



Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra plánování krajiny a sídel

Trávníky a závlahové systémy

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Jana Kalibová, Ph.D.

Autor: Kryštof Hendrych

2021

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Kryštof Hendrych

Krajinářství  
Vodní hospodářství

Název práce

**Travníky a závlahové systémy**

Název anglicky

**Grasses and irrigation systems**

---

### Cíle práce

Cílem této bakalářské práce bude seznámení se základními travními druhy pro použití na sportovištích, zahradách ale i jako protierozní opatření. Dále bude popsána funkce trávníků z estetického, hygienického a ekologického pohledu. V další části práce bude popsána historie závlah, rozdělení způsobu zavlažování a popis jednotlivých funkcí prvků závlahového systému. Celkovým cílem je seznámení s travními porosty, jejich výhodou z hlediska protierozních opatření a udržování vody v krajině.

### Metodika

Rešerše na téma travníkové druhy a závlahové systémy. Rozdělení a funkce travních porostů, seznámení s travními druhy a jednotlivými funkcemi.

Druhá část bude věnována závlahovým systémům – historii závlah, rozdělení závlahových systému a popisu celého závlahového systému od zdroje vody, přes filtraci až ke konečnému zavlažovacímu prvku.

### Doporučený rozsah práce

dle Nařízení děkana č. 1/2020 – Metodické pokyny pro zpracování bakalářské práce na FŽP

### Klíčová slova

závlahy, automatický závlahový systém, travní porost, trávy, traviny,

---

### Doporučené zdroje informací

GROZMAN, P. *Zavlažujeme zahradu*. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-1663-1.  
HRABĚ, F. *Travníky pro zahradu, krajinu a sport*. Olomouc: Petr Baštan, 2009. ISBN 978-80-87091-07-4.  
HRABĚ, F. *Trávy a travníky : co o nich ještě nevíte*. Olomouc: Petr Baštan, 2003. ISBN 80-903275-0-8.  
OTEVŘEL, R. – STRAKA, J. – PŘIBYL, M. *Travníky*. Brno: Era, 2006. ISBN 80-7366-043-1.  
SVOBODOVÁ, M. – CAGAŠ, B. *Travník : zakládání, ošetřování a údržba*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4279-3.

---

### Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FŽP

### Vedoucí práce

Ing. Jana Kalibová, Ph.D.

### Garantující pracoviště

Katedra plánování krajiny a sídel

---

Elektronicky schváleno dne 2. 3. 2021

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.  
Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 3. 3. 2021

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.  
Děkan

V Praze dne 13. 03. 2021

## **PODĚKOVÁNÍ**

Rád bych poděkoval své vedoucí Ing. Janě Kalibové, Ph.D. za ochotu řešit se mnou veškeré problémy se sehnáním vedoucího bakalářské práce a po nezdaru dohodnutí se na vedení mé bakalářské práce. Dále za všechny rady a hlavně trpělivost při vypracovávání mé práce.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Trávníky a závlahové systémy vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou/závěrečnou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské/závěrečné práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Pardubicích 01.03.2021

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou travin a závlah. Popisuje jednotlivé funkce travních porostů, jejich složení a různé dělení podle odlišných charakteristik. Podrobněji popsány jsou nejpoužívanější travní druhy, výhody a nevýhody a vhodnost použití jednotlivých travních druhů. Následuje stručná historie o závlahových systémech ve světě a v České republice. Poté jsou závlahové systémy rozděleny podle způsobu dodání vody k rostlinám a je vysvětlen princip fungování jednotlivých typů a popsány funkce závlah. Poslední část je věnována zdrojům vody, čerpání a jejímu čištění pro účel umělé závlahy. Vysvětlení základního rozdělení čerpadel, popsání jednotlivých charakteristik. Filtrace vody je rozdělena do dvou hlavních skupin a vysvětlen princip jednotlivých způsobů filtrace.

Klíčová slova: závlahy, automatický závlahový systém, travní porost, trávy, traviny

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with grass and irrigation issues. Describes various functions of grasslands, its composition and different divisions according to different characteristics. Describes the most used grass species, the advantages and disadvantages, suitability of usage of each grass species. In the following part is a short history of using irrigation in world and in the Czech republic. Irrigation systems are sorted according to the way of delivering water to the plants and is explained principle of operation of different types and described functions of irrigations. The last part is dedicated to the sources of water, pumping and filtration for the purpose of artificial irrigation. Explanation of basic sorting of pumps, description of particular characteristics. Water filtration is divided into two main groups and explains individual filtration methods.

Key words: irrigation, automatic irrigation system, grasslands, grasses, lawns

## Obsah

1. ÚVOD .....	10
2. CÍLE PRÁCE.....	11
3. Funkce a typy travnatých ploch .....	12
3.1 Estetická funkce trávníků .....	13
3.2 Rekreačně-obytná funkce trávníků .....	13
3.3 Biologicko-hygienická a ekologická funkce trávníků .....	13
3.3.1 Okrasné trávníky .....	14
3.3.2 Rekreační trávníky.....	14
3.3.3 Sportovní trávníky .....	14
3.3.4 Krajinné trávníky .....	15
4. Morfologie a biologie trav .....	15
4.1 Stonek (travní výhon) travní rostliny.....	17
4.2 Listy travní rostliny .....	18
4.3 Kořenová soustava travní rostliny .....	18
4.4 Květenství trav.....	19
4.5 Vývojová stádia trav .....	20
4.6 Rozmnožování travních rostlin.....	20
4.6.1 Generativní rozmnožování travin – rozmnožování semenem .....	20
4.6.2 Vegetativní rozmnožování trávníků – odnožování.....	21
4.7 Používané druhy trav v ČR pro zakládání trávníků.....	24
4.7.1 Základní trávníkové druhy .....	25
4.7.2 Doplnkové trávníkové druhy .....	26
4.7.3 Ostatní trávníkové druhy.....	28
5. Historie závlah .....	28
6. Druhy závlah .....	30

6.1	Doplňková závlaha .....	30
6.2	Hnojivá závlaha .....	32
6.3	Zvláštní závlaha .....	32
6.3.1	Oteplovací závlaha .....	33
6.3.2	Ozdravovací či dezinfekční závlaha .....	33
6.3.3	Protimrazová závlaha .....	33
6.3.4	Klimatizační závlaha .....	34
6.3.5	Aerosolová závlaha.....	36
6.3.6	Impulzní závlaha .....	36
6.3.7	Synchronní impulzní postřik .....	38
6.3.8	Osvěžující závlaha.....	39
6.3.9	Umělá mlha .....	39
7.	Typy závlahových systémů.....	40
7.1	Závlahy postřikem .....	40
7.2	Mikrozávlaha .....	42
7.3	Gravitační závlahy .....	44
7.3.1	Závlahy přerodem .....	44
7.3.2	Závlahy výtopou .....	45
7.3.3	Závlahy podmokem .....	46
8.	Zdroj vody.....	48
8.1	Studniční z kopané studny .....	48
8.2	Studniční vrtané studny .....	49
8.3	Dešťová voda (akumulovaná v jímkách).....	50
8.4	Pitná z vodovodu .....	51
8.5	Voda z vodoteče a přírodních nádrží (řeka, potok, rybník aj.).....	51
9.	Čerpací systém.....	52



9.1	Ruční čerpadla .....	52
9.2	Motorová čerpadla .....	53
9.2.1	Ponorná motorová čerpadla .....	53
9.2.2	Zahradní čerpadla.....	53
9.2.3	Domácí vodárny .....	53
9.3	Důležité parametry čerpadel.....	54
9.3.1	Dopravní množství.....	54
9.3.2	Měrná energie čerpadla .....	54
9.3.3	Sací měrná energie .....	54
9.3.4	Charakteristika čerpadla.....	54
10.	Mechanická úprava závlahové vody .....	54
10.1	Způsoby předfiltrace.....	55
10.1.1	Břehová předfiltrace.....	55
10.1.2	Hydrocyklon.....	55
10.1.3	Písková předfiltrace .....	55
10.2	Způsoby filtrace dle zdroje vody .....	55
10.2.1	Voda z vodovodního řadu .....	55
10.2.2	Voda z kopané studny .....	56
10.2.3	Voda z vrtané studny.....	56
10.2.4	Dešťová voda v kombinaci s jiným zdrojem .....	56
10.2.5	Voda z vodotečí, přírodních nádrží a rybníků .....	56
11.	Diskuze.....	57
12.	Závěr .....	58
13.	Internetové zdroje.....	59
14.	Knižní zdroje .....	59

# 1. ÚVOD

Travní porost je už asi nepředstavitelnou součástí jakékoliv zahrady, parků a fotbalových hřišť. Skládá se z mnoho rozličných travních druhů a jejich odnoží, které tvoří estetický zelený celek.

Travní porosty mají mnoho užitečných vlastností a využití od zatravněných parkovišť až po zelené střechy. Najdeme je všude kolem nás a můžeme je rozlišit podle místa pěstování. Jelikož jsou kladeny velké nároky na estetický vzhled trávníku, je věnován velký zřetel na pěstování a jeho následnou péči.

Voda je jednou z nejhlavnějších součástí přírody, celého životního prostředí. V dnešní době, kdy se častěji vyskytují suchá období, je neodmyslitelnou částí k udržování travnatých ploch či zeleně závlaha. Proto je k udržení stavu trvale zelených ploch potřeba zvláštní dávka vody, jejíž objem je odvislý od specifických podmínek dané oblasti.

Potřebu závlahy si uvědomovali již dávní obyvatelé naší planety. Nejdříve byly využívány rozvodněné toky, ale poté vývojem došlo až k umělé dopravě vody na zemědělská pole. S postupným rozvojem umělého zavlažování zemědělských plodin došlo postupně i k použití na menších plochách pro udržení estetické hodnoty prostředí.

Toto téma jsem si vybral z důvodu mé několikaleté praxe v oboru závlahových systémů a jeho přímé propojení s travními porosty, jelikož bylo většinou realizováno na soukromých zahradách, sportovních hřištích nebo veřejných parcích právě na udržování trvale zelené plochy.

S nadále vyskytujícími se obdobími sucha a převládající potřebou závlahových systémů si myslím, je přehled o možných závlahových systémech dobrým přínosem. A to samé i o kladech a záporech jednotlivých používaných druhů travin, využívajících se na stanovištích s extrémními podmínkami.

## 2. CÍLE PRÁCE

Cílem této práce je zpracovat obecný přehled o trávnicích, jejich rozdělení a funkci a poté i popis jednotlivých částí travních rostlin. Vysvětlení a typy rozmnožování travních rostlin a seznámení s nerozšířenějšími a nepoužívanějšími travními druhy pro okrasné, sportovní a další travní porosty.

V druhé části bakalářské práce následuje seznámení se závlahami, nejprve obecně s historií závlah ve světě a v České republice. Vysvětlení potřeby závlah pro rostliny a popis jednotlivých typů závlah. Poté následuje vysvětlení jednotlivých způsobů zavlažení půdy, konečného zařízení aj.

Poslední část práce je věnována rozličným druhům zdrojů vody a jejich čištění. Popis základního rozdělení čerpadel a parametrů motorových čerpadel. Objasnění klasifikace filtrace vody a vysvětlení jednotlivých způsobů filtrace.

### 3. Funkce a typy travnatých ploch

Všechny travní plochy můžeme dělit podle různých kategorií. Podle úrovně péče o trávníky je dělíme na intenzivně a neintenzivně pěstované. Dále je dělíme podle prostředí, v kterém jsou, a to na trávníky sušších lokalit, středních lokalit a vlhkých lokalit. V případě hygienické funkce je můžeme dělit ještě podle účelu jako jsou okrasné (reprezentační), rekreační (používané), sportovní (hřišťové) a krajinné (Hrabě a kol., 2003).

Podle německého systému dělení travních ploch RSM (Regel-Saatgut-Mischungen-Rasen) je dělení mnohem podrobnější a zahrnuje více kategorií a podkategorií (Hrabě a kol., 2003) (viz Tabulka 1).

Kategorie	Skupina
RSM 1.0 Okrasné trávníky	RSM 1.1 Okrasné trávníky
RSM 2.0 Užitkové trávníky	RSM 2.1 Standartní
	RSM 2.2 Pro suchá stanoviště
	RSM 2.3 Rekreační plochy (hřiště)
	RSM 2.4 Bylinné (květnaté)
RSM 3.0 Sportovní	RSM 3.1 Nově založené
	RSM 3.2 Regenerační
RSM 4.0 Golfové	RSM 4.1 Jamkoviště (green)
	RSM 4.2 Odpaliště
	RSM 4.3 Dráhy
RSM 5.0 Parkovací	RSM 5.1 Parkovací (parkoviště)
RSM 6.0 Extenzivní střešní ozelenění	RSM 6.1 Extenzivní střešní ozelenění
RSM 7.0 Krajinné	RSM 7.1 Standartní
	RSM 7.1.1 Standartní bez bylin
	RSM 7.1.2 Standartní s bylinami
	RSM 7.2 Pro suchá stanoviště
	RSM 7.2.1 Pro suchá stanoviště bez bylin
	RSM 7.2.2 Pro suchá stanoviště s bylinami
	RSM 7.3 Pro vlhká stanoviště
	RSM 7.4 Pro polostín

RSM 8.0 Biotopy	RSM 8.1 Druhově bohaté extenzivní travní porosty
-----------------	--

Tabulka 1: Dělení travních ploch podle RSM (Hrabě a kol., 2007)

Uvedené funkce se často prolínají a navazují na sebe. Kvalita travního porostu, jako je celistvost, druhové složení a kvalita ošetřování, také přímo ovlivňuje estetickou a rekreační hodnotu (Svobodová a Cagaš, 2013).

### 3.1 Estetická funkce trávníků

Trávníky jsou spojovacími plochami mezi dalšími prvky zahrad, parků apod. Téměř vždy je lze nalézt mezi různými stavbami, plochami dřevin, keřů nebo záhonů a ostatními krajinnými prvky. Mezi travní plochou a plochou lesa by měl být zachován určitý poměr, který není zavazující, ale doporučený, aby příliš velké plochy jednotlivých porostů nepůsobily stísněně nebo bezútěšně (Hrabě a kol., 2003). Tento poměr je obvykle udáván 2:3 mezi dřevinami a travní plochou (Otevřel a kol., 2007). Vzhled trávníků závisí na prvcích, kterým má dát vyniknout. Při návrhu zahrad je většinou snaha dosáhnout co nejpřirozenějšího vzhledu, kdy například světlé plochy trávníků mezi ostatními prvky, např. dřevin, působí v zahradě jako přirozená louka s lesem (Svobodová a Cagaš, 2013).

### 3.2 Rekreačně-obytná funkce trávníků

Na předešlou funkci přímo navazuje rekreačně-obytná funkce trávníku, jelikož esteticky dobře uspořádaná zahrada pomáhá k relaxaci. Trávy, díky své schopnosti vytvořit souvislý drn a tím vytvořit souvislý zelený drn jsou hlavně použity při vytváření zahradních prostor a při rekreaci (Otevřel a kol., 2007).

### 3.3 Biologicko-hygienická a ekologická funkce trávníků

Trávy svými vlastnostmi ovlivňují okolní prostředí. Díky kořenům zpevňují půdní profil a zvyšují soudržnost půdy. Omezují vymílací schopnost vody, čímž působí protierozně. Zastiňují povrch a zmenšují odpar vody z povrchu. Travní porost vyrovnává denní teplotní rozdíly a působí pozitivně na vzdušnou vlhkost (Otevřel a kol., 2007). Na rozdíl od zpevněných a vybetonovaných ploch umožňují trávníky pronikání vody do nižších vrstev půdního profilu a tím podporují tvorbu zásoby vody pro ostatní rostliny. Zadržovaná voda v okolním prostředí dále koluje a ovlivňuje vzdušnou vlhkost výparem vody z povrchu nebo listů rostlin. Zároveň je svou viditelnou částí nad zemí i pod zemí dobrým tepelným

izolantem, proto je také využíván jako omezení teplotních výkyvů na střeších budov. Celý travní porost je velkým producentem kyslíku a zároveň zmenšuje prašnost celého okolí (Svobodová a Cagaš, 2013).

### 3.3.1 Okrasné trávníky

Tento druh trávníků je velmi náročný na údržbu, jak z hlediska času, tak i znalostí. Tvoří velmi hustý drn a je kladen důraz na jejich vzhled, lze jej nalézt kolem památek, významných budov, v parcích, na střešních zahradách, ale i na okrasných zahradách rodinných domů (Otevřel a kol., 2007). Okrasné travní plochy nesou přílišné zatížení, nemají žádnou jinou užitkovou funkci. Liší se od ostatních druhů použitými travními druhy, jejich kvalita se odráží od botanického složení. Pro okrasné trávníky se hodí trsnaté a krátce výběžkaté formy trav (Courtier, 2001).

### 3.3.2 Rekreační trávníky

Tento typ travních ploch je nejrozšířenějším. Jde o travní porost, který splňuje nejen funkci estetickou, ale slouží i pro rekreační sporty nebo relaxaci. Jedná se o přechodový typ mezi okrasnými a sportovními trávníky (Courtier, 2001). Použití je široké, například v parcích, domácích nebo sídlištních zahradách apod. Směs pro rekreační trávník je velmi pestrá, aby byla zaručena univerzálnost pro rozmanité podmínky. Postupným vývojem se prosadí druhy vhodné pro danou lokalitu (Hrabě a kol., 2003).

