VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typstudijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství krajiny

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Zdeněk Burda
Název	Studie závlahového systému vinic u oce Přítluky
Vedoucí práce	Ing. Eva Hyánková, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2018
Datum odevzdání	24. 5. 2019

V Brně dne 30. 11. 2018

prof. Ing. Miloš Starý, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

ŠÁLEK, Jan. Závlahové stavby. 2. vyd. Brno: Vysoké učení technické, 1993. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-214-0497-3.

KULHAVÝ, František a Zbyněk KULHAVÝ. Navrhování hydromelioračních staveb. Praha: ČKAIT, 2008. ISBN 978-80-87093-83-2.

SLAVÍK, Ladislav. Závlahy pro pěstitele speciálních plodin a zahrádkáře. 2. upr. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2002.

TNV 75 4310 Závlahová zařízení pro mikrozávlahy

TNV 75 4307 Závlahová zařízení podrobná pro postřik

další dle potřeby

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Práce bude z části koncipována jako literární rešerše v oblasti závlahových systémů menších zemědělských ploch se zaměřením na lokalizované závlahy. Rozebrány budou jednotlivé systémy, možnosti a vhodnost jejich použití.

Druhou částí práce bude aplikace získaných poznatků pro vypracování studie závlahového systému již vzrostlých vinic u obce Přítluky. Bude vybrána nejvhodnější varianta a zpracováno základní technické řešení. Studie bude obsahovat jak textovou, tak výkresovou část v rozsahu dle pokynů vedoucího bakalářské práce.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Eva Hyánková, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce na téma Studie závlahového systému vinic u obce Přítluky je zaměřena v první části na historický vývoj závlah, popis vybraných druhů závlahy. Podrobněji se zaměřuji na mikrozávlahy, které mají mnoho výhod pro využití v našich klimatických podmínkách.
Praktická část je zaměřena na návrh závlahového systému pro vybrané plochy vinic s popisem použitých technologií

KLÍČOVÁ SLOVA

PE – polyetylen, AC – (alternating current = střídavý proud), DN – průměr, 1“ – coul (2,54 cm), kapková závlaha, vinice

ABSTRACT

This bachelor thesis on the study of the irrigation system of vineyards near the village of Přítluky focuses on the historical development of irrigation, description of selected types of irrigation in the first part. I focus in more detail on micro-wafers, which have many advantages for use in our climatic conditions.
The practical part is focused on design of irrigation system for selected areas of vineyards with description of used technologies.

KEYWORDS

PE - polyethylene, AC - (alternating current), DN - diameter, 1 "- inch (2.54 cm), drop irrigation, vineyard

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Kateřina Suchá *Hodnocení kvality/zdraví půdy v blízkosti obce Bohaté Málkovice.* Brno, 2018. 73 s., 27 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce Ing. Ivana Kameníčková, Ph.D.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Zdeněk Burda *Studie závlahového systému vinic u oce Přítluky.* Brno, 2019. 43 s., 2 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce Ing. Eva Hyánková, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Studie závlahového systému vinic u oce Přítluky* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 24. 5. 2019

Zdeněk Burda
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Studie závlahového systému vinic u oce Přítluky* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24. 5. 2019

Zdeněk Burda
autor práce

OBSAH CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.

1 ÚVOD 9

1.1 CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE 10

2 TEORETICKÁ ČÁST 11

2.1 Historie 11
2.1.1 Vývoj závlah na našem území 11
2.1.2 Současný stav 12
2.1.3 Závlahy v ČR 13

2.2 Sucho 14
2.2.1 Agronomické sucho 15
2.2.2 Vývoj klimatu 15

2.3 Závlahová voda 16

2.4 Závlahový systém 16
2.4.1 Hlavní závlahová zařízení 16
2.4.2 Zdroje a odběr závlahové vody 17
2.4.2.1 Odběr ze studny 17
2.4.2.2 Kopané studny 17
2.4.2.3 Vrtané studny 17
2.4.2.4 Akumulační nádrž 18
2.4.2.5 Vodovod 18
2.4.2.6 Akumulace závlahové vody 18
2.4.3 Čerpadla 19
2.4.4 Odvzdušňovací ventil 19
2.4.5 Podrobná závlahová zařízení 19
2.4.6 Druhy závlah 20
2.4.6.1 Doplňková závlaha 20
2.4.6.2 Hnojivá závlaha 21
2.4.6.3 Klimatizační závlaha 21
2.4.6.4 Protimrazová závlaha 21
2.4.6.5 Aerosolová závlaha (disperzní) 22
2.4.6.6 Umělá mlha 23
2.4.7 Lokalizované závlahy 23
2.4.7.1 Kapková závlaha 25
2.4.7.2 Bodová závlaha 27
2.4.7.3 Mikropostřik 28
2.4.8 Potřeba vody 28
2.4.8.1 Závlahové množství 30
2.4.8.2 Počet a trvání závlahových dávek 35

3 STUDIE KAPKOVÉ ZÁVLAHY 38

3.1 Popis řešené lokality 38

3.2 Navržený systém závlahy 40

3.3 Zdroj závlahové vody 41

3.3.1 Bilance potřeby vody 41

3.3.1.1 Výpočet potřeby vody 41

3.3.1.2 Čerpadlo 43

3.3.1.3 Filtrace 44

3.3.1.4 Elektromagnetické ventily 47

3.3.1.5 Čidlo deště 50

3.3.1.6 Odvzušňovací ventil 51

3.3.1.7 Závlahový detail 51

3.3.1.8 Automatizace závlah 55

3.3.1.9 Zazimování závlahového systému 56

3.3.1.10 Udílení dotací na kapkovou závlahu 56

3.3.1.11 Podmínka do rozhodnutí: 58

3.3.1.12 Přihnojování 58

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucí mojí práce Ing. Evě Hyánkové, Ph.D. za čas, který se mnou při tvorbě této závěrečné práce strávila, za její rady a náměty. Také děkuji všem, kteří mi pomáhali s vypracováním bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat zaměstnancům firmy Profigrass, kteří se podělili s informacemi pro praktickou část.

1 ÚVOD

V bakalářské práci jsem se budu zabývat problematikou automatických závlahových systémů a návrhem závlahového systému vinic u obce Přítluky.

První část je zaměřena na historii vzniku prvních závlah na světě. Počátky jsou spojeny už s nejstaršími civilizacemi. Budu popisovat vývoj napříč světem s porovnáváním velikostí zavlažovaných zemědělských ploch. Od historie a nejvzdálenějších koutů světa jsem se dostanu k popisu vývoje závlah a zavlažovaných ploch u nás v České republice.

Dále budu psát o tématu sucha na světě spojeným s vývojem globálního klimatu. S nimi jsou spojeny zdroje vody, její jakost a získávání. V této části jsem také udělal popis rozdělení závlahových zařízení s detailnějším popisem podrobného závlahového zařízení. Popisoval jsem různé druhy doplňkových, hnojivých a zvláštních závlah.

Na konci první části píši o potřebě vody, závlahovém množství a závlahové dávce v současném tak i historickém pojetí.

V druhé části bakalářské práci jsem se budu věnovat návrhu závlahového systému vinic u obce Přítluky. Přítluky se nacházejí na jižní Moravě v okrese Břeclav. Navržená závlaha je severně od obce na Přítlucké hoře. Na celkové ploše 36000 m2 vinic budu navrhovat kapkovou závlahu. Pro správný návrh budu používat pro výpočty program Irrloc, který nám slouží k výpočtu rychlostí a tlaků,, jak v sekčním potrubí, tak i v kapkové hadici napříč délkou.. Právě to bude velmi zajímavé z důvodu velkého převýšení na zavlažované ploše.

V návrhu bude součástí výkaz výměr pro plně funkční automatickou závlahu vinice. Problematika nákladů na zbudování je složitá avšak máme v České republice možnost získání dotací od ministerstva zemědělství jako Podporu na vybudování kapkové závlahy v ovocných sadech, chmelnicích, vinicích a ve školkách a dotace na podporu konkurenceschopnosti agropotravinářského komplexu. zbudováním závlahy nám vzroste produkce plodin.

1.1 CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Cílem bakalářské práce je najít porozumění v důležitosti závlahových systémů v průběhu času od starověkého Egypta po přítomnost a potřebu budování závlah do budoucnosti.

V jednotlivých částech je snaha o shrnutí informací potřebným k návrhu závlah. Dostupnost, přeprava a potřeba vody.

Závěrem mé bakalářské práce bude návrh automatické závlahy vinic u obce Přítluky s popisem částí závlahové soustavy a výkazem výměr materiálu pro realizaci.

2 TEORETICKÁ ČÁST

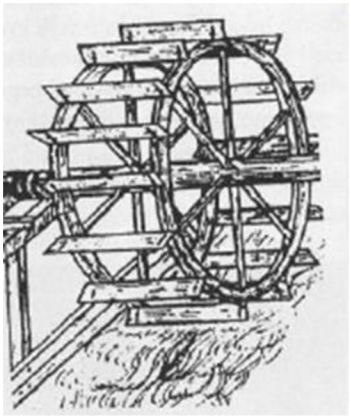
2.1 HISTORIE

Počátky závlah jsou spojeny s nejstaršími lidskými kulturami. Nejstarší souvislé znalosti o závlahách pocházejí z Egypta, kde byly již v 5. tisíciletí př. n. l. stavěny hráze a zavlažována půda v údolí Nilu. Zemědělství Egypta bylo závislé na přirozených a pravidelných záplavách Nilu, které přinášely úrodné bahno na zaplavované pozemky.

Ve 4. tisíciletí př. n. l se provádělo sledování vodních stavů na řece Nilu a podle stavu vody při jarních záplavách byl vytvořen systém předpisů daní (čím vyšší hladina vody v Nilu, tím větší zavlažovaná plocha polí).

Zavlažovaná byla také středověká Indie, svědčí o tom staré kanály a vodní nádrže pocházející z období asi 1000 let př.n.l.

Ve staré Číně znali už vodní kolo, které používali pro umělý zdvih vody. Závlahový systém Dujiangyan (256 př.n.l.)



Obrázek 1 - Vodní kolo v Číně

Do Evropy byly z Egypta závlahy rozšířeny podstatně později, v dobách Starověkého Řecka a Říma, tedy zhruba v 7. století př. n. l.

V období středověku docházelo k celkovému úpadku a i závlahy vymizely. Výjimkou je jižní Španělsko, kde Maurové v 8. – 15. Století stavěli závlahové systémy.

2.1.1 Vývoj závlah na našem území

Prvními známými historickými záznamy jsou projekční podklady závlah z let 1815 – 1820 pro závlahy výtopou a přeronem v údolí řeky Nitry.

První český spis o závlahách pochází z roku 1863, Po roce 1875 začala úrava řeky Úpy, spojená se závlahami 1200 ha půdy. Příkladem zavlaženého území je například také oblast mezi Ratibořecemi a Jaroměří, kde byly louky zavlažovány hřbetinovým přeronem.

V devadesátých letech minulého století bylo na zemi zavlažování cca 270 milionů ha půdy, což je 17,5 % z celkové obdělávané půdy na světe. Tato plocha přitom poskytuje 35 % celkové světové produkce. Před rozpadem Sovětského svazu (1990) byly největší zavlažované plochy v těchto zemích:

-Čína (77 mil. Ha)

-Indie (29 mil. ha)

-USA (22 mil. ha)

-SSSR (16 mil. ha)

-Pákistán (13 mil. ha)

V současné době začíná být opět vnímána jejich důležitá funkce při pěstování rostlin. Význam závlah značně roste především v zemědělství v důsledku globální změny klimatu. Pro mnohé plodiny je zálivka zcela nezbytná. V tropických oblastech je zalévání podmínkou obživy, v zemích mírnějšího klimatu úrodu zintenzivňuje. Stále častěji jsou závlahové systémy součástí městské zeleně, sportovních ploch a v neposlední řadě i soukromých zahrad. Vzhledem k neobvykle rychlému nárůstu průměrných teplot lze očekávat významné zvýšení potřeby závlah na veřejných i neveřejných plochách.

2.1.2 Současný stav

Zavlažované plochy se začaly budovat na území České republiky od roku 1951. Odtohoto roku se na našem území vybudovalo 153 837 ha zavlažitelných ploch. Největšínárůst zavlažitelných ploch byl od roku 1970 do roku 1995. V tomto období byl přírůstek ploch v průměru 22 500 ha každých 5 let.

Přes 25% zemědělského půdního fondu je odvodněných, z toho je jen 19 % zamokřeno a 4 % ZPF je zavlažováno.

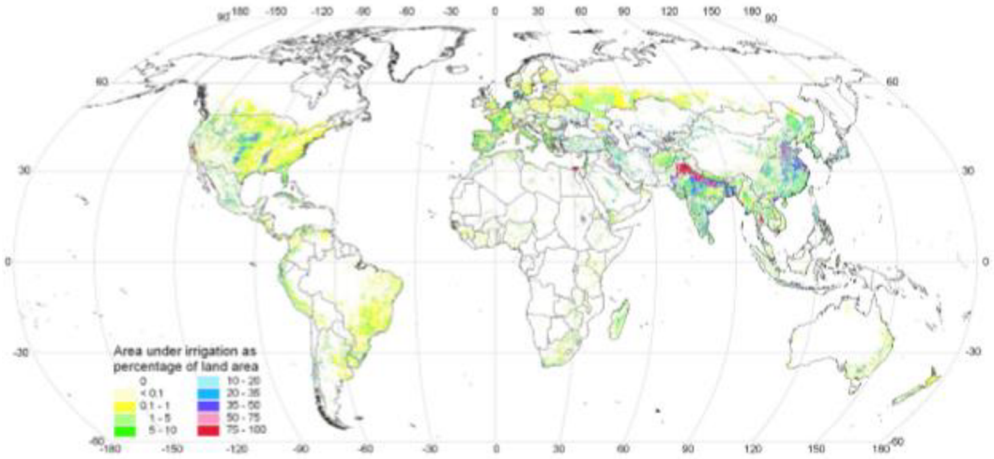
Z celé plochy světa je využíváno 11 % plochy na zemědělství, z kterých je zavlažováno pouze 17 %, avšak těchto 17% poskytují 45 % celkové světové produkce potravin.

Závlahy podle velikosti zavlažované plochy:

10 mil. ha a více: Pákistán (v současnosti největší závlahový systém na světě), Indie Čína, USA

5 – 10 mil. ha: Irán, Mexiko, Turecko a Thajsko

2 – 5 mil. ha: Bangladéš, Indonésie, Rusko, Uzbekistán, Španělsko, Brazílie, Itálie, Egypt, Rumunsko, Vietnam, Irák, Francie, Japonsko, Austrálie, Ukrajina, Kazachstán.



