlosti větru  $1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  až  $3,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Doporučení používaná v Německu jsou uvedena v tabulce 3.

**Tabulka 3 – Orientační hodnoty redukce sponů pro postříkovače a trubní linky v závislosti na rychlosti větru a sklonu výtryskové trubice s hubicí**

Rychlost větru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Úhel výtrysku do 30°- odpovídající redukce vzdáleností		Úhel výtrysku nad 30°- odpovídající redukce vzdáleností	
	mezi postříkovači	trubními linkami	mezi postříkovači	trubními linkami
1 až 2	3/4	-	3/4	3/4
2 až 3	2/3	-	2/3	3/4
nad 3	2/3	3/4	1/2	3/4

**5.4.4** Negativnímu působení větru je možné čelit závlahou v noci, kdy dochází k poklesu rychlosti větru. Noční závlahy usnadní automatizované závlahové systémy.

### 5.5 Ztráty vody při závlaze postříkem

Ke ztrátám vody při závlaze postříkem dochází výparem do ovzduší při rozstříku, přestříkem hranic zavlažovaného území a vsakem do podzemních vrstev, popřípadě i do okolí.

Ztráta výparem závisí na místních klimatických podmínkách (na teplotě a tlaku, relativní vlhkosti vzduchu, rychlosti větru, sytostním doplnku), na konstrukci použitých postřikovačů (na velikosti kapek umělého deště), na závlahové dávce apod. ČSN 75 0434 uvádí orientační hodnoty součinitele ztráty vody postřikem  $k_z = 1,15$  až  $1,25$ .

**5.5.1** Na základě přímých výzkumů (viz publikace [7]) byla stanovena pro výpočet ztráty vody výparem při závlaze postřikem  $Z_v$ , v procentech, rovnice:

$$Z_v = 11,10 (0,07 d + 1)^{0,83} \cdot d_H^{-0,97} \cdot \Delta p (v + 1)^{0,67}$$

kde je

$d$  sytostní doplněk, v Pa;

$d_H$  průměr hubice, v mm,

$\Delta p$  přetlak na hubici, má hodnotu  $10^5$  Pa;

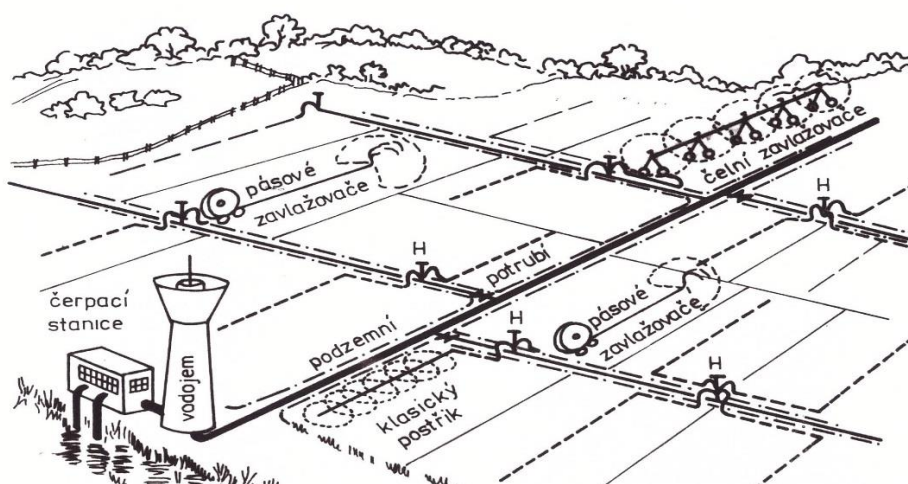
$v$  rychlost větru, v  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

**5.5.2** Ztráty vody při postřiku je možné významně snížit závlahou v noci (obvykle je nižší teplota, výpar a rychlost větru). Noční závlahy rovněž snižují negativní dopad teplotního šoku na rostlinu, který vzniká při závlaze chladnou vodou na sluncem prohřátou rostlinu a půdu. Noční provoz usnadní částečně až plně automatizované závlahy postřikem.

**5.5.3** Ztráty vody výparem při postřiku se snižují u lineárních zavlažovačů náhradou klasických postřikovačů rozstřikovači, umístěnými na nosné konstrukci (rozdělovacím potrubí) přímo nad zavlažovanými rostlinami.

## 6 Uspořádání podrobného rozvodu vody při závlaze postřikem

Klasické uspořádání závlahy postřikem tvoří zdroj vody (vodní tok, vodní nádrž, nádrže se zachycenou srážkovou vodou, výjimečně studna, vodovod a dvoustupňově upravené a dezinfikované odpadní vody), přívodné, rozvodné a rozdělovací potrubí a závlahový detail. Zjednodušený příklad uspořádání je znázorněn na obrázku 2. Podrobná závlaha postřikem, při tlakovém trubním rozvodu začíná připojením na hydrant.



**Obrázek 2 – Schéma uspořádání závlahové soustavy závlahy postřikem**

### 6.1 Hydranty používané zařízeními pro závlahu postřikem

Závlahové hydranty (H) jsou důležitým počátečním objektem na rozvodné a rozdělovací trubní síti. K hydrantům se připojuje podrobná závlaha postřikem - závlahový detail. Dělí se podle různých krité-

říí na hydranty na povrchovém a podzemním potrubí, pevné, přemístitelné, výsuvné, pro klasickou závlahovou techniku, pro zavlažovače, pro speciální způsoby závlah aj. Jsou doplněny přídatnými zařízeními a spojkami, které umožňují připojení závlahového zařízení. Podrobnosti uvádí ČSN EN 14267.

**6.1.1** Závlahové hydranty plní řadu funkcí a tomu odpovídá jejich příslušenství:

- Hydranty vybavené uzávěrem (šoupátkem, ventilem apod.) plní i funkci připojovacího zařízení.
- Hydranty vybavené uzávěrem a měrným zařízením (vodoměrem).
- Hydranty s uzávěrem a omezovačem průtoku limitují odběr vody.
- Hydranty s uzávěrem a regulátorem tlaku.
- Hydranty s uzávěrem, regulátorem tlaku nebo omezovačem průtoku a vodoměrem plní další dílčí funkce.

**6.1.2** Dimenze hydrantu závisí na velikosti odběru, navrhují se DN 50, 65, 80, 100, 150, 200 a ve dvou tlakových třídách PN5 a PN10 bar (0,5 MPa a 1,0 MPa).

**6.1.3** Požadavky na jakost vody uvádí ČSN EN 14267. Tyto požadavky závisí na kvalitě vybavení a uspořádání jednotlivých součástí.

**6.1.4** Podle ČSN EN 14267 při průtoku  $Q = 30 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ,  $45 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ,  $80 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ,  $120 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  a  $160 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  činí průměr potrubí hydrantu DN = 65, 80, 100, 150 a 200 mm, v uvedeném pořadí.

**6.1.5** ČSN EN 14267 uvádí zásady návrhu měření celkového průtočného množství, rozsah funkce regulátoru tlaku, způsob návrhu omezovače průtoku, stanovení limitních hodnot průtoku a tlaku, a maximální přípustné chyby v nastavení.

**6.1.6** Vybavení tlakové trubní sítě vzdušníky, kalníky a protirázovými opatřeními uvádí ČSN 75 4306.

## 6.2 Postřikovače

K rozdělování závlahové vody po zavlažované ploše se používají převážně postřikovače, které rozstříkují závlahovou vodu jedním nebo více pohybujícími se paprsky. Orientační parametry postřikovačů jsou uvedeny v tabulce 4. Voda se rozstříkuje buď do kruhu, nebo do předem nastavitelného sektoru.

**Tabulka 4 – Orientační parametry různých typů postřikovačů**

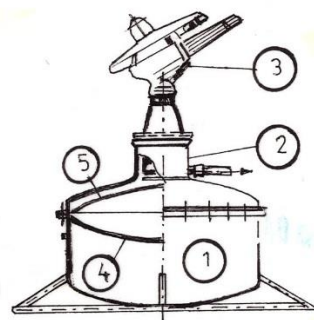
Typ postřikovače	Maximální poloměr dostřiku ( $R$ ) m	Průtok postřikovačem ( $Q_p$ ) $10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	Pracovní tlak ( $p$ ) MPa	Střední intenzita postřiku ( $i_p$ ) $\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$	Průměr hubice ( $d_h$ ) mm
Postřikovače s krátkým dostřikem	5 až 12,5	0,12 až 0,50	0,15 až 0,40	1,0 až 5,5	3 až 4
	10 až 20	0,15 až 2,25	0,15 až 0,50	2,0 až 7,0	4 až 9
Postřikovač středního dostřiku	15 až 25	0,5 až 3,5	0,2 až 0,5	2,0 až 7,5	6 až 12
	20 až 30	0,8 až 6,0	0,2 až 0,6	2,0 až 8,0	7 až 14
	25 až 40	1,8 až 12,0	0,25 až 0,6	3,5 až 9,0	10 až 20
Postřikovače dálkoproudé	30 až 50	3,0 až 20,0	0,25 až 0,7	3,5 až 11,0	13 až 26
	40 až 65	6,0 až 40,0	0,35 až 0,8	4,0 až 12,0	18 až 37
	55 až 90	15,0 až 85,0	0,4 až 0,9	5,5 až 12,0	27 až 52

**6.2.1** Charakteristikami postřikovače jsou závislosti poloměru dostřiku postřikovače  $R$  a průtoku postřikovačem  $Q$  na tlaku  $H$  a průměru výtryskové hubice  $d_h$ . Optimální je znát průběh intenzity postřiku postřikovače postupně od stanoviště postřikovače až do místa dostřiku, v závislosti na provozních parametrech postřikovače. Tyto údaje je nezbytné získat u výrobců postřikovačů.

**6.2.2** Sektorové dálkové postřikovače se používají u lineárních zavlažovačů s pivotem, u velkých pásových zavlažovačů a při závlaze nepravidelných pozemků. Vykřívají koncové plochy. Vyznačují se velkým provozním rozsahem, automaticky přestavují hubice postřikovače při změně tlaku, mají nízký, nastavitelný úhel výtrysku vodního paprsku a tím se snižuje negativní působení větru.

**6.2.3** Výsuvné postřikovače jsou umístěny v pouzdru, uloženém v terénu, a vysouvají se na povrch tlakem vody v trubní síti. Navrhují se především pro závlahu trávníků, okrasných dřevin a ke skrápění zpevněných ploch (antuka). Postřikovače zavlažují do kruhu i sektoru, navrhují se buď rotační, nebo štěrbinové, které nemají otočné části. Zavlažovaný sektor lze předem nastavit.

**6.2.4** Impulsní postřikovače se používají k závlaze sklonitých ploch až do  $30^\circ$ . Impulsní postřikovač se skládá z malé akumulární tlakové nádrže, z hydraulického uzávěru, výstupního potrubí a vlastního postřikovače. V tlakové nádrži je umístěn pružný vak. V dolní části nádrže je stlačený vzduch, mezi vakem a dnem je perforovaná přepážka. Celé zařízení je připojeno hadicí malého průměru k hydrantu podzemní trubní sítě. Příklad uspořádání je znázorněn na obrázku 3. Na počátku pracovního cyklu se nejprve naplní akumulární prostor tlakové nádrže, otevře se hydraulický uzávěr a postřikovač se krátkodobě uvede do provozu. Předností impulsních postřikovačů jsou úspory nákladů na přívodní potrubí a nízká intenzita postřiku.



#### Legenda

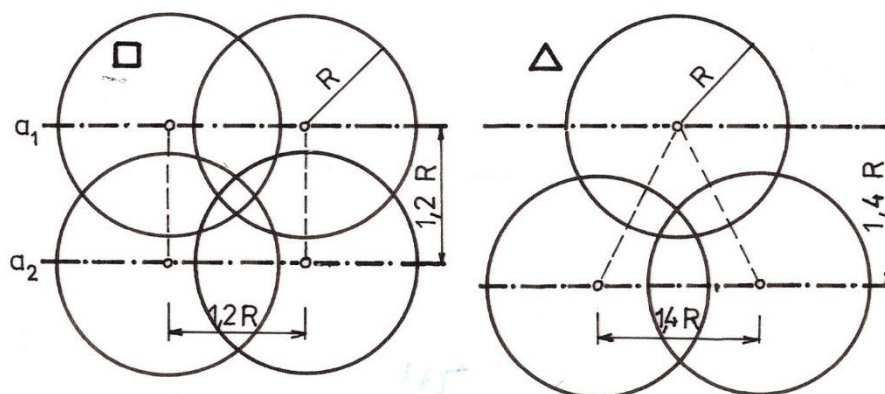
- 1 tlaková nádrž
- 2 regulační ventil
- 3 postřikovač
- 4 mezidno
- 5 membrána

**Obrázek 3 – Schéma uspořádání impulsního postřikovače**

### 6.3 Závlaha mobilním (přemístitelným) trubním rozvodem

Závlaha mobilním zařízením s otočnými postřikovači je nejstarším řešením podrobné závlahy postřikem, doposud používaným u maloplošných závlah. K rozvodu závlahové vody se používají tenkostěnné trubky z oceli, hliníku a plastů o průměru 60 mm až 150 mm, vybavené rychlospojkami. Trubní linky rychlospojkového potrubí jsou doplněny vhodnými tvarovkami a armaturami. Hydraulický výpočet trubních linek, včetně místních tlakových ztrát na tvarovkách a armaturách, je uveden v příloze A.

