

DOPORUČENÉ TECHNOLOGIE PRO EFEKTIVNÍ VYUŽITÍ VODY PŘI PĚSTOVÁNÍ BRAMBOR V PODMÍNKÁCH SUCHA A VÝKYVŮ POČASÍ



Uplatněná certifikovaná metodika

Kolektiv autorů

**© Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i.
Praha 6 – Ruzyně**

Praha 2018

Certifikovaná metodika pro praxi byla schválena Ministerstvem zemědělství ČR, Odborem rostlinných komodit pod č.j. 70095/2018-MZE-17221

Metodika pro praxi je výstupem projektu MZe ČR – NAZV QJ1610020
„Nové poznatky pro ekonomicky a ekologicky efektivní produkci brambor v podmínkách sucha a výkyvů počasí vedoucí k dlouhodobě udržitelnému systému hospodaření na půdě v oblastech pěstování brambor“.

Odpovědný řešitel : Ing. Jaroslav Čepl, CSc. – ředitel VÚB s.r.o H. Brod

Jako výsledek dílčího cíle COO7 – QJ1610020V008
„Doporučené agrotechnické a fyzikální podmínky, pracovní postupy přípravy půdy a ošetřování pro efektivní využití vody při pěstování brambor“

řešeném v období od 1.4.2016 do 31.12.2018 VÚZT, v.v.i. Praha- Ruzyně
řešitel: Ing. Václav Mayer CSc. – vedoucí kolektivu

© Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Drnovská 507, 161 01 Praha 6

2018

ISBN 978-80-7569-010-4

Vydáno bez jazykové úpravy

DOPORUČENÉ TECHNOLOGIE PRO EFEKTIVNÍ VYUŽITÍ VODY PŘI PĚSTOVÁNÍ BRAMBOR V PODMÍNKÁCH SUCHA A VÝKYVŮ POČASÍ

Autoři: za VÚZT, v.v.i. Praha-Ruzyně

Ing. Václav Mayer, CSc. - vedoucí kolektivu

Ing. Zdeněk Abrhám, CSc.

Ing. Daniel Vejchar

Mgr. Martin Stehlík

Libuše Pastorková

za VÚB, s.r.o. H. Brod

Ing. Jaroslav Čepl, CSc.

Ing. Pavel Kasal, PhD.

Ing. Milan Čížek, PhD.

Ing. Andrea Svobodová, PhD.

Uplatněná certifikovaná metodika

**Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i.
Praha 6 – Ruzyně**

Vydáno bez jazykové úpravy

2018

DOPORUČENÉ TECHNOLOGIE PRO EFEKTIVNÍ VYUŽITÍ VODY PŘI PĚSTOVÁNÍ BRAMBOR V PODMÍNKÁCH SUCHA A VÝKYVŮ POČASÍ

ABSTRAKT: Hospodaření s vodou a její nedostatek v posledních suchých létech se v současnosti stává celospolečenským tématem. V důsledku adaptace na tyto klimatické změny je nutné v zemědělství a při pěstování na vodu náročných plodin jako jsou brambory přicházet s novými na vodu úspornými technologiemi, kterými dokážeme provádět udržitelné vodní hospodářství a zmírňovat extrémy v podobě sucha na výnos.plodiny. Doporučené technologie na závlahovou vodu vysoce úsporných kapkových závlah při pěstování brambor popisovaných a ověřených v metodice, odpovídají Ministerstvem zemědělství ČR (MZe ČR) navržené v Koncepci na ochranu před následky sucha pro území ČR a programu na budování závlah na polích a v sadech. V metodice jsou proto uvedeny výsledky tříletého ověřování technologií, techniky a technických prvků pro využití kapkové závlahy u brambor. Navrženy a hodnoceny jsou příklady metodických postupů měření půdních podmínek a technologií pro zřízení a využití srážkové i závlahové vody při klasickém a záhonovém pěstování brambor ve výrobních podmínkách Vysočiny a Jižní Moravy. Vyvinuty a ověřovány byly nové funkční vzorky strojů pro zakládání závlahy, technické a měřicí prvky pro založení a zřízení kapkové závlahy v pokusných a poloprovozních podmínkách. Ekonomická část metodiky hodnotí současnou rentabilitu použití závlahy zejména kapkové při pěstování brambor v podmínkách výkyvů počasí a sucha. Poslouží i pro vyhodnocení vlivu agrotechnických a technologických opatření na celkovou efektivitu pěstování brambor.