### 3.3.3 Sportovní trávníky

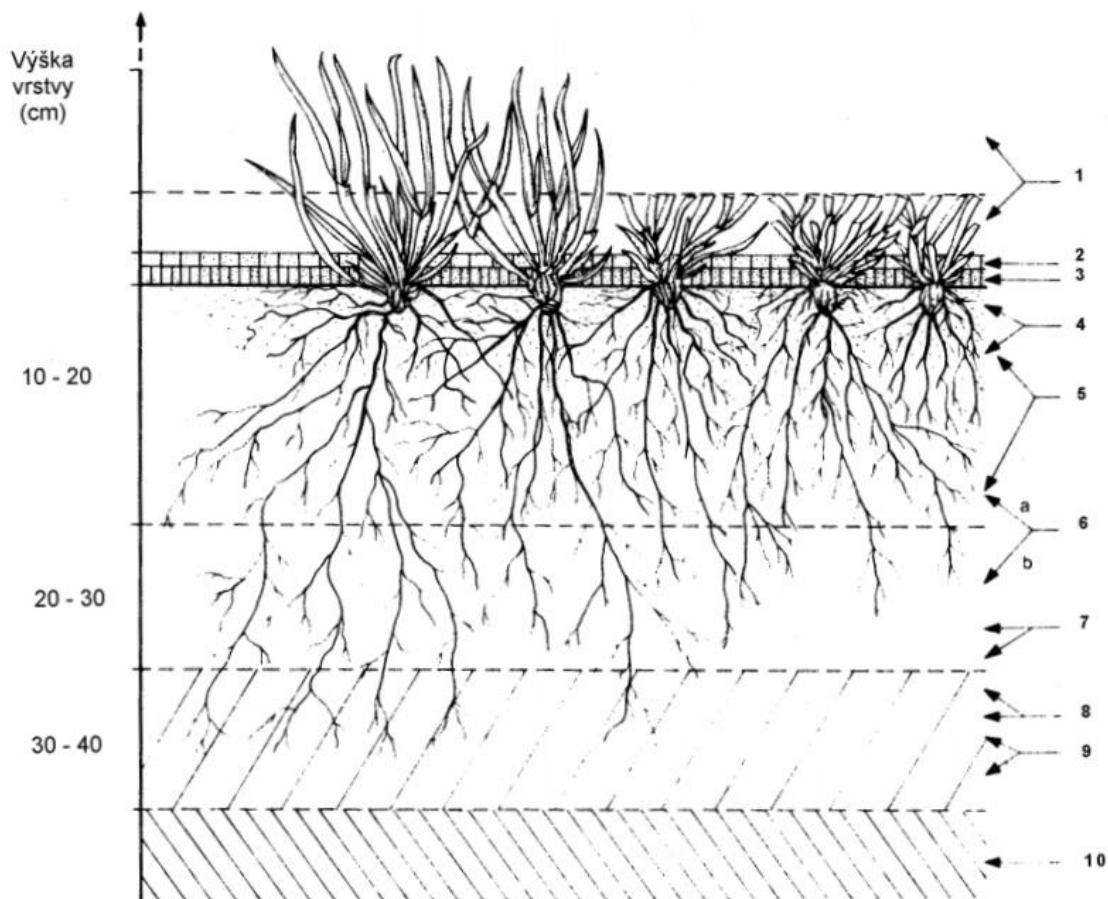
Jedná se o specifický typ travního porostu, u kterého je v první řadě nutné udělat ideální podmínky pro sportování, ale je vyžadován i pěkný vzhled. Patří sem veškeré sportovní plochy jako jsou fotbalové hřiště, golfové hřiště, softbalové hřiště, travnaté tenisové kurty apod. Použité druhy na těchto plochách musí být velmi odolné, rychle regenerující a pro každý typ sportu jiná směs (Otevřel a kol., 2007). Ošetřování je velmi individuální z hlediska použitých směsí a provozovaného sportu, ale jedno mají společně a tím je náročnost na udržení estetického a provozu schopného trávníku. V současnosti nejdoporučovanější směsí pro osetí na fotbalových hřištích se skládá z jílku vytrvalého (*Lolium perenne*) a lipnice luční (*Poa pratensis*) (Hrabě a kol., 2003).

### 3.3.4 Krajinné trávníky

Za krajinné trávníky bereme rozsáhlou skupinu trávníků různého použití. Tento typ je většinou využíván na místech málo udržovaných a v obtížných podmínkách (Otevřel a kol., 2007). Patří sem travnaté plochy letišť, parkovišť, komunikací, různých zářezů a násypů. V tomto typu většinou můžeme nalézt přítomnost jiných rostlinných druhů, aby dosáhly přirozeného vzhledu. Nazývají se tak i protierozní, rekultivační a trávníky kolem řek, násypek, sadů a vinic. Mají splňovat estetický, ale ne však homogenní vzhled, a také dostatečnou schopnost zabránit šíření plevelů (Hrabě a kol., 2003).

## 4. Morfologie a biologie trav

Trávy se řadí do jednoděložných rostlin, rozšířených skoro po celém světě. Nejvýznamnější je zde čeleď lipnicovitých (*Poaceae*) a z ní 25 druhů a několik set odrůd (Otevřel a kol., 2007). Jejich stavba je dělena do dvou částí, nadzemní a podzemní. Kde zelená, nadzemní část je tvořena dutým stonkem neboli stéblem a úzkými, protáhlými listy. Podzemní část je tvořena svazkem tenkých kořenů, nazývaným jako svazčitá kořenová soustava, u několika druhů doplněna i podzemními výběžky (Svobodová a Cagaš, 2013).

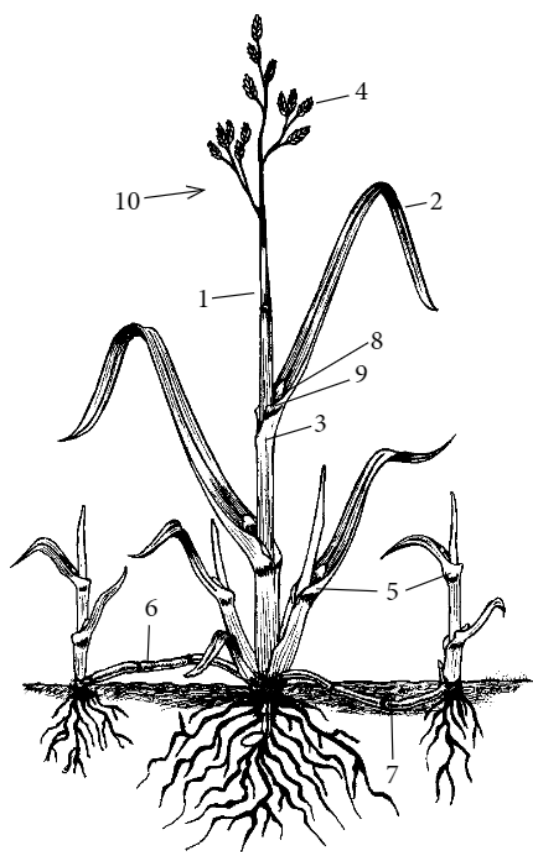


Obrázek 1 Struktura travního drnu na přirozeném půdním profilu (Hrabě a kol., 2009)

1. Zelená listová vrstva, kosená (20 – 40 mm), nekosená (60 – 100 mm)
2. Vrstva plsti, nedostatečně rozložená (5 - 30 mm)
3. Vrstva plsti, silně rozložená (5 – 10 mm)
4. Odnožovací zóna
5. Hlavní kořenová zóna (50 – 100 mm)
6. Vegetační půdní vrstva (100 – 400 mm)

- 6a. Vegetační půdní vrstva s vyšším obsahem humusu
- 6b. Vegetační půdní vrstva s nízkým obsahem humusu
7. Zóna vyplavování živin
8. Akumulační vrstva pro jílovité částice, soli, ionty K<sup>+</sup>
9. Podložní skeletovitá vrstva, světle zbarvená
10. Matečná hornina – půdotvorný substrát





Obrázek 2: Stavba travní rostliny (Svobodová a Cagaš, 2013)

1- stéblo, 2- listová čepel, 3- listová pochva, 4- květenství, 5- dceřiné odnože (sterilní výhonky), 6- nadzemní výběžek(stolon), 7- podzemní výběžek(rhizom), 8- jazýček, 9- ouška, 10- fertilní výhonek

#### 4.1 Stonek (travní výhon) travní rostliny

Travní výhony jsou základem celého travního porostu. Skládají se zejména z listů, v dalších fázích vývoje i stébel, která dokonce mohou, ale nemusí, nést květenství (Hrabě a kol, 2003).

U stonků rozlišujeme několik druhů:

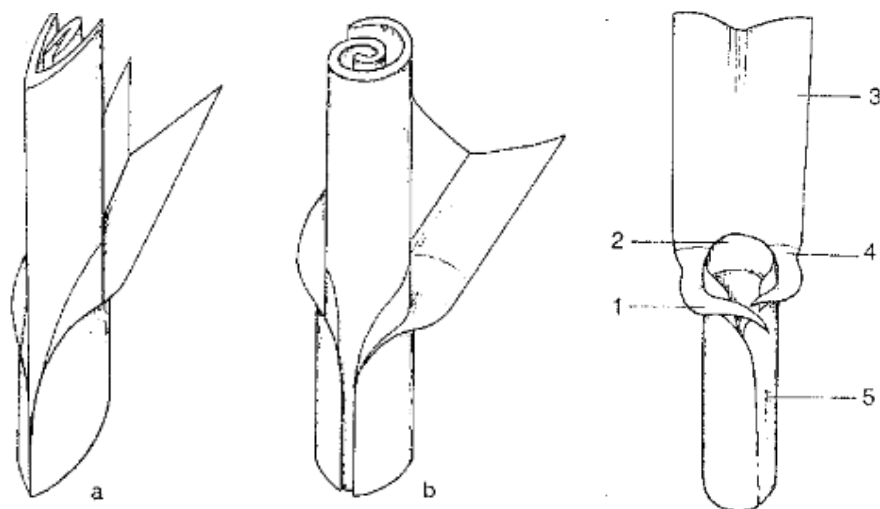
- krátká listová stébla – u hodně kosených trávníků,
- stébelné výhony sterilní (neplodné),
- stébelné výhony fertilní (plodné, nesoucí květenství).

Nejčastějším typem jsou krátká listová stébla – bez květenství (Otevřel a kol., 2007).

## 4.2 Listy travní rostliny

Jsou složeny ze dvou částí – bazální část neboli listová pochva přechází na svrchním konci v listovou čepel. V místě přechodu z jedné části do druhé můžeme často najít malý blanitý lem nazývaný linula – jazýček, jehož funkce není přesně určena, ale pro jeho tvarovou rozmanitost podle něj lze určit druh trávy. Na konci listové pochvy můžeme najít další útvary významné pro bližší určování druhů, nazývaná ouška (Hrabě a kol, 2003) (viz Obrázek 4).

Tvar složení listové čepele v listové pochvě se nazývá vernace. Tu rozdělujeme na vernaci složenou a stočenou (viz Obrázek 3). Způsob uložení je také dalším ze znaků pro určení travního druhu (Otevřel a kol., 2007).



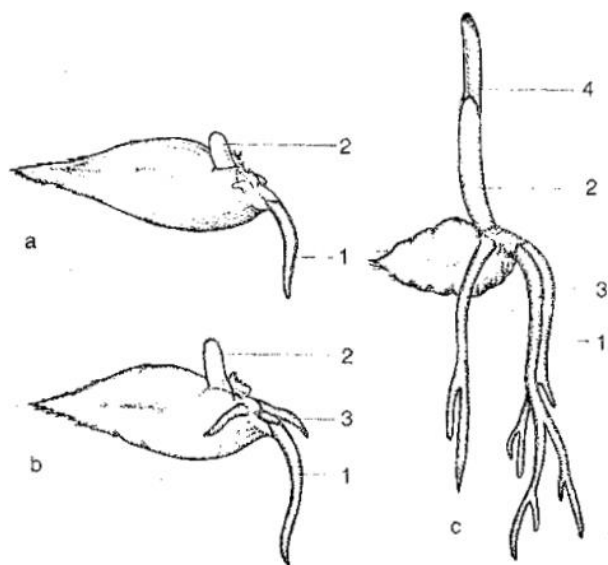
Obrázek 3: Vernace listů trav (Otevřel a kol., 2007)  
a – složená, b – stočená

Obrázek 4: Složení listu trav (Hrabě a kol.2003)  
1- ouška, 2- jazýček, 3- listová čepel, 4- základ listové čepele, 5- listová pochva

## 4.3 Kořenová soustava travní rostliny

Kořenový systém trav vytváří hustou a rozvětvenou síť tenkých kořenů, sloužící pro příjem vody, živin, ukládání zásobní látek a fixaci do půdy, která je předpokladem pro mechanickou zátěž travního porostu. Po vyklíčení semena trav vytvářejí první kořeny a první zelený list, zvaný také koleoptile. V kořenech vzniká odnožovací uzlina, která dává předpoklad vzniku odnoží a dalších druhotných kořenů, kde větvením vznikne svazčitý kořenový systém (viz Obrázek 5). Většina kořenů dorůstá do hloubky 10 cm a zbytek kořenového systému je u většiny druhů do 20 cm, což znamená, že větší zastoupení u trav má skupina mělkokořených trav (Otevřel a kol., 2007).

Hustota celé soustavy je patrná v ploše na  $m^2$ , která bývá 150-300  $m^2/m$ . Dalším zajímavým parametrem je hmotnost v suchém stavu, která se pohybuje od 7 t/ha až do 30 t/ha (Hrabě a kol, 2009). Hloubka kořenů úzce závisí na intenzitě užívání trávníku, druhu rostliny a okolních podmínkách. S větší intenzitou užívání, například u hřišťových trávníků, klesá hloubka kořenů a 80-90 % bývá zastoupena v hloubce do 50 mm (Hrabě a kol, 2003). Avšak u různých druhů mohou jednotlivé kořeny pronikat až do hloubky 1,5 m a u suchovzdorných druhů až do 3,5 m (Svobodová a Cagaš, 2013).



Obrázek 5: Stádia klíčení semene (Otevřel a kol., 2007)

a,b - vznik kořenů, koleoptile a mateřských výhonů z klíčícího semene, c- tvorba zárodečného listu, 1- primární kořínek, 2- koleoptile, 3- mateřský výhon, 4- zárodečný list

#### 4.4 Květenství trav

Květenství u trav se nazývá lata. Rozlišovány jsou dva typy, lata složená z klásků nebo latu staženou v klas, zkrácením jednotlivých větví klásků, nazývanou taky jako lichoklas – klas klásků. Květy mají velice citlivé prašníky, které uvolňují pyl i při mírném pohybu vzduchu (Hrabě a kol., 2003). Pyl u kvetoucích trav má velký vliv na životní prostředí, vytváří alergenní proteiny s dlouhodobou účinností. U druhů se liší délka kvetení, množství produkovaného pylu a silou agresivity pylu (Hrabě a kol., 2009).

## 4.5 Vývojová stádia trav

Vývoj travní rostliny je rozlišeno do několika typických stádií. Prvním je stádium semene, semenáčku, které trvá 1-3 týdny a travní rostlina čerpá živiny z travního semene. Stádium juvenilní trvá několik měsíců a po kterém následuje virginální, trvající měsíce až roky, kdy je rostlina dospělá, ale sterilní. Poté se dostává do stádia generativní, v kterém vytváří generativní orgány po několik let. Poslední stádia jsou senilní a subsenilní, při kterém už převažuje odumírání rostlinných odnoží nad tvorbou nových (Hrabě a kol., 2009).

- stádium semene
- klíčení – travní semeno klíčí při dostatku vody, světla a vzduchu za teploty už od 1 °C, tvorba primárních kořínků
- vcházení – 5 až 8 dnů od výsevu dochází k tvorbě prvního zeleného listu
- odnožování – vznikání nových odnoží a listů
- sloupkování – období růstu odnoží
- metání – začátek kvetení
- kvetení – otevírání květenství, opylování a produkce semen
- zrání – dokvétání a semen, končí období malého životního cyklu trav, následuje velký životní cyklus  
(Otevřel a kol., 2007)

## 4.6 Rozmnožování travních rostlin

U trav jsou rozlišovány dva způsoby rozmnožování a tím je generativní rozmnožování neboli semenem, a vegetativní rozmnožování, odnožováním (Otevřel a kol., 2007).

### 4.6.1 Generativní rozmnožování travin – rozmnožování semenem

Generativní rozmnožování se využívá při zakládání nebo dosévání řídkého starého trávníku. Semena se tvoří pouze na plodných travních výhonech, které nesou květenství (Otevřel a kol., 2007).

Travní semena pro osev musí splňovat specifická kritéria jako jsou odrůdová kvalita, klíčivost, vitalita osiva, čistota, hmotnost tisíce semen, užitná hodnota aj. (Hrabě a kol., 2003).