Obrázek 2 - Celosvětové procentuální zastoupení plochy se závlahou

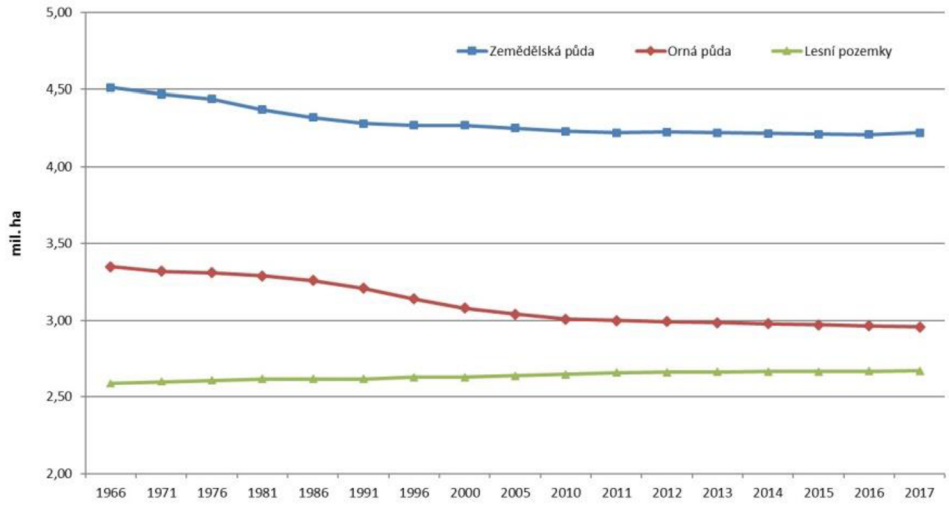
2.1.3 Závlahy v ČR

Celková výměra ČR je 7, 9 mil. ha. Největší díl – více než polovinu (54 %) - využíváme k zemědělské činnosti. Jedná se o činnost provozovanou na orné půdě, v sadech, vinicích a chmelnicích a trvalých travních porostech (jako jsou louky a pastviny, které zaujímají cca 1 mil. ha). Tyto plochy tvoří. zemědělský půdní fond (cca 4,3 mil. ha). Orná půda pak zaujímá cca 38 % zemědělského půdního fondu.

Závlažované plochy je v české republice celkem 153 tisíc hektarů, cože je 3,59 z celkové výměry ZPF ČR. Závlahy jsou situovány především v našich zemědělsky nejproduktivnějších, avšak srážkově nevyrovnaných oblastech nížin kolem řek Labe, Vltavy, Ohře, Moravy, Dyje a Svratky.

Tyto oblasti můžeme charakterizovat společnými znaky:

- jsou v nížinách (do 200 m n.n.)
- v blízkosti vodních toků
- s příznivými teplotními poměry
- nejdelší vegetační období
- oblasti většiny zemědělské produkce



Obrázek 3 - Vývoj plochy zemědělské a orné půdy a lesních pozemků (mil. ha)

2.2 SUCHO

Termín sucho nelze jednoduše definovat, pojem se využívá v klimatologii nebo meteorologii.

Pojem lze chápat, jako nedostatek vody v půdě nebo atmosféře. Sucho způsobuje škody v jednotlivých oblastech hospodářství. Sucho se vyskytuje v období nedostatku atmosférických srážek. Období sucha bývá doprovázeno vysokými teplotami vzduchu, nízkou relativní vlhkostí vzduchu a dalšími faktory. Období sucha může trvat od několika dní až do několika měsíců. Český hydrometeorologický ústav rozlišuje hydrobiologické, půdní a klimatické sucho. Klimatické sucho lze označit za první příčinu ostatních typů sucha.

Klimatické sucho je způsobováno deficitem atmosférických srážek.

Hydrologické sucho je následek nedostatku atmosférických srážek a využíváním vody člověkem.

Hydrologické sucho se projevuje nedostatkem vody v povrchových a podpovrchových zdrojích.

Půdní sucho je způsobeno nedostatkem vody v půdním profilu.

Půdní sucho lze chápat, jako následek klimatického sucha. (ČHÚ, 2016)

2.2.1 Agronomické sucho

Agronomické sucho je z pohledu zemědělství důležitý faktor. Agronomické sucho navazuje na ostatní typy sucha. Za předpoklad vzniku agronomického sucha lze označit půdní sucho. V podstatě se jedná o půdní sucho, aplikované do zemědělské praxe. Agronomické sucho ovlivňují další faktory, například biologické, ekonomické a agrotechnické.

K biologickým faktorům patří odolnost jednotlivých druhů a odrůd plodin k suchu. Mezi technické faktory lze zařadit úroveň agrotechniky nebo způsoby zpracování půdy. Nejdůležitější ekonomický faktor, který může ovlivnit vznik agronomického sucha, jsou zemědělské závlahy.

2.2.2 Vývoj klimatu

Vývoj klimatu záleží především na koncentraci skleníkových plynů. Koncentrace skleníkových plynů je závislá na ekonomickém, politickém a technologickém vývoji.

Na základě těchto faktorů se vytváří různé scénáře vývoje klimatu. Scénáře vývoje klimatu slouží pouze k eventuálnímu vývoji klimatu.

Pro vývoj klimatu na území České republiky jsem vybral dva modely vývoje klimatu. Jsou to modely ALADIN-Climate/CZ a RegCM. Oba tyto modely předpovídají vývoj klimatu v období 2021 – 2100, předpokládají vzrůst teploty vzduchu o 1,2 až 1,4 ºC v období 2021 - 2050. V následujícím období do roku 2100 počítají s nárůstem teplotyo 3,2 až 3,3 ºC.

Modely také předpovídají změnu úhrnu srážek. Tyto předpovědi se liší pouze v prostorovém umístění v období 2021 – 2070. Model ALADIN-Climate/CZ

předpovídá růst srážek na území Moravy větší než na území Čech. Model RegCM předpokládá opačný vývoj, kdy bude nárůst srážek vyšší na území Čech oproti Moravě a pro vzdálenou budoucnost období 2070 – 2100 předpovídá vyšší úhrn srážek celkově model

RegCM, naopak model ALADIN-Climate/CZ pro toto období předpovídá celkový pokles

srážek. [11]

2.3 ZÁVLAHOVÁ VODA

Jako zdroj vody pro závlahy se využívají hlavně povrchové vody. Voda se odebírá z vodních toků, vodních nádrží, vodních kanálů a z vodojemů. V současnosti se stále více začíná používat k závlaze vyčištěná odpadní voda. K odběru vody pro účely závlah je nutné mít povolení vodoprávního orgánu.

Voda pro závlahy má několik tříd jakosti.

I. třída – do této třídy spadají vody vhodné k závlaze zemědělských i lesních kultur bez jakéhokoliv omezení.

II. třída – sem patří vody podmíněně vhodné k závlaze. Použití je podmíněno dodržováním zvláštních opatření na dané lokalitě s ohledem na charakter znečištění závlahové vody, místní podmínky, druh plodiny, vlastnosti půdy, aby nedocházelo k znečišťování podzemních vod a životního prostředí.

III. třída – vody nevhodné k závlaze – vodu lze využít k závlaze jen po úpravě, po které získají kvalitu vody I. nebo II. třídy. (Úřad pro technickou normalizaci, 1998)

Závlahová voda se klasifikuje, tj. zařazuje do jednotlivých jakostních tříd, podle skupiny ukazatelů vlastností fyzikálních, chemických, biologických a radioaktivních. Podzemní vody, splňující požadavky na pitnou vodu podle ČSN 75 7111 Pitná voda, není třeba klasifikovat. Jakost většiny závlahově významných toků kontrolují podniky Povodí ve smyslu ČSN 75 2221 Klasifikace jakosti povrchových vod v profilech státní kontrolní sítě. Jakost podzemních vod zjišťuje podnik Vodní zdroje v síti vrtů a vývěrů těchto vod. Kvalita vody drobných vodotečí, rybníků a nádrží není vodohospodářskými organizacemi většinou zjišťována

Základní podmínkou prospěšnosti závlah je trvale dobrá jakost závlahové vody. Protože současný stav znečištění povrchových vod je všeobecně neutěšený, musí i provozovatelé pečlivě sledovat kvalitu závlahové vody, což je však finančně drahé

2.4 ZÁVLAHOVÝ SYSTÉM

Závlahový systém slouží k zajištění dodávky vody k plodinám a stabilizaci výnosů. Soustava slouží k zadržování závlahové vody, odběru vody, čerpání vody a rozvodu a rozdělení vody k rostlinám. Závlaha se dělí na hlavní závlahové zařízení a podrobná závlahová zařízení

2.4.1 Hlavní závlahová zařízení

Do hlavních závlahových zařízení patří zdroj vody a odběrné místo, přívod a rozvod vody k pozemku, nádrže, čerpací stanice a vodojemy. Dále sem patří sací řad. Sací řad má za úkol dostat vodu ze zdroje k čerpadlu. Sací řad se skládá ze sacího koše, sacího potrubí a armatur. Sací koš zabraňuje průniku mechanických nečistot k čerpadlu. Sací potrubí vede vodu od sacího koše k čerpadlu, armatury spojují jednotlivé prvky sacího řadu a jsou to ventily, kolena a šroubení. Čerpadla následně vytlačují vodu dopravním řadem ke koncovým místům soustavy u zavlažovaného pozemku. V dopravním řadu jsou umístěny i prvky na úpravu závlahové vody. Tyto prvky se používají v případě, když kategorie jakosti závlahové vody není vhodná pro závlahu nebo tyto prvky uvolňují do vody hnojiva a ochranné prostředky pro rostliny. [13]

2.4.2 Zdroje a odběr závlahové vody

Technické řešení odběrného objektu závlahové vody závisí na velikosti stavby, druhu závlahového média, technických parametrech a druhu recipientu.

2.4.2.1 Odběr ze studny

V dnešní době je studna nejběžnějším zdrojem vody pro závlahové systémy. Používání studniční vody není zatím nijak zpoplatněno, a tak se platí pouze za elektrickou energii, kterou spotřebuje čerpadlo. Studna je však považována za stavbu, tudíž vyžaduje stavební povolení.

2.4.2.2 Kopané studny

Dříve jsme se setkávali výhradně se studnami kopanými. Dnes jsou již na ústupu, protože jejich vyhloubení je pracnější a nákladnější. Výhodou kopaných studní je to, že se voda rychleji doplňuje, vydatnost je obvykle značná a nehrozí tak velké riziko jako u vrtaných studní, že přítok pro okamžitý odběr nebude dostačující.

2.4.2.3 Vrtané studny

Získaly si oblibu zejména pro své relativně snadné zhotovení a nižší náklady. Vrty se provádějí v šířce deseti až dvaceti centimetrů. Pro využití studny jako zdroje vody pro zavlažovací systém by měla mít garantovaný minimální okamžitý odběr půl litru za sekundu, optimálně jeden litr za sekundu. Vydatnost vrtu je potřeba ověřit zkouškou vydatnosti od odborné firmy, tedy jak rychle se znovu naplní po úplném vyčerpání.

Z hlediska čistoty čerpané vody jsou na tom hůře studny vrtané. Ponorná čerpadla nasávají z vrtu díky svému umístění více nečistot, neboť více přisávají jemné

úlomky ze stěn vrtu ve svém okolí. Nejhorší situace je u nových vrtů, kde voda ještě obsahuje velké množství jemných nečistot uvolněných a vzniklých při vrtání studny. Kopané vyskružené studny o průměru 1,0 – 1,4 m jsou z tohoto hlediska vhodnější.

Pokud jde o odběr ze studní (vrtaných nebo kopaných) nebo důlní vody je vhodné vybudovat akumulační nádrž. Voda se v nádrži zahřeje a nepůsobí nepříznivě na zavlažované plodiny. Jestliže se recipient závlahové vody nachází mimo zájmové území závlah, nebo je příliš vzdálený od centra využití, navrhují se závlahové kanály.

2.4.2.4 **Akumulační nádrž**

Není-li možnost využití odběru ze studny, jako řešení se nabízí záchytná jímka na srážkovou vodu. Obecně platí – čím je větší jímka, tím větší objem srážkové vody můžeme na zavlažování využít a tím delší suché období překleneme. Jímka je vhodným zdrojem vody zejména kvůli možnosti osazení výkonného čerpadla. Dešťovou vodu je nezbytné vždy kombinovat ještě s jiným zdrojem vody. Jedním z důvodů pro nutnost kombinace je fakt, že dešťovou vodu nelze shromažďovat v dostatečném množství. Jímku lze doplňovat buď čerpadlem z vrtu, nebo z vodovodního řadu. Jímka je opatřena sondami, snímajícími minimální a maximální hladinu. Při sepnutí spodní sondou je doplňování vody zapnuto, po dosažení horní sondy je doplňování jímky vypnuto.

2.4.2.5 **Vodovod**

Investičně je z hlediska zřizovatele menšího zavlažovacího systému nejlevnějším a často nejdostupnějším zdrojem, ale z provozního hlediska je tím nejdražším možným řešením. Spolu s neustálým zdražováním vody z vodovodu lze očekávat, že tento zdroj bude čím dál méně populární. Na rozvod vody je vhodné připojit se hned za vodoměrem, kde by měl být hydrodynamický i hydrostatický tlak vody optimální.

2.4.2.6 **Akumulace závlahové vody**

Vybudování akumulační nádrže se navrhuje tehdy, není-li schopen recipient závlahové vody zabezpečit plánovaný odběr jak v čase, tak v prostoru. V případě značné členitosti zájmového území s výškovým rozdílem větším než 50 m a při velké vzdálenosti mezi zdrojem závlahové vody a místem aplikace je potřeba vybudovat vyrovnávací nádrž. [2]

2.4.3 Čerpadla

Jedním z dopravních článků mezi zdrojem vody a vlastním závlahovým detailem (postřikovač, kapkovač) je čerpadlo. Pro získání závlahové vody, ať už z nádrže, studny, vrtu, řeky, rybníka, atd., a k její následné distribuci po systému nám může posloužit několik různých druhů čerpadel. Ruční čerpadla (pumpy) kvůli jejich malému dávkování a jejich velké pracnosti vynecháme. Pro potřeby závlahy se tedy zaměříme na čerpadla motorová [10]

Elektrická – v dnešní době nejpoužívanější druh čerpadla pro závlahu, nejlepší poměr cena/výkon. Mohou čerpat vodu z různých hloubek, např. jednoduché sací čerpadlo instalované mimo nádrž dokáže čerpat vodu z malých hloubek (max. kolem 8 metrů), zatímco moderní ponorná čerpadla zvládnou vodu čerpat až z hloubky kolem 100 metrů.

1) **Solární** – technicky se od elektrických čerpadel neliší, liší se pouze pohonem, který je řešen elektřinou ze solárního panelu. Tyto druhy čerpadel se hodí tam, kde by se nám z ekonomického hlediska nevyplatilo přivádět kabel elektrického vedení.

2) **Naftová a benzínová** – dnes se od nich již upouští a to zejména kvůli jejich nákladnému provozu. (Pumpa, 2004)

2.4.4 Odvzdušňovací ventil

Odvzdušňovací ventil vypustí vzduch z potrubí při tlakování systému vodou . Naopak, když se v systému vytvoří podtlak, tak umožní opět přisátí vzduchu do systému a tím se zabrání poškození potrubí. Jejich použití se doporučuje na rozsáhlejších závlahových systémech.

Automatické ventily na rozdíl od kinetických vypouští případný vzduch během provozu a pouze při tlakování.