Klíčová slova: brambory; sucho; kapková závlaha; úsporné využití vody; doporučené technologie; technika; ekonomické hodnocení.

RECOMMENDED TECHNOLOGIES FOR EFFICIENT WATER USE IN POTATO CULTIVATION UNDER CONDITIONS OF DROUGHT AND EXTREME WEATHER

ABSTRACT: Water resource management and water deficiency in recent dry years is currently becoming a society-wide issue. In order to adapt to these climatic changes, it is necessary to find new water-saving technologies for agriculture and especially for the cultivation of water-intensive crops such as potatoes that can contribute to sustainable water resource management and mitigate influence of drought on crop yields. The recommended techniques for highly economical drip irrigation in potato cultivation described and verified in this methodology are consistent with the Concept for Drought Protection in the Czech Republic designed by the Ministry of Agriculture of the Czech Republic (MZe ČR) as well as with the program for building irrigation systems on fields and orchards.

This methodology publication presents the results of the three-year verification of technologies, techniques and technical elements for drip irrigation in potato cultivation. Exemplar procedures for measuring soil conditions and technologies for the establishment and utilization of rainwater and irrigation water have been designed and evaluated in traditional and bed-growing of potatoes in the conditions of Highlands and South Moravia regions in the Czech Republic. New functional samples of irrigation installation equipment, components and measuring elements for the establishment and installation of drip irrigation in experimental and pilot conditions were developed and verified. The economic assessment evaluates current profitability of irrigation and especially drip irrigation, in potato growing in conditions of extreme weather and drought. It also serves to evaluate the impact of agro-technical and technological measures on the overall efficiency in potato cultivation.

Keywords: potatoes; dry atmosphere; trickling irrigation; economic usage waters; recommended technology; engineering; economic evaluation.