**6.3.1** Sestava postřikovačů se navrhuje čtvercová o stranách  $1,0 R$  až  $1,2 R$ , trojúhelníková o stranách  $1,1 R$  až  $1,4 R$  a  $1,2 R$  až  $1,4 R$ ; méně užívaná je sestava obdélníková a sektorová. Uspořádání čtvercové a trojúhelníkové sestavy postřikovačů se zvýšeným překrytím středové části je znázorněno na obrázku 4.

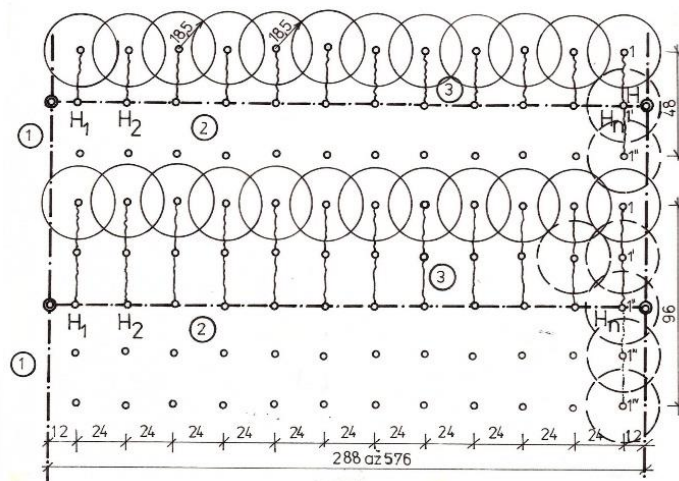


**Obrázek 4 – Uspořádání sestav (sponů) postřikovačů**

**6.3.2** Rychlospojkové potrubí se rozpojuje ručně a přemísťuje buď ručně (malé provozy), nebo traktory vybavenými nosiči potrubí. Tento způsob rozvodu, který dříve převládal, se využívá zejména při zálaze speciálních plodin (zahradnictví apod.).

#### 6.4 Polostabilní způsoby rozvodu závlahové vody

Závlahové rychlospojkové potrubí, popřípadě potrubí z plastů, se uloží na povrchu terénu a kombinuje s mobilními (svinovatelnými) potrubími z plastů (PE), viz obrázek 5.



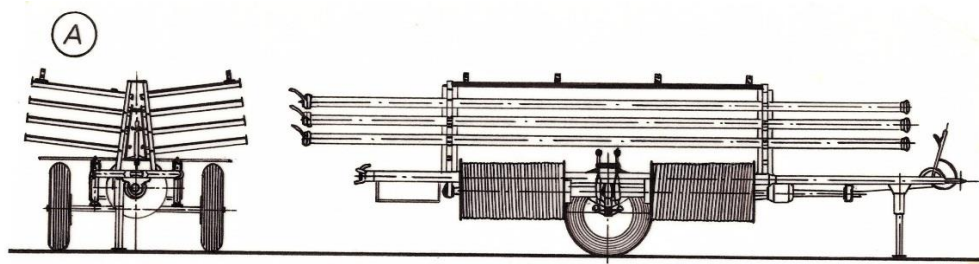
#### Legenda

- 1 rozvodné potrubí
- 2 rozdělovací potrubí
- 3 svinovatelné potrubí z plastů

**Obrázek 5 – Schéma uspořádání rozvodu vody rychlospojkovým potrubím a plastovými hadicemi**

**6.4.1** Mobilní (přemístitelná) svinovatelná potrubí z plastů tvoří většinou jednostranné odbočky, umístěné kolmo na stabilní (polostabilní) potrubí. Jmenovitá světlost (DN) odboček bývá od 25 mm do 50 mm, délka obvykle nepřesahuje 120 m. Byla vyvinuta zařízení umožňující mechanizované navijení

plastových odboček na navíjecí bubny a jejich převoz do dalšího postavení, včetně rychlospojkového potrubí, viz obrázek 6. Parametry zařízení uvádí příslušný výrobce. Podrobnosti jsou uvedeny v [8].



**Obrázek 6 – Schéma transportního zařízení na rychlospojkové kovové a svinovatelné plastové potrubí**

## 6.5 Úplný stabilní podrobný rozvod závlahové vody

Úplný podrobný stabilní povrchový a častěji podzemní trubní rozvod závlahové vody se používá nejčastěji k závlaze speciálních kultur - ovocných sadů, vinic, chmelnic, zelinářských ploch, sportovišť, městské zeleně apod.

**6.5.1** Potrubí se může vést zavěšené nad terénem, položené na terénu nebo uložené do terénu v zámrazné hloubce 0,4 m až 0,6 m a připojené k rozdělovací podzemní trubní síti. Z hlediska rovnoměrnosti tlaku v potrubí, a tím i postřiku, se trubní síť navrhuje plně zokruhovaná.

**6.5.2** Postřikovače se připojují k pevným, popřípadě teleskopicky výsuvným hydrantům, ovládaným tlakem vody v trubní síti. Navržené uspořádání umožňuje částečnou až úplnou automatizaci závlahového detailu, viz kapitola 10. Podrobnosti týkající se využití mikropostřikovačů jsou uvedeny v TNV 75 4310.

**6.5.3** Závlahová potrubí, spoje a tvarovky, uložené na povrchu a v půdě, jejich technické charakteristiky a zkoušení uvádí ČSN EN 13997.

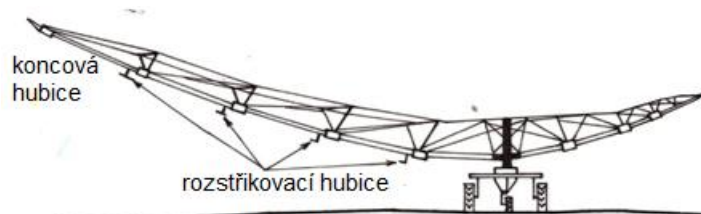
## 7 Zásady návrhu využití zavlažovačů

Podle konstrukčního uspořádání se zavlažovače dělí na konzolové a mostové zavlažovače, valivé a lineární zavlažovače, pivotové zavlažovače, pásové zavlažovače a automatické pojízdné zavlažovače.

### 7.1 Konzolové a mostové zavlažovače

**7.1.1** Konzolové zavlažovače se skládají z nosné příhradové ocelové konstrukce, rozdělovacího potrubí (tvoří část nosné konstrukce) a postřikovačů, nebo rozstřikovačů připojených na rozdělovací potrubí. Zařízení je otáčivě osazené na transportní podvozek. Délka konzol bývá od 24 m do 80 m, výška zavlažovače nad terénem od 2,5 m do 8,5 m, průtok vody od  $0,01 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  do  $0,065 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

**7.1.2** Konzolové zavlažovače se umísťují na mobilní podvozek, zavlažují nejčastěji do kruhu, přemísťují se traktorem a připojují se k hydrantům podzemní rozváděcí trubní sítě. Jejich předností je značný plošný záběr z jednoho místa a možnost nastavení závlahy o nízké intenzitě. Schéma uspořádání je znázorněno na obrázku 7.



**Obrázek 7 – Schéma uspořádání konzolového zavlažovače**

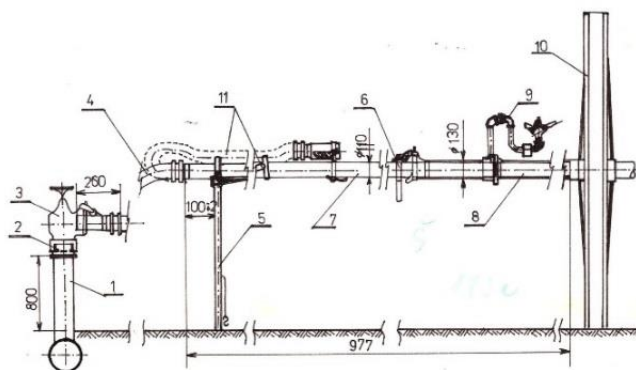
**7.1.3** Typů a uspořádání konzolových zavlažovačů je řada, podrobné parametry uvádí příslušný výrobce. Na konci konzoly se umísťuje rozstříkovací hubice, koncová hubice zajišťuje dálkový dostřik. Na příhradové konstrukci konzoly je zavěšené potrubí s rozstříkovači.

**7.1.4** V zahraničí se používají konzolové zavlažovače na mobilním podvozku, které se buď postupně připojují vlečenou hadicí k hydrantům rozdělovací trubní sítě, nebo jsou vybaveny čerpadlem a přímo čerpají vodu z dočasných závlahových kanálů, nebo z dvouúčelových odvodňovacích kanálů plnících závlahovou a odvodňovací funkci (viz ČSN 75 4210).

**7.1.5** Mostové zavlažovače tvoří ocelová nosná konstrukce osazená na dvou podvozcích. Na nosné konstrukci je zavěšeno rozdělovací potrubí, kterým se přivádí závlahová voda k postřikovačům, nebo rozstříkovačům. Rozdělovací potrubí může tvořit část nosné konstrukce zavlažovače. Velké zavlažovače se pohybují po kolejnicích. Jsou vybaveny čerpacím agregátem a čerpají vodu ze závlahových kanálů. V podmínkách ČR se nepoužívají.

## 7.2 Valivé trubní zavlažovače

Valivý zavlažovač se skládá z rozdělovacího potrubí, tvořícího osu kol, a z řady zavěšených postřikovačů. Uprostřed valivého trubního zavlažovače je umístěn vznětový motorek, který zajišťuje „odválnění“ valivého trubního zavlažovače do dalšího postavení. Schéma uspořádání je znázorněné na obrázku 8. Přemísťování zavlažovače je lineární (čelní).



### Legenda

- |                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| 1 hydrant          | 6 spojka                 |
| 2 spojka           | 7, 8 rozdělovací potrubí |
| 3 uzavírací ventil | 9 postřikovač            |
| 4 přípojná hadice  | 10 kolo                  |
| 5 sklopná podpěra  |                          |

**Obrázek 8 – Schéma uspořádání valivého trubního zavlažovače**

**7.2.1** Jednotlivé postřikovače jsou k rozdělovacímu potrubí připojeny speciálním závěsem. Zavlažovač se připojuje plastovou hadicí k podzemnímu hydrantu na rozvodném potrubí. Délka rozdělovacího potrubí je od 250 m do 600 m.

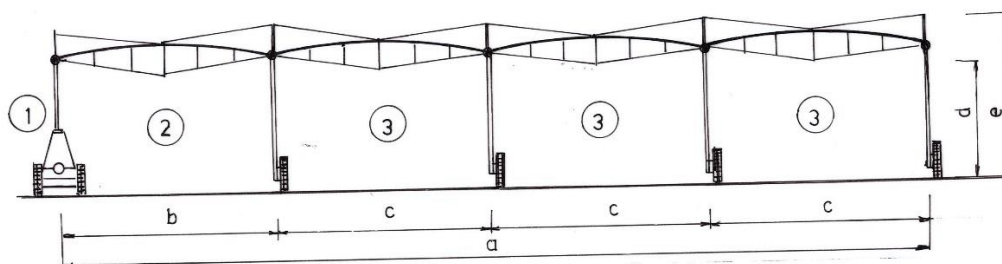


**7.2.2** Valivé trubní zavlažovače jsou použitelné na rovinných, nebo jednostranně sklonitých pozemcích. Výrobně a provozně jsou jednoduché, vlastní závlaha je stacionární, trubní křídlo se přemísťuje od hydrantu.

### 7.3 Lineární (čelní) zavlažovače

Rozdělovací potrubí lineárního zavlažovače je osazeno na elektromotoricky ovládaných podvozcích; zavlažovač tvoří vzájemně propojené segmenty, viz obrázek 9. Zavlažovač se pohybuje buď podél otevřeného přívodu vody (závlahového kanálu), nebo podél tlakového rozvodného potrubí s přípojnými hydranty, ke kterým se připojuje pomocí vlečené hadice. Lineární zavlažovače nemají nevýhody valivých zavlažovačů, jako je nerovnoměrnost pohybu, omezená výška, obtížná automatizace závlahového provozu apod.