2.4.5 Podrobná závlahová zařízení

Podrobná závlahová zařízení jsou technologický a technický způsob závlahy. Patří sem studny, které byly zbudovány jako zdroj závlahy, dále zařízení sloužící

k přepravě vody od kraje pozemku k aplikátorům závlahy u jednotlivých rostlin, tedy všechny potrubní systémy a rozvodné hadice se zavlažovači na výtokovém místě. Podrobná závlahová zařízení bývají označována, jako závlahový detail. [13]

2.4.6 Druhy závlah

Závlahy rozdělujeme na tři druhy podle účelu:

závlaha doplňková

závlaha hnojivá

závlaha zvláštní
- oteplení půdy
- hubení škůdců
- vyplavení solí z půdy
- ochrana plodin před mrazíky (protimrazová závlaha)
- úprava mikroklimatu (klimatizační závlaha)

Je nutné při pěstování zeleniny využívat doplňkovou závlahu. Dostatek popřípadě nedostatek vláhy ve velké míře ovlivňuje kvalitu a výnos plodů. [12]

2.4.6.1 Doplňková závlaha

Nejčastější typ, hlavním účelem tohoto typu závlahy je v prostoru a čase doplnit vláhové poměry v půdě podle současné růstové fáze dané plodiny nebo kultury. Závlaha musí být úsporná a musí probíhat šetrným způsobem, bez poškození vegetačního půdního profilu zamokřením, zasolením či jiným způsobem.

Velikost doplňkové závlahy závisí na vláhovém nedostatku a příčinách. Příčiny způsobující nedostatek jsou především nedostatečné a nevhodné rozdělení srážky, teplota vzduchu, rychlost a povaha větru, vlhkost ovzduší, nepříznivé sklonitostní poměry, nepříznivé hydrologické a půdní poměry. Tyto příčiny bývají často kombinované.

Doplňková závlaha se provádí ve vegetačním období, v našich podmínkách nejčastěji od dubna do září, kdy je nejteplejším měsícem červenec.

Využíváme různé zdroje vody pokud splňuje požadavky nezávadnosti (nesmí poškozovat půdu ani rostlinstvo). [12]

2.4.6.2 **Hnojivá závlaha**

Včetně dodání vody složí i k dodání hnojiva do půdy. Provádí se na jaře a na podzim, v období obvyklého hnojení půdy. Množství, časové rozdělení i způsob závlahy vychází ze složení závlahové vody a její hnojivé hodnoty. Hnojivou závlahu lze použít pro luka říčních niv a polí, můžeme využít jarní a podzimní velké vody (takzvaná povodňovací závlaha). Říční vody je zásobena většinou jen malým množstvím hnojivých příměsí z polí.

Lze využívat odpadní vody z měst, zemědělské i odpadní vody z cukrovarů, lihovarů, škrobáren, mlékáren. Použití takovéto vody pouze za předpokladu, že neobsahuje škodlivé příměsi pro půdu a rostliny. Jakost vody se stanoví na základě agrochemického rozboru, popřípadě vegetačních pokusů. V případě velké koncentrace živin, je nutné vodu naředit čistou vodou. V opačném případě, kdy v odpadní vodě chybějí některé požadované živiny, lze doplnit roztokem minerálních hnojiv. [12]

2.4.6.3 **Klimatizační závlaha**

Používá se ke zlepšení mikroklimatu rostlin. Na jaře lze použít teplejší vodu z řeky na půdu. Tato oteplovací závlaha má příznivý vliv na vývoj vegetace a prodloužení vegetační doby hlavně u lučních kultur. Při použití chladné vody dojde k ochlazení půdy. Tento druh závlahy je vhodný pro přadné rostliny. Ochlazení pozdrží vývoj květu a následně semen a díky tomu dochází k prodloužení vláken. [12]

2.4.6.4 **Protimrazová závlaha**

V současné době se s úspěchem používá protimrazová závlaha, Téměř každým rokem pozdní jarní mrazíky způsobují škody na ovocných sadech, vinicích i zelenině. V minulosti se proti mrazům používalo ochranných obalů, zadýmování či mlžení (umělá mlha). Účinnější je protimrazová závlaha postřikem, zejména při radiačních mrazech (za jasných bezvětrných nocí, při nízké poměrné vlhkosti vzduchu, kdy ochlazený vzduch klesá nad zem a vytváří stabilní inverzi).

Základem protimrazové závlahy je fyzikální jev, kdy se z kapaliny stane led. Přizměně skupenství se z vody uvolní teplo. Toto teplo udržuje části rostlin náchylné ke zmrznutí. Závlahová voda se rozptyluje postřikem do vzduchu, rozptýlená voda následně vytvoří na povrchu rostlin ledový obal, který rostliny chrání před mrazem. Tuto závlahu je vhodné používat pro ochranu květů u ovocných kultur nebo mladých rostlin brambor.

Závlaha se začíná aplikovat ve chvíli , kde se teplota začne blížit k nule. Na začátku poklesu teplot, kdy teplota vzduchu ještě nedosáhne bodu mrazu, se postřikem zpomalí ochlazování půdy a povrchu rostlin, současně se zvýšenou vlhkostí vzduchu sníží radiace. Při dalším snížení teploty pod bod mrazu se vytváří postřikem na povrchu rostlin vlhký ledový kryt.

Při skrápění ledového krytu vodou udržuje se na něm teplota kolem nuly, pod ním pak do -0,6 °C. Přeměna vody v led trvá při bezvětří asi 5 minut, při větru méně. Důležitou zásadou je postřik bez přerušení (při přerušení souvislého mrznutí vody by teplota klesla a poškodila rostlinu).

Při postřiku rozprašovaná voda dopadá na rostlinu ai na povrch půdy, kde také zvyšuje její teplotu asi o 1°C.

Obvyklým způsob ochrany proti mrazu je nadkorunní postřik.

Musí splnovat tyto podmínky:

- plné pokrytí chráněné plochy postřikem; dodržení intenzity postřiku v rozmezí 2,5 – 3 mm/h, přičemž s větším poklesem teplot je třeba vyšší intenzity,
- při použití kruhových otočných úderových postřikovačů musí být době jedné otočky kratší než 1,5 minuty a počet úderů ramene 2 – 3 za vteřinu. Doporučuje se trojúhelníkový spon a maximální rovnoměrnost dodávky vody;
- postřik musí být nepřetržitý (přerušení je možné maximálně na 5 minut) po celou dobu trvání mrazů až do chvíle , kdy se postřikem rozpustí ledový kryt, nebo stoupne teplota okolí.

Tyto zásady kladou vysoké nároky na vodní zdroj i kapacitu závlahového zařízení. Protimrazovou ochranu lze teoreticky použít až do teplot vzduchu – 8°C. [12]

2.4.6.5 **Aerosolová závlaha (disperzní)**

Tento druh klimatizační závlahy spočívá v jemném rozptylu vodních částic. Při jeho použití dochází ke snížení teploty vzduchu v horkých dnes o 3 – 6 °C a teploty listů rostlin v poledne o 6 – 12 °C. Technologie může být jednoduchá – často pouze mobilní traktorový rozprašovač vody. Dále to mohou být stabilní soustavy na vytvoření umělé mlhy s automatizovaným provozem. Dokonalé rozprášení závisí na konstrukci dýz, rozprašovačů s malým výtokovým otvorem, které pracují při vysokém provozním tlaku.

Výhody:

vliv na snížení vláhové potřeby rostlin (v horkém a suchém období až na polovinu) úspora půdní vody, tím i vody závlahové možné použití na nerovném povrchu bez terénních úprav zavlažovaných ploch

Nevýhodou je neschopnost dodávky vody pro doplňkovou závlahu. [12]

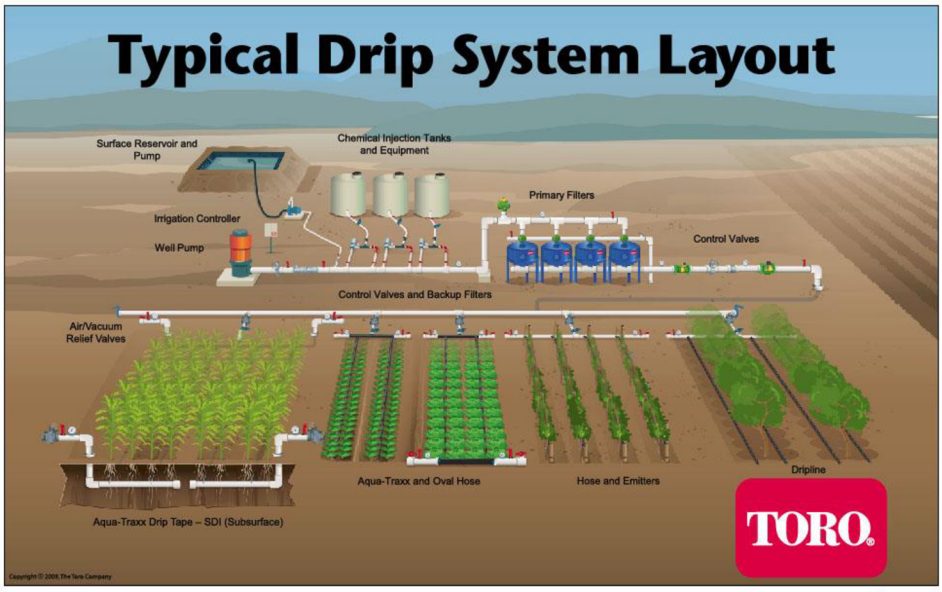
2.4.6.6 Umělá mlha

Vytváří se pomocí jemných dýz a vysokého tlaku vody v potrubí. K jejímu vytvoření je potřebná hustá síť nadzemního potrubí, na kterém jsou rozmístěny rozprašovací dýzy. Jedna dýza zavlažuje plochu asi 1 m^2. Pořizovací náklady jsou velmi vysoké, navíc závlaha překáží mechanizaci zemědělských prací, proto se u velkých ploch příliš neuplatňuje.

Tento způsob závlahy našel uplatnění na našich zahradách, zahradních posezeních a veřejných plochách, kdy při vysokých teplotách poskytuje lidem zchlazení. [12]

2.4.7 Lokalizované závlahy

Tímto pojmem se označují závlahové soustavy, při které se dodává voda v malém množství lokálně přímo nad anebo do kořenové soustavy zavlažovaných rostlin, takže dochází k bodové nebo řadové závlaze. Jedná se o závlahu kapkovou, bodovou a mikropostřik. [12]



Obrázek 4 - Systémy kapkové závlahy

Výhody lokalizovaných zálah jsou:

– Úspora vody, neboť při dodávce vody přímo rostlinám nebo do jejich blízkého okolí zůstává mezilehlá plocha nezavlažována, např. proti postřiku činí úspora vody 30 – 50 %.

– Lze dosáhnout přesného dávkování vody v souladu s potřebami rostlin.

– Výrazné úspory energie, trubního materiálu, armatur a tvarovek ve srovnání s postřikem, neboť systémy pracují většinou s nízkým provozním tlakem.

– Nízká intenzita závlahy umožňující její použití i na extrémních svazích bez obav z eroze půdy, výjimkou je bodová závlaha.

– Zabraňuje zamokřování meziřadí a tudíž snižuje hladinu zaplevelení.

– Nezavlažené části ploch umožňují průjezdnost mechanizačních prostředků a přístup na zavlažené pole bezprostředně po aplikaci závlahové dávky.

– Kromě základní doplňkové funkce ji lze použít pro závlahu hnojivou, klimatizační a další.

– Možnost plné automatizace provozu.

– Snížení četnosti chemických ošetření plodin s úsporami chemických přípravků a pohonných hmot, při kapkové a bodové závlaze se zmenšuje nebezpečí napadení zavlažovaných plodin chorobami a škůdci.

Nevýhody lokalizovaných závlah jsou:

– Vyšší pořizovací náklady proti postřiku.

– Vysoké nároky na kvalitu závlahové vody (SPITZ, 1998).

Volba a řešení mikrozávlah závisí na požadavcích a možnostech uživatele, na druzích zavlažovaných rostlin, způsobu jejich pěstování, na výměře a uspořádání zavlažovaných ploch.

Podle způsobu uložení linek detailního rozvodu, se rozděluje koncová část závlahové sítě na povrchovou, uloženou volně na terénu, podpovrchovou nadzemní zavěšenou na opěrné konstrukci nebo ocelovém lanku, příp. na kmenech stromů. Směr uložení tohoto potrubí může být po spádnici nebo po vrstevnici.

2.4.7.1 **Regulátor tlaku**

Pro správný chod a požadované tlakové podmínky je nutné osadit před kapkovou závlahou regulátor tlaku, který nám sníží tlak na požadovanou hodnotu.

Obrázek 5 - Regulátor tlaku pro průtok 3,8-30,4 l/min

Obrázek 6 - Regulátor tlaku pro průtok 7,5 - 75,6 l/min

2.4.7.2 **Kapková závlaha**

Kapková závlaha je charakterizovaná pomalým dávkováním vody k rostlinám.

Proto je zvlášť výhodná v suchých oblastech, v lokalitách s deficitními vodními zdroji a pro rostliny vysazované ve větších sponech. Široké uplatnění kapkové závlahy je v ovocných sadech, plantážích drobného ovoce a jahod, ve vinohradech, chmelnicích, na okrasných plochách, ale i ve sklenících, fóliovnících a pařeništích. Některé možnosti aplikace kapkové závlahy pro speciální plodiny a zeleninu jsou uvedeny na obr. 2.

V našich podmínkách se pro rozvodné potrubí používají plasty – nejčastěji potrubí z rozvětveného polyetylénu (rPE 63 mm), u větších průměrů lineárního polyetylénu (lPE 75, 90, příp. 110 mm). Trasy rozvodných potrubí jsou navrhovány většinou po obvodu kultur, obvykle kolmo na směr výsadeb. Rozvodné potrubí se ukládá do hloubky 0,6 až 0,8 m, aby se zabránilo jeho poškození při obdělávání půdy. Tato hloubka je v klimatických podmínkách ČR zámrzná.

Kapková závlaha je svou multifunkčností přímo předurčena k mnoha nejrůznějším způsobům využití. Může být využita pro závlahu pod povrchem, na povrchu, nebo v případě vinic i pověšená na drátěnce. Poté může být kapková hadice na dané ploše uchována po celou svou životnost (např. ve vinici), nebo se může každý rok navíjet na speciální navijáky a poté uschovat do skladu, aby nepřekážela v cestě mechanizaci, např. při orbě (Kopecký, 2008).

Kapková hadice dávkuje velmi malé množství vody, zpravidla v rozmezí 1 – 5 litrů za hodinu, čehož je docíleno redukcí tlaku v kapkovači. Kapkovač pomocí zabudovaných labyrintových kanálků, ve kterých proud vody ztrácí svou sílu, dokáže vstupní tlak vody snížit až téměř na nulu (Spitz *et al*., 1998).

Dělení kapkové hadice podle tlaku

1) **Tlakově nekompenzované kapkovače** – výtokové množství vody je u každého kapkovače vždy přímo závislé velikosti vstupního tlaku do něj. Pokud je tedy na začátku sekce vyšší tlak než na jejím konci, bude také na začátku vykapávat z kapkovače více vody než na konci. Délka sekce pak bývá stanovena tak, aby se množství vody, které vyteče na začátku a na konci sekce rozcházelo maximálně o 10 až 15 %. Závlahová linka proto většinou nepřesahuje délku 200 metrů. Nechceme totiž mít na začátku sekce velikostně a kvalitativně jinou plodinu, než na konci. Jedná se o základní a nejlevnější typ kapkové hadice, což je dáno právě zmíněnou závislostí na tlaku, a to je také její největší nevýhoda (Spitz *et al*., 1998).