Klíčivost je vyjádření procentuálního podílu semen poskytujících životaschopné rostliny. Stanovuje se ve dvou termínech při 20°C. Rychlost je závislá na vlhkosti a teplotě

půdy. Nejrychleji klíčící odrůdou trávy je jílek vytrvalý (*Lolium perenne*), kterému trvá klíčení 6-8 dnů. Nejpomaleji jsou na tom trávy z rodu lipnice (*Poa*) s dobou klíčení 21-33 dnů. Většina zbylých druhů má dobu klíčivosti 10-20 dnů (Hrabě a kol., 2003).

Vitalita osiva je rozuměna jako přirozená síla zdravých semen, které zajišťují brzké vyklíčení a vzejití i při nevhodných podmínkách. Popisuje snášenlivost osiva ke špatným podmínkám při klíčení a stálost kvality během uskladnění (Hrabě a kol., 2003).

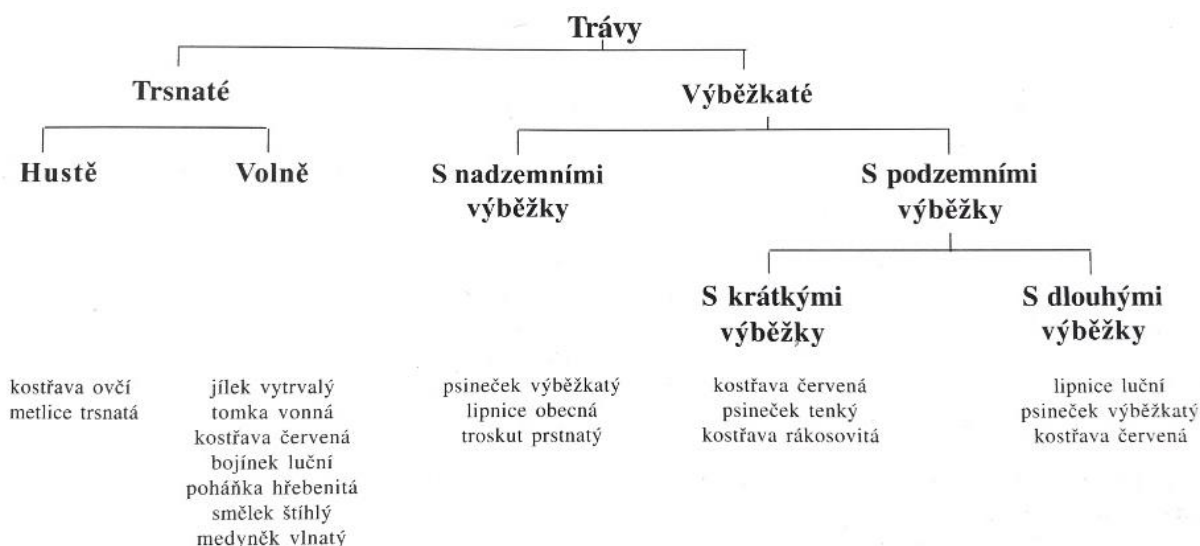
Hmotnost tisíce semen je dalším často používaným ukazatelem kvality osiva, často využívaný pro určení výsevku v praxi (Hrabě a kol., 2003).

Tvorba květů probíhá v období nízkých teplot, kdy rozlišujeme trávy na dva typy podle potřebné doby nízkých teplot ke vzniku květenství. Těmi jsou trávy ozimého a jarního charakteru. Ozimé trávy musí projít delším obdobím nízkých teplot a vytváří plodné výhonky jen během prvního sečení. Druhým typem jsou trávy jarního charakteru, které toto období potřebují kratší. Výhonky vytvářejí při prvním i následujících sečení. Jarní trávy nalezneme na lučních porostech a jsou většinou využívány pro tvorbu biomasy (Otevřel a kol., 2007).

Generativní množení není moc časté z důvodu častého sečení, plodné výhonky na rostlinách většinou nestihnou vyrůst, proto je častější druhý způsob rozmnožování vegetativní, odnožováním (Otevřel a kol., 2007).

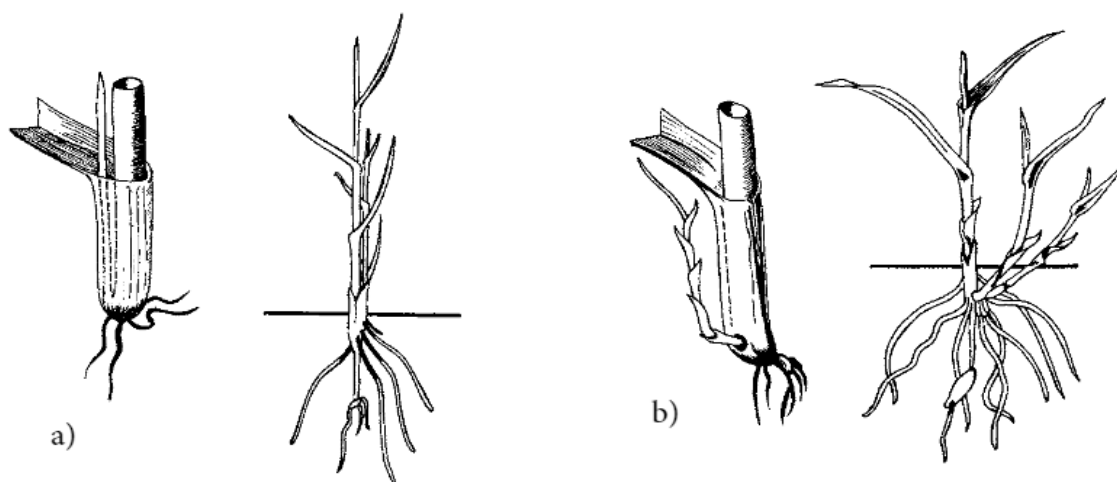
#### 4.6.2 Vegetativní rozmnožování trávníků – odnožování

Odnožování je úzce spojeno s vytvářením nových dceřiných kořenových výhonků (viz Obrázek 6). Z pohledu vytváření travního porostu nejsou významné jen kořenové výhonky, ale i listové, vegetativní, výhonky (Hrabě a kol., 2009). K rozmnožování vegetativním způsobem dochází v třetí vývojové fázi trav. Vytváří se odnožovací uzlina těsně pod povrchem půdy a vytváří se další podzemní nebo nadzemní výhonky (Hrabě a kol., 2003).



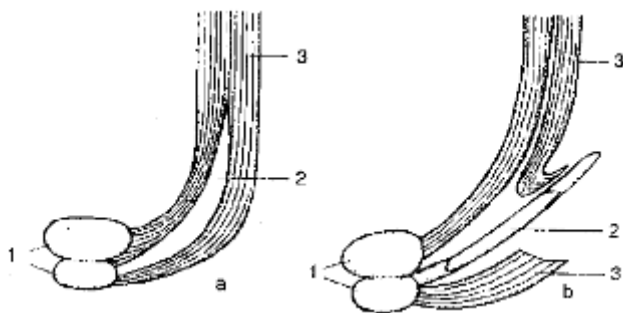
Obrázek 6: Rozdělení trav dle způsobu odnožování (Hrabě a kol., 2003)

Dále podle charakteru odnožování dělíme trávy na odnožující intravaginálně (vnitropoševně), kde vyrůstá nová dceřiná odnož uvnitř mateřské pochvy rostliny. Tento způsob je charakterističtější pro trávy trsnaté – vytváření jednotlivé trsy, nikoliv celistvý drn. Druhým typem trav jsou trávy odnožující extravaginálně (mimopoševně), kde odnož roste vně. Tento typ je více zastoupen u výběžkatých trav (Otevřel a kol., 2007) (viz Obrázek 7 a 8).



Obrázek 7: Vegetativní rozmnožování trav (Svobodová a Cagaš, 2013)

a – intravaginální odnožování – hustý trs, b – extravaginální odnožování – volný trs



Obrázek 8: Detail odnožování trav (Otevřel a kol., 2007)  
1 -odnožovací uzlina, 2- odnož, 3- listová pochva

Hustě trsnaté trávy se vyznačují nahloučenými odnožemi k sobě. Ve směsi jen z hustě trsnatých trav nelze dosáhnout zapojeného porostu. Odnožovací uzliny bývají u toho druhu většinou hlouběji než u ostatních druhů, a to až 50 nebo více mm pod povrchem. Díky tomu jsou odolnější proti nepříznivým podmínkám. Vývoj v počátečních stádiích je pomalý; jsou to houževnaté rostliny, které vydrží 10-70 let (Svobodová a Cagaš, 2013).

Volně, řídké trsnaté trávy jsou rychleji vyvíjející se druhy rostlin, avšak méně vytrvalé oproti hustě trsnatým. Vytvářejí více zapojený trs, ale nejsou trvale schopny utvořit celistvý porost (Otevřel a kol., 2007). Vývoj je rychlejší, ale jsou více náchylnější na stres. Po sečení mají lepší schopnost regenerace a obrostu, vytrvalost je 1-10 let (Svobodová a Cagaš, 2013).

Výběžkaté trávy dělíme dále na dvě další podskupiny, podle vytváření nových výhonků na podzemní a nadzemní výběžkaté trávy (viz Obrázek 9). Větší zastoupení mají podzemně výběžkaté trávy, kdy se odnože tvoří pod povrchem a vytvářejí síť kořenů (Otevřel a kol., 2007). Tyto druhy mohou mít oddenky krátké, 50-100 mm, hodně řídké a nepravidelné plochy kořenů. Nebo dlouhé, 0,2-1 m, které zaujmají plochu až několika čtverečních metrů.

Pak tu jsou druhy, které vytváří oba druhy podzemních výběžků (Svobodová a Cagaš, 2013).



Obrázek 9: Tvorba odnoží u výběžkatých trav (Otevřel a kol., 2007)  
Vlevo s nadzemními výběžky (stolony), vpravo s podzemními výběžky (rhizomy)

## 4.7 Používané druhy trav v ČR pro zakládání trávníků

Používané druhy trav můžeme rozlišit podle četnosti použití v osivech. Dělíme je na tři skupiny – základní druhy, doplňkové druhy a ostatní druhy (viz Tabulka 2).

Druh	Vhodnost pro trávníky					Poznámka k použití	Počet odrůd	
	okr.	rekr.	sport.	green	kraj.		ČR	OECD
<b>Základní druhy</b>								
Jílek vytrvalý <i>Lolium perenne</i>	☆	☆☆☆	☆☆☆	✦	☆	všechny trávníky mimo greenových	72	757
Kostřava červená <i>Festuca rubra</i>	☆☆☆	☆☆☆	☆☆	☆☆	☆☆	všechny kromě silně zatěžovaných	52	251
Lipnice luční <i>Poa pratensis</i>	☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆	☆	všechny trávníky kromě greenových	33	191
Psineček tenký <i>Agrostis capillaris</i>	☆☆☆	☆☆	☆	☆☆☆	☆	okrasné, parkové a krajinné trávníky	4	33
<b>Doplňkové druhy</b>								
Kostřava ovčí <i>Festuca ovina</i> x	☆☆☆	☆☆	✦	✦	☆☆	okrasné, parkové a krajinné trávníky	11	53
Kostřava rákosovitá <i>Festuca arundinacea</i> X	☆	☆☆	☆☆	✦	☆☆	ve velmi vysušené lokality	11	210
Metlice trsnatá <i>Deschampsia cesp.</i> Y	☆	☆☆	✦	✦	☆☆	zastíněné či vlhké lokality	4	1
Lipnice nízká <i>Poa supina</i>	✦	☆	☆		☆☆	zastíněné lokality	0	1
Lipnice obecná <i>Poa trivialis</i>	✦	☆	✦	✦	☆	vlhké lokality, dosev greenů	0	6
Lipnice hajní <i>Poa nemoralis</i> Y	✦	☆	✦	✦	☆	parkové trávníky ve stínu	2	5
Lipnice smáčknutá <i>Poa compressa</i>	✦	☆	✦	✦	☆☆	parkové a krajinné trávníky	1	2
Lipnice roční vytrvalá f. <i>Poa reptans</i>	✦	✦	✦	☆☆	✦	nově ověřovaný druh do golfových greenů	0	1
Smělek štíhlý <i>Koeleria macrantha</i>	☆☆	☆☆	✦	✦	✦	okrasné a parkové trávníky do sucha	0	2
Psineček výběžkatý <i>Agrostis stolonifera</i> X	✦	✦	✦	☆☆☆	✦	do golfových greenů	3	37
Psineček psí <i>Agrostis canina</i>	☆☆	✦	✦	☆☆	✦	okrasné intenzivně ošetřované	0	5
Bojínek cibulkatý <i>Phleum nodosum</i>	✦	☆	☆☆	✦	☆	zatěžované v plísňových oblastech	2	8
Pohánka hřebenitá <i>Cynosurus cristatus</i>	✦	☆	☆	✦	☆	do vlhkých poloh	1	0
Medyněk vlnatý <i>Holcus lanatus</i>	✦	✦	✦	✦	☆	extenzivní krajinné trávníky	1	0
Jetel plazivý <i>Trifolium repens</i> X	☆☆	☆☆	✦	✦	☆☆	low input trávníky, suché lokality	15	142
<b>Ostatní</b>								
Jílek jednoletý <i>Lolium westerwaldicum</i>	✦	✦	✦	✦	☆	pro start do krajinných trávníků	4	74
Jílek mnohokvětý <i>Lolium multiflorum</i>	✦	✦	✦	✦	☆	pro start do krajinných trávníků	8	269

Vysvětlivky: ☆☆☆ velmi vhodný, ☆☆ vhodný, ☆ podmíněně vhodný, ✦ nepoužívá se

Tabulka 2: Nejpoužívanější druhy travin pro trávníky (Hrabě a kol., 2009)



### 4.7.1 Základní travníkové druhy

Traviny patřící do této skupiny tvoří největší a nejpoužívanější část travních směsí.

#### **Jílek vytrvalý** (*Lolium perenne*)

Řadí se do řídce trsnatých trav a je jedním z nejvíce rozšířených druhů pro travníkové použití. Sytě zelený druh, vyznačující se rychlým růstem a dobrou regenerací. Choulostivý na dlouhodobá sucha nebo delší období zamokření (Otevřel a kol.,2007). Vzhledem na jeho rychlému růstu je schopen utlačit pomalu se vyvíjející druhy. Má jako jeden z dalších travních druhů mnoho odrůd a je též jedním z nejstarších používaných druhů, v české Státní odrůdové knize jich je přes 50 (Svobodová a Cagaš, 2013).

#### **Kostřava červená** (*Festuca rubra*)

Dalším významným travníkovým druhem je kostřava červená (*Festuca rubra*) a její tři poddruhy a odrůdy od nich. Je to kostřava červená trsnatá (*Festuca rubra commutata*), kostřava červená krátce (*Festuca rubra trichophylla*) a dlouze výběžkatá (*Festuca rubra rubra*). Uvedené poddruhy jsou jiné v nárocích na místo, typu růstu, mechanické odolnosti a nárocích na pěstování (Otevřel a kol., 2007). Všechny poddruhy kostřavy jsou vytrvalé, mají velkou snášenlivost časté a nízké seče. Odrůdy trsnatých a krátce výběžkatých kostřav jsou základním druhem pro travníky do parků, golfových jamkovišť, rekreačních, a dokonce i jemných, okrasných travníků, zajišťující hustý a pořádný travní drn (Svobodová a Cagaš,2013).

- **Kostřava červená trsnatá** (*Festuca rubra commutata*)

Jedna z nižších, hustě trsnatých trav. Tvoří velmi hustý travní koberec a má jemné, úzké listy. Jedná se o vytrvalou, suchovzdornou a málo náročnou odrůdu (Hrabě a kol., 2009).

- **Kostřava červená krátce výběžkatá** (*Festuca rubra trichophylla*)

Původem této odrůdy jsou přímořské oblasti, což je předpokladem pro větší snášenlivost soli v půdě, například kolem komunikací. Tvoří jen velmi krátké podzemní výběžky a svým růstem a tvoření travního drnu se podobá spíše kostřavě červené trsnaté (*Festuca rubra commutata*), než kostřavě dlouze výběžkaté (*Festuca rubra rubra*) (Hrabě a kol., 2003).

### **Kostřava červená dlouze výběžkatá (*Festuca rubra rubra*)**

Z druhu kostřav se jedná o travinu největšího vzrůstu s širšími listy. Tvoří největší množství nadzemní i podzemní hmoty. Vytváří dlouhé výběžky, které pomáhají vyplňovat prázdná místa v travním porostu. Její drn je řidší oproti jiným kostřavám a nalezne větší uplatnění u komunikačních a krajinných trávníků. Má vyšší produkci semen, čímž je její osivo cenově nižší (Hrabě a kol., 2003).

### **Lipnice luční (*Poa pratensis*)**

Je jedním z druhů s podzemními výběžky, které mohou dosahovat délky až 1 m. Jedná se o ozimovou travu s delším klíčením a vycházením (Otevřel a kol., 2007). Svě konkurenceschopnosti v trávníku dosahuje až po třetím užitkovém roce. Odolná a rychle regenerující, uplatňující se hlavně v hodně zatěžovaných trávnících sportovních nebo rekreačních. Můžeme rozlišit až 36 odrůd, a to díky rozdílné barvě a šířce listů (Svobodová a Cagaš, 2013).