**7.3.1** Rozdělovací potrubí se připojuje k řídicímu podvozku a ten se napojuje pružnou plastovou vlečenou hadicí, připojenou k hydrantům podzemního rozvodného potrubí. Jednotlivé podvozky jsou poháněny samostatnými elektromotory a elektrickou energii jim převážně dodává pojízdný dieselaagregát, nebo jsou vybaveny vlečeným kabelem s dodávkou elektřiny z centrálních zdrojů. K postřiku se používají rozstříkovací hubice, nebo postřikovače, které mohou být umístěny na konzolách, kolmých na rozdělovací potrubí, nebo zavěšených pod nosnou konstrukci zavlažovače, nad zavlažovanou plodinou.



#### Legenda

- 1 řídicí podvozek s přípojkou na vlečenou hadici
- 2, 3 jednotlivé sekce
- a šířka záběru
- b, c šířka sekcí
- d světlá výška
- e maximální výška zavlažovače

**Obrázek 9 – Schéma uspořádání lineárního zavlažovače**

**7.3.2** Alternativním řešením je doplnění pojízdného agregátu o čerpadlo, které odebírá vodu z otevřeného závlahového kanálu (viz TNV 75 4320), nebo z víceúčelového odvodňovacího kanálu (viz ČSN 75 4210). Další možností je připojení pomocí vlečeného kabelu na elektrorozvodnou síť s příslušnými zařízeními, umožňujícími připojení a zabezpečení.

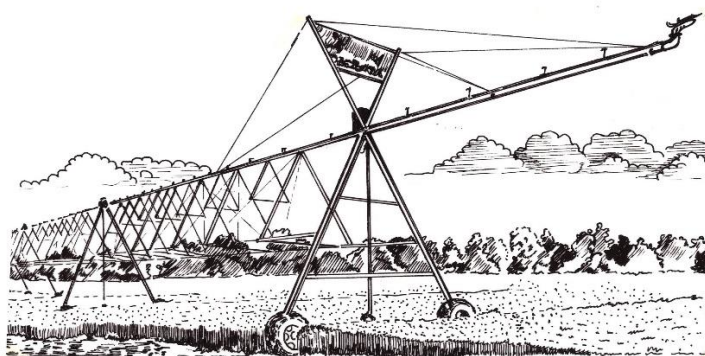
**7.3.3** Lineární zavlažovače jsou vhodné pro pravidelné obdélníkové pozemky. Požadovaná šířka záběru lineárního zavlažovače (300 m až 600 m) se docílí propojením odpovídajícího počtu dílčích segmentů. U nejmodernějších zavlažovačů šířka záběru může dosáhnout až 1 000 m.

**7.3.4.** Lineární zavlažovače se vybavují řídicím podvozkiem, jehož vodící zařízení vybavené čidly sleduje vodič uložený pod povrchem půdy ve směru pohybu zavlažovače, vydávající vysokofrekvenční impulzy, snímané čidly. Připojené řídicí zařízení zajistí, že zavlažovač bude projíždět stále stejnou stopou.

**7.3.5** Zavlažovač je možné vybavit počítačovým ovládacím panelem, který řídí přesné dávkování závlahové vody, rovnoměrnost pohybu lineárního zavlažovače. Zavlažovač může být řízen dálkově z centrálního dispečinku v souladu s provozem celé závlahové soustavy. Podrobnosti uvádějí jednotliví výrobci zavlažovačů.

#### 7.4 Pivotové zavlažovače

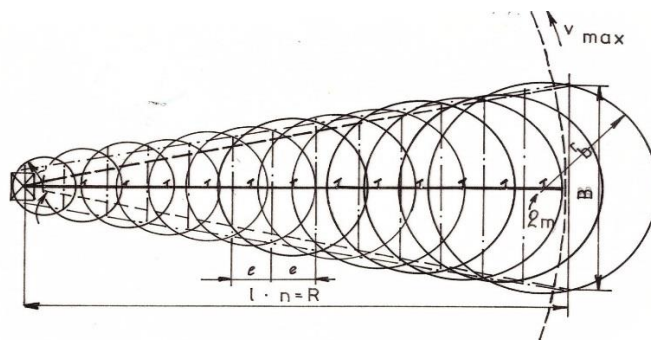
Pivotový zavlažovač je závlahový stroj, jehož rozdělovací potrubí s postřikovači je umístěné na podvozcích a otáčí se okolo středového kloubu (pivotu), pevně zakotveného nebo připojeného na podvozek s lyžinami, popřípadě kolový podvozek, což umožňuje přemísťování zavlažovače na další postavení. Schéma uspořádání koncové části je znázorněno na obrázku 10. Pivotem prochází přívod vody z podzemní tlakové trubní sítě, nebo od mobilního čerpacího agregátu, odebírajícího vodu ze závlahového kanálu. Přívod vody do rozdělovacího potrubí je opatřen uzávěrem, s ručním ovládním, elektromotorem, nebo hydraulikou. Uzávěr může být ovládán dálkově, což je nezbytné zejména u plně automatizovaných závlahových strojů, nebo čidly, reagujícími na dosažení potřebné závlahové dávky nebo na havárii či neoprávněný zásah.



**Obrázek 10 – Schéma uspořádání koncové části pivotového zavlažovače**

**7.4.1** Pohon podvozků zajišťuje převážně elektromotor, výjimečně hydromotory; řada výrobců dodává zavlažovače vybavené spalovacím motorem nebo vodní turbínou vloženou do přívodního potrubí. Elektricky ovládaný uzávěr automaticky zastavuje provoz při havarijním vybočení podvozku, přetížení, výpadku proudu, poklesu teploty, nadměrném převlažení, překročení sektoru závlahy apod.

**7.4.2** Jednotlivé postřikovače na potrubí jsou seřizeny tak, že zavlažují různě veliké plochy, odpovídající vzdálenosti od pivotu, viz obrázek 11. Na konci potrubí je umístěn dálkoproudý postřikovač, určený k vykrývání rohů; výhodnější je výkyvná konzola (krakorec) s postřikovači. Nověji se k postřiku používají speciální typy postřikovačů (rozstřikovačů) zavěšené pod rozdělovacím potrubím, s proměnným průměrem hubice a proměnnou četností po délce rozdělovacího potrubí.



**Obrázek 11 – Příklad rozložení výkonů jednotlivých postřikovačů pivotového zavlažovače**

**7.4.3** Pivotový zavlažovač je (např. příhradová) stavebnicová konstrukce, která se skládá z nosné konstrukce a pivotu, z 1 až 12 prostředních sekcí různé délky kloubovitě upevněných k podvozkům,

poháněným elektromotory. Závlahová dávka závisí na rychlosti otáčení a činí při jedné otáčce 5 mm až 50 mm. Podrobnosti pro konkrétní zařízení, zejména počet sekcí, délku křídla, minimální a maximální dobu otáčky a instalovaný příkon uvádí výrobce.

**7.4.4** Hodnoty požadovaného tlaku na hydrantu  $p_p$ , v kPa, se vypočítají ze vztahu:

$$p_p = p_{zp} + p_{zk} + p_{pp} + p_g + p_r$$

kde je

$p_{zp}$  ztráta tlaku na pivotu včetně filtru a přívodní hadice, v kPa (20 kPa přívodní hadice, 120 kPa pivot uzavěr a filtr);

$p_{zk}$  ztráta tlaku v potrubí zavlažovače, v kPa;

$p_{pp}$  požadovaný tlak posledního postřikovačem, v kPa; minimálně 300 kPa středotlaké provedení, 150 kPa nízkotlaké provedení;

$p_g$  přetlak pro překonání geodetického rozdílu, v kPa;  $p_g = H \cdot 10$ , kde  $H$  je výška, v m;

$p_r$  ztráta na regulátoru tlaku (50 kPa).

Požadovaný tlak na hydrantu má dovolené kolísání + 100 kPa, pokud není použit regulátor tlaku.

**7.4.5** Převážná část pivotových zavlažovačů zavlažuje pravidelné čtvercové a obdélníkové plochy. Ekonomicky výhodná je možnost přemístování zavlažovačů. Existují konstrukce zavlažovačů, které mohou přejít automaticky z lineárního pohybu do otáčivého. Nové konstrukce zavlažovačů umožňují zavlažovat kolem překážek. Rozpětí zavlažovače závisí na počtu modulů (sekcí), převážně bývá do 600 m, výjimečně více.

**7.4.6** Provoz pivotových zavlažovačů je možné automatizovat. Zavlažovače se vybavují zařízením, které přenáší povely (chod vpřed, vzad, ukončení provozu, ovládání uzavěru v havarijních situacích, rychlost pojezdu apod.) z řídicí jednotky nebo z centrálního dispečinku na zavlažovač.

**7.4.7** Požadované vlastnosti pivotových a lineárních zavlažovačů uvádí ČSN EN 12325-1. ČSN EN 123252 -2 je zaměřena na problematiku minimálních výkonů a technické charakteristiky. Podrobnosti uspořádání a zkušenosti z provozu jsou uvedeny v publikacích [2] a [16].

## 7.5 Pásové zavlažovače

Pásové zavlažovače patří v ČR k nejpoužívanějším závlahovým strojům. Navrhují se v řadě modifikací a konstrukčních uspořádání. Podrobnosti konstrukčního uspořádání, provozní parametry zavlažovače a způsob údržby uvádí příslušný výrobce.

**7.5.1** Převládajícím uspořádáním jsou pásové zavlažovače s navíjecím bubnem na podvozku, pohonem, turbínou, elektromotorem, hydromotorem, se svinovatelným potrubím z plastů a postřikovačem umístěným na potahovacím stativu nebo kolovém podvozku, viz obrázek 12.

**7.5.2** Základní návrhové parametry pásových zavlažovačů jsou uvedeny v publikaci [17]. Účinně zavlažená plocha pásových zavlažovačů  $S_e$ , v m<sup>2</sup>, se vypočítá ze vztahu:

$$S_e = f \cdot l_p$$

kde je

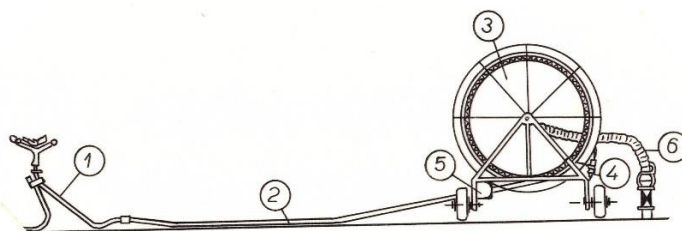
$f$  vzdálenost mezi zavlažovači (spon), v m;  $f = 1,4 a$  až  $1,6 a$  u polních plodin;  $f = 1,1 a$  až  $1,4 a$  u zelenin, kde  $a$  je dostřik postřikovače, v m;

$$l_p = l_t - 10 + 2/3 a,$$

kde je

$l_t$  délka trubky (hadice) zavlažovače, v m,  $l_t = d + e$ , viz obrázek 13.

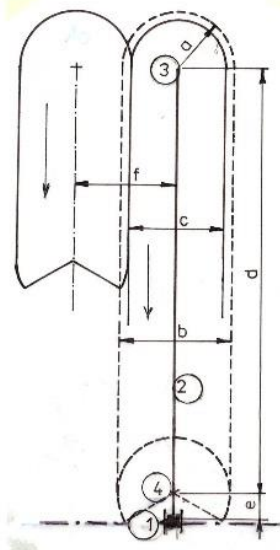
Uspořádání je znázorněno na obrázku 13.



#### Legenda

- |                  |                   |
|------------------|-------------------|
| 1 stativ         | 4 kolový podvozek |
| 2 potrubí        | 5 vodní turbína   |
| 3 navíjecí buben | 6 přípojná hadice |

**Obrázek 12 – Schéma uspořádání pásového zavlažovače**



#### Legenda

- |   |
|---|
| 1 podzemní rozvodná trubní síť s hydranty   |
| 2 svinovatelná hadice z plastu  |
| 3 postřikovač rozstříkující vodu do segmentu  |
| 4 zavlažovač s bubnovým navijákem, připojený hadicí na hydrant na podzemním potrubí |

**Obrázek 13 – Schéma uspořádání pracovních poloh pásového zavlažovače**

**7.5.3** Průměrná závlahová dávka  $M_{dpz}$ , v mm, podle [17], se vypočítá ze vztahu:

$$M_{dpz} = 3\,600 \cdot Q \cdot t / S_e$$

kde je

$Q$  množství dodávané vody na zavlažovanou plochu, v  $10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ;

$t$  doba navinutí celé hadice, v h;

$S_e$  zavlažovaná plocha, v  $\text{m}^2$ .

Intenzita postřiku  $i_{pz}$  závisí na dešťoměrné charakteristice postřikovače, na provozním tlaku na hubici postřikovače, na závlaze do kruhu, nebo sektoru.