2) **Tlakově kompenzované kapkovače** – jedná se o kapkové hadice, které u kapkovačů obsahují membrány, která fungují jako regulátory tlaku. Díky těmto membránám se dá po celé délce hadice zajistit stejný tlak při výtoku vody. Jelikož se tlak nemění pouze s délkou hadice, ale i členitostí terénu, hodí se tyto hadice jak do rovin a údolí, tak i do horských oblastí. Délka jedné závlahové linky se v tomto případě může pohybovat i kolem 800 – 900 metrů. Tento typ kapkové hadice je ve světě, ale i u nás ze všech nejpoužívanější právě proto, že délka závlahové linky není omezena jako při tlakově nekompenzované kapkové hadici (Spitz *et al*., 1998).

Z hlediska umístění kapkovačů na potrubí jsou vyráběny kapkovače typu:

on-line, které jsou osazovány vně zavlažovacího potrubí při montáži v terénu v odlehlostech daných vzdáleností rostlinných jedinců,

in-line (též nazývané kapkovací potrubí), které jsou již z výroby pevně zabudovány v určitých vzdálenostech v zavlažovacím potrubí, resp. Tvoří jeho konstrukční prvek (např. mikrokanály, labyrinty). Obecně platí, že pro kapkovou závlahu plodin s většími, event. Nepravidelnými vzdálenostmi mezi jedinci (tj. ovocné sady, vinohrady, chmelnice) a pro závlahu s požadavky na její vysokou variabilnost a adaptibilitu vyhovět specifickým podmínkám (např. parky) je vhodnější použít kapkovače on-line, které lze osadit při montáži do požadovaného místa. Kapkovací potrubí je vhodnější použít pro závlahu zelenin (rajčata, paprika, okurky, melouny, květák apod.), bobulovin (rybíz, angrešt, josta), jahod, menších ploch širokořádkových polních plodin (brambory, řepa apod.). Vybavení skleníků a fóliovníků příslušným typem kapkovače se řídí pěstovanou plodinou [9]

Dělení podle typu kapkovače

1) **Kapkovače labyrintové** – kapkovač je tvořen soustavou komůrek dohromady tvořící labyrint, ve kterém dochází k regulaci tlaku vody. Voda v labyrintu protéká turbulentním prouděním, čímž je zabráněno zachycování nečistot v kanálcích. Labyrintové kapkovače existují jak v provedení in-line, tak on-line.

2) **Kapkovací potrubí s dvojitou stěnou** – jedná se o in-line typ kapkovače. Princip kapkovače je ve vedení dvou navzájem spojených potrubí. Potrubí s větším průtokem slouží pro transport vody a to s menším průtokem slouží k redukci tlaku a k distribuci vody do kapkovačů. Spojení těchto rozdílných potrubí je zajištěno svářením. Ve stěnách potrubí jsou otvory, kterými je voda vedena z větší trubky do té menší. V té se pak v různých délkách nachází kapkovače, kterými voda vytéká z kapkové hadice ven. Výhodou tohoto typu kapkové hadice je její cena, která bývá většinou ze všech hadic nejnižší. Problém je zde ale v její nízké životnosti. Ve světě je tento typ potrubí hojně využíván, zatímco v České republice se s ním téměř nesetkáme.

3) **Mikroporézní potrubí** – potrubí je vyrobeno z mikroporézního plastického materiálu, jímž voda prosakuje na povrch po celé délce potrubí. Právě díky těmto pórům je toto potrubí velice náchylné na znečištění a potřebuje kvalitně přefiltrovanou vodu. Jedná se také o potrubí s vysokými pořizovacími náklady, což brání jejímu hojnějšímu využívání jak u nás, tak i ve světě (Spitz *et al*., 1998).

2.4.7.3 **Bodová závlaha**

Bodová závlaha funguje na principu podmoku. Voda neproudí brázdovým podmokem, ale v plastových trubkách. V těchto trubkách se v potřebných roztečích nacházejí otvory pro výtok vody k zavlažované rostlině. Bodová závlaha se u nás používala k zavlažování vinic, chmelnic a sadů. V současnosti se téměř nepoužívají. [13]

2.4.7.4 **Mikropostřik**

Pro zavlažování mikropostřikem se používají mikropostřikovače. Mikropostřik se využívá pro zavlažování kultur, které jsou vysázeny do řad. Mikropostřik lze využít i pro zavlažování zeleniny nebo rostlin pěstovaných ve fóliovnících a sklenících. Mikropostřikovače nezavlažují celou plochu pozemku, jako postřikovače. Mikropostřikovače se umisťují k jednotlivým zavlažovaným rostlinám a zavlažují tak pouze oblast nad kořeny rostlin. Voda z mikropostřikovačů nezpůsobuje půdní erozi, nedochází ke ztrátám vody odtokem a voda neprosakuje do spodních vrstev půdního profilu, kde ji kořenový systém rostliny nedokáže využít. Mikropostřik lze používat, jako hnojivovou závlahu, hnojení na list. Dalším možným využitím je klimatizační a protimrazová závlaha. [13]

2.4.8 Potřeba vody

Velikost závlahového množství závisí především na vláhové potřebě plodin, na využitelných srážkách ve vegetačním období, na zásobě vody v půdě na začátku vegetačního období, na množství vzlínající podzemní vody a na využitelnosti závlahové vody (ČSN 75 0434). Směrné hodnoty vláhové potřeby vody jsou dány v České republice ČSN 750434

Potřeba vody pro doplňkovou závlahu.

Závlahové množství je vlastně vláhový deficit rostlin, který jim chybí k jejich optimálnímu růstu a vývoji na konkrétních stanovištích, aby bylo dosaženo požadované úrody (SANETRNÍK, 1990).

Podle účelu a požadované přesnosti řešení je možno stanovit závlahové množství plodin a kultur a potřebu závlahové vody takto:

a) orientačně podle směrných závlahových množství plodin a kultur,

b) výpočtem závlahových množství za vegetační období podle bilanční rovnice,

c) retrospektivním vláhovým bilancováním; používá se pro přesnější a složitá řešení vyjadřující optimalizaci vztahů mezi potřebou a zdroji vody.

2.4.8.1 Rostlina a voda

Závlahy jsou meliorační opatření, kterým se uskutečnuje zavlažení půdy, porostu nebo přízemní vrstvy vzduchu, aby bylo dosaženo optimálního stavu porostu či vysokých a stálých výnosů v rostlinné výrobě.

Rostlina čerpá svým kořenovým systémem potřebné množství vody. Ve vodě jsou rozpuštěné živiny. Vodu s živinami rozvádí rostlina do celého organismu a přes průdochy na listech vodu odpařuje do ovzduší. Výpar z rostlin se nazývá transpirace.

Velké množství vody se také odpaří z povrchu půdy. Výpar se obecně nazývá evaporace.

Celková spotřeba vody z plochy s pěstovanou plodinou se hodnotí pomocí evapo-transpirace (výpar z rostlin a z půdy). Je-li v půdě nedostatek vláhy, rostlina omezuje veškeré své životní procesy, především proces tvorby organické hmoty, který znamená výnos. Každá rostlina prochází během svého růstu vývoje: od vzcházení, tvorba nadzemních i podzemních orgánů, růst, až po kvetení, založení plodů a jejich zrání. V každém vývojovém období má rostlina rozdílné nároky na zásobování vláhou a na vlhkost půdy.

Závlaha má být dodána v souvislé závlahové dávce v období fenofáze, tj. ve vývojovém stádiu, kdy dochází k fyziologickým a morfologickým změnám v životním cyklu rostlin.

Znalost kritických období je důležitá i kvůli rozhodování o úsporách závlahové vody a celkových provozních nákladech na závlahu.

Druh	Vývojové fáze vyžadující dostatek vláhy
jabloně	❑ po odkvětu ❑ v době růstu plůdku (červen) ❑ během vegetačního růstu ❑ během růstu plodů
hrušně	❑ během zvýšeného růstu letorostů ❑ v době intenzivního narůstání plodů
slivoně	❑ v době růstu plodů ❑ v době vegetativního růstu

	❑ v době diferenciace květních pupenů
broskvoně	❑ po odkvětu ❑ v době tvrdnutí pecek ❑ v době růstu plodů
meruňky	❑ po odkvětu ❑ na počátku tvrdnutí pecek (červen) ❑ během tvorby květních pupenů
třešně	❑ v době vývoje plodů ❑ během vegetativního růstu
višně	❑ v době růstu plodů ❑ v posledním období zrání
jahody	❑ po odkvětu ❑ v době intenzivního růstu plodů ❑ začátkem zrání plodů

Obrázek 7 - Vývojové fáze

2.4.8.2 Závlahové množství

Závlahové je množství vody, které je nutno přivést pěstované plodině za vegetační období na jednotku zavlažované plochy. Je určeno k doplnění přirozené vlhkosti půdy a na úhradu všech ztrát vzniklých při závlaze. Jednotkou je [m^3/ha] nebo [mm].

Celková vláhová potřeba je množství vody na jednotku plochy, která spotřebuje rostlina za vegetační na transpiraci a evaporaci pro zajištění vývoje a vzrůstu zemědělské plodiny v daných klimatických podmínkách [m^3/ha].

Závlahová dávka je množství vody, které se dodá jednorázově v souvislém časovém úseku (závlahovém cyklu) na jednotku plochy [m^3/ha] nebo [mm].

Závlahový cyklus je časový úsek, za který se na zavlažený pozemek dodá jedna závlahová dávka.

Dostřik je průměrná vodorovná vzdálenost čáry dostřiku od osy postřikovače na roztřikovače. [mm].

Intenzita postřiku je množství vody, dodávané při postřiku na jednotku plochy za jednotku času [mm/h]

a) Bilanční rovnice

Závlahové množství Mz se stanoví z bilanční rovnice:

Mz = kz (r1 Vc - r2 □□ Sr – r3 Wz - Wk) [m^3/ha]

- Mz ..závlahové množství jednotlivých plodin v [m^3/ha]

- kz ..ztrátový součinitel vyjadřující průměrný podíl všech ztrát závlahové vody s výjimkou ztrát v přivaděči;

- V_c celková vláhová potřeba zavlažované plodiny za vegetační období v [m3/ha]

- □..součinitel využitelnosti srážek;

- S_r ..dlouhodobý průměr srážek za vegetační období plodiny v m3. ha-1;

- W_z ..zásoba vody v půdě na začátku vegetační období plodiny v [m^3/ha];

- W_k..využitelné množství vzlínající podzemní vody v [m^3/ha];

- r_1..redukční součinitel pro úpravu V v závislosti na nadmořské výšce;

- r_2..redukční součinitel pro úpravu V v závislosti na nadmořské výšce;

-r_3..redukční součinitel pro úpravu Wz v závislosti na druhu půdy a sklonu terénu;

Závlahové množství se vypočítá pro každou zavlažovanou plodinu nebo skupiny plodin: zaokrouhluje se na celých 50 [m^3/ha] (ČSN 75 0434).

Název vybrané plodiny	Polabí	Jižní Morava
jarní pšenice, ječmen	40 až 70	40 až 80
kukuřice na zrno	90 až 150	100 až 150
cukrovka	120 až 170	140 až 200
brambory rané	70 až 100	80 až 110
jabloně	200	250
meruňky	100	150
broskve pozdní	200	270
jahody	150	180
chmelnice	80	80
vinice (stolní odrůdy)	70	90

Obrázek 8 - Orientační hodnoty závlahového množství Mz [mm] pro vybrané plodiny při závlaze postřikem na rovině v průměrném roce

Způsob závlahy	k_z
postřik	1,15 až 1,25
podmok	1,25 až 1,45
přeron	1,45 až 1,65
výtopa	1,65 až 2,50

Obrázek 9 - Ztrátový součinitel kz závisí na způsobu závlahy

Název vybrané plodiny	Polabí	Jižní Morava
jarní pšenice, ječmen	2000	2000
kukuřice na zrno	3200	3400
cukrovka	3700	4000
brambory rané	2000	2000
jabloně	5000	6000
meruňky	3500	5500
broskve pozdní	5000	6500
jahody	4500	5000
chmelnice	3500	3600
vinice (stolní odrůdy)	3300	3600

Obrázek 10 - Směrné hodnoty celkoví vláhové potřeby Vc vybraných plodin [m3/ha]- vybráno z

Vybrané plodiny	Vláhová potřeba [m^3/ha]
vinice v průměru	3200
chmelnice v průměru	2500
jádroviny	5000–6500
broskvoně	5000–6000
švestky a slívy	4000–5000
meruňky	3500–4000
bobuloviny	3500–4000
rybíz	4000
jahody	5000–6200

Obrázek 11 - Aktualizované hodnoty vláhových potřeb vybraných plodin a kultur (Kochánek, 1998)

Stanovení součinitele využitelnosti srážek α

Součinitel α vyjadřuje využitelnost atmosférických srážek ve vegetačním období k úhradě vláhové potřeby rostlin. Závisí na:

- půdních poměrech
- sklonitosti terénu
- intenzitě srážek
- teplotách

půda	α
hlinitá	0,75
jílovitá	0,70 a méně
písčitá	0,60
velmi těžká	0,50

Obrázek 12 - Hodnoty součinitele α při dobrém vsaku v rovinném území

plodina	hloubka kořenů [m]
zelenina	0,30 – 0,40
vinice	0,80
chmelnice	0,50 – 0,70
peckoviny	0,50 – 0,80
bobuloviny	0,40 – 0,50
vyšší tvary jádrovin	0,60 – 0,90
nízké tvary jádrovin	0,50 – 0,70

Obrázek 13 - Účinná hloubka zakořenění plodiny

Název plodiny	Hloubka navlažení půdy [m]	písčitá půda	hlinito-písčitá půda	písčito-hlinitá půda	hlinitá půda	jílovito-hlinitá půda	jílovitá půda
obiloviny	0,40-0,60	150	150-225	225-270	270-330	330-300	300-285
kukuřice,	0,40-0,80	200	200-300	300-360	360-440	440-400	400-380
cukrovka	0,40-0,80	200	200-300	300-360	360-440	440-400	400-380
brambory	0,40-0,60	150	150-225	225-270	270-330	330-300	300-285
zelenina	0,30-0,50	100	100-150	150-180	180-220	220-200	200-190
sady, vinice	0,70-1,00	250	250-375	375-450	450-550	550-500	500-475
chmelnice	0,50-0,70	175	175-263	263-315	315-385	385-350	350-333

Obrázek 14 - Wz Využitelná zásoby vody v půdě po zimním období při maximální účinné hloubce zakořenění [m3/ha] (E ČSN 75 0434)

Nadm. výška	r_1	r_2
do 200 m n.m.	1,00	1,00
300 m n.m.	0,88	0,88
400 m n.m.	0,81	0,82
500 m n.m.	0,78	0,78
600 m n.m.	0,75	0,70
700 m n.m.	0,73	0,64

Obrázek 15 - Redukční součinitelé r1 a r2

Druh půdy	Sklon do 2 %	Sklon 2–5 %	Sklon 5–10 %
lehká	1,00	0,93	0,86
středně těžká	1,00	0,87	0,74
těžká	1,00	0,72	0,44

Obrázek 16 - Redukční součinitel r3

b) Závlahová dávka

Prvním předpokladem je sledování průběhu počasí, hodnocení vláhové potřeby jednotlivých plodin, stanovení okamžiku, termínu, kdy je potřeba zavlažovat a určení potřebné závlahové dávky. Závlahová dávka vyrovnává vláhový deficit plodiny. V půdním profilu se doplňuje zásoba půdní vláhy až do zásoby, kterou je půdní profil schopen udržet. Z takto doplněné zásoby pak porost postupně čerpá vodu. Velikost závlahové dávky je závislá na půdních vlastnostech (zrnitosti, utužení, obsahu humusu apod.).