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| 1 CÍL METODICKÝCH DOPORUČENÍ | 7 |
| 2 METODICKÁ DOPORUČENÍ KE SNÍŽENÍ RIZIKA NEDOSTATKU VODY PŘI PĚSTOVÁNÍ BRAMBOR V PODMÍNKÁCH SUCHA A VÝKYVŮ POČASÍ..... | 7 |
| 2.1 Úvod..... | 8 |
| 2.2 Obecná doporučení pro pěstování brambor v podmínkách sucha a výkyvů počasí. | 10 |
| 2.3 Agrotechnické a fyzikální půdní podmínky, pracovní postupy a stroje pro založení porostů brambor s kapkovou závlahou na polních pokusech a poloprovozním ověřování (VÚZT, v.v.i. Praha, VÚB, s.r.o. H. Brod) | 12 |
| 2.3.1 Teoretické využití vodní kapacity na různých druzích půd při pěstování brambor (VÚB s.r.o.H. Brod Ing. Svobodová A.) | 12 |
| 2.3.2 Polní a poloprovozní pokusy s kapkovou závlahou (VÚB, s.r.o. H. Brod)..... | 13 |
| 2.3.2.1 <i>Založení a vedení polních a poloprovozních pokusů s kapkovou závlahou (VÚB, s.r.o. H. Brod, Ing. Kasal).....</i> | <i>13</i> |
| 2.3.2.2 <i>Výsledky výnosových měření na polních a poloprovozních pokusech s kapkovou závlahou a bez závlahy (VÚB s.r.o. H. Brod – Ing. Kasal).....</i> | <i>16</i> |
| 2.3.3 Metodika průběžných měření půdních a fyzikálních podmínek na polních pokusech s kapkovou závlahou (VÚZT, v.v.i. Praha)..... | 20 |
| 2.3.3.1 <i>Kontrolní měření a odběry půdních vzorků na polních pokusech</i> | <i>21</i> |
| 2.3.3.2 <i>Výsledky měření půdních podmínek během vegetačního období na polních pokusech s kapkovou závlahou.....</i> | <i>21</i> |
| 2.3.3.3 <i>Závěry a doporučení vyplývající z polních měření kapkové závlahy brambor (VÚZT, v.v.i. Praha – Mgr. Stehlík).....</i> | <i>26</i> |
| 3 AGROTECHNICKÉ POŽADAVKY, TECHNIKA, ZAŘÍZENÍ A STROJE PRO ZALOŽENÍ KAPKOVÉ ZÁVLAHY U BRAMBOR (VÚZT, V.V.I. PRAHA) | 26 |
| 3.1. Doporučené fyzikální požadavky na strukturu a hrudovitost půdy | 27 |
| 3.2 Doporučené pracovní postupy zpracování, přípravy půdy a strojní linky pro založení kapkové závlahy u brambor | 28 |
| 3.2.1 Příklady ověřovaných postupů a pracovních operací zpracování, přípravy půdy, ošetření při zakládání kapkové závlahy u brambor | 28 |
| 3.2.1.1 <i>Kapková závlaha v systému záhonového odkamenění půdy a sázení při pěstování brambor</i> | <i>28</i> |
| 3.2.1.2 <i>Kapková závlaha v konvenčním způsobu pěstování brambor</i> | <i>29</i> |
| 3.3 Technická zařízení a stroje pro zakládání kapkové závlahy u brambor a dalších plodin v EU a ČR (VÚZT, v.v.i. Praha – Ing. Mayer) | 30 |
| 3.4 Vývoj funkčních vzorků techniky pro založení kapkové závlahy při pěstování brambor v ČR (VÚZT, v.v.i. Praha – Ing. Vejchar)..... | 33 |
| 3.5 Ekonomické hodnocení pěstování brambor v podmínkách ohrožení půdy suchem a výkyvy počasí (VÚZT, v.v.i. – Ing.Mayer, Ing. Abrham, VÚB, s.r.o. H. Brod Ing.Čížek) | 36 |
| 3.5.1 Ekonomické důvody pro zavlažování a poznatky v EU a zahraničí | 36 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 3.5.2 | Ekonomické vyhodnocení pěstování brambor technologií záhonového odkameňování poloprovozního pokusu na 1ha s kapkovou závlahou (VÚB, s.r.o. H. Brod – Ing. Čížek)..... | 38 |
| 3.5.3 | Metoda hodnocení ekonomiky pěstování brambor bez a se závlahou v ČR (VÚZT, v.v.i. – Ing.Abrham)..... | 40 |
| 4 | PŘÍNOS METODIKY | 46 |
| 5 | SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ..... | 46 |
| 6 | POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY | 46 |
| 7 | EKONOMICKÉ A EKOLOGICKÉ ASPEKTY | 46 |
| 8 | SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY | 47 |
| 9 | SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE | 48 |
| 10 | SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK | 49 |

1 CÍL METODICKÝCH DOPORUČENÍ

Cílem metodiky je rozšířit mezi odbornou zemědělskou veřejností poznatky o technologiích pro efektivní využití vody při pěstování brambor v podmínkách sucha a výkyvech počasí. Seznámit zemědělskou veřejnost s vlastnostmi, agrotechnickými požadavky na novou techniku pro zřízení a použití kapkových závlah v bramborářských výrobních oblastech. Podle platných standardů „Dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy“ musí být navrženy metodické a agrotechnické postupy pěstování brambor v půdních podmínkách ohrožených nedostatkem vody. V metodice jsou proto uvedeny výsledky ověřování technologie a techniky a technických prvků pro použití kapkové závlahy u brambor. Navrženy a hodnoceny jsou příklady metodických postupů měření a technologií pro zřízení a využití srážkové i závlahové vody při pěstování brambor v uvedených výrobních podmínkách. Vyvinuty a ověřovány byly nové funkční vzorky strojů zakládání závlahy, technické a měřicí prvky pro založení a zřízení kapkové závlahy v pokusných a poloprovozních podmínkách. Přitom jsou dodržovány platné standardy obecných půdoochranných technologií „Dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy“, vhodnost technologií pěstování brambor podle ohroženosti suchem která jsou předem vyznačena. Ekonomická část metodiky hodnotí současnou rentabilitu použití závlahy zejména kapkové při pěstování brambor v podmínkách výkyvů počasí a sucha. Poslouží i pro vyhodnocení vlivu agrotechnických a technologických opatření na celkovou efektivitu pěstování brambor. Vypracování vyhovujících variant metodických a agrotechnických postupů a řízení využití srážkové i závlahové vody při pěstování brambor je aktuální, stejně jako porovnání nákladů při zahrnutí uplatňovaných opatření.