**7.5.4** Potřebný tlak na hydrantu podzemní trubní sítě  $p_h$ , k němuž je připojen pásový zavlažovač, se vypočítá ze vztahu:

$$p_h = p_p + p_{zh} + p_{zp} + p_{zm} + p_k \pm p_g$$

kde je

$p_p$  potřebný přetlak na hubici postřikovače, v kPa;

$p_{zh}$  ztráta v přípojně hadici k hydrantu, v kPa;

$p_{zp}$  ztráta v navíjecí hadici, v kPa;

$p_{zm}$  ztráta v pohonné jednotce, v kPa;

$p_k$  ztráta v navíjecím zařízení a stativu, v kPa;

$p_g$  tlak na překonání geodetického rozdílu, v kPa.

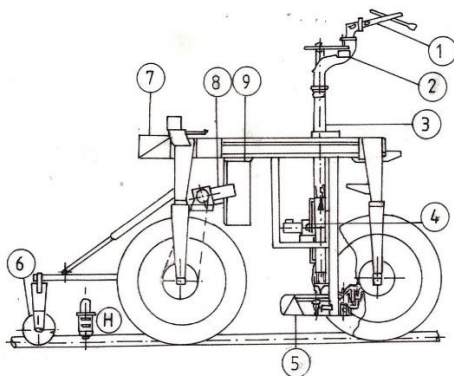
**7.5.5** Podrobnosti, zaměřené na vybavení, uvádí soubor norem ČSN EN 12324. ČSN EN 12324-1 uvádí rozměrovou řadu pásových zavlažovačů, které dělí do 9 skupin. ČSN EN 12324-2 specifikuje polyethylenové hadice používané pro pásové zavlažovače a uvádí jejich rozměry a vlastnosti. ČSN EN 12324-3 popisuje technické charakteristiky a v příloze A uvádí tabulky s přehledem technických charakteristik, které by měl výrobce dodávat se zavlažovačem. ČSN EN 12324-4 uvádí kontrolní seznam požadavků uživatelů. Zkušenosti z provozu jsou uvedeny v publikacích [2] a [18].

**7.5.6** Pásové zavlažovače je možné vzájemně proti sobě propojit, což umožní zvýšit rozchod rozvodného potrubí na dvojnásobek. První zavlažovač je rozvinutý a při navíjení pomocí propojovacího lanka přitahuje postřikovač druhého zavlažovače z výchozí pozice.

**7.5.7** Intenzitu postřiku je možné snížit náhradou koncového postřikovače širokozáběrovou konzolou s malými postřikovači (mikropostřikovači) na kolovém nebo lyžinovém podvozku. Toto uspořádání je použitelné na rovinných až mírně svažitéch pozemcích.

## 7.6 Automatické zavlažovače (závlahové roboty)

Do skupiny automatických zavlažovačů patří plně automatizované závlahové roboty. Příkladem je závlahový robot ovládaný pojezdovými a řídicími čidly a pohybovými elektromotory, které zajišťují všechny naprogramované provozní funkce. Robot se pohybuje nad rozdělovacím potrubím, uloženým na terénu. Automaticky se napojí na speciálně upravený hydrant, po dodání naprogramované závlahové dávky se automaticky odpojí a přemístí se k dalšímu hydrantu. Elektrickou energii získává robot pomocí turbogenerátoru, umístěném v přívodu vody a akumulátoru. Příklad automatického zavlažovače je znázorněn na obrázku 14.



### Legenda

- |   |                         |   |                           |
|---|-------------------------|---|---------------------------|
| 1 | dálkoproudý postřikovač | 6 | řídící podvozek           |
| 2 | turbogenerátor          | 7 | baterie                   |
| 3 | přípojné zařízení       | 8 | pojezdový elektromotor    |
| 4 | elektromotor            | 9 | řídící jednotka (počítač) |
| 5 | hydrantový nástavec     |   |                           |

Obrázek 14 – Uspořádání zavlažovače Robot Rain

## 8 Závlaha postřikem speciálních kultur a přídavná zařízení

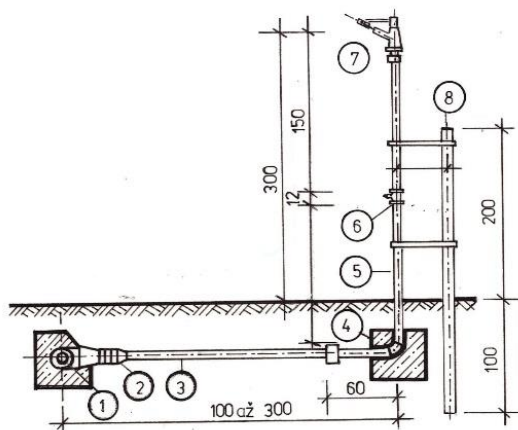
Závlaha speciálních kultur, skleníků, vinic, ovocných sadů a fóliovníků, zeleně v urbanizovaném prostředí apod. vyžaduje určité specifické uspořádání, poněkud odlišné od závlahy polních plodin.

### 8.1 Závlaha postřikem ovocných sadů, vinic a chmelnic

Cílem závlahy sadů, vinic a chmelnic je stabilizovat a zvyšovat výnosy zemědělských plodin, zlepšovat kvalitu plodů, jejich velikost, zbarvení a složení. Závlahové zařízení těchto kultur se někdy navrhuje víceúčelové; spojuje se závlahová funkce s ochrannou funkcí proti jarním mrazíkům, hnojení roztoky průmyslových hnojiv, s ochranou proti chorobám a škůdcům apod. Při závlaze sadů, vinic a chmelnic se uplatňují všechny způsoby podrobné závlahy, zejména mikrozávlahy.

**8.1.1** Starší uspořádání závlahy postřikem sadů zahrnovalo povrchový rozvod vody přenosným rychlospojčkovým potrubím a rozstřík závlahové vody malými a středními postřikovači, umístěnými na stojan. Také nověji používané závlahové potrubí z plastů, uložené na terénu, je překážkou kultivačním a pěstebním opatřením.

**8.1.2** Výhodnější je zhuštěný až úplný podrobný podzemní trubní rozvod potrubím z plastů, se stabilními hydranty a postřikovači, postřikem nejčastěji nad korunami ovocných stromů a vinné révy. Převažujícím způsobem uspořádání je úplný podrobný podzemní trubní rozvod s pevnými hydranty umístěnými v řadách mezi stromy, viz obrázek 15. Při závlahách sadů, vinic a chmelnic v současné době převládají mikrozávlahy, viz TNV 75 4310.



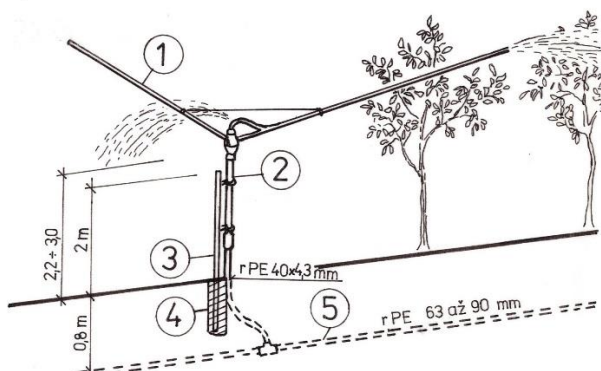
### Legenda

- |      |                     |   |                      |
|------|---------------------|---|----------------------|
| 1    | rozdělovací porubí  | 6 | uzavírací ventil     |
| 2, 3 | odbočka s přípojkou | 7 | postřikovač          |
| 4    | stabilizační bloček | 8 | stabilizační sloupek |
| 5    | výstupní potrubí    |   |                      |

**Obrázek 15 – Uspořádání rozvodu a postřiku v sadech s úplným podzemním rozvodem vody**

**8.1.3** V praxi se často používal nadzemní trubní rozvod. Rozdělovací potrubí se zavěšovalo na horní nosný vodič (nosná drátěnka u vinné révy), popř. na sloupky (tuhé potrubí). Výhodou tohoto uspořádání je snadnější kultivace, nevýhodou je srážení ovoce nárazem větví s plody na trubní rozvod a potřeba délkové kompenzace u potrubí z plastů, vystaveného přímému slunečnímu ohřevu.

**8.1.4** Závlaha postřikem stabilně umístěnými konzolovými postřikovači se navrhuje v případech, kdy je potřeba snížit intenzitu postřiku, k závlaze na svažitém terénu, případně i při protimrazové závlaze. Příklad využití a uspořádání konzolových postřikovačů je znázorněn na obrázku 16. Použitý postřikovač je dvouhubicový s kruhovým postřikem.



### Legenda

- |   |                |   |                  |
|---|----------------|---|------------------|
| 1 | konzoly        | 4 | betonový bloček  |
| 2 | stojka         | 5 | rozvodné potrubí |
| 3 | opěrný sloupek |   |                  |

**Obrázek 16 – Uspořádání konzolového postřikovače**

**8.1.5** V praxi se zatím omezeně využívá mechanizovaná závlaha malými pásovými zavlažovači, speciálně přizpůsobenými šířce řádků ovocných dřevin, a lineárními zavlažovači s nosnou konstrukcí nad korunami stromů. Navržené řešení je použitelné na rovinných plochách. Na nerovnoměrně skloni-

tých pozemcích je tento způsob závlahy nepoužitelný. Závlaha lineárními zavlažovači vyžaduje zvýšené konstrukční uspořádání nosné konstrukce nad korunami stromů.

**8.1.6** Při návrhu závlahy ovocných sadů a vinic je třeba respektovat řadu omezení, především nutnost přerušení závlahy postřikem po aplikaci ochranných postřiků proti chorobám a škůdcům s následující ochrannou lhůtou.

**8.1.7** Pro závlahu chmelnic postřikem se používají malé postřikovače s plochým (nízkým) úhlem výtrysku, připojené na plastové potrubí uložené na terénu, nebo zavěšené na horní nosné drátěnce. Výhodnější je využití mikrozávlah.

**8.1.8** Závlaha vinic a chmelnic postřikem způsobuje zvýšenou spotřebu ochranných postřiků, v důsledku jejich smyvu a zvýšení vlhkosti prostředí, příznivé pro rozvoj houbových chorob.

## **8.2 Závlaha postřikem fóliovníků a skleníků**

Závlaha skleníkových kultur se nejčastěji řeší mikropostřikem, kapkovou a bodovou závlahou. Méně se používá postřik a podpovrchová závlaha (drenážní podmok). Používají se také speciální výtopové stoly. Podrobnosti uvádí TNV 75 4931.

**8.2.1** Závlaha postřikem se provádí malými postřikovači, častěji mikropostřikovači, popř. rozstřikovači připevněnými pod stropem na rozdělovacím potrubí, upevněném na nosné konstrukci skleníku, nebo fóliovníku.

**8.2.2** Závlahu je možné mechanizovat a automatizovat. Mechanizace závlahy spočívá v použití vlečené koncovky s mikropostřikovači, připojené na malý pásový zavlažovač, pohybující se po středovém chodníku, jehož rozdělovací konzola s rozstřikovači pokrývá celou šíři skleníku nebo fóliovníku.

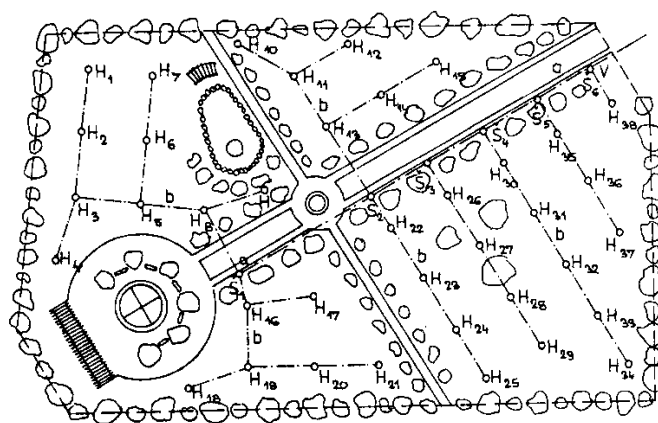
**8.2.3** Automatizace závlahy je založena na využití plně automatického systému, který tvoří ovládací/řídící jednotka nebo pojízdný závlahový most s postřikovači, častěji rozstřikovači upevněnými na konstrukci mostu, pohybující se po kolejnici upevněné na boční konstrukci skleníku. Rychlost pojezdu a tím i velikost závlahové dávky a intenzita závlahy je poměrně přesně nastavitelná. Navržené řešení je možné využít po výměně hubic (snížení průměru) k ochranným postřikům a klimatizační závlaze.

## **8.3 Závlaha postřikem parků a zeleně v urbanizovaném prostředí**

Závlaha parků a městské zeleně plní funkci zavlažovací (dodává se potřebná voda pro růst parkové vegetace), klimatizační (vytváří příznivé mikroklima v parku) a očištnou (smývá tuhé imise z rostlin). Závlaha parků se vyznačuje odlišnými druhy zavlažovaných kultur s různou výškou vzrůstu a nepravidelným prostorovým rozmístěním. Závlahové množství a závlahové dávky se stanoví podle ČSN 75 0434.