### **Psineček tenký (*Agrostis capillaris*)**

Dříve velmi používaný do většiny trávníkových osiv, pokles použití následoval po vyšlechtění ostatních druhů trav na velmi husté odrůdy (Hrabě a kol., 2003). Jedná se o druh s krátkými podzemními výběžky. Využíván byl pro jeho schopnost tvořit husté trsy a tím zvyšovat celkovou hustotu trávníku. Velmi náchylný k různým houbovým onemocněním a plísni (Otevřel a kol., 2007). Extrémně snášenlivý na nízké kosení, uplatňující se na golfových greenech, avšak málo mechanicky odolný (Hrabě a kol., 2003).

## **4.7.2 Doplnkové trávníkové druhy**

Přidávají se do směsí travních osiv pro dosažení lepších vlastností trávníků jako jsou suchovzdornost, mrazuvzdornost, odolnost vůči zastínění apod. V mimořádných směsích se používají i místo základních druhů (Hrabě a kol., 2009).

### **Kostřava ovčí (*Festuca ovina*)**

Velmi vytrvalá, suchozemská tráva vyznačující se extrémní odolností proti suchu. Velice podobná kostřavě červené, ale má tenčí, tmavší listy. Často se vyskytuje ve směsích s kostřavou červenou, kde se jejich vlastnosti doplňují a zmenšují kolísání kvality trávníku. Často můžeme najít odrůdy jako je kostřava ovčí přítvrdlá a tenkolistá (Hrabě a kol., 2009). Její nevýhodou je nesenášenlivost častého sečení a příliš velkého mechanického zatížení.

Využita může být v tvorbě krajinných trávníků, často s uvedenou kostřavou červenou (*Festuca rubra*). Pro její pevnou kořenovou soustavu je významnou rostlinou v protierozní ochraně (Otevřel a kol., 2007).

#### **Kostřava rákosovitá** (*Festuca arundinacea* Schreber)

Podzemní krátce výběžkatý druh travin, v menším zastoupení je náchylná k tvoření samostatných trsů. Mezi hlavní výhody patří velká vytrvalost a snášenlivost abiotického stresu díky hlubokým kořenům, které umožňují přijímání vody a živin z nižších úrovní půdy (Hrabě a kol., 2003). Méně tolerantní je k nižšímu sečení pod 50 mm, kdy může z trávníků, s obsahem jiných agresivní druhů, zcela vymizet. Využívá se v hodně zatěžovaných lokalitách jako jsou dostihová závodiště nebo užitkové trávníky. Dalším uplatnění najde v krajinných trávnících. Snese sušší i vlhčí stanoviště (Svobodová a Cagaš, 2013).

#### **Metlice trsnatá** (*Deschampsia caespitosa*)

Řadí se do hustě trsnatých travin, v minulosti zřídka využívána (Otevřel a kol., 2007). Dříve využívána pouze jako okrasná travina. Předností tohoto druhu je vysoká zimovzdornost, mrazuvzdornost a snášenlivost zastíněných stanovišť. Nevýhodou je tvrdost rostliny a pomalý rozklad rostliny vedoucí k tvorbě plsti. Sečení vede k třepení a zasychání listů. V menším podílu v travním osivu vznikají nevzhledné trsy v travní ploše (Hrabě a kol., 2003).

#### **Lipnice nízká** (*Lolium perenne* L.)

Jak už napovídá název jedná se o nízkou, výběžkatou travu s širšími listy. Má větší snášenlivost na vlhčí a zastíněné stanoviště. Často bývá v regeneračních směsí osiv pro golfové hřiště (Svobodová a Cagaš, 2013). Je velice podobná lipnici roční, liší se hlavně typickou světle zelenou barvou (Hrabě a kol., 2009).

#### **Psineček výběžkatý** (*Poa supina*)

Se svou hustou sítí nadzemních výběžků patří do skupiny nadzemních výběžkatých travin. V počátečním vývoji pomalejší, posléze rychle se rozrůstající a šířící se na půdách s lepšími vláhovými podmínkami. Snášenlivý pro mimořádně nízké sečení (Otevřel a kol., 2007). U některých odrůd až na 3 mm. Schopný rychlé regenerace, při adekvátní péči o trávník jako je aerifikace, hnojení, závlahy a vertikutaci. Z důvodu nepřírodně nízkého sečení je více náchylný k nemocem a je vyžadováno ošetřování fungicidy (Hrabě a kol., 2003).

### **Jetel plazivý** (*Trifolium repens*)

Je jedním z pícních druhů, který se používají pro směsi osiv pro luční a pastevní setí, ale i pro krajinné trávníky. Jeho odolnost k stresovým podmínkám, hlavně k suchu, schopnost dodávat do půdy dusík a nahradit tak část hnojení, zvyšuje kvalitu a vytrvalost krajinných porostů (Hrabě a kol., 2009). Odrůdy použitelné pro trávníkové porosty musí mít rozdílné vlastnosti od odrůd pro pícní účely. Mezi ty patří snášenlivost nízkého sečení, menší lístky a menší přírůstek hmoty (Hrabě a kol., 2003).

### 4.7.3 Ostatní trávníkové druhy

Některé krmné, pícní, druhy trávníků jsou zařazovány do ostatních. Byly pro tyto účely primárně vyšlechtěny, ale využití najdou i při zakládání trávníkových porostů (Hrabě a kol., 2003).

**Jílek jednoletý** (*Lolium multiflorum* var. *westerwoldicum*), **jílek mnohokvětý** (*Lolium multiflorum*)

Jedná se o krátkodobé jílky, jsou příhodné pro krajinné trávníky pro jejich rychlý růst, který brzy zabraňuje vodní a větrné erozi půdy a tím pomáhají nachystat vhodnější podmínky pro další osev jiných druhů trav (Hrabě a kol., 2003).

## 5. Historie závlah

V tropickém a subtropickém pásmu, kde nebylo možné pěstovat na zemědělských polích bez závlahy, pramení první zmínky o zavlažování. Ať už v podobě přirozeného rozvodnění řek nebo poté i formou umělých závlah, které se začaly rozšiřovat i do mírnějších pásem, do míst s periodickým výskytem sucha. Aby mohlo dojít k rozvoji zemědělství, byla potřeba minimalizace dopadů náhodných suchých období (Jůva, 1959).

Vznik nejstarších civilizací podmiňovala voda a teplota. Tam, kde byla vyšší teplota a větší množství srážek, se rozrůstala populace více než jinde. S postupným rozrůstáním populace bylo potřeba zajistit vhodné podmínky i do míst méně vhodných k osídlení. Toto vedlo k budování závlahových kanálů a různých staveb. Umělé závlahy a historické zmínky o nich můžeme najít už z doby kolem 5 000 před n.l. (Hrabě a kol., 2009)

Nejstarší, známé stavby byly nalezeny v zemích Afriky, Asie, jižní Evropy a Ameriky. Na těchto závlahových stavbách často záviselo celé zemědělství, hospodářství i kultura dané

země. Při selhání a zániku těchto staveb většinou skoro zaniklo hospodářství nebo postupně i celá kultura (Jůva, 1959).

Egypt můžeme nazvat zemí závlah, kde byly už v 2. a 3. tisíciletí před n. l. umělé závlahy využívány. Na začátku se pro zavlažování využívalo období velkých vod, které se vyskytovaly pravidelně od června do října. V těchto měsících se zaplavovala jen nejbližší okolí řek, kam se voda přirozeně dostala díky umístění příčných hrází ve zdrži. Poté se začala voda dopravovat i do vyšších poloh pomocí umělých kanálů, čerpání čerpacími koly, soupravami vahadel s okovy. Jednou z významnějších staveb byl závlahový kanál Bahr el Jusuf, který od Nilu vede na sever a měří asi 420 km. Zavlažované území mezi tímto kanálem a Nilem patřilo k jedním z nejúrodnějších v Egyptě. Všechny závlahy byly budovány podle určitého hospodaření vodou a snaha po rozšíření uměle zaplavovaného území vedla k výstavbě akumulčních nádrží. Jezero Moris, které bylo založeno pravděpodobně kolem roku 2200 před n.l. v dolním Egyptě u Krokodipolis, mělo objem 12 miliard m<sup>3</sup>, v obvodu měřilo 660 km a jehož hloubka byla až 80 m. Jezero patřilo k sedmi divům starého světa a převyšovalo slávu Choepsovy pyramidy. Většina závlahových staveb s časem zanikala a byla obnovována teprve od poloviny 19. století (Jůva, 1959).

V Iráku, ve staré Babylónii, jsou nálezy závlahových staveb také z 2. až 3. tisíciletí před n.l. Kde závlahy sloužily pro rozsáhlé území, z důvodu obrovského nedostatku vody v letních měsících. Přes celou zemi vedly kanály, největší z nich spojoval řeky Eufrat a Tigris a sloužil též k plavbě. Pro dopravu vody do míst s vyšší nadmořskou výškou byly používány nejrůznější čerpací soupravy, nejčastěji vahadla s nádobami. Největší kanálové stavby pochází z 2. tisíciletí před n.l. z dob Chammurapiho, Samsuiluma a královny Semiramis. Asi v 6. stol před n.l. byly postaveny hrázové stavby na Eufratu a retenční nádrž s obvodem asi 72 km. Při dobytí Peršany v roce 539 před n.l. a poté Římany roku 129 před n.l. byly stavby postupně ruinovány a po vpádu Mongolů v 13. století n.l. úplně zničeny (Jůva, 1959).

Na území staré Arábie bylo území zavlažováno uměle tam, kde se obyvatelstvo věnovalo zemědělství. V Sýrii bylo nicméně založeno hodně závlahových kanálů. Úrodnost závisela na zásobování vodou z řeky Jordán. Území zavlažované kolem Jericha patřilo k jedním z nejúrodnějších tehdejšího světa. Za doby římské vlády byly tyto stavby zničeny a postupně zanikly a z tohoto území se stala poušť (Jůva, 1959).

Bez založení mnoha závlahových kanálů již dávno ve starověku, jejichž délka se odhaduje na 68 000 km, by byla dnešní jižní Indie neobyvatelná. Voda je dopravována

z vodních nádrží z okolních států. Ve státě Madrás je nádrží kolem 40 000, v Maisúru asi 30 000. Veranum, která je největší z vodních nádrží v Indii, má objem asi 80 milionů m<sup>3</sup>. Nádrže byly z větší části postaveny v 1. tisíciletí před n.l. Pro čerpání vody byly používány „picoty“ nebo také „kupily“, které byly postaveny jako vahadlo s okovem (Jůva, 1959).

V Číně se stavěly závlahy v rozsáhleším souboru vodohospodářských děl při opravných pracích po povodních kolem roku 2300 před n.l. Ve staré Číně bylo vynalezeno vodní kolo pro zdvih vody (Jůva, 1959).

Nejstarší závlahy v Evropě byly ve Španělsku z dob Kartigaňanů, později z doby Maurů v 8. století, když byly postaveny velké závlahové stavby. V oblastech ve Švýcarsku se nacházely horské přivaděče, nazývané jako bisses, nejspíše vybudované už v 10. století před n.l. (Jůva, 1959).

Závlahám na našem území předcházely odvodňovací stavby. První zmínka o závlahách byla až v roce 1863, následovaná úpravou řeky Úpy s celkovou rozlohou závlah 1200 ha po roce 1875 (Králová, 2005).

Rozdíl odvodňovacích staveb a závlahových staveb, do druhé světové války, byl velký. Celkové odvodňované území bylo do té doby asi 750 tisíc ha, oproti zavlažovanému území cca 18 tisíc ha. Po druhé světové válce následoval velký vývoj melioračních prací a v letech 1949-1953 byl vypracován státní vodohospodářský plán, který byl základem pro další rozvoj vodního hospodářství a závlah u nás (Králová, 2005).

## 6. Druhy závlah

Závlahy dělíme podle účelu, kterému mají sloužit. Všechny druhy mají určité znaky, které určují jejich časové použití, sestavu celého systému a provozu (Kochánek, 2001).

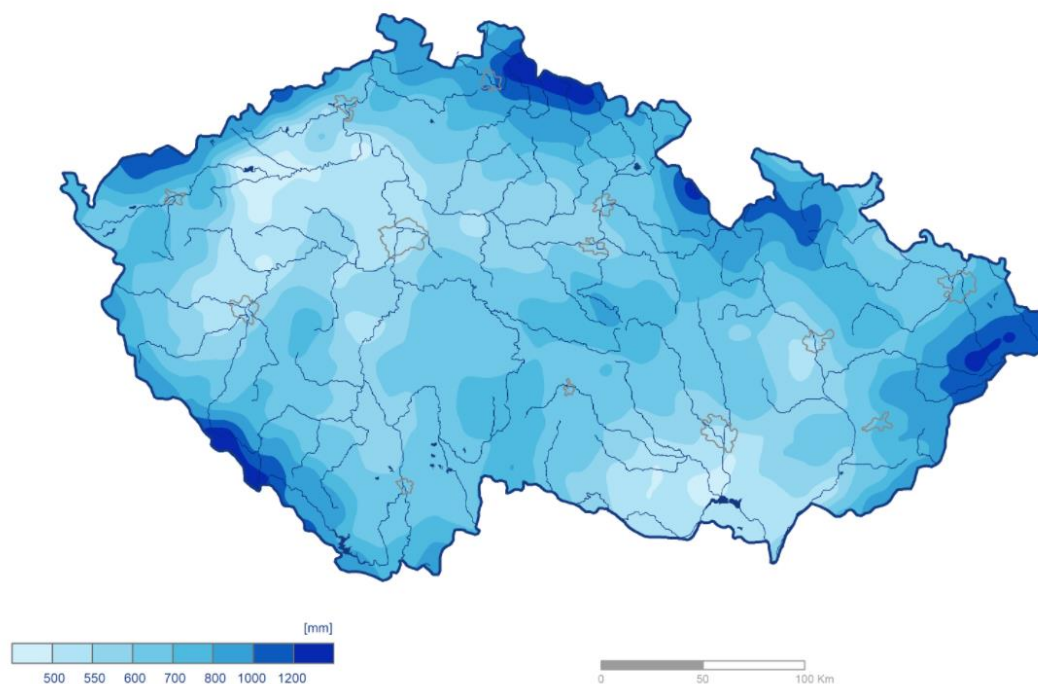
### 6.1 Doplnková závlaha

Jak již možné odvodit z názvu, jedná se o doplnění vláhové potřeby rostlin, které není zajištěno dostatečnou přirozenou závlahou. Probíhá ve vegetačním období rostliny, v ČR je to většinou květen až září, v případě nedostatečného množství vody v zimě může probíhat i v předvegetačním období rostliny (Grozman, 2006). Provádí se buďto jednorázově, v náchylných fázích rostlinného vývoje nebo opakovaně podle dané potřeby vody rostlin (Jůva, 1959). Pro výpočet potřebné doplnkové závlahy musíme posoudit suchost dané lokality

a určí se závlahové množství podle ČSN EN 75 0434. Celkové potřebné množství na doplnění vláhové potřeby závisí na různých faktorech:

- nepostačující a/nebo nevyhovující dělení srážek,
- teplota ovzduší,
- vlhkost vzduchu,
- rychlost a vlastnosti větrů,
- svahové poměry,
- špatné hydro pedologické vlastnosti.

Všechny tyto faktory bývají často různě kombinované a způsobují potřebu doplňkové závlahy (Králová H., 2005). Závlahové množství je odlišné podle typu pěstovaných rostlin a počasí. Roční úhrn srážek se na našem území pohybuje od 60–1300 mm (Grozman, 2006) (viz Obrázek 10)



Obrázek 10: Průměrný roční úhrn srážek za období 1981-2010 na území ČR (ČMHÚ, 2012)

Ukazatelem správného závlahového množství je křivka objemové vlhkosti půdy. Ta by neměla být nižší, než je 8-12 %, tato hranice se jmenuje bod vadnutí. Pod touto hranicí je voda vázaná v půdě silou, kterou rostliny nedokážou překonat a nemohou tudíž vodu využít. Avšak půda by neměla být trvale vlhká, aby mohlo docházet k provzdušňování hlíny a tvorbě mikroorganismů (Grozman, 2006).

Pro provoz doplňkové závlahy je potřeba dostatečný vodní zdroj o známé jakosti vody. To znamená, že by neměl nijak poškozovat půdu a pěstované rostliny. Primárně je příhodná voda povrchová, která je dostatečně teplá a obsahuje dostatek živin i kyslíku (Jůva, 1959).

## 6.2 Hnojivá závlaha

V převládajících případech se používá s doplňkovou závlahou a to tak, že hnojivá závlaha probíhá v nevegetačním období a doplňková ve vegetačním období, podle vláhové potřeby rostlin (Jůva, 1959).

V případě hnojivé závlahy je druhotným účelem i zavlažení, hlavním účelem je doplnění živin zavlažovaných rostlin. Provádí se v nevegetačním období, to je na jaře nebo na podzim. Výjimečně i během vegetačního období, například při závlaze odpadními vodami (Kochánek, 2001).