Vláhová potřeba rostlin Vc :

Množství vody, jež rostlina spotřebuje pro předpokládaný vývoj ve vegetačním období. Zjištění vláhové potřeby závisí na zjištění evapotranspirace, což je výdej vody v podobě vodní páry z rostlin. Pro stanovení se používají metody vodní bilance, mikroklimatické nebo empirické.

Vc můžeme také stanovit podle ČSN 75 0434.

Závlahová dávka Md:

Závlahové dávky jsou vlastně části celkového závlahového množství Mc rozdělené podle potřebné velikosti a časového užití. Jsou to dávkové normy.

Velikost závlahových dávek:

stanovujeme-li velikost závlahových dávek, musí být v půdě optimální stav vlhkosti. Díky tomu se zlepšuje růst zavlažovaných plodin (révy vinné). Nemělo by docházet k příliš velkým ztrátám závlahové vody. Velikost závlahových dávek stanovujeme

pomocí této rovnice:

$Md = 100 * k(Vo - Vmom) * h$ [m^3/ha]

Vo … … … polní vodní kapacita

Vmom … … … momentální vlhkost půdy

h … … … požadovaná hloubka zavlažování, odpovídající růstu révy vinné [m].

Při výpočtu závlahových dávek počítáme i se dvěmi fyzikálními veličinami:

stupeň vlhkosti: musí být dosažné závlahou. Pro využití největší závlahové dávky musí být půda vyschlá natolik, že mez fyziologicky neúčinné vody Vn je v tomto případě Vmom = Vn. Pokud je závlaha správně využívána, nedochází k vyschnutí půdy, a proto se využívá:

Vmom = 0,6 až 0,7 Vo a Md = (30 – 40) x k x Vo x h m3/ha.

hloubky zavlažování: mocnost půdní vrstvy, ve které se má vláhová zásoba

vytvořit při dobré dostupnosti pro rostlinu (VANEK a kol.,1991; LITSCHMAN, 2006).

2.4.8.3 Počet a trvání závlahových dávek

Pokud známe celkové závlahové množství a průměrnou velikost jedné závlahové dávky pro sazenici, určíme průměrný počet dávek, a to touto rovnicí:

$n = Mc/Md$

Počet závlahových dávek pro révu vinnou a určité oblasti je uveden v ÚN 73 604. Správné rozdělení závlahových dávek do časových sekcí je nezbytně nutné pro správné provozní uspořádání závlahového systému, protože rozdělujeme celkové závlahové období T – dní v kratších tzv. dávkových obdobích v celkové délce trvaní (T : n) dní. Toto období se střídá s obdobím závlahového klidu, kde se půda provzdušňuje a vysouší. Období mezi dvěma závlahovými dávkami vyjádříme pomoci

$$\tau = \left(\frac{T}{n}\right) dní$$

T … … … celkové závlahové období ve dnech, většinou se shoduje s vegetačním obdobím révy vinné.

n … … … množství závlahových dávek

t … … … doba, po kterou se dodávají závlahové dávky je ve dnech.

Doba mezi jednotlivými závlahovými dávkami není vždy stejná, rozhoduje o nich skutečná potřeba vláhy. Ta se řídí podle růstu révy vinné a dešťovými srážkami během vegetačního období. Časová délka jednotlivých závlahových dávek se určuje podle daných podmínek:

- půda musí vsakovat přiváděné množství vody a nedochází přitom k jejímu Hromadění a odtoku.

- závlahová intenzita, kterou značíme iz , je závislá na fyzikálním složení půdy, pórovitosti, druhovém rozdělení pórů a okamžitém stavu vlhkosti (JUVA a kol.1981).

Retrospektivní metoda vláhové potřeby

V 70. letech 19. století dochází k velkému budování závlahových systémů a proto byla ve výzkumném ústavu závlahového hospodářství vypracována Metoda stanovující potřebu závlahové vody, zejména v závlahových složkách ve spojitosti s klimatickými podmínkami a půdními vlastnostmi. Základem této moderní metody je

výpočet skládající se z daného vzorce:

$W_i = W_{i-1} + S_T + M_d - V_T - O_T$

W_i … … … vlhkost půdy v i-tem cyklu

W_{i-1}. … … … vlhkost půdy v předcházejícím cyklu

S_T … … … srážky

M_d … … … závlahová dávka

V_T … … … vláhová potřeba plodiny v cyklu

O_T … … … odtok

Hodnoty jsou v [mm]

Vláhová potřeba plodiny v cyklu: VT

$$V_T = k_b \sum_{1}^{T} S_d$$

kb … … … koeficient biologické křivky

$$k_b = \sum_{1}^{T} S_d$$

Sd … … … průměrný denní sytostní doplněk, během závlahového cyklu v T dnech [5]

Spotřeba vody v průběhu vegetace

Nejmenší spotřeba vody je v průběhu pučení až do začátku kvetení, to je asi 1,5 – 3 % z celkové spotřeby vody. Největší spotřeba vody, to je 45 % z celkové spotřeby vody, je v průběhu dozrávání až do plné zralosti. Kapková závlaha ve vinici zajišťuje přísun vody v případě nedostatečných srážek a při nepravidelném rozložení vláhy, aby vyhovoval rozložení kořů ve vinici. Zavlažování révy vinné má pozitivní vliv v průběhu intenzivního růstu bobulí v době od června do srpna. Zvyšuje se tak kvalita úrody. [8]

3 STUDIE KAPKOVÉ ZÁVLAHY

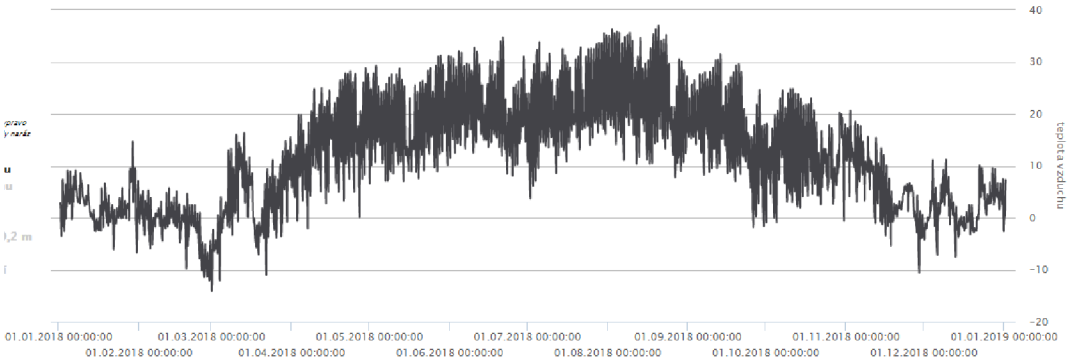
3.1 POPIS ŘEŠENÉ LOKALITY

Obec Přítluky se nacházejí v okrese Břeclav. Leží v nadmořské výšce 165 metrů nad mořem, v jižní části Jihomoravského kraje. Severně od vesnice Přítluky se výrazně zvedá z rovin jižní Moravy Přítlucká hora. Jedná se o nejvyšší vrchol Dyjsko – moravské pahorkatiny mezi nivami řek Moravy a Dyje. Hlubší podloží tvoří flyšové horniny - soubor sedimentárních vrstev, které jsou nejčastěji tvořeny z pískovců a jílů. Rozšířené jsou překryvy spraší a sprašových hlín.

Na úpatí Přítlucké hory, v nejcennějším zbytku nivy Národní přírodní rezervace - Křivé jezero - rozprostírající se na 119 hektarech Přítluky a Rakvice.

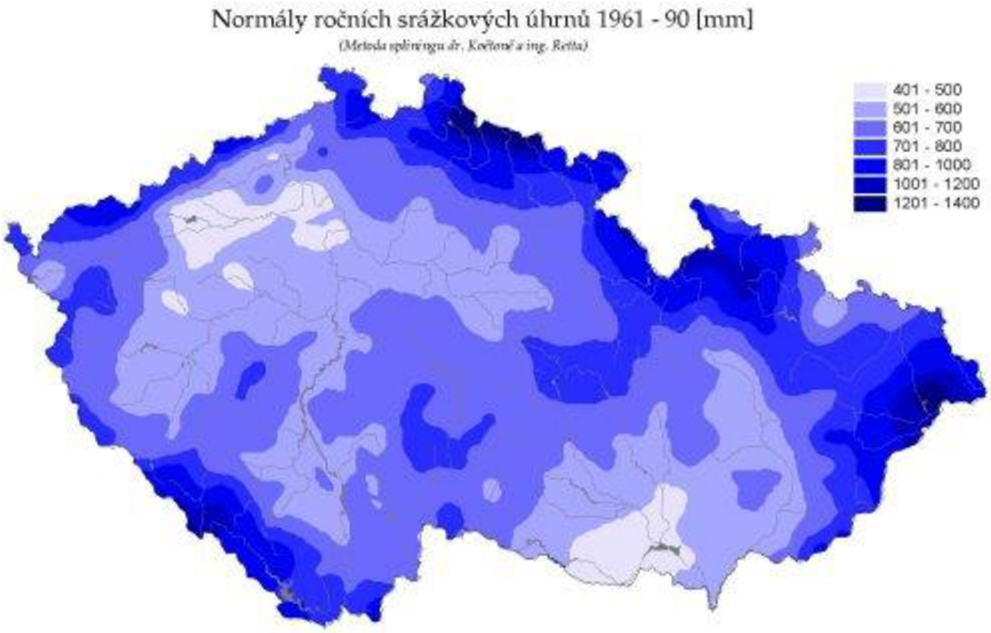
Obrázek 17 - Oblast města Přítluky

Obrázek 18 - Situace meteorologické stanice u obce Přítluky

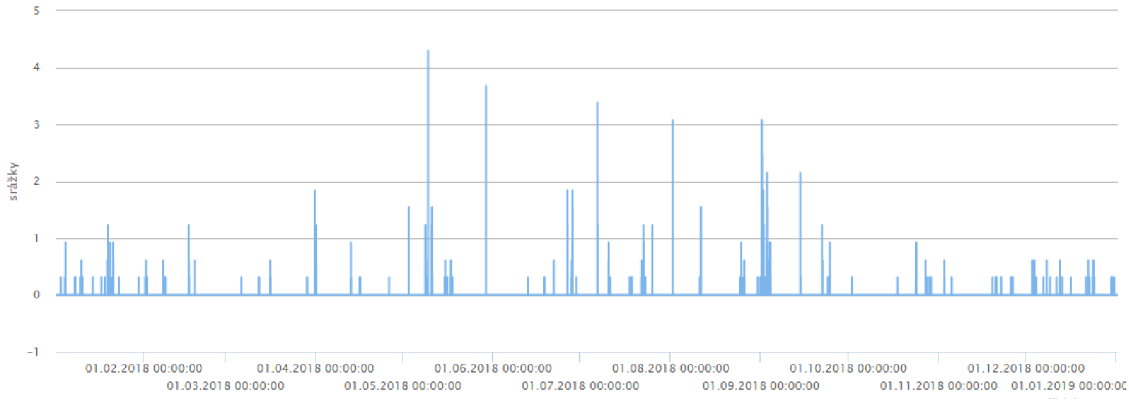


Obrázek 19 - Teploty pro rok 2018

Průměrná teplota na meteorologické stanici v obci Přítluky je 14,5°C.



Obrázek 20 - Mapa ročních srážkových úhrnů pro ČR



Obrázek 21 - Srážky pro rok 2018

3.2 NAVRŽENÝ SYSTÉM ZÁVLAHY

Na zavlažované ploše vinic je navržen automatický závlahový systém kapkovacími hadicemi. Čerpací stanice, dotační čerpadlo, filtrace, dopouštění z vodovodního řadu a elektrorozvaděč jsou součástí návrhu závlah. Závlaha je navržena v rozsahu:

- závlaha kapkovacími hadicemi je na celkové ploše 3,6 ha

Nová závlaha je řešena jako automatická s centrálním ovládáním pomocí řídící jednotky. Přívodní potrubí k závlahovým prvkům je řešeno jako pevné, uložené v zemi. Součástí technologie závlah jsou hlavní rozvody užitkové vody (vedené v zemině v exteriéru), sekční rozvody, filtr a zazimování.

3.3 ZDROJ ZÁVLAHOVÉ VODY

V blízkosti navrhované závlahy se nachází stávající nadzemní betonová retenční nádrž o objemu 4300 m3. čerpací stanice je umístěna vedle nádrže v technické místnosti. Do nádrže bude přečerpávána voda pro stálý minimální množství pro závlahu vinic. Retenční nádrž je opatřena výstupem – sáním pro čerpadlo

3.3.1 Bilance potřeby vody

Zavlažovaná plocha	36000 m^2
Průměrná denní potřeba vody	2 mm/m^2/den
Průměrná spotřeba vody při zavlažování týdně	504 m^3/týden
Předpokládaná délka závlahy	20 týdnů
Celková roční spotřeba vody	10080 m^3/rok

3.3.1.1 Výpočet potřeby vody

Pro danou lokalitu jsme brali údaje ze stránek Amet.cz pro loňský rok, který jsem shledal pro četnost srážek jako kritický

Nejkritičtější měsíc pro závlahy:	červenec
Průměrná teplota:	21,5 °C
Vlhkost:	70,5
Krop faktor Kc:	0,35

Calculation of ETP

Description	Unit	Value
Number of Month	num.	7
Average Temperature	C°	21,5
Average Rel. Air Humidity	%	70,5
Cultural Coefficient	Kc	0,35
Leaf Area Index (only for trees)	Kf	1
Result		
ETP (Evapotraspiration)	mm/gg	1,6