**8.3.1** Vlastní návrh závlahy je pak vymezen řadou podmínek, týkajících se zdroje vody, úpravy kvality vody, způsobu rozvodu, doby provozu, počtu a velikosti dávek apod. Závlaha se navrhuje postřikem s poměrně hustou podzemní trubicí sítí. Příklad uspořádání závlahy postřikem parkových ploch je znázorněn na obrázku 17.





**Obrázek 17 – Schéma uspořádání rozvodné a rozdělovací závlahové sítě, umístění sektorových uzávěrů a rozmístění hydrantů (H) s výsuvnými postřikovači, Š - uzavírací (regulační) ventily nebo šoupátka**

**8.3.2** Hlavní přívod, rozvod a rozdělování závlahové vody při závlaze parků se navrhuje převážně podzemním potrubím. Na přívodní, rozvodné a rozdělovací potrubí se použijí potrubí a tvarovky z plastů [z nízkohustotního polyethylenu (PE-LD), ze středněhustotního polyethylenu (PE-MD), z vysokohustotního polyethylenu (PE-HD), z polypropylenu (PP), z akrylonitrilbutadienstyrenu (ABS) apod.].

**8.3.3** Objekty a zařízení na trubní síti se navrhují přiměřeně přístupné, nesmí narušovat svým umístěním kompoziční řešení parku, nesmí vyčnívat z terénu ani narušovat provoz při kosení trávy. Objekty se navrhují v úrovni terénu a umísťují se do okrajů travních ploch, výjimečně do okrajů cest (uzávěry na potrubí). V parcích s úplným podzemním potrubím se používají výsuvné postřikovače. Postřikovač je umístěn v pouzdře a při obhospodařování pozemků je zasunut pod terénem a nepřekáží údržbě. Tlakem vody se vysunuje, po ukončení závlahy se zasune. Závlahu je možné plně automatizovat (viz kapitola 10.)

**8.3.4** Malé plochy parků se často zavlažují mobilní závlahovou technikou. K pracnějšímu povrchovému rozvodu se používají svinovatelná potrubí a malé postřikovače na stojanu. Svinovatelná potrubí se přepravují na navijácích, při vlastní závlaze se přetahují ručně. Provoz závlahy usnadní malé pásové zavlažovače vybavené turbínou, usnadňující průběžné navíjení. Pro tento účel jsou v řadě případů vhodnější mikrozávlahy, viz TNV 75 4310.

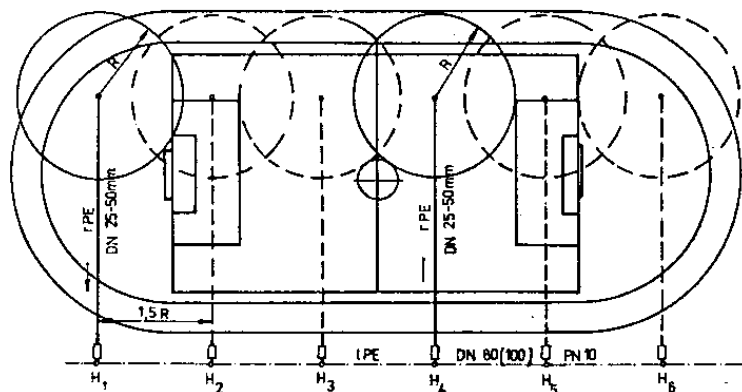
**8.3.5** Jednodušší je závlaha travnatých ploch. Zavlažuje se také malými výsuvnými postřikovači, vhodná je i podpovrchová bodová a kapková závlaha, popřípadě závlaha drenážním podmokem. Podrobnosti uvádí TNV 75 4310 a publikace [13].

#### **8.4 Závlaha travnatých hřišť**

K závlaze travnatých hřišť se používá přednostně zachycená srážková voda nebo povrchová voda upravená podle potřeby, v krajním případě podzemní nebo pitná voda. Srážková voda se zachycuje ze střech domů, tribun na stadionech, mechanicky se upravuje, dezinfikuje a akumuluje v podzemních nádržích. Závlahová dávka se navrhuje v rozmezí 5 mm až 10 mm, přesné hodnoty se stanoví výpočtem podle ČSN 75 0434.

**8.4.1** Zavlažuje se převážně postřikem, buď malými přenosnými postřikovači s přívodem vody hadicemi z plastů, nebo malými pásovými zavlažovači s hadicovými přípojkami na podzemní hydranty kryté poklopem, umístěné mimo hřiště. Uspořádání závlahy hřiště malými pásovými zavlažovači je znázorněno na obrázku 18.

**8.4.2** V současné době se používá automatizovaný způsob závlahy s úplným podzemním rozvodem závlahové vody a s postřikovači, které jsou v době mimo závlahový provoz zasunuté do pouzdra uloženého v zemi. Větší profily postřikovačů jsou kryty zdrsňenou plastovou nebo trávnickovou krytkou, která přesně lícuje s povrchem terénu. Navrhuje se z důvodu bezpečnosti hráčů a z estetického důvodu.



**Obrázek 18 – Závlaha travnatého hřiště pásovými zavlažovači**

**8.4.3** Velkou pozornost je nutno věnovat čistotě a hygienické nezávadnosti závlahové vody. Úprava srážkových vod zahrnuje zachycení nečistot na spádových sítích, jemnější suspendované látky se zachycují ve vertikálních usazovacích nádržích, filtrech, popřípadě na mikrofiltrech. Hygienickou nezávadnost zabezpečí UV-zářiče. Podrobnosti jsou uvedeny v publikaci [14].

## 8.5 Závlaha travnatých ploch golfových hřišť

Závlaha golfových hřišť (greenů, odpališť, fervejí, tréninkových a ostatních ploch) vyžaduje vzhledem ke značné rozloze, členitosti terénu, klimatickým a specifickým podmínkám individuální řešení. Především se navrhuje plně automatické závlahové systémy. K přenosu informací mezi ovládací jednotkou a elektromagnetickými ventily se používá přenosový komunikační kabel. Prostřednictvím dekodérů se spínají jednotlivé elektromagnetické ventily, které tlakem vody vysouvají postřikovače (po sekcích). Půdní vlhkost, srážky a další meteorologické veličiny se sledují čidly/senzory a údaje se přenáší do řídicího software/ovládací jednotky.

**8.5.1** Závlahová voda se čerpá ze zdroje (vodní tok, vodní nádrž, zdroj podzemní vody, srážkové vody, zcela výjimečně dvoustupňově upravené a dezinfikované odpadní vody). Složení závlahové vody musí odpovídat I. třídě jakosti podle ČSN 75 7143. Voda se čerpá plně automatizovanou čerpací stanicí a podle potřeby se upravuje na filtrech. Voda se rozvádí podzemní trubicí sítí přívodního, rozvodného a rozdělovacího potrubí z plastů.

**8.5.2** Rozdělování vody je programově řízeno z řídicího software/ovládací jednotky. Jednotlivé sekce jsou ovládány elektromagnetickými ventily různé konstrukce. Závlahové množství a závlahová dávka se stanoví podle ČSN 75 0434. Potřebné údaje pro stanovení závlahové dávky se vyhodnotí podle místních klimatických poměrů, momentální půdní vlhkosti a hloubky uložení hlavní masy kořenů travního drnu. V praxi je nutné stanovit závlahové dávky podle vlastností půdy a hloubky kořenového systému travního drnu, aby se předešlo přemokření půdy, zajistila se dostatečná hloubka zakořenění a rovnoměrný odběr vody travními porosty.

**8.5.3** K postřiku se používají výsuvné postřikovače s vyrovnaným průběhem intenzity deště po celé délce postřiku. Postřikovače se navrhuje podzemní, uložené v pouzdře, ze kterého se tlakem vody postřikovač vysune a zavlažuje. Po ukončení závlahy se přívod vody uzavře a postřikovač se zasune do pouzdra. Orientační údaje postřikovačů, používaných na greenech, jsou: přetlak na hubici postřikovače 0,4 MPa až 0,6 MPa, dostřik 18 m až 24 m. Některé systémy se vybavují postřikovači s integrovaným

ovládáním elektromagnetických ventilů (tzv. postřikovač s vestavěným elektroventilem), které umožňují individuální řízení provozu postřikovačů.

**8.5.4** Zasunutím postřikovačů do pouzdra se umožní nerušené obhospodařování travnaté plochy golfového hřiště (kosení trávy, pískování atd.). Zavlažovat je vhodné v noci, kdy bývá nižší teplota, nižší rychlost větru a tím i nižší ztráty vody výparem a nenarušuje se provoz na hřišti.

## 9 Speciální způsoby využití závlahového zařízení

Závlahová zařízení pro závlahu postřikem je možné využít pro řadu dalších účelů, zejména ke klimatizačním účelům, ochraně před jarními mrazíky, k přidávání a aplikaci průmyslových hnojiv a jiným speciálním účelům. K těmto účelům je třeba upravit závlahovou techniku a vybavení závlahové soustavy.

### 9.1 Klimatizační závlaha

Klimatizační závlaha využívá závlahová zařízení k úpravě vlastností mikro- a mezoklimatu. Závlahou jemně rozptýlenými mikropenkami vody (aerosoly) se ve dnech s vysokými teplotami ovzduší zvyšuje vzdušná vlhkost a snižuje teplota ovzduší, a tak se vytváří optimální podmínky pro plynulý rozvoj fotosyntézy, zejména v ovocných sadech.

**9.1.1** Princip klimatizační závlahy sadů spočívá buď v jemném rozptýlení částic vody, což snižuje teplotu povrchu zavlažované rostliny, zvlhčuje povrch půdy a rostlin a zvyšuje vlhkost vzduchu, nebo v aerosolové-disperzní závlaze, s účinkem ještě vyšším než předchozí řešení.

**9.1.2** Pro aerosolové závlahy se používají speciální stožáry výšky 12 m až 24 m, na nichž jsou umístěny mikropostřikovače (rozprašovací hubice), vytvářející aerosoly. Stožáry se osazují do čtvercového sponu 80 m × 80 m až 150 m × 150 m, kolmo na směr převládajících větrů.

**9.1.3** Aerosolové závlahy vyžadují vodu vysoké čistoty; většinou je třeba předřadit mikrofiltraci. Navrhuje se specifický průtok vody  $0,4 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{ha}^{-1}$  až  $1,2 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{ha}^{-1}$  a vysoký přetlak na hubici od 0,8 MPa do 1,0 MPa, který umožňuje tvorbu aerosolů. Částečně klimatizační účinek má také impulzní závlaha s využitím malých postřikovačů a zvýšeným provozním tlakem.

**9.1.4** Závlahové zařízení v sadech se může použít také při ochraně jabloní proti obaleči jablečnému. Lehké navlazení jabloní v době vrcholícího náletu obalečů zamezuje kladení vajíček.

### 9.2 Protimrazová závlaha postřikem

Při protimrazové ochraně závlahou se využívá skupenské teplo uvolňované při tuhnutí závlahové vody; z 1 kg vody se uvolní 336 kJ. Závlahou se zvyšuje vzdušná vlhkost a snižuje se vyzařování tepla z půdy. Vzniklá ledová pokrývka působí tepelně izolačně. Toho se využívá zejména k ochraně ovocných sadů a vinic proti jarním mrazíkům.

**9.2.1** Protimrazovou závlahou se chrání rostliny v dubnu a květnu, kdy se vyskytují jarní mrazíky až do  $-6 \text{ }^\circ\text{C}$ . V podmínkách ČR se vyskytují jarní mrazíky výjimečně 4 až 6 dní a většinou netrvají déle než 3 dny po sobě. Jarní mrazíky bývají ráno mezi 4. a 8. hodinou.

**9.2.2** K zajištění kvalitní ochrany proti jarním mrazíkům je nezbytné zajistit dostatečný zdroj závlahové vody odpovídající jakosti a teploty, která se akumuluje v předehřívacích plochých nádržích. K čerpání se navrhuje plně automatizovaná čerpací stanice, přívodní a rozvodná podzemní trubní síť, kvalitní, bezporuchový závlahový detail pro závlahu postřikem o nízké intenzitě postřiku, pokrývající spolehlivě celou chráněnou plochu včetně okrajů. Nezbytné je vybavení soustavy signálními čidly sle-

dujícími klimatické veličiny (teplota ovzduší a vody, vlhkost ovzduší, síla větru apod.) a automatizačními prvky pro řízení závlahy.

**9.2.3** Limitní teploty, při nichž je třeba zajistit ochrannou závlahu proti mrazíkům, jsou v růstové fázi zelené poupě  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , růžové poupě  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , rozkvétání  $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , plný květ a odkvétání  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Teplota se měří 0,6 m nad zemí na suchém a vlhkém teploměru. Při rychlosti větru nad  $2\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  ( $1,5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ), extrémně nízkých teplotách a trvání mrazů nad 3 až 4 dny je ochranná závlaha málo účinná až neúčinná.