Vhodné jsou vody bohaté na živiny. Zejména řeky v období jarních a podzimních velkých vod obsahují větší množství kalu a jiných hnojivých příměsí. Příhodné jsou také toky, které jsou zásobené z okolních, intenzivně hnojených, pozemků. Použití pro závlahu by však měl předcházet odběr vzorku vody a následný rozbor vody, aby nedošlo k zasolení nebo jinému poškození půdy (Králová, 2005).

Vody s velkým hnojivým účinkem jsou i odpadní vody. Ať už zemědělské, městské, průmyslové atp., pokud neobsahují pro půdu a rostliny škodlivé látky. Způsobnost vody je vhodné podrobit agrochemickému rozboru, případně vegetačním zkouškám (Králová, 2005). V případě vody bohaté na určitý druh živin, například dusíkaté, je nutné ředit závlahovou vodu čistou vodou. V opačném případě, ve vodě chybí nějaké živiny, je příhodné vodu přihnojovat pomocí roztoků minerálních hnojiv (Kochánek, 2001).

V případě přihnojování na soukromých zahradách se často používají dávkovací čerpadla nebo ejektory. Tato hnojiva musí být dokonale rozpustná ve vodě. Tato zařízení bývají často umístěná přímo na rozvodné síti a tím umožňují přímé dávkování do každé zavlažovací dávky (Veverka, 2003).

## 6.3 Zvláštní závlaha

Pod tímto druhem závlah jsou ostatní závlahy, které slouží ještě pro další účel, pro něhož musíme závlahu technicky a provozně přizpůsobit (Kochánek, 2001).



### 6.3.1 Oteplovací závlaha

Kromě zavlažovacího účelu má tento druh závlahy oteplovat půdu a tím zlepšit i vývoj vegetace. Nejvhodnější období pro oteplovací závlahu je jaro a podzim, kdy se předchází neblahému působení nízkých, mrazivých teplot. Na jaře se tím urychluje vývoj rostlin, a proto při zavlažování luk bývají závlahy většinou kromě doplňkového a hnojivého účinku ještě oteplovací (Jůva, 1959).

Nejvýhodnějším zdrojem vody pro tento typ závlah je voda povrchová. Která má na jaře a na podzim vyšší teplotu, než je vzduch a půda. Dalším vhodným zdrojem je voda odpadní, kdy teplota zřídka klesne pod +7 °C. Na druhou stranu nepříznivé vody jsou vody podzemní, kdy jejich nízká teplota nezajistí oteplovací závlahu. Můžeme jí ale přizpůsobit pro naši potřebu tím, že jí čerpáme do povrchových, akumulčních nádrží a tím ji necháme ohřát (Jůva, 1959).

### 6.3.2 Ozdravovací či dezinfekční závlaha

Závlahy je taky možno použít jako opatření proti růstu plevelů, různým chorobám rostlin a škůdců. Z tohoto pohledu působí závlaha velmi blahodárně, protože s dostatečným množstvím vody se zvýší odolnost rostlin a brání rostliny před napadením. Nedochází k nebezpečnému pozastavení vývoje, při němž dochází k napadení škůdci (Kochánek, 2001).

Pro vyhlazení škůdců jako jsou hraboši, krtci aj. účinkuje závlaha obzvláště prospěšně, když se v období zimy nebo při začátku jara pozemek zaplaví vodou, která zamrzá v půdě i na povrchu a tím zabije škůdce. Totožným stylem je také možno zničit i mechy, plevele aj. především při opětovným zavlažování. Tento způsob je prováděn pouze při velmi špatném stavu travního drnu, jelikož může dojít i k poškození celého travního porostu (Jůva, 1959).

Pro ochranu proti jiným škůdcům jako housenky, dřepčící aj. ve vegetačním období můžeme také využít závlahu, a to silnějším postřikem. Abychom se zbavili plísní, sněti a rzi v ovocných sadech a vinicích můžeme využít postřiku desinfekčními roztoky (Kochánek, 2001).

### 6.3.3 Protimrazová závlaha

Každoroční mrazíky se u nás vyskytují a způsobují velké škody v ovocných sadech, vinicích, ale i v soukromých zahradách na zelenině. Mrazy můžeme dělit na radiační, při

kterých dochází ke klesání ochlazeného vzduchu nad zem a vytváření inverze za jasných nocí s nízkou vlhkostí. Účinnou ochranou proti výskytu radiačních mrazů se stává protimrazová závlaha postřikem, která je lepší než jiná, v minulosti používaná, protimrazová opatření, jako bylo třeba zakuřování a zadýmování, použití různých ochranných krytů a obalů nebo mlžení (Kochánek, 2001).

Během protimrazové závlahy postřikem dochází k obalení povrchu květů a plodů tenkou vrstvou ledu, která brání promrznutí. Tvorba ledu na povrchu uvolňuje teplo do okolí, tzn. do květů a plodů. Krusta ledu udržuje teplotu, která neklesne pod  $-0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Králová H., 2005).

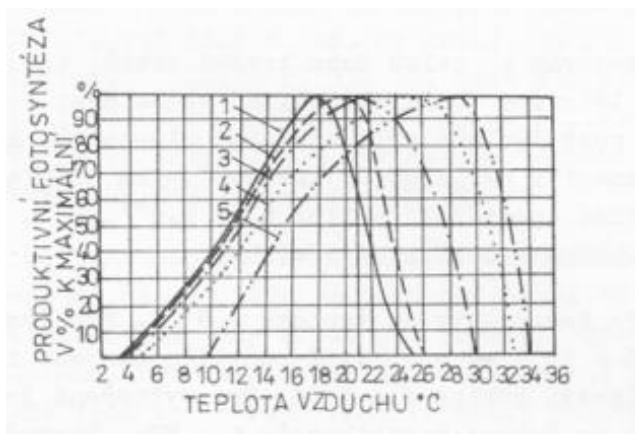
Nejčastější použití této závlahy je v sadech, kdy se aplikuje tzv. nad korunní postřik, při kterém dochází k zavlažení celé plochy. Ta trvá po celou dobu mrazů, její intenzita se pohybuje v rozmezí 2,5-3 mm/h, teoretické množství je stanoveno podle výpočtu W. Achtnicha (Kochánek, 2001).

V průběhu této závlahy by nemělo dojít k přerušení delšímu jak pět minut, čímž jsou kladeny vysoké požadavky na zdroj vody, výkon postřikovačů a na neustálou dodávku elektřiny. Náročnost na vodu u tohoto typu závlahy bývá až desetkrát větší, než tomu je u závlahy doplňkové (Králová, 2005).

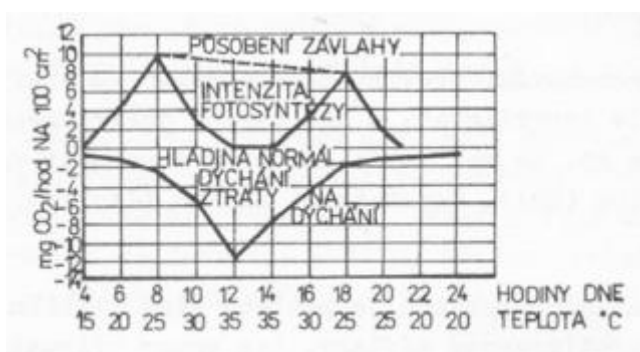
#### 6.3.4 Klimatizační závlaha

Cílem tohoto druhu závlahy je úprava mikroklimatu, jako je vlhkost a teplota vzduchu. Ta má upravit přízemní vrstvu vzduchu, jelikož pro zdárný růst rostlin nestačí pouze ideálně vlhká půda, ale i vzduch (Králová, 2005).

Při suchém a příliš teplém vzduchu dochází k horšímu vývoji rostlin, asimilaci a fotosyntéze. Průběh těchto procesů je závislý na teplotě a vlhkosti okolního vzduchu. Fotosyntéza u rozdílných plodin je závislá na čase a během horkých letních dnů se zastavuje už kolem osmé hodiny ráno a obnovuje se až po 18. hodině, jak můžeme vidět na grafech níže (viz Obrázek 11 a 12) (Kochánek, 2001).



Obrázek 11: Závislost fotosyntézy na teplotě prostředí (Kochánek, 2001)



Obrázek 12: Intenzita fotosyntézy a dýchání rostlin v průběhu dne (Kochánek, 2001)

Nejlepší formou realizace bývají závlahy postřikem, závlahy povrchové nebo podzemní nejsou pro klimatizační závlahy vhodné. Vhodnými typy postřikových závlah jsou takové, které mají nízkou a rovnoměrnou intenzitu postřiku s jemným rozptylem částic po delší dobu (Králová, 2005).

Optimálního vlhkého klimatu v průběhu horkých dnů bývá dosaženo krátkými a častými intervaly závlahy. Tyto intervaly se určují podle odparu vody z povrchu, který může být v některých případech pouze 15–20 minut. Optimální závlahová dávka je navrhována i s ohledem na splnění potřeby doplňkové závlahy. (Kochánek, 2001).

Tento typ, klimatizační závlahu, můžeme realizovat několika způsoby (Králová, 2005):

- aerosolovou závlahou – rozptylující se malé vodní částice ve vzduchu,
- impulzní závlahou,
- přerušovanými osvěžujícími dávkami vody – osvěžující závlahou,
- umělou mlhou,
- synchronní impulzní závlahou.

### 6.3.5 Aerosolová závlaha

Tento typ klimatizační závlahy je založen na rozptylu, disperzi jemných vodních částic ve vzduchu. Ve srovnání s normální doplňkovou závlahou má několik výhod. Dochází během ní k snížení vláhové potřeby rostlin a tím pádem i snížení nároků na zdroj vody. Naopak při tomto způsobu nedochází k povrchovému odtoku vody a hloubkové filtraci. Udržuje půdní strukturu, fyzikální vlastnosti půdy a vytváří se ideální podmínky pro aktivitu kořenového systému a půdních mikroorganismů. Další výhodou je možnost použití této závlahy i na svažitém terénu bez terénních úprav. Nevýhodou je nutnost doplňkové závlahy, jelikož aerosolová závlaha nezabezpečí dostatek vláhy pro rostliny (Králová, 2005).

Pro použití aerosolového postřiku bývá často využita jednoduchá technologie, nejjednodušší bývá použití mobilního traktorového rozprašovače vody. Avšak je vyvinuta i technologie zavlažovacího potrubí s rozprašovacími dýzami nebo pevné, stabilní soustavy na vytvoření umělé mlhy s automatizovaným provozem. Podmínkou kvalitního aerosolového postřiku jsou rozprašovače s malými výtokovými otvory, z kterých se rozprašuje voda za vysokého provozního tlaku (Kochánek, 2001).

### 6.3.6 Impulzní závlaha

Jedná se o poměrně nový druh závlahy, který je spojen se závlahou doplňkovou. Velkou výhodou spojení těchto dvou druhů závlah je to, že udržuje ideálně vlhkou půdu, a i vlhkost a teplotu ovzduší nad zavlažovanou plochou (Králová, 2005).

Při tomto způsobu závlahy jsou rostliny zavlažovány krátkým a častým postřikem, při kterém dochází k prodloužení provozní doby oproti klasickému postřiku s delšími intervaly a většími dávkami, čímž nedochází k vysychání vrchní vrstvy. Naopak je tím dosaženo ideální vlhkosti ve vrstvách půdy až do 50 cm, kde většina plodin kryje svou vláhovou potřebu (viz Tabulka 3). Zároveň udržuje klima až do 1,5 m nad zemí. Impulzní závlaha dokáže zvýšit relativní vlhkost vzduchu až o 40 % a snížit teplotu až o 10 °C (Kochánek, 2001).

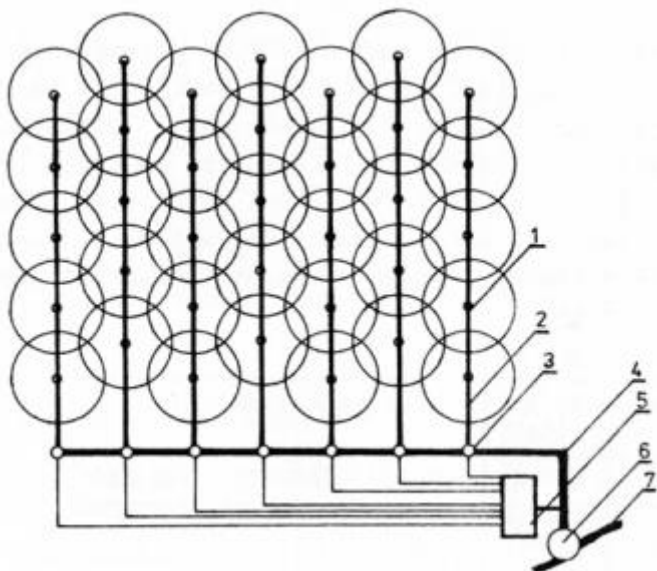
Plodina	0–30 cm	30–60 cm	60–90 cm	90–120 cm	120–150 cm	nad 150 cm
cukrovka	61 %	19 %	12 %	8 %	–	–
brambory	57 %	24 %	15 %	6 %	–	–
obilniny	65 %	15 %	11 %	9 %	–	–
vojtěška	47 %	15 %	15 %	12 %	8 %	3 %

Tabulka 3: Hloubka odběru vody rostlinami (Kochánek, 2001)

Impulzní závlaha se skládá z kombinace speciálních postřikovačů a tlakových nádob, v kterých je nejprve zavlažovaná voda nashromážděna a poté pod tlakem vystříknuta impulzními postřikovači (Kochánek, 2001).

Z důvodu menší spotřeby vody, díky tlakovému systému nádrží a postřikovačů, může být potrubní vedení dimenzováno na menší rozměr (Králová, 2005).

Na schématu níže (viz Obrázek 13) je systém konstruován do větví. Každá větev má na začátku své trasy membránový ventil. Díky tomuto ventilu dochází ke spuštění pouze jedné sekce na určenou dobu, většinou dvě až tři minuty. Poté dojde k uzavření ventilu a následuje další sekce. Membránový ventil může být umístěn na začátku každé sekční větve nebo také i před každým postřikovačem a tím je umožněno spuštění jednotlivých postřikovačů. Po dokončení jednoho cyklu se závlaha opakuje (Králová, 2005).



Obrázek 13: Schéma automatizovaného systému impulzního postřiku (Kochánek, 2001)

1- Postřikovač, 2- závlahové potrubí, 3- membránový ventil, 4- hlavní potrubí, 5- uzel automatiky, 6- čerpací stanice, 7- vodní zdroj

Dalším krokem ve vývoji impulzních postřikovačů jsou tzv. impulzní děla, což jsou postřikovače s velkým dostřikem, který je od 50 m do 70 m. Jejich princip taky spočívá v tlakovém postřiku, avšak tlakové nádoby jsou u každého postřikovače. Tímto dosáhneme nižších nákladů na stavbu závlahy (Kochánek, 2001).

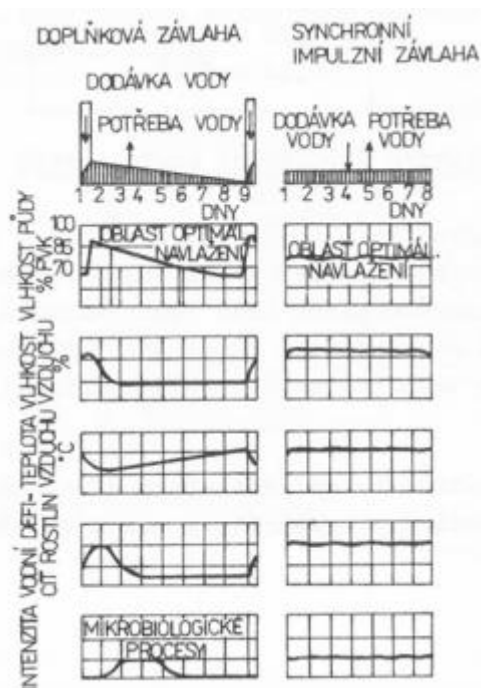
Celá konstrukce impulzních postřikovačů musí splňovat předepsané podmínky: odolnost proti korozi, použití znečištěné vody nesmí bránit provozuschopnosti zařízení, při kolísání tlaku v potrubí nebo v případě podobného tlaku v potrubí a nádrži zajistit provozuschopnost, otevírání uzávěru postřikovače se musí řídit impulzů vodního proudu, musí se obejít bez regulátorů a pružin z důvodu nedostatečné spolehlivosti a životnosti (Králová, 2005).

### 6.3.7 Synchronní impulzní postřik

Závlaha synchronním impulzním postřikem eliminuje veškeré nevýhody obyčejného základního impulzního postřiku. Příkladem je odstraňování vadného postřikovače, kdy v případě impulzního postřiku je nutné zastavit celý systém, avšak u synchronního impulzního postřiku je umožněna nepřetržitou činnost zavlažování v průběhu celého vegetačního období (Kochánek, 2001).