Obrázek 22 - program pro výpočet ETP

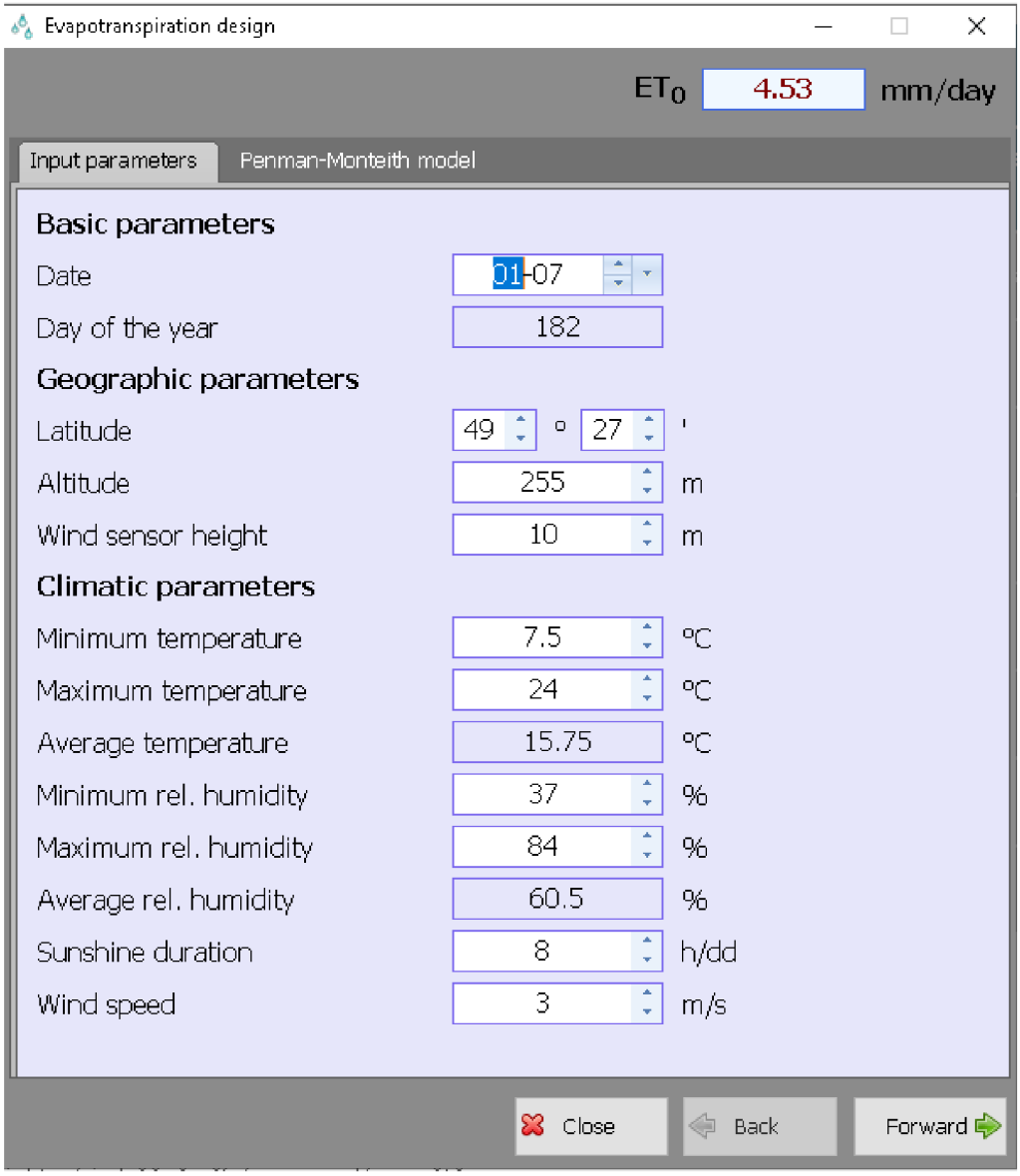
Hodnotu ETP jsem vynásobil hodnotou EU, která nám udává rovnoměrnost dodávky vody z výpočtů programu Irrloc a přidal jsem 10 % rezervu.

ETP_c= ETP*EU

ETP_c= 2 mm/m^2/den

Jako druhý způsob řešení výpočtu mohu uvést výpočet podle Penma-Monteith modelu.

Tento výpočet jsem provedl v programu H2OCAD



Obrázek 23 - Výpočet potřeby vody v programu H2OCAD

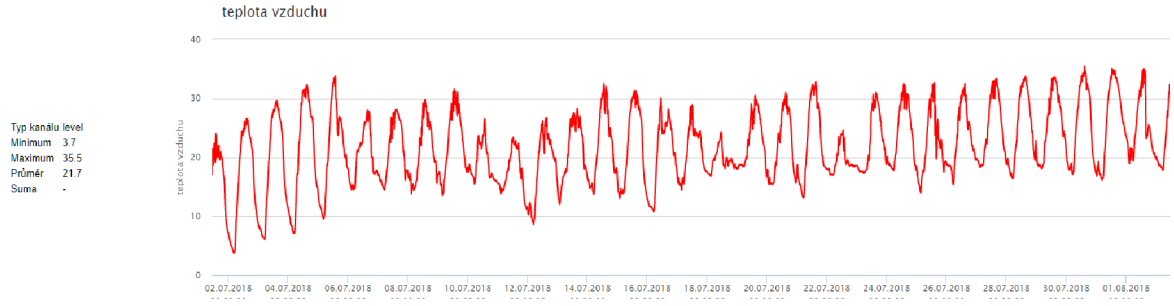
Výslednou hodnotu ETo=4,53 mm/den jsem vynásobil Krop faktorem Kc=0,35

ET_{oc}=1,58 mm

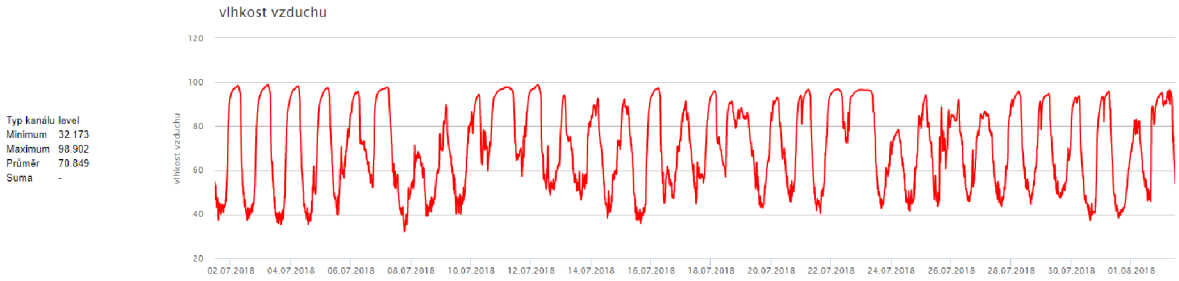
Hodnotu ETo$_c$ jsem vynásobil hodnotou EU, která nám udává rovnoměrnost dodávky vody z výpočtů programu Irrloc a přidal jsem 10 % rezervu.

ETo_c= ETo*EU

ETP_{oc}= 2 mm/m^2/den



Obrázek 24 - Graf průběhu teploty vzduchu v měsíci července



Obrázek 25 - Graf průběhu vlhkosti vzduchu v měsíci července

3.3.1.2 Doba závlahy

Tz = (A*ETP_c)/Q [min]

A …… Plocha počítané sekce

Q…… Průtok na sekci

ETP_c ….Potřeba vody

Výpočet doby závlahy jednotlivých sekcí:

T_{z1}= 140 min

T_{z2}= 137 min

T_{z3}= 134 min

T_{z4}= 142 min

3.3.2 Čerpadlo

Bylo navrženo sací monoblokové odstředivé čerpadlo s označením B-NMD 40/180 DE od firmy Calpeda. Navrhoval jsem čerpadlo pro pracovní bod, který je

v průtoku 178 l/min a 5,8 bar. Stupeň krytí čerpadla je IP 54. Čerpadlo je třífázové na 400 V.

Použití – Pro čistou neabrazivní tekutinu, neagresivní vůči materiálům čerpadla (obsah pevných částic max. do 0,2%).

– Pro přečerpávání vody.

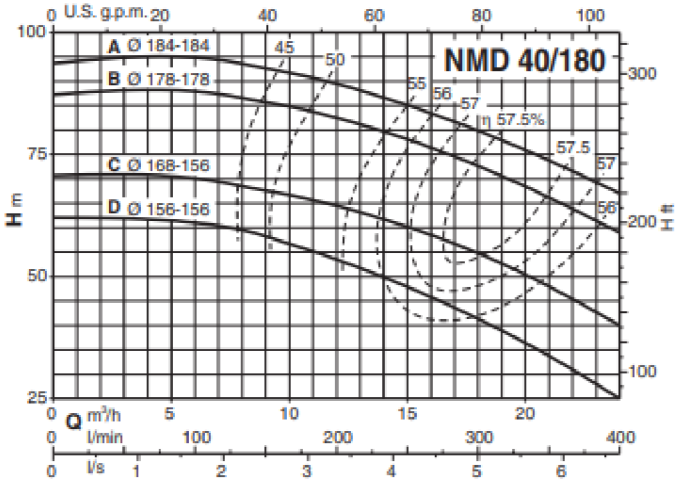
– Jako oběhové čerpadlo pro topení, klimatizaci a chlazení.

– Pro domácí a průmyslové využití.

– Pro hasicí systémy.

– Pro zavlažování.

Provozní podmínky: - Teplota kapaliny: -10 °C to +90 °C. Teplota prostředí až do 40° C. Sací výška až do 7 m. Max. výsledný povolený tlak v tělese čerpadla:10 bar (16 bar pro čerpadla NMD 25/190; NMD 32/210; NMD 40/180). Nepřetržitý provoz.[Calpeda]



Obrázek 26 - QH charakteristiky navrženého čerpadla

B-NMD	NMD	P_2		Q m³/h	5,4	6	6,6	7,5	8,4	9,6	10,8	12	13,2	15	16,8	18,9	21	24
		kW	HP	l/min	90	100	110	125	140	160	180	200	220	250	280	315	350	400
B-NMD 32/210DE	NMD 32/210DE	4	5,5		71	69	67,5	65	62,5	58	53	46	37*					
B-NMD 32/210CE	NMD 32/210CE	5,5	7,5		84	83	82	81	79	76	73	69	64*	54*				
B-NMD 32/210BE	NMD 32/210BE	7,5	10		104	103	102	100	98	95	92	88	84*	76*				
B-NMD 32/210AE	NMD 32/210AE	9,2	12,5	H	114	113	112	110	108	105	103	99	96*	90*				
B-NMD 40/180DE	NMD 40/180DE	4	5,5	m				60	59,5	57	56	53	51,5	48	44	39	34*	25*
B-NMD 40/180CE	NMD 40/180CE	5,5	7,5					69	68	67	66	64,5	63	60	57	53	48*	40*
B-NMD 40/180BE	NMD 40/180BE	7,5	10					87	86	85	84	82,5	81	78	75	71	66*	59*
B-NMD 40/180AE	NMD 40/180AE	9,2	12,5					94	93	92	91	89,5	88	85	82	78	74*	67*

Obrázek 27 - tabulka hodnot pro navržené čerpadlo

3.3.3 Filtrace

Filtr závlah je osazen na hlavním potrubí v technické místnosti za čerpadlem. Jedná se o pískový filtr Alfa V1 – ½. Pro dosažení požadavku na kvalitu vody jsme

navrhnuli dvě tělesa pískového filtru s automatickým zpětným proplachem. Frekvence zpětného proplachu se bude odvíjet od míry zanešení filtru a spouštění bude automatické na základě zvýšené tlakové ztráty. Pro lepší efektivitu doporučujeme napojit odvod z odkalovacího zařízení do kanalizace, nebo vsaku. Rozměry filtru jsou 500 x 300 mm (výška x délka). Filtr bude opatřen z obou stran uzavíracími kulovými ventily s přechodem na potrubí DN. K filtru bude zabezpečen přístup pro případ havárie. Jako druhý stupeň filtrace je doplněný 2´´ diskový který má jemnost filtru 130 mikron. Ztráty filtru by neměly překročit při plánovaném průtoku 0,5 bar.

Obrázek 28 - Písková filtrační stanice Lama

Obrázek 29 - Filtr 2´´ diskový

3.3.4 Rozvody závlah

Jsou navrženy ve dvou úrovních. Hlavní – tlakové potrubí bude dotovat vodu od čerpací stanice k jednotlivým distribučním bodům. Distribuci umožňují elektromagnetické ventily, které se sdružují v zemních ventilových šachtách. Od elektromagnetických ventilů vedou dále sekční potrubí k jednotlivým postřikovačům. Sekční potrubí rozvádí vodu ke skupině postřikovačů sdružených na jedné sekci. Sekční potrubí nejsou trvale pod tlakem, každá sekce je spouštěna jedním nebo dvěma elektromagnetickými ventily, které jsou ve výchozím stavu uzavřeny.

Dotační potrubí od čerpadla po filtr a vedení uvnitř budovy od filtru do venkovního prostoru jsou součástí zdravotechnických instalací. Vedení v exteriéru budov jsou součástí závlah.

Tlakové potrubí – hlavní rozvody	HDPE100 73x4,5 PN10
Sekční potrubí	HDPE100 63x3,8 PN10
	HDPE100 40x2,4 PN10

Rozvody potrubí budou zhotoveny lineárního polyetylénu, HDPE 100. Potrubí bude v tlakové řadě PN 10. Potrubí bude spojováno, pomocí svěrných tvarovek minimálně tlakové řady PN10. V případě vedení potrubí pod stavebními konstrukcemi, pod zpevněnými plochami budou rozvody vedeny v plastových chráničkách DN 90.

Lokálně budou potrubí a kabely vedeny průvrty ve stávajících konstrukcích. Prostupy přes komunikaci a průvrty stavebními konstrukcemi nejsou součástí projektu závlah.

Na hlavním potrubí, co nejblíže ke zdroji bude umístěn ventil pro zazimování systému.

Společně s potrubím budou ve stejných trasách kladeny ovládací kabely.

Kabeláž pro ovládání elektromagnetických ventilů bude vedena v plastových chráničkách DN 25.

Uzávěry jsou navrženy plastové kulové ventily dle dimenze potrubí. Uzávěry budou osazeny v plastových šachtách. Uzávěry jsou navrženy pro možnost odstavení ucelených částí závlah.

3.3.5 Elektromagnetické ventily

Elektromagnetické ventily budou instalovány ve ventilových šachtách.

Každý ventil bude spouštět samostatnou sekci.

Šachty pro umístění ventilů jsou navrženy jako plastové hranaté zátěžové.

Ventilům bude dodáváno napětí 24 V AC pomocí kabelů CYKY s průřezem vodiče 1,5 mm2. Ventily budou napojeny na jeden společný řídící vodič (COM), plus bude mít každý ventil jeden svůj spouštěcí vodič. Napojení ventilů na kabely bude provedeno ve vodotěsných konektorech. Vodotěsné konektory budou umístěny v plastové šachtě. Všechny ventily jsou doplněny tlakovými regulátory pro úpravu vstupních pracovních tlaků u jednotlivých sekcí.

Tabulka 1 – Parametry elektromagnetického ventilu TORO P-150

Ventil 6/4"

	Provedení z PVC, nylonu se skelnými vlákny a nerezové oceli, uchycení víka pomocí šroubů, manuální uzavírání, filtr otvoru k elektromagnetu	
	Pracovní rozsah průtoku	18,9-567,8 l/min
	Pracovní rozsah tlaku	1,4-10,3 bar
	Připojení	6/4" vni
	Rozměry	184 x 92 mm
	Spínací proud	0,3 A
	Přesná regulace tlaku	ano/ne
	Ztráty	při 173 l/min - 0,19 bar

Obrázek 30 - Elektromagnetický ventil P-150

Obrázek 31 - Regulátor tlaku pro ventil P-150

Obrázek 32 - Vodovzdorný konektor

3.3.6 Řídící jednotka

Modulární (rozšiřitelná) řídící jednotka Evolution je navržena pro umístění v interiéru. Pro případné rozšiřování závlahy je možné rozšířit řídící jednotku až od dalších 12 sekcí.