**9.2.4** Závlahové množství na protimrazovou závlahu  $M_{zo}$ , v  $\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ , se vypočítá ze vztahu:

$$M_{zo} = 10 \cdot k_i \cdot i \cdot t_h \cdot t_d$$

kde je

$i$  návrhová intenzita protimrazového postřiku, v  $\text{mm}\cdot\text{h}^{-1}$ ;

$t_h$  doba protimrazové závlahy během jednoho dne, v h;

$t_d$  počet dnů předpokládané protimrazové ochrany, ve dnech;

$k_i$  ztrátový součinitel (při postřiku má hodnotu 1,15 až 1,25).

$i$  se vypočítá ze vztahu:

$$i = \frac{11,15 \cdot h \cdot v \cdot (t - 2)}{K \cdot (80 + t_v)}$$

kde je

$h$  výška plodiny, v m;

$v$  rychlost větru v přízemní zóně, v  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ;

$t$  přízemní teplota vzduchu, ve  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_v$  teplota závlahové vody, ve  $^{\circ}\text{C}$ ,

$K$  rostlinný součinitel vyjadřující celkovou záchytnou plochu nadzemní části rostliny, v m.

V průměru se orientační hodnota intenzity postřiku při protimrazové závlaze pohybuje od  $2\text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$  do  $3\text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$ .

**9.2.5** K závlaze se používají malé postřikovače s nízkou intenzitou postřiku rozrušující proud vody na kapky o velikosti 0,5 mm až 2 mm, maximální doba přerušení závlahy nesmí přesáhnout 1 min. Závlahu je možné ukončit až po úplném rozpuštění ledové pokrývky poměrně teplou závlahovou vodou. V žádném případě se nesmí přerušit při vzestupu teploty ovzduší nad  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , při trvajícím ledové pokrývce.

### 9.3 Přidávání průmyslových hnojiv do závlahové vody

Přidávání průmyslových hnojiv do závlahové vody se dnes většinou řídí automatizovanými systémy a má řadu předností. Umožňuje přesné dávkování hnojiv a jejich minimální ztráty, bezprostřední odběr rostlinami, vyloučení zhutnění půd a poškození pěstovaných kultur rozmetadly. Mechanizace a automatizace provozu je zajištěna při poměrně jednoduchém technickém řešení.

**9.3.1** K aplikaci se používají ve vodě rozpustná průmyslová hnojiva, optimální jsou tekuté hnojivé koncentráty. Přídavné zařízení musí umožnit přesné dávkování hnojiva a zajistit, aby nebyly překročeny limitní hodnoty. Zaústění dávkovacího zařízení do rozdělovacího potrubí musí být v dostatečné vzdálenosti od postřikovačů, aby došlo k dokonalému promíchání hnojiva se závlahovou vodou.

**9.3.2** Klasické (starší) přihnojovače využívají pevná, ve vodě rozpustná průmyslová hnojiva. Zařízení tvoří tlaková nádrž s násypným otvorem. V dolní části nádrže je perforovaný koš, který je omýván závlahovou vodou z trubní sítě. Voda se odebírá před clonou v přívodním potrubí a zpětně zaústíuje do potrubí za clonou. V současné době se místo pevných hnojiv používají tekuté hnojivé koncentráty.

**9.3.3** Ejektory pracují na principu přisávání tekutého hnojivého koncentrátu z nádrže do trubního rozvodu. Ejektor využívá k nasávání podtlak, který vznikl např. za clonou nebo dýzou v důsledku značného místního zúžení průtočného profilu potrubí. Tento způsob přidávání (přisávání) tekutého hnojivého koncentrátu se používá při výrazném přetlaku v potrubí. Zvláštním a ověřeným způsobem řešení je vytvoření ejektoru přímo v hubici postřikovače<sup>1)</sup>.

**9.3.4** Využití dávkovacích čerpadel patří k nejpřesnějším způsobům dávkování. K tomuto účelu se používají pístová čerpadla, plunžrová čerpadla s proměnnou výškou zdvihu a membránová dávkovací čerpadla s elektromotory vybavenými regulátorem otáček. Přidávají se malá množství tekutého hnojivého koncentrátu, který se mísí v potrubí se závlahovou vodou. Příslušná dávka se musí dodat během závlahového cyklu. Zdrojem energie pro elektromotory je pravidelně dobíjená akumulátorová baterie. V uzlových bodech trubní sítě se instalují přípojky, aby bylo možné aplikovat hnojiva na konkrétní plochu, popř. na konkrétní plodinu.

**9.3.5** K jednoduchým způsobům přidávání hnojivých koncentrátů do závlahové vody patří nasávání tekutých hnojivých koncentrátů přímo do sacího potrubí. Na výtok ze skladovací nádrže se osadí průtokoměr a pomocí regulačního ventilu se nastaví požadovaný odběr.

**9.3.6** K akumulaci a transportu hnojivých koncentrátů se používají speciální armované pryžové vaky, určené pro korozivní tekutiny. Vaky se umístí na valník, na kterém je umístěno dávkovací čerpadlo a zdroj elektrické energie - akumulátor.

**9.3.7** K nastavení průtoku se používají regulační ventily. Průtok tekutého hnojivého koncentrátu se měří rotametry. Dávkování je možné automatizovat, odběr tekutého hnojiva se řídí v závislosti na průtoku závlahové vody. Elektrospínač ukončí závlahu po odběru příslušné hnojivé dávky. Proces přidávání průmyslových hnojiv může ovlivnit nízká hodnota pH, snížená rozpustnost pevného hnojiva aj.

**9.3.8** Současná dávkovací zařízení ovládá řídicí jednotka, která zajistí předem stanovenou dodávku rostlinných živin a stopových prvků v daném čase a jejich smísení se závlahovou vodou, aniž by překročila kritické koncentrace. Dodáním předem určeného množství hnojiva ovládací jednotka uzavře přítok hnojiva. Přihnojovací zařízení mohou dodávat současně až čtyři druhy živin nebo stopových prvků.

**9.3.9** K úsporným způsobům patří hnojení na list, vyznačující se bezprostředním využíváním živin a jejich minimálními ztrátami.

#### **9.4 Zvláštní způsoby využití postřikovacích zařízení**

Závlahové zařízení je možné využívat pro řadu dalších účelů, které bezprostředně nesouvisí se závlahou rostlin. Jedná se o promývací, protipožární, protieroční a stabilizační závlahy. Závlahovým zařízením je možné vytvářet protiprachové clony při demolicích, zamezovat nadměrnému vysychání dřeva na skládkách apod.

**9.4.1** Postřikem se z půdy vyplavují kontaminanty z havarijních úniků z cisteren, potrubí, dopravních prostředků aj. Předpokladem je vyplavitelnost kontaminantů vodou. V okolí zasažené plochy se umístí clona z vertikálních drénů, kterou jsou kontaminanty odsávány a následně zneškodňovány v čistírně

---

<sup>1)</sup> Tento způsob přidávání hnojivého koncentrátu byl vyvinut na FAST VUT Brno. Tato informace se uvádí k usnadnění práce uživatelů tohoto dokumentu.

odpadních vod. Postřikem se také odstraňují povrchové imise, které se nejprve navlhčují na kontaminovaných plochách (stabilizují) a následně smývají, odstraňují a zneškodňují.

**9.4.2** Vytvářením vodních clon postřikem závlahovým zařízením se chrání polní plodiny a lesy před šířením požárů. Navlhčením půdního prostředí se tlumí šíření ohně opadankou. Podobně se vytvářejí vodní clony na zachycení prachu v provozních zařízeních zemědělských závodů a při případných demolicích, nebo v uhelných lomech a v teplárnách.

**9.4.3** Navlažováním půdního povrchu se zvyšuje odolnost půdního povrchu narušovaného větrnou erozí. Postřikem postřikovači s nízkým úhlem výtrysku se zavlažují vegetační ochranné pásy tvořené dřevinami (větrolamy).

**9.4.4** Postřikem povrchu odkališť a povrchových lomů s prašnými materiály se snižuje jejich prašnost v období sucha. K závlaze se používají postřikovače o nízké intenzitě postřiku.

**9.4.5** Rozstříkáním průsakové vody po povrchu skládek např. komunálního odpadu a následným výparem se snižuje množství průsakových vod, optimalizuje se vlhkost a tím i rozklad skládkovaného materiálu.

**9.4.6** Závlahou zelených střech se vyrovnává vláhový deficit, vytváří se příznivé mikroklima a smývá se prach z vegetace.

## 10 Automatizace podrobné závlahy postřikem

Automatizační zařízení využívaná při závlaze postřikem nejčastěji tvoří celek s řešením přívodu závlahové vody ze zdroje, způsobu odběru, automatizace úpravy závlahové vody, čerpacích stanic, přívodu vody na zavlažovaný pozemek, rozvodu vody trubní sítí, rozdělování podle potřeb závlahového detailu postřikem. Jednotlivé části závlahové soustavy jsou na sebe napojeny a vzájemně se ovlivňují. Podrobnosti jsou uvedeny v publikacích [10] a [19]. Řešení automatizovaných závlahových soustav není předmětem této normy.

### 10.1 Automatizační, měrná, regulační a zabezpečovací zařízení

Součástí automatizačních zařízení, používaných při podrobné závlaze postřikem, jsou malé řídicí ústředny/ovládací jednotky, čidla, sledující vodní režim půd, vodoměry, elektricky a hydraulicky ovládané uzavěry, regulační šoupátka a ventily, měřidla tlaku (tlaková čidla), regulátory tlaku, omezovače průtoku, protirázová opatření na trubní sítí apod.

**10.1.1** Základní automatizační zařízení zahrnuje princip časového spínače, kterým se může předem nastavit doba závlahy a časově limitovat dodání závlahové dávky. Ovládací jednotky s příslušnými programy umožňují zajišťovat optimální dodávku vody v daném čase, v závislosti na vývoji vegetace, klimatických poměrech a zejména momentální vlhkosti půdy. Automatizované závlahové systémy s úplným podzemním trubním rozvodem jsou vhodné jak pro malé plochy, tak pro velké závlahové soustavy.

**10.1.2** K nejdůležitějším měrným zařízením patří srážkoměry, měřící průběh, úhrn a intenzitu deště, s elektronickým přenosem dat do řídicí jednotky. Dále se používají čidla sledující vlhkostní režim půd, která získávají potřebné vstupní údaje pro stanovení závlahových dávek a doby závlahy. K měření vlhkosti půdy se používají dielektrické, kapacitní, odporové a jiné metody. Tenziometrické metody vycházejí ze závislosti tlakového potenciálu půdní vody na vlhkosti. Podrobný popis těchto metod, jejich přednosti a nevýhody jsou uvedeny v publikaci [9].

**10.1.3** Vodoměry a omezovače průtoku se převážně umísťují na odbočkách, často přímo na odběrných hydrantech. Nejčastěji se používají rychlostní vodoměry měřící průtok v závislosti na počtu otá-

ček turbíny, šroubu nebo vrtule. Používají se také průřezové vodoměry s clonou, dýzou či venturiho trubici. Omezovače průtoku využívají škrtící účinek clon a dýz, které blokují průtok přesahující limitní povolenou hodnotu odběru.

**10.1.4** K měření tlaku se používají deformační manometry a manostaty vybavené odporovým snímačem tlaku. Regulátory tlaku, vybavené škrtícím orgánem, pístitnicí s tlačnou pružinou apod., snižují tlak vytvářením poměrně přesně nastavitelné místní ztráty v potrubí.

**10.1.5** Elektricky ovládaná šoupátka a elektromagnetické ventily, které jsou kabely připojené k řídicí jednotce, umožňují řízené rozdělování vody do jednotlivých závlahových sekcí, postřikovačů a zavlažovačů. K napájení se používá elektrické napětí 24 V.

**10.1.6** Protirázová opatření na rozvodném potrubí zajišťují malé tlakové nádrže (větrníky), polopneumatické vzdušníky a protirázové ventily.

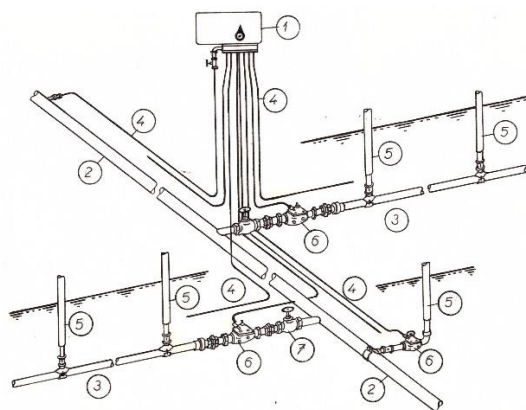
## 10.2 Uspořádání plně automatizovaného závlahového detailu postřikem

Řešení plně automatizovaného závlahového detailu při závlaze postřikem přichází v úvahu:

- Na malých plochách, řádově v desítkách až stovkách hektarů, se samostatnou čerpací stanicí (čerpacím agregátem), jednoduchou trubní sítí a samostatně řešeným závlahovým detailem.
- U maloplošné závlahy speciálních kultur (ovocných sadů, vinic, skleníků a fóliovníků), u klimatických a protimrazových závlah.
- Při samostatném řízení provozu jednotlivých zavlažovačů, které nejsou součástí plně automatizované závlahové soustavy.
- Při automatizaci závlah v urbanizovaném prostředí, zejména při závlaze parků, městské zeleně, travnatých hřišť apod.