Je zde aplikován nový typ impulzních postřikovačů, které pracují na principu signálů snížení tlaku v rozvodné síti. Postřikovače pracují zároveň na celé ploše, stále se opakuje plnění tlakové nádrže postřikovače, která trvá jednu až pět minut, a samotný postřik, trvající od jedné vteřiny do tří. Pro dostatečnou dodávku závlahové vody musí být doba plnění nádrže 50krát až 200krát větší, než je doba postřiku (Kochánek, 2001).

Při porovnání s doplňkovou závlahou doplňkovou a periodickým zavlažováním každých devět dní můžeme pozorovat několik odlišností (viz Obrázek 14). Synchronní impulzní postřik umožňuje trvalou závlahu, čímž po celou dobu vegetačního období udržuje příznivé podmínky, jakými jsou vlhkost vzduchu a půdy, teplota vzduchu aj. (Kochánek, 2001).



Obrázek 14: Porovnání periodické doplňkové závlahy a závlahy impulzním postřikem (Kochánek, 2001)

Výhodami tohoto stylu zavlažování jsou například menší náklady na výstavbu rozvodných sítí, nižší provozní náklady, vysoká spolehlivost, možnost přihnojování hnojivy, pesticidy a herbicidy v slabých roztocích aj. (Králová, 2005).

### 6.3.8 Osvěžující závlaha

Tato závlaha byla předchůdcem předešlých klimatizačních závlah. Byla uskutečňována malými závlahovými dávkami při horkých dnech vegetačního období rostlin. Výhradním zařízením vhodným pro provoz této závlahy je automatizovaná závlaha postřikem, ostatní závlahové zařízení a způsoby nejsou vhodné, jelikož nedokáží zajistit při své základní funkci, kterou je doplňková závlaha, i dodat časté malé závlahové dávky v určitých časových intervalech. V porovnání s předešlými závlahami je méně účinná, i přesto ale zvyšuje zemědělskou produkci (Kochánek, 2001).

### 6.3.9 Umělá mlha

Tento způsob závlahy je obdobný aerosolovému způsobu závlahy. Také je využit vysoký tlak v potrubí a jemných dýz k vytvoření umělé mlhy. Pro vytvoření mlhy je nutné mít hustou potrubní síť s dýzami, každá zavlažující 1 m<sup>2</sup>. Tento způsob není příliš používán pro

provoz zemědělských závlah z nákladného zařízení závlahy a neustálé překážky pro mechanizaci (Králová, 2005).

## 7. Typy závlahových systémů

Pro rozdílné půdní a klimatické podmínky můžeme využít několik typů závlahových systémů. Dalším kritériem je výběr pěstovaných rostlin, jelikož mají rozdílné požadavky na dobu a přesný čas zavlažování. Nejvíce vyhovující je typ závlahy, který nám zajistí rovnoměrné rozdělení zavlažované vody k rostlinám a aby zároveň nedocházelo k lokálnímu přemokřování nebo vysušení. Z uvedených typů zavlažování převažuje ve světě závlaha podmokem, za nejvíce technicky dokonalou se považuje závlaha postřikem, která je i nejrozšířenější na soukromých zahradách (Holý a kol, 1976).

### 7.1 Závlahy postřikem

V porovnání s ostatními způsoby závlah mají závlahy postřikem několik, výhod jako je například schopnost přesně regulovat dodávané množství vody, využitelnost vody až 90 %, podzemní rozvod je dostatečně hluboko, případně je mobilní a nepřekáží úpravám pozemků, je vhodná pro všechny typy rostlin aj. Avšak je nutno počítat s vyššími pořizovacími i provozními náklady (Holý a kol, 1976). Dalšími nevýhodami může být i velká spotřeba vody, což vede k potřebě stabilnějšího a vydatnějšího zdroje vody. V případě velkých větrů je také závlaha ovlivněna a může dojít k nerovnoměrné dodávce vody (Veverka, 2003).

Základním principem závlahy postřikem je dopravování závlahové vody rozvodným potrubím až postřikovačům, které tvoří umělý déšť. Množství vody a velikost vodních kapes se volí podle pěstovaných rostlin, na což má vliv tlak v rozvodném potrubí a použité čerpací zařízení na zdroji vody. Umělý déšť také zamezení negativním účinkům nízkých teplot – jedná se o tzv. protimrazovou závlahu (Veverka, 2003).

Sestava pro závlahu postřikem se skládá z několika částí. První částí je čerpací zařízení, které dopravuje vodu z vodních zdrojů pod tlakem do další části a tou je podzemní závlahová síť. Závlahovou sítí se závlahová voda dostává do samotných postřikovacích zařízení. Ty můžeme dělit na pásové zavlažovače, pivotové zavlažovače, lineární zavlažovače, přenosné rychlospojkové trubní linky s postřikovači a kývavá postřikovací potrubí (Veverka, 2003).



Univerzálními a nejvíce používanými stroji u nás jsou pásové zavlažovače. Jsou vhodné pro závlahu polních plodin, zeleniny, a i speciálních plodin. Konstrukce se skládá z dvou hlavních částí. První částí je cívka, na které je namotána hadice s vnějším průměrem od 25 mm až do 140 mm a délce 50–600 m, spolu s přípojovacím potrubím. Druhou část tvoří postřikovač, který je umístěn na volném konci trubky (Králová, 2005).

Funkce pásového zavlažovače spočívá v plně rozvinuté cívky s trubicí a poté pomalého navíjení trubky se zavlažovačem zpět na cívku. Díky tomu zavlažuje pás o délce rozvinuté potrubí a šířce dvojnásobného dostřiku postřikovače. V případě nutnosti širšího pásu je možné zavlažovače opatřit postřikovači s velkým dostřikem. Ale postřikovače s velkým dostřikem jsou provázeny nevýhodou v podobě velkých kapek, díky kterým může dojít k poškození struktury půdy a rostlin. Dále místo postřikovače můžeme umístit na zavlažovač neotáčivou konzoli s malými postřikovači nebo rozstřikovači v případě, kdy potřebujeme zavlažit užší pozemek nebo při potřebě menších kapek vody (Veverka, 2003).

Pásové zavlažovače můžeme dělit dle vnějšího rozměru trubky, a to na malé, kdy se rozměr pohybuje od 25 mm do 50 mm, střední s rozměrem 60 mm až 85 mm, a velké s vnějším průměrem 90 mm a více (Veverka, 2003).

Pivotový zavlažovač je složen z příhradové konstrukce na kolech a potrubí s postřikovači. Je pevně připojen na jednom konci k hydrantu a činností zavlažuje kruhový pozemek nebo jeho výseč. Výška této konstrukce, resp. uložení potrubí nad terénem je minimálně 2 m, díky čemuž je výhodná i pro závlahu vyšších rostlin (Veverka, 2003).

Jejich délka bývá okolo 300 m, avšak se vyrábějí i zavlažovače s délkou až 800 m. Díky tomu mohou zavlažovat velké pozemky. Nevýhodou je jejich samotná konstrukce, kdy zavlažuje kruhovou plochu, čímž nezavlaží rohy pozemku. Ty se musí zavlažit jiným způsobem nebo ponechat bez zavlažování. Další nevýhodou je nutnost rovinného pozemku bez překážek. Použití v našich podmínkách je velmi ojedinělé (Králová H., 2005).

Lineární zavlažovače jsou podobným zařízením jako pivotové zavlažovače, avšak jejich pohyb není po kružnici, ale jejich pohyb je přímý. Využívají stejnou konstrukci, avšak jsou náročnější na zkonstruování a její cena je dvojnásobná až trojnásobná oproti pivotovému zavlažovači (Králová, 2005).

Pro zdroj vody je použit kanál vytvořený přímo na poli nebo pomocí hydrantů, s přírodní hadicí dlouhou 100 až 200 m. Použití u nás je velmi malé a zahrnuje závlahu zeleně, okrasných nebo lesních školek (Veverka, 2003).

Využívají se především v místech s levnou pracovní silou, a to kvůli potřebě jejich neustálého přemísťování. Z důvodu mobility je můžeme nalézt na menších, nepravidelných, svažitéch pozemcích anebo i tam, kde se sice celý rok nepřemísťuje, ale není možné použít zavlažování jiným způsobem z důvodů ekonomických, praktických nebo jiných (Veverka, 2003).

Hlavními materiály pro výrobu rychlospojkového potrubí jsou pozinkovaná ocel, hliník nebo plast. Plast je z důvodu tvarovatelnosti a hmotnosti v současné době nepoužívanější (Králová, 2005).

Pro spojování jednotlivých dílů a vytvoření závlahových souprav se používají nejrůznější tvarovky, poté i armatury pro regulování průtoky vody jako uzávěry, šoupata, hydranty apod. (Veverka, 2003).

Trubní postřikovače, tak nazývané kývavé postřikovací potrubí, jsou druhem potrubí, které vede nad pěstovanými rostlinami ve výšce asi 0,75m. Sestaveny bývají v maximální délce 120 m z jednotlivých trub délky 6 m. Pro zavlažení jsou na potrubí umístěny rozstřikovací trysky. Pomocí hydromotoru, usazeného na začátku potrubí, je potrubí uváděno do kývavého pohybu o maximálním úhlu 120°. Za ideálního bezvětří lze dosáhnout výborné kvality a rovnoměrnosti rozstřiku. Trubní postřikovače se hodí spíše pro malé a úzké pozemky, kde je vyžadována vysoká kvalita závlahy, například pro závlahu zeleniny, školek apod. (Veverka, 2003).

Na zahradách u rodinných domů můžeme také vidět malé výkyvné postřikovače, konstruované na připojení k běžnému vodovodnímu potrubí. Zavlažovaná plocha je čtvercová nebo obdélníková podle typu postřikovače (Veverka, 2003).

## 7.2 Mikrozávlaha

Jedná se o novodobý typ zavlažování a vodohospodárný způsob zavlažování, který dopravuje pomocí rozvodného potrubí malého průměru malé množství vody. Koncovým zařízením mohou být kapkovače, kapkový potrubí nebo mikrozávlahače (Grozman, 2006). Způsob uložení tohoto zařízení můžeme označit jako on-line, což jsou kapkovače, které se ukládají přímo při montáži konkrétního systému na potrubí. Poté je způsob in-line,

kdy jsou kapkovače přímo v potrubí, čemuž říkáme kapkovací potrubí. Tyto kapkovače jsou vloženy už během výroby v určitých vzdálenostech (Kochánek, 2001).

Používají se pro zavlažování sadů, vinic, skleníků, parků, zahrad a sportovišť. Většinou jsou tvořeny stabilními automatickými sestavami. Systém je převážně tvořen z plastu, který má menší mechanickou drsnost, vysokou provozní trvanlivost a jednoduchou a rychlou montáž (Králová, 2005). Potrubí, tvořící trubní síť, může být konstruováno několika způsoby jako nadzemní vedení, na konstrukci, podzemní nebo povrchové (Kochánek, 2001).

Mezi hlavní výhody mikrozávlah patří úspora vody, dávkování vody podle druhu rostliny, nezavlažené meziřadí, čímž zabraňují většímu výskytu plevelu a zároveň umožňují průjezd různé mechanizace a přístup bezprostředně po závlaze aj. Nevýhodou jsou její vyšší pořizovací náklady a nárok na větší kvalitu vody (Králová, 2005).

Kapkovače dodávají rostlinám malé množství vody, díky redukci tlaku vody v jeho konstrukci. Při dávkování vody by se tlak měl blížit k pouhému atmosférickému tlaku. A množství vody by se mělo pohybovat v rozmezí od 1 l do 10 l za hodinu. Délka rozvodné sítě s kapkovači může dosahovat délky až 400 m. Kapkovače mají velmi malé otvory pro dávkování vody, díky čemuž jsou náchylné na ucpání, takže jsou velmi náročné na kvalitu vody a obsah mechanických částic (Grozman, 2006).

Princip kapkovačů on-line nebo in-line funguje na hydraulické ztrátě tlaku v zařízení, které snižuje tlak ze závlahové potrubí téměř k běžnému atmosférickému tlaku. Dříve byly používány různé mikrotrubice nebo závitnice, nyní je řešena pomocí upravené hubice. U kapkovacího potrubí, tedy in-line kapkovačů, je využíváno ještě několika stylů ke zmenšení tlaku. Je to pomocí malých otvorů přímo ve stěnách kapkovacího potrubí, pomocí potrubí vyrobeného z porézního materiálu, díky čemuž dochází k prosakování po celé ploše potrubí nebo různými vložkami vloženými přímo do potrubí, které tlumí energii vody (Kochánek, 2001).

V dnešní době se vyrábí a prodává velké množství kapkovačů s rozdílnými konstrukčními prvky na snížení tlaku a jsou často kombinované. Stává se proto obtížným je rozdělit do nějakých určitých skupin (Kochánek, 2001). Lze je však rozdělit podle tzv. Q-H charakteristiky, což je poměr výtokového množství a vstupního tlaku (Veverka, 2003).

První skupinou jsou kapkovače nekompensační neboli kapkovače bez samoregulace výtokového množství. U této skupiny je výtokové množství vody přímo ovlivněno tlakem potrubí. Což znamená, čím vyšší tlak, tím větší výtokové množství (Veverka, 2003).

Druhým typem jsou kapkovače kompenzační, s regulací výtokového množství. Ty jsou uzpůsobily automaticky regulovat v rozmezí daných provozních tlaků zhruba stejné výtokové množství (Veverka, 2003).

## 7.3 Gravitační závlahy

Velmi rozšířené, většinou nízkonákladové závlahy. Fungující převážně pomocí gravitační síly. Nejvíce rozšířenými gravitačními závlahami ve světě jsou závlahy přeronom a výtopou (Králová, 2005)

### 7.3.1 Závlahy přeronom

Závlahy přeronom jsou tvořeny přivedením vody na zavlažovanou plochu v tenké vrstvě, která bývá od tří do sedmi cm, a tím dochází k vsakování. Tato plocha by měla být nepřilíživá, sklon by měl být v rozmezí od 0,5 % do 10 %, a kvalitně urovnaná (Holý a kol., 1976).

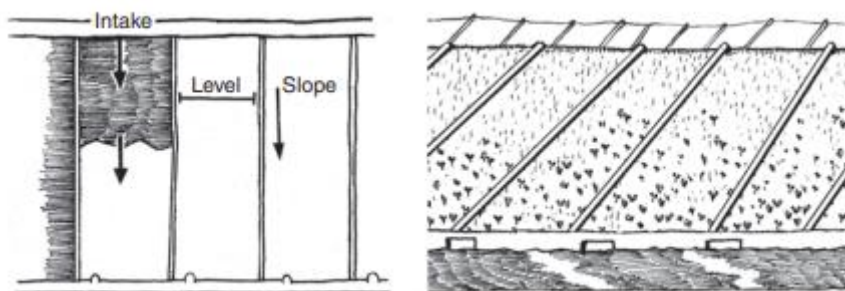
Přívod závlahové vody na zavlažované území je pomocí přívodních kanálů. V těchto přívodních kanálech jsou stavidla, která slouží pro vzduší vody a poté dojde k přelití na pozemek. Tento způsob nazýváme jako přeron z náhonů. Dále rozlišujeme svažinový přeron, přeron hřbetinový a pásový přeron (Holý a kol., 1976).

V případě svažinového přeronu se voda rozvádí z přívodních kanálů pomocí rozváděcích příkopů tzv. běhounky do zavlažovaček, a tak rozdělují svah na jednotlivé části o šířce pět až třicet metrů (Kochánek, 2001).

Hřbetinový přeron je konstruován tak, že se voda přivádí závlahovými kanály a poté je přivedena do hřebenu zavlažované plochy. V hřebenu vede zavlažovací příkop a voda se oboustranně přelévá na zavlažovanou plochu a přebytečná voda je odváděna pomocí odvodňovacího příkopu (Holý a kol., 1976).

Oba dva výše uvedené případy nejsou příliš vhodné pro zavlažování zemědělských polí, ale spíše pro trvalé louky z důvodu rozčlenění pozemku a ztížení pohybu mechanizace (Holý a kol., 1976).

V současnosti se spíše používá přeron pásový. Technickým provedením a provozem se podobá brzdovému podmoku, akorát u tohoto typu je voda vsakována na celé ploše pozemku. Voda je přivedena pomocí přiváděcích kanálů nebo potrubím a do jednotlivých přeronových pásů se rozděluje pomocí rozdělovacího potrubí, kde na konci jsou výtokové otvory (Králová, 2005). Velkou výhodou je možnost volného pohybu mechanizace po celém pozemku (Kochánek, 2001).



Obrázek 15: Typy závlah přeronem (Finley, 2016)  
Vlevo – svažinový přeron, vpravo – hřbetinový přeron

### 7.3.2 Závlahy výtopou

Při této závlaze je zavlažovaná plocha uměle nebo přirozeně zaplavována vodou ve vrstvě od 15 cm do 30 cm. Přirozené je během velkých vod ve vodních tocích, kdy se voda přelévá z koryta a zavlažuje půdu. Na druhé straně jsou umělé závlahy výtopou, kdy je vodou, která je přivedená z výtopových zdržích, zatopen pozemek. Rozlišujeme závlahy výtopou přerušované nebo nepřerušované a zvláštním typem je tzv. limanová závlaha (Holý a kol., 1976).