2 METODICKÁ DOPORUČENÍ KE SNÍŽENÍ RIZIKA NEDOSTATKU VODY PŘI PĚSTOVÁNÍ BRAMBOR V PODMÍNKÁCH SUCHA A VÝKYVŮ POČASÍ

Hospodaření s vodou se v současnosti stává častěji zmiňovaným tématem v běžném životě každého z nás. V důsledku adaptace na klimatické změny jsme nuceni jako společnost přicházet s novými technologiemi, kterými dokážeme provádět udržitelné vodní hospodářství a zmírňovat extrémy v podobě sucha a povodní. Vláda schválila v červenci r.2017 **Koncepci na ochranu před následky sucha pro území ČR** (zdroj MZe ČR). Ministerstvo zemědělství ČR (MZe ČR) například otevřelo program na budování závlah na polích a v sadech. To je, ale pouze část rozsáhlého systému opatření proti suchu. Závlahy postřikem u raných brambor využívají zejména a převážně zemědělci v Polabí, které patří mezi suché oblasti, avšak s poměrně dobrou dostupností závlahové vody z řeky. Dopady sucha však dnes mohou ohrozit výnosy brambor i na Vysočině a dalších výrobních oblastech. Zadržet vodu v krajině, účelně s ní hospodařit a přivést ji tam, kde je nejvíc potřeba, to je úkolem systémů opatření a podpor Ministerstva zemědělství. Zemědělství poskytuje možnosti realizace adaptace na změnu klimatu zejména pomocí technologií zpracování půdy a závlah. Dostatek a nedostatek srážek, stejně tak jako povodně a sucha jsou z hlediska vody dvě strany stejné mince. Od dubna 2016 - do konce roku 2018 byly na Vysočině u Havlíčkova Brodu středisko VÚB, s.r.o. na středisku Valečov a jižní Moravě Žabčicích založeny polní pokusy a poloprovozní pokusy s technologií kapkové závlahy jako možné řešení k zajištění úspor vody a omezení ztráty vody v půdě při pěstování brambor v suchém období. Z meteorologické stanice v těsné blízkosti pokusných pozemků byla zjištěna historická data srážek za období 1986-2018. Cílem založených polních pokusů bylo zjistit, jak množství vody ovlivní výnosy brambor a jaký vliv mají agrotechnika a technologie zpracování, přípravy půdy a hnojení na úsporu vody a výnosový potenciál brambor v období sucha. Podle dosavadních výzkumných

poznatků přirozená eroze půdy v přírodě probíhá pozvolně zatím bez výrazných škodlivých důsledků pro krajinu. Urychluje se však nešetrnými způsoby hospodaření bez přizpůsobení se daným půdním i povětrnostním podmínkám a svažitosti pozemků. Je proto důležité doporučit jak zadržet vodu v půdě a ochránit půdu před erozí v různých pěstebních a půdních podmínkách. Přispět k tomuto při pěstování brambor by měly dále uvedené výsledky polních měření z pokusných a poloprovozních ploch prováděných při řešení projektu.

2.1 Úvod

Hlavní příčiny vzniku sucha v českých zemích v posledním období popsal a uvádí Brázdil et al. (2015).

Pro české země platí následující závěry:

- pohyb ve struktuře využití ploch ovlivnil množství vody v krajině a rychlost jejího odtoku,
- došlo ke změnám v říčních nivách významných toků, pro zástavbu se prováděly meliorace zamokřených území, snížila se rozlohy lužních lesů, výstavbou vodních nádrží k energetickým a rekreačním účelům a překotnou výstavbou rekreační objektů a infrastruktury,
- došlo k zásadní proměně a struktuře společnosti a krajiny vlivem ekonomických a politických sil,
- zásadní vliv mají celospolečenské požadavky urbanizované postmoderní společnosti,
- požadavky na nové funkce krajiny vedly k formování větších územních celků,
- typologických regionů, podobné struktury ploch a jejího dlouhodobého vývoje,
- regiony vzniklé jako shluky podobné struktury ploch (např. městské zástavby suburbií, intenzity zemědělství nížin, horských rekreačních oblastí aj.) mají odlišné dopady na zadržování vody v krajině a intenzitu jejího odtoku,
- vzniklo i několik typů regionů kde došlo k významnému zlepšení ekologického stavu posuzovaného strukturou ploch (nárůst TTP v horských a podhorských oblastech a lesních ploch),
- problémem jsou nížiny kde se střetává intenzivní zemědělství s funkcí obytnou, dopravní, průmyslově výrobní, ekologickou a další, spojené s vytvářením nepropustných povrchů na dříve velmi úrodné půdě.