Tabulka 2 - Parametry řídící jednotky Evolution

	Krytí	IP54
	Napájení	230 V AC
	Provedení	vnitřní
	Počet stanic - dle přídavných modulů (vestavěn 4 stanicový modul)	8, 12
	Rozměry	286 x 197 x 114 mm
	Počet současně spouštěných ventilů	2+ master ventil
	Nezávislé programy	6
	Funkce kalendáře	ano
	Nastavení prodlevy stanic	ano
	Energeticky nezávislá paměť uchování dat nastaveného programu	ano
	Možnost přiřadit ovládání slaboproudých osvětlení	není navrženo
	Programování pomocí počítače a USB	ano
	Přiřazení dešťového, půdního senzoru a senzoru pro evapotranspiraci	čidlo deště
	Bezdrátová komunikace Smart connector	není navrženo
	Dálkové ovládání	není navrženo
	Automatická detekce zkratu	ano
	Upozornění odběru proudu	ano
	Zamykatelná skříňka	ne

Obrázek 33 - Modulární řídící jednotka Evolution

3.3.7 Čidlo deště

Bude umístěno na střeše technické místnosti tak, aby na něj mohl dopadat šikmý déšť ze všech stran. Čidlo umístěno tak, aby bylo chráněno proti vandalismu. S řídící jednotkou bude propojeno kabelem CYKY 2x1,5 mm^2 délky max 20 m.

Obrázek 34 - Čidlo děště

3.3.8 Odvzušňovací ventil

V nejvýše položených místech na sekčním potrubí a na konci řádu jsou na hlavní řád napojeny vzdušníky 3/4“. Tyto vzdušníky chrání trubní řád před zavzdušněním a proti vzniku podtlaku. Přesné umístění jednotlivých vzdušníků bude upřesněno při pokládce potrubí. Pro tento systém je počítáno se čtyřmi odvzdušňovacími ventily.

Obrázek 35 - Odvzdušňovací ventil

3.3.9 Závlahový detail

Pro návrh kapkové hadice jsem použil program Irrloc. Jako nekritičtější jsem vybral sekci číslo 4 , která je nejvýše položena.

Získané výsledky návrhu z programu Irrloc

Kapková hadice

Bude použita kapková hadice pro dlouhodobé použití. Hadice je osazena kapkovači s kompenzací tlaku, které zaručují naprosto rovnoměrnou distribuci vody až do vzdálenosti 350 m. Jako závlahový detail je navržena kapková hadice NEPTUNE PC AS 16 mm s tloušťkou stěny 1,1 mm, která má průtok 1,6 l/h. Maximální pracovní tlak je 3,5 bar. Rozteč odkapávačů je 0,8 metru. Vzdálenost jednotlivých řádků zavlažované plodiny je 2,4 metru. Na elektromagnetickém ventilu s regulací tlaku nastavíme vstupní tlak 1,1 bar. Převýšení na kapkové hadici je 9,64 %. Nejdelší řádky na navřené závlaze budou dlouhé 270 m.

Obrázek 36 - Spojka 16x3/4´´ vnější se svěrnou maticí

Obrázek 37 - Spojka 16 mm pro kapkovou hadici

3.3.9.1 Výstupy z návrhu kapkové hadice v programu Irrloc

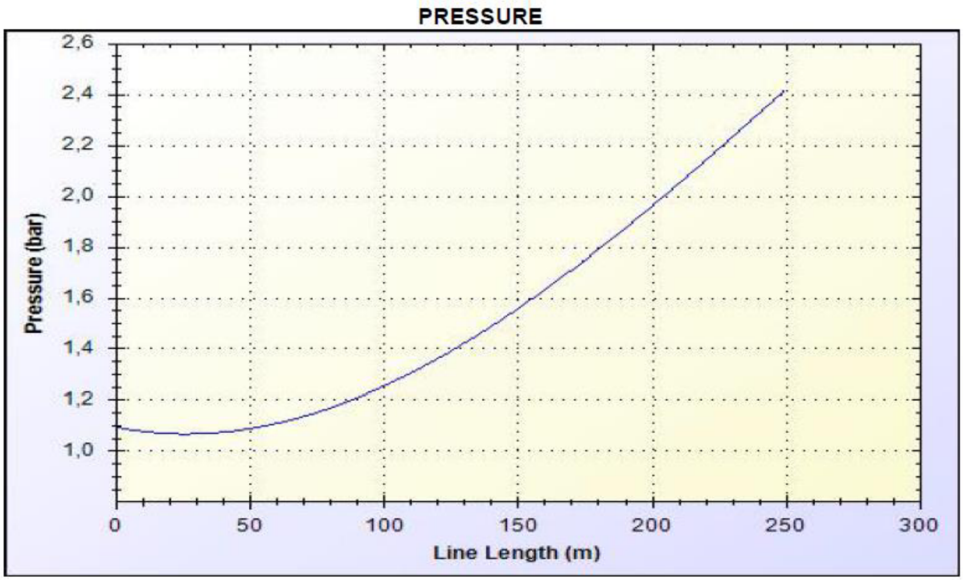
Kapková hadice

DATA

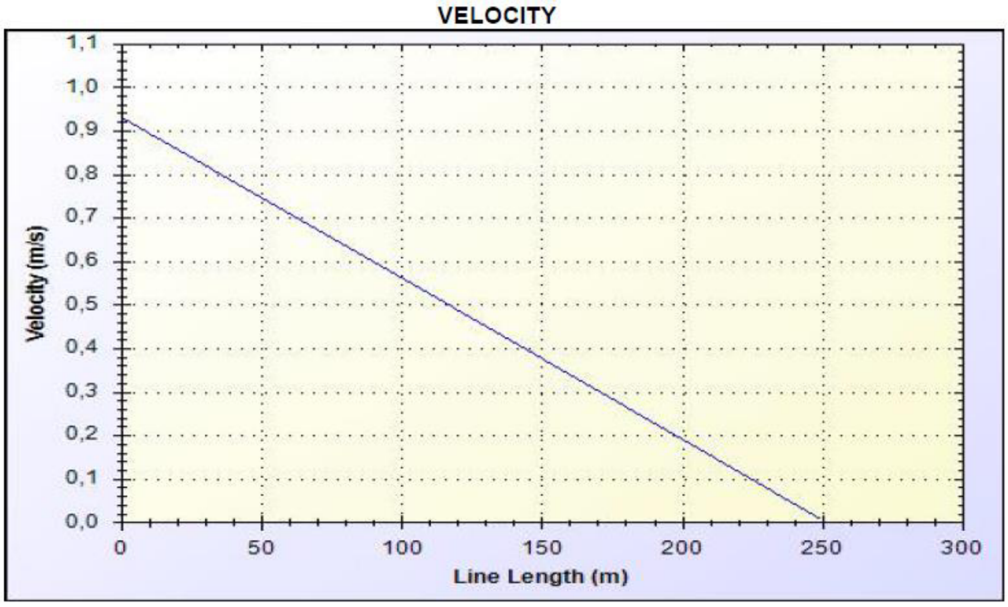
Pipe	NEPTUNE PC AS 16-1,1 mm
Model	1,6 l/h @ 3,5bar
Type	80 cm - 2000
Length (m)	249
Pressure (bar)	1,1
Slope (%)	9,64
Manifold at (%)	0
Len.Slope 1 (%)	100

RESULTS

Lateral length (dx) (m)	249
Lateral length (sx) (m)	0
Lateral flow (l/min)	8,43
Average flow (lph/m)	1,99
Emission Unif. EU(%)	95,1
Min/Max Emitter flow (%)	98,95
Min Pressure (bar)	1,07
Max Pressure (bar)	2,41
Tape I.D. (mm)	13,8
Emitter Coef.(coef.)	0,404570408001388
Emitter Exponent (esp.)	0,013
Emitter Spacing (cm)	80



Obrázek 38 - Tlak v závislosti na délce kapkové hadice



Obrázek 39 - Rychlost kapaliny v závislosti na délce kapkové hadice

Sekční potrubí

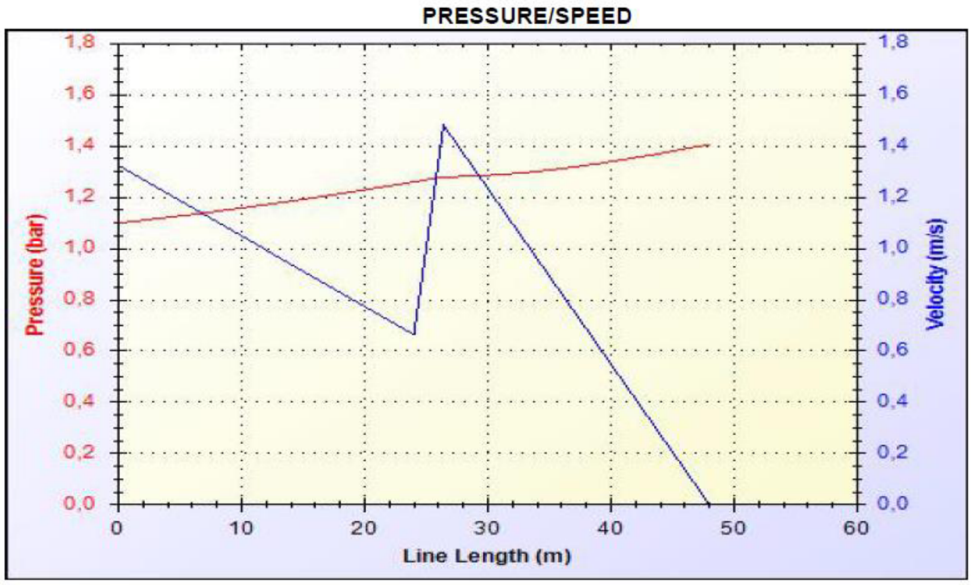
Sekční potrubí je rozděleno do dvou dimenzí 63 mm a 40 mm z důvodu optimálních rychlostí v potrubí.

DATA

Material	CONDOTTE PE
Model	PEBDPN6
Dim. (mm)	63
Dim.2(mm)	40
Length (m)	48
Pressure (bar)	1,1
Spacing (cm)	240
Slope 1 (%)	9,3
Slope 2 (%)	0
C Factor	140
% 2nd Pipe (%)	48
% 2nd Slope (%)	0

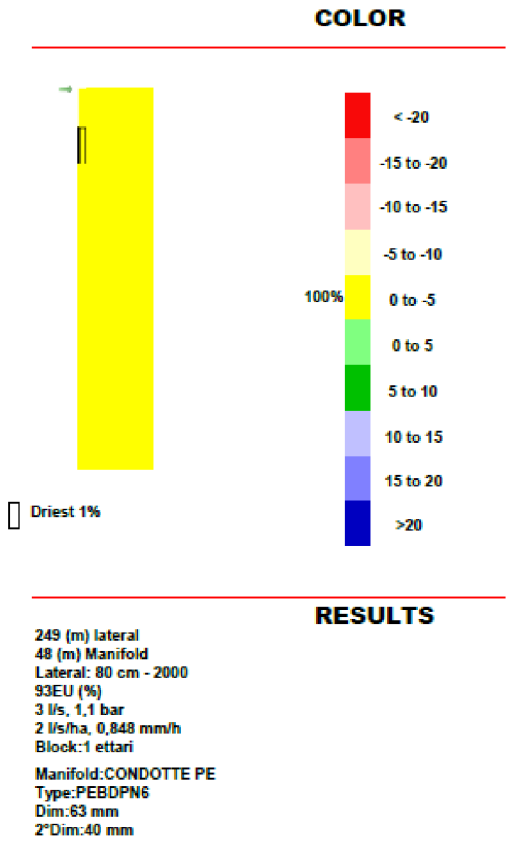
RESULTS

Manifold 1 length (m)	24,96
Manifold 2 length (m)	24
Block flow (l/s)	2,8
Block EU (%)	93,1
Block area (ha)	1,20
Flow per hectare (l/s)	2,33
Precipitation rate (mm/h)	0,848
Manifold 1 ID (mm)	52,2
Manifold 2 ID (mm)	33



Obrázek 40 - Tlak a rychlost závislá na délce sekčního potrubí

Rovnoměrnost dodávky vody je na celé zavlažované ploše stejná s maximálním rozdílem do 5%



Obrázek 41 - Rovnoměrnost dodávky vody je na celé zavlažované ploše stejná s maximálním rozdílem do 5%

3.3.10 Automatizace závlah

Jednou z výhod mikrozávlah, které jsou stabilním event. sezónně stabilním zařízením, je možnost automatizace jejich provozu. Přitom automatizace může být částečná nebo úplná. Automatizační soustava sestává z těchto základních prvků:

a) snímací prvky – čidla (pro měření půdní vlhkosti, meteorologických veličin, tlaku vody v potrubí aj.),

b) akční (výkonové prvky, které na základě příkazu z řídící jednotky vykonávají určité činnosti, tj. v našem případě dálkově ovládané ventily,

c) spojovací systém (kabelový nebo radiotelemetrický zajišťující komunikaci řídící jednotky s čidly a výkonovými prvky, některé výkonové prvky mohou být ovládány i hydraulicky),

d) řídící jednotka (např. řídící počítač, dispečer + řídící počítač, řídící automat, programovatelný automat), která vyhodnocuje snímané veličiny a dává příkaz k činnosti nebo vyjádření z provozu příslušných prvků.

Cíle automatizace mohou být např. zvýšení produktivity práce, zvýšení pohotovosti zařízení, prodloužení provozní doby, úspora nákladů na elektrickou energii (SPITZ, 1998).

3.3.11 Zazimování závlahového systému

Podzimní zazimování se velkou měrou podílí na prodloužení životnosti systému. Proto je velmi důležité provést důkladné zazimování systému. Před zimou je potřeba tuto vodu vypustit, protože by mohlo dojít k jejímu zamrznutí. Hloubka uložení potrubí není větší než nezámrzná hloubka půdy. Vypuštění vody pouze za pomoci gravitačního působení by bylo nedostatečné. Nejjednodušší způsob vypuštění vody ze systému je profouknutí celého systému stlačeným vzduchem z kompresoru. Lze takto dostat vodu ve všech částí včetně elektromagnetických ventilů. Zazimovat se musí i čerpadlo, tlaková nádoba a případně další části. Pokud je použito ponorné čerpadlo, je ho potřeba jednou nebo dvakrát za měsíc protočit, aby se na lopatkách čerpadla nevytvořily vápenaté usazeniny. Při protáčení čerpadla se voda nesmí dostat do zazimovaného systému. Kontroluje se také čistota filtrů. Ty jsou potřeba vyčistit, aby na nich nezaschly nečistoty, které by na jaře šly jen stěží odstranit.

3.3.11.1 **Rozpočet**

Celková cena za materiál je 581079 Kč.

3.3.12 Udílení dotací na kapkovou závlahu

MZe – 1.I. Podpora vybudování kapkové závlahy v ovocných sadech, chmelnicích, vinicích a ve školkách

Příjem žádostí: Žádosti lze předkládat: od 31. 5. – 28. 6. 2019.

Příjemci podpory: Podnikatel podnikající v zemědělské prvovýrobě.

Typy podporovaných aktivit: Vybudování kapkové závlahy v ovocných sadech, chmelnicích, vinicích a ve školkách mimo území hlavního města Prahy. Dotace na pořízení dlouhodobého hmotného majetku (dříve investiční).

Forma a výše podpory: Výše dotace do 72 000 Kč/ha vybudované kapkové závlahy.

Podpora konkurenceschopnosti agropotravinářského komplexu – závlahy – II. etapa

Příjem žádostí: Lhůta pro podávání žádostí o dotace je stanovena v rámci programu 129 312 od 22. 10. do 28. 2. 2019, v rámci programu 129 313 od 22. 10. do 31. 12. 2019.

Příjemci podpory: Zemědělský podnikatel, fyzická nebo právnická osoba podnikající v zemědělské výrobě.

Podnikatelský subjekt – právnická osoba provozující závlahové zařízení sloužící pro zemědělskou prvovýrobu.