Automatizace provozu zavlažovačů je uvedena pro jednotlivá zařízení v kapitole 7.

**10.2.1** Uspořádání automatizované závlahy postřikem, zajišťující podrobnou závlahu postřikem, s úplným podrobným podzemním rozvodem závlahové vody, je znázorněno na obrázku 19.



### Legenda

- |                       |                               |
|-----------------------|-------------------------------|
| 1 řídicí jednotka     | 5 pevné hydranty              |
| 2 rozvodné potrubí    | 6 elektromagnetické ventily   |
| 3 rozdělovací potrubí | 7 elektricky ovládané uzávěry |
| 4 elektrorozvody      |                               |

**Obrázek 19 – Uspořádání automatizovaného závlahového detailu při závlaze postřikem**

## 11 Údržba, zařízení a vybavení související se závlahou postřikem

Zásady údržby zařízení podrobné závlahy postřikem se stanoví v závislosti na technickém řešení, podrobnosti jsou uvedeny v TNV 75 4933.

### 11.1 Údržba závlahových zařízení podrobné závlahy postřikem

Důležitou součástí závlahového provozu závlahových zařízení je jejich údržba v souladu se zásadami a požadavky uvedenými výrobcem (dodavatelem).

**11.1.1** Údržba klasického závlahového zařízení, které tvoří síť přemístitelného povrchového potrubí s postřikovači, nebo síť podzemního zavlažovacího potrubí s přenosnými postřikovači, spočívá v jejich odvodnění před zimou, očištění, promazání, výměně náhradních dílů a uskladnění přenosných zařízení přes zimu.

**11.1.2** Každý výrobce dodává provozovateli podrobný návod na montáž, provoz a údržbu zavlažovačů. S těmito podklady se musí provozovatel (uživatel, závlahář) podrobně seznámit a pečlivě je dodržovat. Dokumentace musí obsahovat podrobný návrh způsobu údržby, termíny kontrol apod.

**11.1.3** Je nezbytné věnovat pozornost zařízení, kterým je přiváděna závlahová voda na zavlažovanou plochu, zařízení rozdělujícímu závlahovou vodu po zavlažované ploše a vlastnímu závlahovému detailu, v souladu s TNV 75 4933.

**11.1.4** Údržba plně automatizovaných maloplošných a velkoplošných závlah navíc zahrnuje údržbu zařízení na řízení provozu, průběžnou kontrolu funkce měrných zařízení, jednotlivých měřidel (čidel), elektricky ovládaných uzávěrů, průtokoměrů a zařízení podrobné závlahy, zejména zavlažovačů.

**11.1.5** Před zimním obdobím je nutno odvodnit výsuvné postřikovače a také podzemní trubní rozvod, pokud se nachází v zámrazné hloubce.

### 11.2 Uskladnění závlahových zařízení a jejich opravy

U velkých závlahových soustav se budují speciální sklady na závlahovou techniku. Závlahová zařízení malých závlahových provozů, řádově v desítkách až stovce hektarů, se uskladňují a opravují společně s ostatními zemědělskými stroji.

**11.2.1** Malý temperovaný sklad slouží k uskladnění zařízení citlivých vůči mrazu, převážně zařízení sloužících automatizaci provozu a náhradních součástí zavlažovačů. Tento typ skladů se často spojuje s opravárenskou dílnou. Druhou skupinou jsou sklady netemperované, určené k uskladnění zařízení vyžadujících ochranu proti vlhkosti a znečištění. Třetí skupinou jsou jednoduché přístřešky pro uskladnění např. přenosného rychlospojkového potrubí, vůči nepřízni klimatu odolných zavlažovačů. Čtvrtou skupinou jsou zpevněné a odvodněné skladovací plochy, většinou krátkodobě využívané.

**11.2.2** Sklady se navrhují průjezdné. Paletizace se používá na skladování náhradních dílů, postřikovačů, měrného a regulačního zařízení. Sklady závlahového zařízení se umísťují do centra velkých závlahových soustav, jinak jsou součástí skladovacích zařízení zemědělského závodu.

**11.2.3** Údržbářské a opravářské dílny se vybavují běžnou opravárenskou technikou, zvedacím zařízením (např. malým mostovým jeřábem). Nezbytností je sociální zařízení (umývárna, sprchy, šatny, WC). Důležitým zařízením jsou mycí boxy. Velké závlahové soustavy vyžadují výstavbu administrativní místnosti a centrálního dispečinku u plně automatizovaných soustav.



### 11.3 Nakládání s odpady vzniklými při čištění a opravách

Pevné odpady vzniklé z odpadních vod se ukládají do krytých kontejnerů. Povinnosti při nakládání s odpady vymezuje příslušný předpis<sup>2)</sup>.

**11.3.1** Při čištění závlahových potrubí, postřikovačů a zavlažovačů je zachycen převážně jemný zemitý materiál, který se zachycuje v usazovací nádrži. Tento materiál je po úpravě využitelný pro rekultivaci lehkých půd.

## 12 Vliv závlah postřikem na životní prostředí

Vliv závlah postřikem na životní prostředí je převážně pozitivní. Mohou však nastat situace, kdy dochází k narušení životního prostředí.

### 12.1 Pozitivní vliv závlah postřikem na životní prostředí

Závlahu postřikem je třeba navrhovat se zřetelem na optimalizaci vláhového režimu půd a vytvoření příznivých podmínek pro rozvoj vegetace i krajiny jako celku.

**12.1.1** Závlahou postřikem, která je blízká přírodnímu dešti, se stabilizuje udržování výnosové hladiny zemědělských plodin a eliminují se nedostatky energetického režimu suchých půd.

**12.1.2** Závlaha postřikem v krajině plní funkci závlahovou, hygienickou, klimatizační a ochrannou tím, že reguluje teplotní a vlhkostní poměry v krajině.

**12.1.3** Závlaha postřikem plní tyto funkce také v urbanizovaném prostředí, kromě toho je důležitá očištná funkce postřiku, při odstraňování imisního prachu.

**12.1.4** Kombinací s přidáváním průmyslových hnojiv zvyšuje závlaha postřikem využití rostlinných živin plodinami a snižuje jejich ztráty.

**12.1.5** Závlahová zařízení mohou plnit řadu vedlejších funkcí, uvedených v 9.4.

### 12.2 Případné možné negativní vlivy na životní prostředí

Většinu problémů při závlahách postřikem je možné řešit, jedná se především o nedostatky provozního charakteru, které jsou odstranitelné.

**12.2.1** Intenzita závlahy postřikem převyšuje intenzitu vsaku, při závlaze dochází k povrchovému odtoku a vzniku erozních jevů. Způsob kompenzace je uveden v kapitole 5.

**12.2.2** Nerovnoměrnost závlahy postřikem způsobuje s tím spojenou nerovnoměrnost rozvoje vegetace, výnosů zemědělských plodin. Řešením je modernizace techniky závlahy postřikem, vytvoření podmínek pro optimalizaci provozu.

**12.2.3** Dochází k narušování půdní struktury v důsledku negativního účinku působení kinetické energie velkých kapek umělého deště. Řešením jsou postřikovače produkující jemné kapky (zvýšením tlaku, zmenšením průměrů hubic u postřikovačů apod.).

**12.2.4** Pozornost je třeba věnovat i hutnicímu účinku kol zavlažovačů, snižovat jejich tlak na půdu, vytvářet technické podmínky, aby pojezdová dráha probíhala neustále ve stejné stopě.

**12.2.5** Závlahová dávka  $M_d$  musí být stanovena tak, aby nedocházelo k infiltraci závlahové vody do podzemních vod. Stanovená závlahová dávka musí být pečlivě dodržována.

<sup>2)</sup> Zákon č. 185/2001 Sb.

## **13 Ochrana zdraví při závlaze postřikem**

Požadovanou kvalifikací pracovníků zajišťujících práci na čerpacích zařízeních závlahových soustav (ZS) je strojní mechanik (kód 23-51-H/01), strojník pro obsluhu čerpací stanice (kód 36 027-H) a opravář strojů a zařízení pro pěstování rostlin (kód 41-027-H).

Údržbu, revize a opravy podle druhu elektrických zařízení (vn, nn), měřicí a regulační techniky mohou provádět pracovníci s kvalifikací podle ČSN EN 50110-1 a souvisejících norem.

### **13.1 Závlaha postřikem v blízkosti elektrických vedení**

**13.1.1** Závlaha postřikem v blízkosti elektrických vedení do 400 kV je dovolena, pokud není konduktivita závlahové vody větší než  $1\,000\ \mu\text{S cm}^{-1}$ ; vodní paprsek nesmí dosahovat výše než 3 m, postřikovače musí být stabilní a nesmí se měnit sklon postřikovače.

**13.1.2** Kovové potrubí vedené nad zemí musí být uzemněno, potrubí pod zemí musí být vzdáleno od základů stožárů 5 m, 10 m a 15 m u vedení do 35 kV, 110kV a nad 110 kV, v uvedeném pořadí.

**13.1.3** Je zakázáno zavlažovat v blízkosti elektrických vedení hnojivými roztoky, stříkat na vodiče a izolátory.

**13.3.4** V ochranném pásmu vedení 750 kV je závlaha postřikem zakázána.

## Příloha A (informativní)

### Hydraulický výpočet závlahových potrubí

**A.1.1** Součinitel tření v přechodné oblasti proudění  $\lambda = f(Re, k/D)$  je definován rovnicí Colebrook – Whiteovou, cit. v publikaci [15].

Rovnice je platná v oboru:

$$0,34 \leq \frac{k \cdot Re \cdot \sqrt{\lambda}}{32,5 \cdot D} \leq 6,2$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left( \frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,71 \cdot D} \right)$$

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot D \cdot i} \left[ -2 \log \left( \frac{2,51 \cdot v}{D \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot D \cdot i}} + \frac{k}{3,71 \cdot D} \right) \right]$$

kde je

$\lambda$  součinitel tření;

$D$  průměr potrubí, v m;

$i$  sklon čáry energie,

$v$  střední průřezová rychlost, v  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ;

$g$  gravitační zrychlení, v  $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ; má hodnotu  $9,806\,65 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ ;

$\nu$  kinematická viskozita, v  $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ;

$Re$  Reynoldsovo číslo;

$k$  hydraulická drsnost potrubí, v m.

Hodnoty hydraulické drsnosti  $k$  vybraných závlahových potrubí jsou uvedeny v tabulce A.1.