Tento druh závlah je velmi obtížný, jelikož při nedostatečném pokrytí půdy rostlinným drnem, může dojít k porušení povrchu půdy. Dále může dojít k přesycení půdy vodou a možné je i zasolení půdy. Závlahu výtopou můžeme realizovat pouze mimo vegetační období rostlin (Kochánek, 2001). Výjimku tvoří rýže, která je zaplavovaná i během vegetačního období (Králová, 2005).

V případě přerušované závlahy výtopou dochází k přivedení vody na zavlažované území, kde se zavlažovaná voda nechá vsáknout. Až v případě přebytečného množství se závlahová voda nechá odtéct (Jůva, 1959).

U nepřerušované výtopové závlahy je přiváděna souvislá vrstva vody, ale v tomto případě se voda neponechá vsáknout, ale protéká zdržemi (Jůva, 1959). Při protékání

zavlažovaným územím dochází k sedimentaci a poté je voda vypuštěna zpět do vodního toku (Holý a kol., 1976).

Limanové závlahy jsou konstruovány na svazích mírného sklonu, do 2 %. Podle způsobu můžou být jednoduché i patrové, umístěné nad sebou (Kochánek, 2001). Tyto závlahy využívají jarní tání sněhu a voda je zachycena ve výtopových zdržích, tzv. limanech a je použita pro předvegetační závlahu (Holý a kol., 1976).

### 7.3.3 Závlahy podmokem

Principem těchto závlah je distribuce vody po zavlažované ploše díky kanálům, příkopům a zavlažovacím brázdám, které slouží k podmáčení půdy. Tento styl závlah je z hlediska provozních nákladů velice výhodný, jelikož rozvádí vodu jen gravitačně a zároveň je dostatečně využita ze 70 až 80 %, přičemž nezpůsobuje poškození povrchu půdy zabahněním, splachem nebo zasolením (Jůva, 1959).

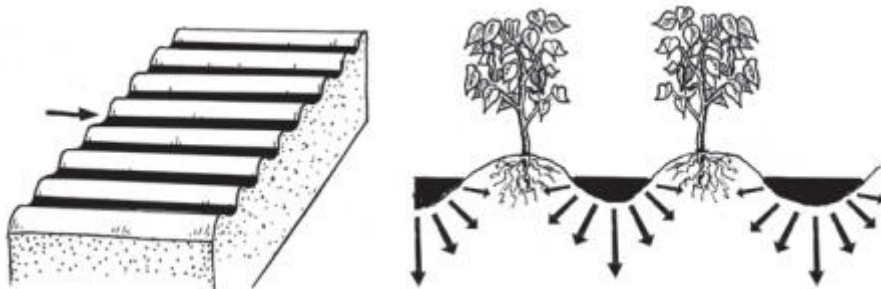
Podle uspořádání z technického hlediska můžeme rozlišovat dva způsoby. Prvním způsobem je zvedání hladiny přilehlých příkopů, čímž je umožněn vsak vody do půdy. Druhým rozšířenějším způsobem je tzv. brázdový podmok (viz. Obrázek 16) (Jůva, 1959).

Přivedená závlahová voda závlahovými kanály, náhony a příkopy se dál větví do husté sítě zavlažovacích brázd. Vodu je možné dopravit i pomocí beztlakého nebo nízkotlakého potrubí. Samotná závlaha probíhá v zavlažovacích brázdách, které jsou dočasně vyorány mezi řádkami plodin, kdy se přivedená voda vsakuje do okolní půdy a tím zavlažuje kořeny přilehlých rostlin (Králová, 2005).

Podle okolností, za jakých se závlahová voda vsakuje, můžeme rozdělit zavlažovací brázdy do tří typů. Prvním typem jsou brázdy neprůtočné, kde se brázda zaplní celou závlahovou dávkou a následně dojde k uzavření přítoku. Probíhá však při vodorovné hladině. Tento typ je vhodný pouze pro rovinnaté terény nebo pozemky s malou plochou. Dalším typem jsou brázdy průtočné s odtokem, kdy přivedená voda protéká a během toho zavlažuje půdu a poté je odváděna pomocí odvodňovacích kanálů. Jedná se o způsob, který se již nepoužívá, neboť má malou využitelnou vodu. Posledním typem jsou brázdy průtočné bez odtoku a jejich princip spočívá ve vsaku vody při průtoku brázdou až ke konci brázdy. Po provozní době, která bývá 1,25násobkem doby dosáhnutí vody konce brázdy, je přítok zastaven (Cablík a Šálek, 1972).

Hlavními výhodami brázdrového podmoku je úspora energie, možnost větší závlahové dávky, možná závlaha v jakémkoliv období růstu rostlin a také závlahu neovlivňuje vítr. Oproti tomu jsou nevýhody jako je značná spotřeba vody, hlavně u propustných půd, nemožnost realizace závlahy v nerovném terénu a tím pádem nutnost nákladného srovnání terénu (Kochánek, 2001).

Typ hlavního přívodu vody nám určuje technické provedení. Tím je starší rozvod pomocí závlahových kanálů. U modernějšího způsobu je rozvod pomocí nízkotlakého potrubí (Kochánek,2001).



Obrázek 16: Brázdrový podmok (Finley, 2016)

## 8. Zdroj vody

Před celou úvahou o závlahovém systému musí dojít k posouzení zdroje vody na konkrétním místě. Bez stálého zdroje vody závlahu udělat nelze. Může být použita voda z několika zdrojů jako jsou studny, vrty, vodovodního řadu, řeky, rybníka, potoku nebo řeky. Také je možné využít zachycenou dešťovou vodu do akumulčních nádrží. Zároveň použitá voda musí být nejen v dostatečném množství, ale také i relativně čistá (IRIMON, 2017).

Při spojení různých zdrojů vody je zapotřebí navrhnout celý systém tak, aby se voda z jednoho zdroje nemohla dostat do jiného.

Jako zdroj vody pro závlahu lze použít:

- studniční vodu z kopané studny,
- studniční vodu z vrtané studny v kombinaci s jímkou,
- dešťovou vodu (akumulovanou v jímkách),
- pitnou vodu z vodovodu,
- vodu z vodoteče a přírodních nádrží (řeka, potok, rybník aj.).

Jedním z v současnosti nepoužívanějších zdrojů vody jsou studny. Jedním z faktorů na využití vody ze studní je to, že je zdarma. Avšak je nutno brát zřetel na jiné náklady na provoz, ale je to jeden z nejvhodnějších zdrojů pro závlahu. Ačkoliv v dnešní době ještě není zaveden poplatek za vodu čerpanou ze studní, výjimkou jsou větší odběry jako jsou golfová hřiště, kde se poplatek již platí, jsou tu pořizovací náklady na zřízení studny, případné udržování čistoty vody, investice do čerpadel, vodáren nebo modernějšího čerpacího zařízení s frekvenčním měničem a provozu elektrickou energií (IRIMON, 2017).

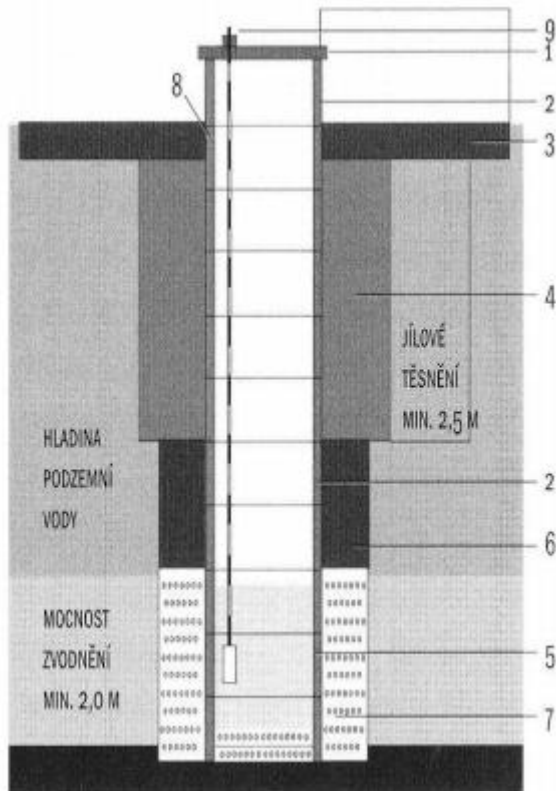
### 8.1 Studniční z kopané studny

V minulosti budované studny mívají průměr od 0,5 m až do 3 m. V dnešní době už je nedoporučované je budovat s ohledem na nynější znečištění spodních vod. Zřídka dosahují potřebné hloubky na zdroj vody, proto jsou často kombinovány s vrtanými studnami (Zelinka, 2008).

Avšak v minulosti byly studny budovány tak, že byly přímo betonové skruže podkopávány a zahloubeny nízko pod vodní hladinu, podle množství vody natékaného dnem, které ztěžovalo další hloubení (Zelinka, 2008).



U kopaných studní je mechanická čistota vody většinou lepší než u studní vrtaných. Vedle mechanické čistoty vody ze studní je potřeba brát ohled i na chemické složení vody. Vysoká koncentrace některých látek může mít negativní vliv na rostliny, případně zbarvení okolního prostředí, například u železité vody se po souvislém zalévání povrch zbarví do oranžova (IRIMON, 2017).



Obrázek 17: Schéma kopané studny (Zelinka, 2008)

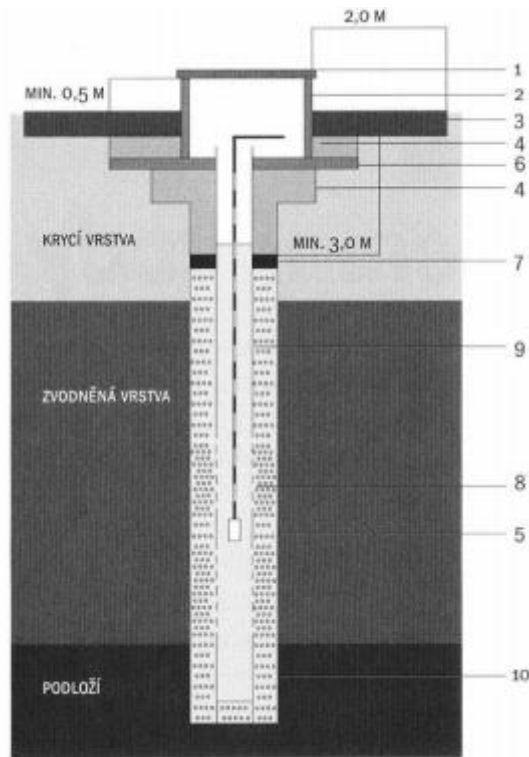
1 – krycí deska, 2 - betonové skruže na cementovou maltu, 3 - dlažba na cementovou maltu, 4 - jílové nebo cementové těsnění, 5 - betonové skruže kladené na sucho, 6 - hlinitý dusaný zásyp, 7 - obsyp, 8 - těsnící zálivka, 9 – vodotěsné osazení stojanového čerpadla

## 8.2 Studniční vrtané studny

Vrtané studny, někde označovány jako trubní studny, jsou dalším velmi rozšířeným typem studní. Jsou nejtypičtějším způsobem čerpání podzemní vody. Existuje několik různých způsobů hloubení vrtané studny a to nárazem, rotačně, drapákově, jádrově a rotačně příklepově Nejroz (Zelinka, 2008).

S vodou z vrtaných studní jsou často větší problémy než u studní kopaných. Nemusí vyhovovat z hlediska vydatnosti, kdy se musí ve většině případech zřídit akumulární jímka, kde se průběžně odčerpává voda z vrtu po malých dávkách a poté se používá dál z jímky silnějším čerpadlem, vyhovující navrhnutému AZS. Dále je u vrtů větší výskyt nečistot,

jelikož ponorná čerpadla nasávají z vrtu více mechanických částic. Nejhorší jsou nové vrty, kde se ještě ve vodě vyskytuje mnoho jemných úlomků a nečistot, které vznikly při vrtání studny (IRIMON, 2017).



Obrázek 18: Schéma vrtané studny (Zelinka, 2008)

1 - krycí deska, 2 - betonové skruže na cementovou maltu, 3 - dlažba na cementovou maltu, 4 - jílové nebo cementové těsnění, 5 - obsyp, 6 - betonová deska, 7 - zásyp z písku, 8 - perforovaná zárubnice, 9 - plná zárubnice, 10 – kalník

### 8.3 Dešťová voda (akumulovaná v jímkách)

Dešťovou vodu je vždy potřeba kombinovat s dalším zdrojem vody. Protože dešťovou vodu nelze nashromáždit v dostatečném množství na potřebnou zálivku. V letních měsících může být i několik týdnů trvající sucho bez deště, takže by bylo obtížné mít postačující objem vody pro pravidelnou zálivku. Zavlažovaná plocha o velikosti 1 000 m<sup>2</sup> potřebuje denně kolem 4 000 l vody, tudíž na jeden týden je potřeba nádrž s objemem alespoň 28 m<sup>3</sup>. Nádrže ve většině případů postačí jen na několika denní zálivku. S ohledem na celkovou spotřebu vody na pravidelnou zálivku činní dešťová voda asi 15-40 % (IRIMON, 2017).

Časté je tedy dopouštění vody z jiného zdroje vody. Čerpání a odpouštění je lepší mít zautomatizované, aby v případě čerpání z jiného zdroje byla hned odčerpána a nezabírala místo v případě srážek a akumulaci dešťové vody. Dešťová voda je nejvhodnější

pro závlahu rostlin a trávníku, jelikož jí rostliny nejlépe přijímají. Výhodou je to, že dešťová voda je měkká, má vyšší teplotu než u jiných zdrojů. Nevýhodou je vyšší koncentrace mechanických nečistot, jelikož při dešti nám opláchne všechny povrchy, z nichž stéká, tudíž je potřeba počítat s investicí do filtrů (IRIMON, 2017).

## 8.4 Pitná z vodovodu

Pitná voda z vodovodního řadu patří mezi nejlevnější z hlediska pořizovacích nákladů, ale z ohledu na provozní náklady se řadí k těm nejdražším. Čistota vody z řadu často vzbuzuje dojem, že není potřeba mechanický filtr, ale není to úplně pravda. Filtr plní funkci při odstávce a následném znovu zprovoznění řadu, kdy většinou dojde k zakalení a uvolnění částic a zabraňuje tak případnému zanešení našeho AZS. Avšak chlór ve vodě není kladným přínosem pro závlahu, není ale ani potřeba zařízení na odchlórování, jelikož v současné době chlóru ve vodě není tolik, jako tomu bývalo. Vzhledem k pořád zdrazujícím cenám za vodu lze předpokládat, že tento zdroj nebude vhodný pro závlahu (IRIMON, 2017).

Při připojení na veřejný vodovod je možné si zřídit podružný vodoměr, kde je placeno pouze vodné, pokud to správce vodovodních sítí dovoluje. A je tu i nutnost oddělit veřejnou vodovodní síť od našeho závlahového systému (IRIMON, 2017).

## 8.5 Voda z vodoteče a přírodních nádrží (řeka, potok, rybník aj.)

V případě uvažování nad využitím tohoto zdroje musíme počítat s velmi vysokým znečištěním z důvodu velkého výskytu mnoha druhů vodních řas a sinic. Většinou se nepoužívá u málo rozsáhlých systému, kde nejsou tak vysoké nároky na spotřebu vody, jelikož náklady na čištění vody jsou, vzhledem k rozsahu závlahy, velmi vysoké a často přesáhnou cenu celého systému (IRIMON, 2017).

Dalším naším rozhodujícím faktem by mělo být porovnání harmonogramu, který vyjadřuje potřebnou závlahovou vodu ve vegetačním období, s průtokem v uvažovaném toce. Tím nám ukáže, jak moc je tento zdroj pro náš účel vhodný (Veverka, 2003).

Pokud je i přes to využít tento zdroj vody je nutné investovat do dostatečné filtrace. Ve většině případech je potřeba instalovat filtr s automatickým proplachem, je možné a velice časté řešení i to, že znečištěná voda je zbavena části nečistot vsakovacím objektem v břehu vodoteče nebo nádrže. I v tomto způsobu je nutnost instalovat filtr s automatickým proplachem (IRIMON, 2017).

Avšak výhodou tohoto zdroje je jeho zásoba různých živin, kyslíku a jeho biologické vlastnosti a teplota jsou vhodné pro zálivku. Na druhé straně je nevýhodou kolísání vodní hladiny, hlavně maximální za povodní a minimální v období léta (Veverka, 2003).

## 9. Čerpací systém

Čerpadla jsou spojovacím prvkem mezi zdrojem vody a závlahovým zařízením (Grozman, 2006).

Jsou děleny dle způsobu přeměny mechanické energie na hydrodynamická, kde voda získává svoji energii v otáčejícím se oběžném kole, například čerpadla odstředivá, radiální apod. Nebo na hydrostatická, také nazývaná objemová, získá voda svou energii přímo tlakem činné části. Hydrostatická jsou děleny podle pohybu na rotační, jako jsou vřetenová, rotační pístová aj., a na čerpadla s kmitavým pohybem, těmi jsou pístová, membránová aj. (Veverka, 2003).