Typy podporovaných aktivit: Podpora obnovy a budování závlahového detailu (koncových částí závlahových systémů). Modernizace závlahových zařízení a zefektivnění provozu stávajících závlahových soustav: Snížení potřeby vody na závlahy, energetické i personální náročnosti provozu závlahových soustav.

Forma a výše podpory: Celková alokace pro rok 2019 činí 100 mil. Kč.

Mladí zemědělci a nebo zemědělci do 5 let od zahájení jejich činnosti ve znevýhodněných oblastech – výše podpory činí 90 %, ostatní zemědělci ve znevýhodněných oblastí – výše podpory činí 70 %.

Mladí zemědělci a nebo zemědělci do 5 let od zahájení jejich činnosti v jiných než znevýhodněných oblastech – výše podpory činí 70 %, ostatní zemědělci v jiných než znevýhodněných oblastech – výše dotace činí 50 %.

Podpora závlahových sítí spravována Státním pozemkovým úřadem – podpora činí 100 %.

Obsah žádosti:

identifikační údaje zpracované podle vzorových formulářů,

doklad o registraci podnikání ve vztahu k předmětu dotace,

doklad o zřízení bankovního účtu žadatele (bankovní výpis předmětného účtu nebo smlouva o zřízení bankovního účtu apod.),

potvrzení o zařazení do evidence využití zemědělské půdy dle uživatelských vztahů s účinností dílů půdních bloků (DPB) nejpozději k termínu ukončení přijímání žádostí (nepředkládá se v případě komerční lesní školkařské činnosti, která není provozována na zemědělské půdě)

doklad o vlastnictví pozemku podle katastrálního úřadu nebo dle bodu f),

v případě vybudování kapkové závlahy na pronajatém/propachtovaném pozemku nájemní/pachtovní smlouva, případně jiný doklad osvědčující oprávnění k dočasnému užívání pozemku, minimálně do 31.12.2025,

v případě nájmu/pachtu souhlas vlastníka s vybudováním kapkové závlahy,

povolení k nakládání s povrchovými nebo podzemními vodami podle § 8 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů, nebo smlouva (dohoda) o dodávce vody s držitelem povolení. Povolení vydává místně příslušný vodoprávní úřad,

vyplněné přílohy č.1 – 3 (přílohu č. 3 dokládá pouze velký podnik).

Podmínka do rozhodnutí:

příjemce dotace bude vzhledem k charakteru dotace na pořízení dlouhodobého hmotného majetku podnikat s předmětem dotace minimálně 7 let od data vydání rozhodnutí o poskytnutí dotace.

Za neplnění této podmínky se nepovažuje likvidace předmětu dotace v důsledku přírodní pohromy, likvidace nařízená orgány státní správy, zánik užívacích práv v důsledku zákonných opatření

Poznámka:

U školek se dotace vztahuje na plochy určené k produkci školkařských výpěstků určených k výsadbě ovocných sadů, chmelnic, vinic a k produkci školkařských výpěstků okrasných školek a komerčních lesních školek (s výjimkou lesních školek pro vlastní potřeby zemědělského podniku).

U školek je možné podnikat s předmětem dotace s ohledem na pěstitelskou technologii po dobu 7 letého závazku na různých pozemcích žadatele dle evidence využití zemědělské půdy podle uživatelských vztahů. Předmět dotace musí být na předmětných pozemcích umístěn v každém roce 7 letého závazku, v průběhu celého vegetačního období pěstovaného porostu ovocné, okrasné či lesní školky.

SZIF provede kontrolu vybudování funkčnosti kapkové závlahy na místě do 21. 11. 2018.

(https://www.szif.cz/cs/program-rozvoje-venkova)

3.3.13 Přihnojování

Můžeme použít dva způsoby přihnojování.

První způsob jsou přihnojovací injektory, které jsou vysoce efektivní a zároveň jednoduchý systém dávkováním vzduchu nebo kapalin. Využívají rozdílů tlaků v potrubí (princip Venturiho trubice). Využívá se zejména pro přihnojování v zemědělství a zahradnictví.

Druhý způsob je vodou poháněné čerpadlo Dosatron. Dávkovací čerpadlo Dosatron slouží pro přesné poměrové dávkování tekutých přípravků do vody. Dávkovací technologie pracuje bez elektrické energie. Přesnost dávkování není závislá na změnách průtoku a tlaku v hlavním potrubí.

Každá odrůda má specifický způsob pěstování a odlišné požadavky na jednotlivé živiny během vegetace. Základem při hnojení je důkladně vypracovaný hnojící plán.

Obrázek 42 - Přihnojovací injektor

Obrázek 43 - Přihnojovací čerpadlo Dosatron

4 ZÁVĚR

V bakalářské práci jsem se zabýval problematikou automatických závlahových systémech.

První část je zaměřena na historii vzniku prvních závlah na světě. Počátky jsou spojeny už s nejstaršími civilizacemi. Popisoval jsem vývoj napříč světem s porovnáváním velikostí zavlažovaných zemědělských ploch. Od historie a nejvzdálenějších koutů světa jsem se dostal k popisu vývoje závlah a zavlažovaných ploch u nás v České republice.

Dále jsem psal o, dnes velmi žádané, tématu sucha na světě spojeným s vývojem globálního klimatu. S nimi jsou spojeny zdroje vody, její jakost a získávání. V této části jsem také udělal popis rozdělení závlahových zařízení s detailnějším popisem podrobného závlahového zařízení. Popisoval jsem různé druhy doplňkových, hnojivých a zvláštních závlah.

Na konci první části jsem psal o potřebě vody, závlahovém množství a závlahové dávce v současném tak i historickém pojetí.

V druhé části bakalářské práci jsem se věnoval návrhu závlahového systému vinic u obce Přítluky. Přítluky se nacházejí na jižní Moravě v okrese Břeclav. Navržená závlaha je severně od obce na Přítlucké hoře. Na celkové ploše 36000 m^2 vinic je použito 20 500 metrů kapkové hadice NEPTUNE PC AS 16 mm s tloušťkou stěny 1,1 mm, která má průtok 1,6 l/h. Maximální pracovní tlak je 3,5 bar. Rozteč odkapávačů je 0,8 metru. Zda je tento typ kapkové hadice vhodný jsem počítal v programu Irrloc.

Celková cena materiálu pro plně funkční automatickou závlahu pro vinice dělá 350000 Kč. Tato částka není nejmenší, ovšem musíme vzít v potaz, že zbudováním závlahy nám vzroste produkce plodin. Ministerstvo zemědělství vypisují dotace jako Podporu na vybudování kapkové závlahy v ovocných sadech, chmelnicích, vinicích a ve školkách a dotace na podporu konkurenceschopnosti agropotravinářského komplexu.

5 POUŽITÁ LITERATURA

[1] About us. In: *Netafim* [online]. Tel Aviv, 2010 [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: https://www.netafim.com/about-us

[2] Elektomagnetické ventily. In: *Netafim* [online]. Louny, 2010 [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: http://www.netafim.cz/prislusenstvi/ventily.htm

[4] SPITZ, P. -- FILIP, J. -- ŠŤASTNÁ, M. Point irrigation design for experimental field at Northern part of Gobi desert in Mongolia. *Soil and Water Research.* 2011. sv. 6, č. 1, s. 1--9. ISSN 1801-5395.

[5] **SPITZ**, P. *Výpočet režimu závlahy sadů a vinic retrospektivní vláhovou bilancí napočítači* Bratislava : Výskumný ústav závlahového hospodárstva , 1978. 14 s. Dizertační práce.

[6] **VEVERKA** , V., Volba správného řešení závlahy. *Zeměděl*ec. 2007, č. 15, s.15. ISSN:1211-3816

[7] **POŽÁR**, I.,*Přínos kapkové závlahy při pěstování ovoce a zeleniny* [online]. 2008 [cit. 2008-02-01]. Dostupný z WWW: <http://netafim.cz/clanky/p%F8%EDnos%20kapkov%E9%20z%E1vlahy.pdf>.

[8] **VANEK**, G. – ACKERMANN, P. – PÉTER, B.E. – GLOS, L. – HLUCHÝ, M. HRNČÁR, M. – KAKALÍKOVÁ, L. – KORPÁŠ, O. – KOTYAS, F. – PÁL, K.jr.– KŘIVÁMEK, V. – LITSCHMANN, T. – MALÍK, F. – MICHLOVSKÝ, M. – NOVOTNÝ, M. – REPKA, V. – SZABÓ, T. – ŠURINA, B. – VALACHOVIČ, A. – VANEKOVÁ, Z. – ZÁRUBA, P. **.:** *Vinič 3. pestovanie : Integrovaná produkcia hrozna, ekologické a ekonomické pestovanie, výživa a ochrana..*

Příroda Bratislava , 1996, 150 s. ISBN 80-07-00759-8.

[9] SPITZ, P. -- FILIP, J. -- ŠŤASTNÁ, M. Point irrigation design for experimental field at Northern part of Gobi desert in Mongolia. *Soil and Water Research.* 2011. sv. 6, č. 1, s. 1--9. ISSN 1801-5395.

[10] GROZMAN, PAVEL. ZAVLAŽUJEME ZAHRADU. 1. VYD. PRAHA: GRADA, 2006. PROFI & HOBBY. ISBN 80-247-1663-1.

[11] http://www.cvgz.cas.cz/

[12] KRÁLOVÁ, H..*Vodní hospodářství krajiny I,*Brno :VUT, fakulta stavební, 2011

[13] KVÍTEK, T.Zemědělské meliorace. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2006.ISBM 80-7040-858-8.

[14] Koch8nek, K. *Hydromelioračn*í *stavby 20: závlahové stavby.* Praha: Vydavatelství ČVUT,2001 ISBN 80-01-02369-9

Seznam tabulek

Tabulka 1 – el. Ventil …….. ……3
Tabulka 2 - Parametry řídící jednotky Evolution……41

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Vodní kolo v Číně 11

Obrázek 2 - Celosvětové procentuální zastoupení plochy se závlahou 13

Obrázek 3 - Vývoj plochy zemědělské a orné půdy a lesních pozemků (mil. ha) 14

Obrázek 4 - Systémy kapkové závlahy 23

Obrázek 5 - Regulátor tlaku pro průtok 3,8-30,4 l/min 25

Obrázek 6 - Regulátor tlaku pro průtok 7,5 - 75,6 l/min 25

Obrázek 7 - Vývojové fáze 30

Obrázek 8 - Orientační hodnoty závlahového množství Mz [mm] pro vybrané plodiny při závlaze postřikem na rovině v průměrném roce 31

Obrázek 9 - Ztrátový součinitel kz závisí na způsobu závlahy 31

Obrázek 10 - Směrné hodnoty celkoví vláhové potřeby Vc vybraných plodin [m3/ha]- vybráno z 32

Obrázek 11 - Aktualizované hodnoty vláhových potřeb vybraných plodin a kultur (Kochánek, 1998) 32

Obrázek 12 - Hodnoty součinitele α při dobrém vsaku v rovinném území 32

Obrázek 13 - Účinná hloubka zakořenění plodiny 33

Obrázek 14 - Wz Využitelná zásoby vody v půdě po zimním období při maximální účinné hloubce zakořenění [m3/ha] (E ČSN 75 0434) 33

Obrázek 15 - Redukční součinitelé r1 a r2 33

Obrázek 16 - Redukční součinitel r3 34

Obrázek 17 - Oblast města Přítluky 38

Obrázek 18 - Situace meteorologické stanice u obce Přítluky 39

Obrázek 19 - Teploty pro rok 2018 39

Obrázek 20 - Mapa ročních srážkových úhrnů pro ČR 40

Obrázek 21 - Srážky pro rok 2018 40

Obrázek 22 - program pro výpočet ETP 41

Obrázek 23 - Výpočet potřeby vody v programu H2OCAD 42

Obrázek 24 - Graf průběhu teploty vzduchu v měsíci července 43

Obrázek 25 - Graf průběhu vlhkosti vzduchu v měsíci července 43

Obrázek 26 - QH charakteristiky navrženého čerpadla 44

Obrázek 27 - tabulka hodnot pro navržené čerpadlo 44
Obrázek 28 - Písková filtrační stanice Lama 45
Obrázek 29 - Filtr 2´´ diskový 46
Obrázek 30 - Elektromagnetický ventil P-150 48
Obrázek 31 - Regulátor tlaku pro ventil P-150 48
Obrázek 32 - Vodovzdorný konektor 48
Obrázek 33 - Modulární řídící jednotka Evolution 50
Obrázek 34 - Čidlo děště 50
Obrázek 35 - Odvzdušňovací ventil 51
Obrázek 36 - Spojka 16x3/4´´ vnější se svěrnou maticí 52
Obrázek 37 - Spojka 16 mm pro kapkovou hadici 52
Obrázek 38 - Tlak v závislosti na délce kapkové hadice 53
Obrázek 39 - Rychlost kapaliny v závislosti na délce kapkové hadice 53
Obrázek 40 - Tlak a rychlost závislá na délce sekčního potrubí 54
Obrázek 41 - Rovnoměrnost dodávky vody je na celé zavlažované ploše stejná s maximálním rozdílem do 5% 55
Obrázek 42 - Přihnojovací injektor 59
Obrázek 43 - Přihnojovací čerpadlo Dosatron 59

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

W_i … … … vlhkost půdy v i-tem cyklu

W_{i-1}. … … … vlhkost půdy v předcházejícím cyklu

S_T … … … srážky

M_d … … … závlahová dávka

V_T … … … vláhová potřeba plodiny v cyklu

O_T … … … odtok

Mz ..závlahové množství jednotlivých plodin v [m^3/ha]

kz ..ztrátový součinitel vyjadřující průměrný podíl všech ztrát závlahové vody s výjimkou ztrát v přivaděči;

$V_{c\ ....}$ celková vláhová potřeba zavlažované plodiny za vegetační období v [m3/ha]

□….součinitel využitelnosti srážek;

S_r ….dlouhodobý průměr srážek za vegetační období plodiny v m3. ha-1;

W_z …zásoba vody v půdě na začátku vegetační období plodiny v [m^3/ha];

W_k….využitelné množství vzlínající podzemní vody v [m^3/ha];

r_1...redukční součinitel pro úpravu V v závislosti na nadmořské výšce;

r_2...redukční součinitel pro úpravu V v závislosti na nadmořské výšce;

r_3…redukční součinitel pro úpravu Wz v závislosti na druhu půdy a sklonu terénu

Vo … … … polní vodní kapacita

Vmom … … … momentální vlhkost půdy

h … … … požadovaná hloubka zavlažování, odpovídající růstu révy vinné [m].

T … … … celkové závlahové období ve dnech, většinou se shoduje s vegetačním období révy vinné.

n … … … množství závlahových dávek

t … … … doba, po kterou se dodávají závlahové dávky je ve dnech

SEZNAM PŘÍLOH

Situace závlah
Výkaz výměr-závlaha
Výkaz výměr-filtrace
Výkaz výměr-čerpadlo
Sekce 1_LATERAL
Sekce 1_MANIFOLD
Sekce 1_COLOR
Sekce 2_LATERAL
Sekce 2_MANIFOLD
Sekce 2_COLOR
Sekce 3_LATERAL
Sekce 3_MANIFOLD
Sekce 3_COLOR
Sekce 4_LATERAL
Sekce 4_MANIFOLD
Sekce 4_COLOR