**Tabulka A.1 – Hodnoty hydraulické drsnosti  $k$  závlahového potrubí**

Materiál a povrchová úprava trubek	Hydraulická drsnost $k$ mm		
	Minimální	Střední	Maximální
Hliníkové rychlospojkové potrubí nové	0,013	0,035	0,056
Ocelové zinkované rychlospojkové potrubí	0,015	0,051	0,085
Ocelové zinkované potrubí použité	0,06	0,15	0,30
Plastové potrubí z PE	0,006	0,01	0,015

**A.1.2** Změny tvaru průtočného profilu, změny směru, spoje, tvarovky a armatury vyvolávají místní tlakové ztráty  $Z_m$ . Místní tlakové ztráty jsou součástí celkové tlakové ztráty. Velikost místní tlakové ztráty se v jednoduché formě vyjadřuje vztahem Weissbachovým, cit. v publikaci [15]:

$$Z_m = \zeta \frac{v^2}{2g}$$

kde je

$\zeta$  součinitel místní ztráty;

$v$  střední průřezová rychlost, v  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ;

$g$  gravitační zrychlení, v  $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

Při výpočtech je možné nahradit místní ztrátu náhradní (ekvivalentní) délkou rovného potrubí  $l_e$ , která se připočítá k vlastní délce rovného potrubí:

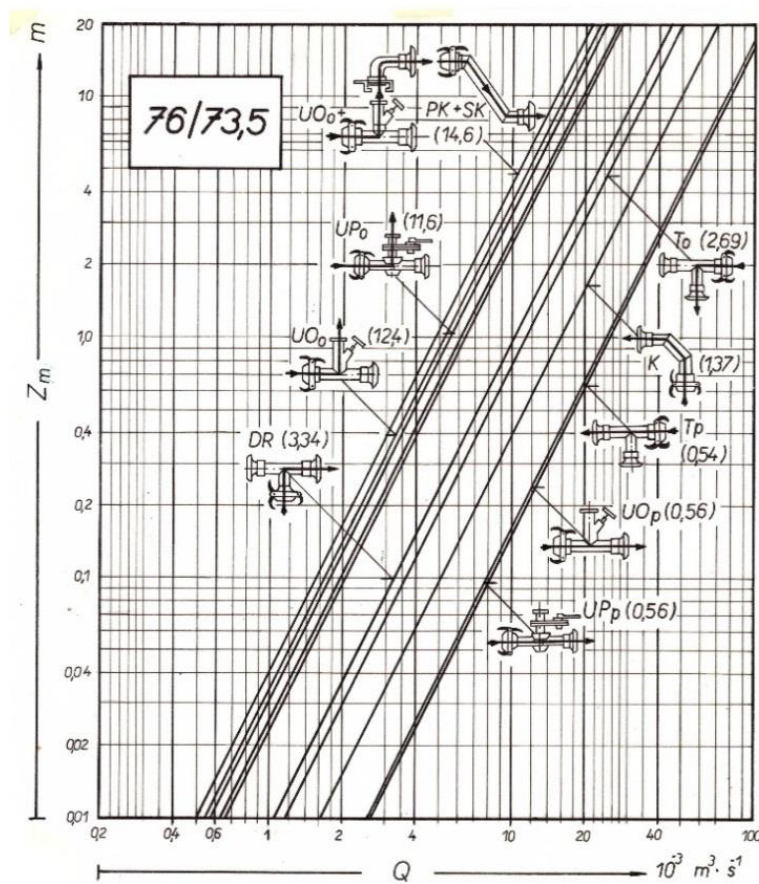
$$l_e = \zeta \frac{D}{\lambda}$$

kde je

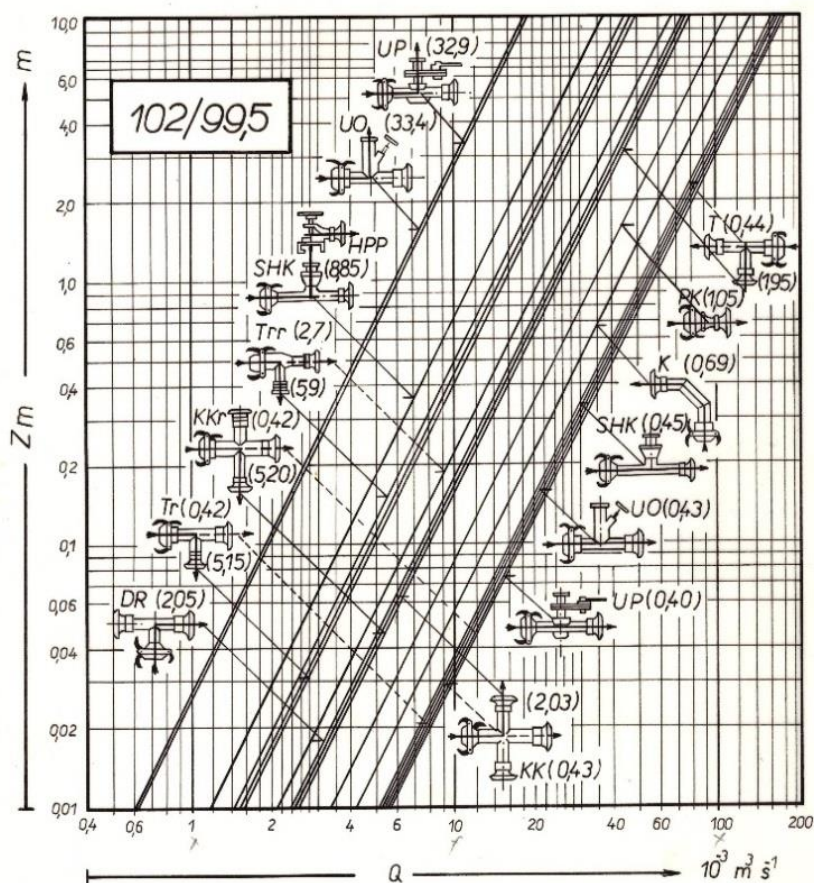
$\lambda$  součinitel ztráty třením;

$D$  průměr potrubí, v (m).

Místní ztráty na tvarovkách a armaturách rychlospojkového závlahového potrubí v závislosti na průtoku  $Q$  ( $10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) podle výsledků šetření realizovaných na ÚVHK FAST VUT Brno jsou uvedeny na obrázcích A.1 a A.2.

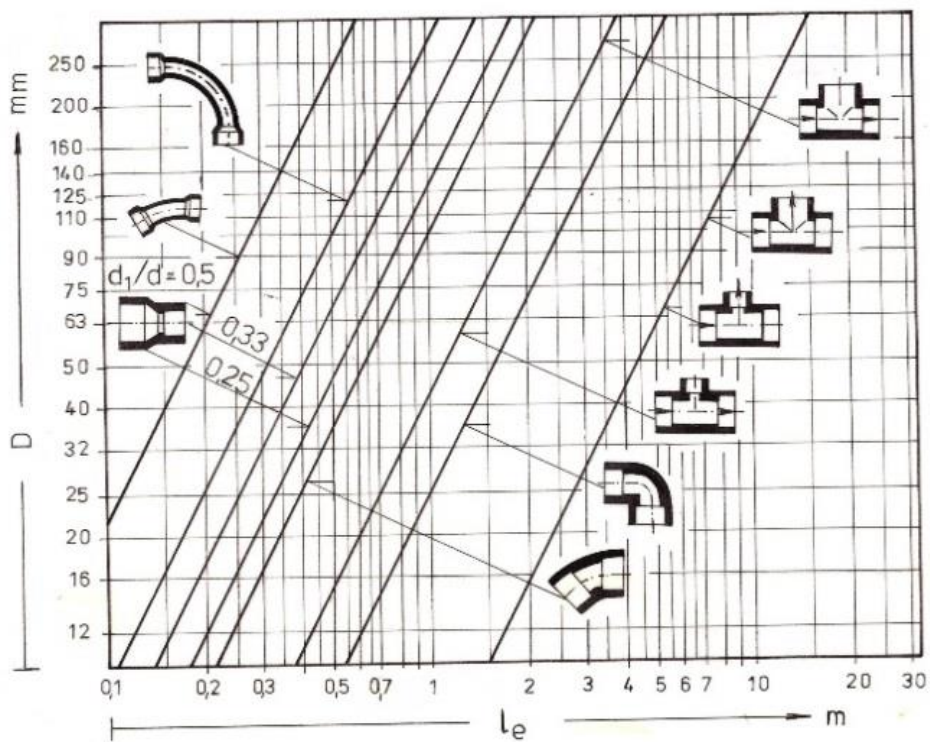


**Obrázek A.1 – Stanovení místní ztráty na tvarovkách a armaturách závlahového potrubí 76/73,5 mm**



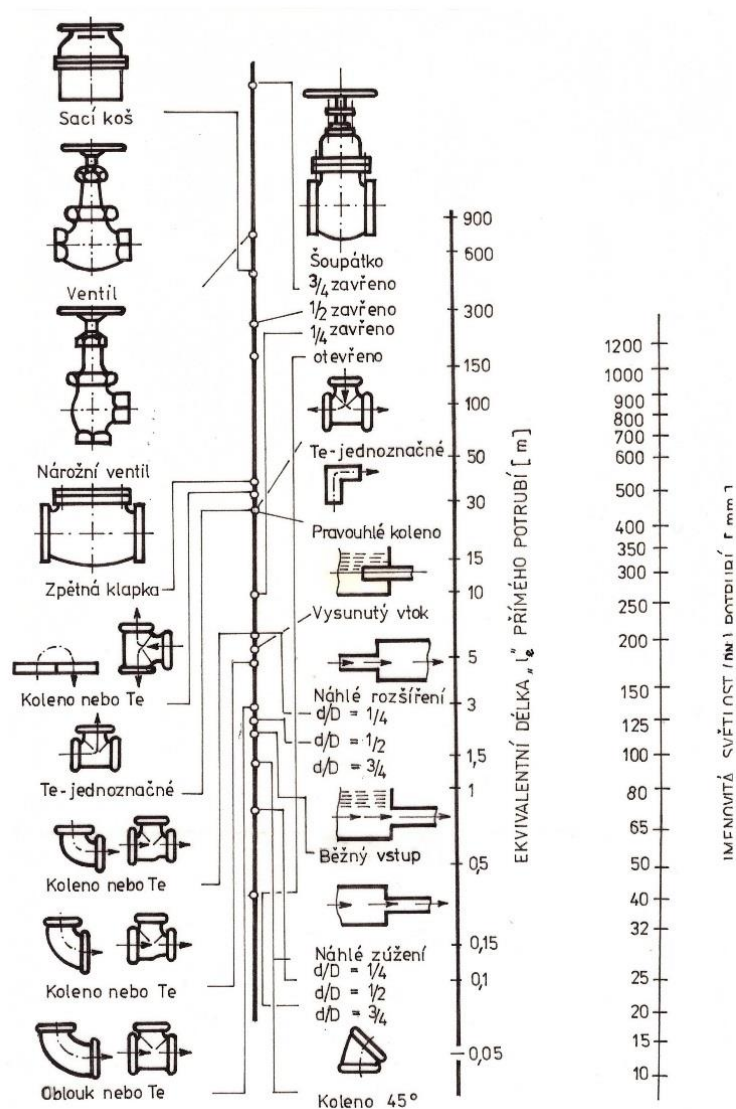
Obrázek A.2 – Stanovení místní ztráty na tvarovkách a armaturách závlahového potrubí 102/99,5 mm

Hodnoty náhradních délek tvarovek z plastů jsou uvedeny na obrázku A.3.



Obrázek A.3 – Hodnoty náhradních délek tvarovek z plastů v závislosti na průměru potrubí

Náhradní dílky ocelových a litinových tvarovek podle údajů Sigmy jsou uvedeny na obrázku A.4 (viz publikace [15]).



Obrázek A.4 – Náhradní dílky rovného potrubí ocelových a litinových tvarovek a armatur podle zpracování Sigmy Olomouc

## Bibliografie

- [1] Antal, J. Agrohdrologia. Nitra. SPU,1996, 162 s.
- [2] Benda, J. Závlahová zařízení, stav a perspektiva. Voda v krajině. Lednice. 2010, s. 73-78
- [3] Benetin, J. et al. Závlahy. Bratislava. Příroda, 1979, 544 s.
- [4] Gregor, R. Zkušenosti a výsledky ze zavlažování chmelnic. Výživa a závlaha chmele. Sborník přednášek. Žatec. Chmelařský institut, 2005.
- [5] Jensen, M. E. Desing and operation of farm irrigation systems. St. Joseph. 1980, 829 s.
- [6] Kulhavý, F., Kulhavý, Z. Navrhování hydromelioračních staveb. Praha. ČKAIT, 2008, 432 s.
- [7] Lysý, M. Ztráty vody v ovzduší při závlaze postřikem. Výzkumná zpráva. Brno, VÚZH, 1966, 89 s.
- [8] Oujezdský, J. Polostabilní zařízení pro závlahu postřikem. Vedecké práce VÚZH. Bratislava. VÚZH, 1985, s. 103-112
- [9] Reháček, Š. et al. Zavlažovanie polných plodín, zeleniny a ovocných sádov. Bratislava. 2015, Vydavateľstvo Veda, 640 s.
- [10] Starý, M., Kožnárek, Z., Šoustal, O., Šálek, J. Automatizované systémy řízení ve vodním hospodářství. Brno. ES VUT, 1987, 126 s.
- [11] Šálek, J. Závlahové stavby. Brno. Nakladatelství VUT, 1993, 204 s.
- [12] Šálek, J., Svoboda, F. Čerpací stanice. Brno. ES VUT, 188 s.
- [13] Šálek, J., Oujezdský, M. Závlahové stavby, návody ke komplexnímu projektu. Brno. Nakladatelství VUT, 1992, 124 s.
- [14] Šálek, J., Tlapák, V. Přírodní způsoby čištění znečištěných povrchových a odpadních vod. Praha. ČKAIT, 2006, 283 s.
- [15] Šerek, M., Šálek, J. Inženýrské sítě a závlahové stavby. Brno. ES VUT, 1990, 199 s.
- [16] Velebný, V. et al. Vodný režim půdy. Bratislava. SFSTU, 2000, 208 s.
- [17] Zdražil, K. Parametry zavlažovačů s pivotem. Vedecké práce VÚZH, Bratislava. 1985, s. 113 - 126
- [18] Zdražil, K., Spitz, P. Organizace provozu pásových zavlažovačů. Sborník UVTIZ Meliorace. Praha. 1985, s. 13-21
- [19] IRIMON Technologický předpis pro návrh a montáž závlahových systémů Hunter, Irimon s.r.o., Praha 2017, MID-B7-0117