U závlah, kde není navrhnutým zdrojem vody voda z vodovodního řádu, musí být vyřešeno čerpání vody ze zdroje. Způsob a typ konkrétního čerpadla je vždy individuální a musí být přímo na míru určeného zdroje. Což znamená, že je závislý na typu studny a její hloubce, požadovaného výstupního tlaku a množství vody aj. (IRIMON, 2017).

Dále rozděleny na ruční a motorová čerpadla. Motorová čerpadla mají několik druhů a podle toho je nejčastěji dělíme. Jedná se o čerpadla ponorná, kalová ponorná, zahradní čerpadla a domácí vodárny (Grozman, 2006).

### 9.1 Ruční čerpadla

Ruční čerpadlo, stojanová pumpa nebo stojanové pístové čerpadlo jsou všechno názvy pro stejný druh čerpadla. Jedná se o ruční čerpání vody, kdy naše čerpadlo je většinou umístěno přímo nad kopianou studnou a často přiděláno pevně přímo na betonový poklop. Slouží jen pro beztlaké čerpání vody, do konví, vědět apod. (Tůma, 2001).

Existují další typy ruční čerpadel, avšak už dnes nepoužívané. Liší se konstrukcí a možností hlubší studny a vyššího dopravní výšky. Ale dnes již většina ručních pump slouží pouze pro dekoraci v zahradě (Tůma, 2001).

## 9.2 Motorová čerpadla

Široce používaná čerpadla, většinou elektrická. Na místech bez elektřiny najdou využití i benzínová motorová čerpadla. Dále jsou děleny dle umístění vzhledem k zdroji vody (Grozman, 2006).

### 9.2.1 Ponorná motorová čerpadla

Ponorná motorová čerpadla mohou být umístěné ve vrtech, studních i nádrží. Jsou trvale pod hladinou a díky tomu dokáží vytlačit vodu do větší výtlačné výšky a to až 100 m (Grozman, 2006). Konstrukce bývá stojatého válce a využívá děravé dno k nasávání vody. Ve většině případů vybaveny plovákem pro automatické vypínání a zapínání v nastavených výškách vodní hladiny. Poháněny jsou vodou chlazeným elektrickým motorem (Tůma, 2001).

Speciálním typem ponorných čerpadel jsou čerpadla s tzv. plochým sáním, které díky své konstrukci dokáží vysát vodu ze sudů i o malé výšce hladiny. Na stejném principu fungují i kalová čerpadla akorát v tom rozdílu, že mohou nasávat vodu i s příměsí větších pevných částic. Kalové čerpadla mají oproti ponorným čerpadlům s plochým sáním také menší výtlačnou výšku, avšak mohou čerpat až 200 l/min (Grozman, 2006).

### 9.2.2 Zahradní čerpadla

Zahradní čerpadla jsou odstředivá čerpadla, které čerpají vodu pomocí sací hadice, která má na svém konci většinou sacím košem, zpětnou klapkou a v některých případech i filtrem. Stejně jako u domácích vodáren musíme sání zalít vodou, jelikož nedokáže vyvinout dostatečný podtlak, aby nasálo vodu. Existují i samonasávací čerpadla, které tento podtlak dokáží vyvinout, tudíž není potřeba ručně zalévat před uvedením do provozu (Tůma, 2001).

Tyto čerpadla jsou určena pouze pro občasné zalévání, kdy po hodině činnosti by se měla nechat zchladnout. Tudíž pro realizaci AZS nejsou vhodné a je nutné zvolit jiný typ čerpadla (Grozman, 2006).

### 9.2.3 Domácí vodárny

Domácí vodárny jsou druhem motorových čerpadel, které používají sací potrubí pro dopravu vody ze studny. Pracují po impulsu od tlakového spínače, který vyšle signál, když tlak v systému klesne pod určitou hodnotu. Při použití domácích vodáren by neměla v systému chybět tlaková nádrž, která slouží jako tlumič tlakových rázů při spuštění nebo

vypnutí čerpadla. Dalším důležitým prvkem je pojistka běhu na sucho, aby nedošlo k přehřátí a poškození čerpadla (Tůma,2001).

### 9.3 Důležité parametry čerpadel

Parametry určující možnost umístění čerpadla, případně vhodnost použití (Tůma, 2001).

#### 9.3.1 Dopravní množství

Neboli průtok, značíme  $Q$ . Udává se v l/s a u větší čerpadel nebo čerpacích stanic v  $m^3/s$ . Dopravní množství by mělo mít nejmenší hodnotu takovou, aby stačilo dodávat vodu pro AZS (Veverka, 2003).

#### 9.3.2 Měrná energie čerpadla

Dalším důležitým parametrem je měrná energie čerpadla neboli  $Y$ . Vyjádřena je v J/kg, ale v praxi je většinou ve formě tzv. dopravní výšky v metrech. Přibližně platí, že 100 J/kg se rovná 10 m vodního sloupce. Tato energie musí pokrýt veškeré ztráty potrubí, armatur a pokrýt nároky postřikovačů (Veverka, 2003).

#### 9.3.3 Sací měrná energie

Nazváno též jako sací výška, která určuje, z jaké hloubky může čerpadlo nasávat vodu. Používá se u čerpadel se sacím potrubím, při potřebě větší hloubky, je potřeba použít ponorná čerpadla (Veverka, 2003).

#### 9.3.4 Charakteristika čerpadla

Diagram  $Q/Y$ , který určuje závislost průtoku na měrnou energii čerpadla, takže i rozsah provozních tlaků a průtoků při kterém čerpadlo může pracovat (Veverka, 2003).

## 10. Mechanická úprava závlahové vody

Jednou z nejdůležitějších a nedílnou součástí závlah je filtrace. Vhodným parametrem pro výběr přijatelného typu filtru je laboratorní rozbor vody, nejlépe zaměřený na obsah mechanických nečistot. Při absenci rozboru je příhodné udělat orientační sedimentační zkoušku, při které je čistá nádoba a napuštěna vodou, která je zamýšlena pro závlahy. Je nechán sednout kal a vizuálně zkontrolováno množství sedimentovaných

a nesedimentovaných rozptýlených částic. Touto zkouškou je možno zúžit výběr typu, velikosti filtru, typ a jemnost filtrační vložky (IRIMON, 2017).

## 10.1 Způsoby předfiltrace

### 10.1.1 Břehová předfiltrace

Je druh vsakovací komory, která je perforovaná ve dně nebo v bočních stěnách. Komora je zasypana materiálem, který slouží jako filtr, přes který se čistí vsakovaná voda. Materiálem je většinou štěrkopísek, který je rozdělen do několika vrstev, které se liší frakcí, kdy nejhrubší frakce je nejbližší komoře a zjemňuje se až k samotnému břehu (IRIMON, 2017).

### 10.1.2 Hydrocyklon

Neboli separátor písku je druh předfiltrace, která zbavuje vodu větších mechanických částic jako je například písek. V důsledku tření o stěny hydrocyklonu ztrácejí částice energii a usazují se v usazovací komoře, která je potřeba pravidelně kontrolovat a v případě naplnění kapacity, vyčistit. Tento předfiltr je vhodný do systémů s provozním tlakem od 3 do 6 barů (IRIMON, 2017).

### 10.1.3 Písková předfiltrace

Jsou nádoby, většinou ocelové, vysypané vrstveným pískem různých frakcí, od nejjemnější po nejhrubší velikost zrna, čímž funguje jako přírodní filtr. Jako u separátoru, se písková předfiltrace nehodí do systémů s vysokým tlakem, a naopak je vhodný do dvoustupňových systému, kde první stupeň je nízkotlaký, kde je možné umístit pískovou předfiltraci a poté se v druhém vysokotlakém stupni čerpá do závlahového systému. Doporučený provozní tlak je také od 3 do 6 barů (IRIMON, 2017).

## 10.2 Způsoby filtrace dle zdroje vody

### 10.2.1 Voda z vodovodního řadu

Tento zdroj vody se dá považovat jako zdroj se skoro čistou vodou. Filtry umístěné v systémech s tímto zdrojem jsou většinou pouze jako pojistné. Zabraňují průtoku mechanických částic v případě přerušení dodávky vody a opětovnému zprovoznění

vodovodního řadu, čímž dochází k uvolnění větších částic vodního kamene apod (IRIMON, 2017).

### 10.2.2 Voda z kopané studny

Slabě znečištěná voda obsahující menší mechanické částičky. Zde je obvyklé použití plastových filtrů s diskovou nebo síťovou vložkou, lišící se pouze v hrubosti vložky podle případného většího znečištění. Avšak vhodnější je vložka disková, která je méně náchylná na protrhnutí než vložka síťová. Není nutné a obvyklé použití předfiltrace (IRIMON, 2017).

### 10.2.3 Voda z vrtané studny

Vrtané studny jsou jedním z problematických zdrojů s možností mechanickým, ale i chemickým znečištěním vody. Písek, vápník, železo aj. Zde je možné použít jednu z uvedených předfiltrací. Vhodné filtry jsou zde diskové nebo síťové plastové filtry anebo mosazné síťové filtry. Obojí s možností proplachu ať už manuálně, poloautomaticky nebo automaticky. V případě nutnosti, požadavku na chemické odstranění nechtěných látek, například odstranění železa z vody a tím předejití zbarvení dlažby, fasády apod. je nevyhnutelná chemická úprava vody, která je ale velmi nákladná (IRIMON, 2017).

### 10.2.4 Dešťová voda v kombinaci s jiným zdrojem

Použití pouze filtru je v tomto případě ojedinělé, většinou je potřeba předfiltrace, jelikož je voda, naakumulovaná v jímce, znečištěna abrazivou (prach ze střech, písky aj.), ale i biologickými částicemi (pily, listí apod.). Vhodnými hlavními filtry jsou diskové, dostatečně velké s ohledem na frekvenci čištění. Případně s jakýmkoliv proplachem (IRIMON, 2017).

### 10.2.5 Voda z vodotečí, přírodních nádrží a rybníků

Ve většině případů obsahuje biologické i mechanické znečištění, tudíž je potřeba předfiltru, nejlépe břehové filtrace. Do systému je vhodné použít filtry s automatickým proplachem nebo manuálním s denní kontrolou stavu vody, jelikož zde hrozí zvýšené riziko ucpání filtru (IRIMON, 2017).



## 11. Diskuze

Při výběru travního druhu je nutno uvažovat nad tím, kam a jak hodně budeme danou plochu využívat. Díky tomu můžeme zúžit jednotlivý výběr pro naši lokalitu. Pomocí uvedených údajů a vhodnosti použití je možné se vyvarovat chybám při zakládání trávníku a tím pádem se vyhnout například nevzejití trávníku díky špatně zvolenému druhu, jelikož je naprosto nevyhovující pro dané stanoviště, ať už pro vlhkost, světlost místa nebo jiné.

Pro ideální travní drn je možno z práce vyvodit, že nejvhodnějším typem pro okrasný trávník bude směs z jílku vytrvalého (*Lolium perenne*), psinečku tenkého (*Agrostis capillaris*) a kostřavy ovčí (*Festuca ovina*). Samozřejmě je možné, že se směs bude skládat i z jiných druhů podle typu lokality a dalších důležitých parametrů. Ale díky těmto druhům bude travní drn hustý, vydrží sečení na nízkou výšku a tím nám vytvoří ideální travní koberec.

Pro udržení trvale zelené travní plochy je použita závlaha doplňková, která nám udržuje ideálně vlhkou půdu a vlhkost vzduchu. V kombinaci se závlahou postřikem v zahradě je možno kombinovat i závlahu osvěžující mlhou, která nám na celém pozemku vytvoří příjemné klima. Vhodným typem závlahového systému pro trávníky je určitě závlaha postřikem. V zahradě je možno kombinovat i závlahu osvěžující mlhou, která nám na celém pozemku vytvoří příjemné klima. Ostatní typy jsou vhodné většinou v zemědělství nebo pro pěstování rostlin, zeleniny apod.

## 12. Závěr

Jednotlivých druhů a typu travních porostů existuje mnoho. Každý svůj druh má své specifické vlastnosti a požadavky. Před výběrem vhodného typu travního porostu bychom si měli uvědomit to, kde plánujeme vytvořit travní plochu a co by měla splňovat. Také bychom měli věnovat pozornost mechanické náročnosti námi zvoleného místa pro travní porost.

Před vybráním vhodného typu závlahového systému bychom měli věnovat pozornost i dostatečnosti zdroje vody. Jelikož bez pořádného zdroje vody nemůžeme zavlažovat vůbec nic a dříve nebo později bez vody nám na pozemku vznikne poušť.

I v případě dostatečného vodního zdroje není vyhráno a je potřeba zajistit dostatečnou čistotu vody, kterou

Stejně jako s travními druhy, tak i závlah existuje mnoho druhů a každý se hodí pro jiný účel. Výběr vhodného typu by měl zúžit rozbor námi požadovaného zavlažovaného pozemku. A následná investice do závlahového systému včetně zdroje vody a jeho čerpání a filtrace by neměla být příliš finančně nákladná.

Z uvedených travních druhů je možno se orientovat a vybrat vhodnou travní směs, která se hodí pro požadované stanoviště. Případně díky uvedeným vlastnostem vytvořit novou směs, která je ideální do požadovaných podmínek. Pomocí popisu jednotlivých zavlažovacích způsobů určit správnost závlahového systému na dané stanoviště a minimalizovat chyby nevhodným zavlažováním a tím zmenšit případné další náklady. Popis zdrojů vody a jeho následného čištění umožní mít vhodnou vodu pro zavlažování a tím zajistit ideální vzrůst plodin, trávníků aj.

### 13. Internetové zdroje

ČMHÚ, ©2012: Český hydrometeorologický ústav: Mapy charakteristik klimatu [cit. 2021.03.15], dostupné z <<https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mapy-charakteristik-klimatu>>

Finley S., 2016: Sustainable water management in smallholder farming: theory and practice [cit. 2021.03.14], dostupné z <<https://www-cabi-org.infozdroje.czu.cz/cabebooks/ebook/20163250821>>

Fuksa P., Hakl J., Šantrůček J., Veselá M., 2005: Atlas jetelovin a trav [cit. 2021.03.10], dostupné z <<http://kpt.agrobiologie.cz/atlas/>>

Králová H., 2005: Vodní hospodářství krajiny I. [cit. 2021.03.01], dostupné z <<http://lences.cz/domains/lences.cz/skola/subory/Skripta/BS04-Vodni%20hospodarstvi%20krajiny%20I/M02-Zavlahy.pdf>>

Sojka R.E., Bjerneberg D.L., Entry J.A., 2002: Irrigation: An Historical Perspective [cit. 2021.03.10], dostupné z <<https://eprints.nwisrl.ars.usda.gov/id/eprint/815/1/1070.pdf>>

Straková M., Straka J., Michalíková L., Plevová K., 2002: Kapesní atlas trav [cit. 2021.02.26], dostupné z <[https://www.pod.cz/projekty/flora\\_a\\_fauna/Viteze/Travniporosty\\_soubory/kapesni\\_atlas\\_tra\\_v.pdf](https://www.pod.cz/projekty/flora_a_fauna/Viteze/Travniporosty_soubory/kapesni_atlas_tra_v.pdf)>

### 14. Knižní zdroje

Courtier J., 2001: Lawns & Lawn Care. A Marshall Edition Ltd, London.

Darke R., 2004: Pocket guide to ornamental grasses. Timber Press Inc, Portland.

Garg S.K., 2006: Irrigation Engineering and Hydraulic Structures. Khanna publishers,

Grozman P., 2006: Zavlažujeme zahradu. Grada, Praha.

Hockenberry Meyer M., White D.B., Pellet H., 1998: Ornamental Grasses for Cold Climates. University of Minesota.

Holý M., Šálek J., Šoltész J., 1976: Závlahové stavby. Státní nakladatelství technické literatury, Praha.

Houk J.E., 1956: Irrigation engineering II. John Wiley & Sons, inc., New York-Londýn.

- Hrabě F., 2003: Trávy a trávniky: co o nich ještě nevíte. Hanácká reklamní, Olomouc.
- Hrabě F., 2009: Trávniky pro zahradu, krajinu a sport. Vydavatelství Petr Baštan, Olomouc.
- IRIMON, 2017: Technologický předpis pro návrh a montáž závlahových systémů. IRIMON, spol s.r.o., Praha.
- Jůva K., 1959: Závlaha půdy. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- King M., Oudolig P., 1998: Gardening with grasses. Frances Licnoln Limited, London.
- Kochánek K., 2001: Hydromeliorační stavby 20. Vydavatelství ČVUT, Praha.
- Laycock A., 2007: Irrigation systems: design planning and construction. CABI, Wallingford.
- Maroušek J., 2008: Zavlažování. ERA, Brno.
- Otevřel R., Straka J., Příbyl M., 2007: Trávniky. ERA, Brno.
- Svobodová M., Cagaš B., 2013: Trávnik: zakládání, ošetřování a údržba. Grada, Praha.
- Tůma J., 2001: Zavlažujeme zahradu: moderní hospodaření s vodou. Grada, Praha.
- Veverka V., 2003: Speciální mechanizace – závlahová technika pro zahradnictví. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno.
- Zelinka Z., 2008: Studny. ERA, Brno.