Současná politika multifunkční krajiny by měla být specificky upravována s ohledem na typologické regiony ČR zformované v uplynulých dvou stoletích.

Zejména by měla být zákonem opětovně striktně chráněna velmi úrodná zemědělská půda v nížinných oblastech.

V souvislosti se stále se prohlubujícím střídáním sucha a záplav a zvyšující se průměrné teplotě i v evropských klimatických podmínkách nabývá na významu výzkum závlahových opatření i u polních plodin. Významným problémem zemědělství je zhoršující se stav půdy a následně nebezpečí poklesu půdní úrodnosti. Hlavní rizikové faktory jsou eroze půdy, zhutnění půdy, narušení půdní struktury a změny vláhového režimu půdy a nízká retenční schopnost vody v krajině. Účelné hospodaření s vodou, zadržování vody v krajině a přivést ji tam, kde je potřeba, to je úkolem systémů opatření a podpor i českého Ministerstva zemědělství. Vláda ČR v květnu 2016 schválila Ministerstvu zemědělství ČR přípravu souboru 12 dotačních programů týkajících se hospodaření s vodou, které jsou postupně otevírány. Předpokládaný rozsah těchto programů činí do roku 2021 v přímých dotacích 13,6 miliardy korun, další 4,3 miliardy korun představuje spoluúčast žadatelů. Ministerstvo zemědělství otevřelo program na budování závlah na polích a v sadech. To je jen jedna součást rozsáhlého systému opatření boje proti suchu. Dopady sucha ohrožují výnosy okopanin, píce, kukuřice, ovoce, révy vinné, řepky i obilnin. Součástí opatření MZe ČR je i poskytnutí podpory na řešení výzkumných projektů. Jedním z nich byl i tříletý projekt **MZe ČR NAZV**

„QJ1610020 - Nové poznatky pro ekonomicky a ekologicky efektivní produkci brambor v podmínkách sucha a výkyvů počasí vedoucí k dlouhodobě udržitelnému systému hospodaření na půdě v oblastech pěstování brambor“ vedeném Výzkumným ústavem bramborářským (VÚB, s.r.o.) H. Brod. Technická část tříletého projektu byla řešena ve Výzkumném ústavu zemědělské techniky (VÚZT, v.v.i.) Praha 6–Ruzyně. Výsledky výzkumného řešení agrotechnické části projektu jsou uvedeny i v této metodice.

V Evropské Unii se věnuje výzkumu problematiky efektivního využití vody také velká pozornost. Ze všech výsledků pokusů v zahraničí vyplývá, že závlahy jsou přínosné, jak pro pěstování tak i ve zvýšení výnosů brambor. Sníží se možnost poškození mrazem a minimalizuje se riziko infekce např. strupovitosti, zvyšuje se počet hlíz pod trsem, a zlepšuje se vyrovnanost a hmotnost. Výzkumní pracovníci, poradci i pěstitelé počítají s kapkovou závlahou jako s pojistkou v suchém vegetačním období. V roce 2015 s obrovským nedostatkem deště na mnoha místech během měsíců června a července, byly rozdíly ve výnosech. V závěrech zahraničního výzkumu se poukazuje na vylepšení celkové technologie závlah. Závlahová zařízení která obvykle vychází ze skleníkového zemědělství, potřebují zejména úpravy pro pěstování na poli. Nejdůležitější je, že technika by měla být levnější a jednodušší, konstatují výzkumníci i pěstitelé, kteří jsou zapojeni do pokusného ověřování zejména na zdroje vody úspornější kapkové závlahy oproti jiným technologiím závlah např. rozstříkem, přeronom apod. Instalace kapkové závlahy je úkol zejména pro dodavatele závlah jak se shodují výzkumníci i pěstitelé. Zejména drobní pěstitelé nemohou potřebné práce stihnout v krátké době potřebné pro založení porostů. Závlahové hadice by měli být umístěny na větší pracovní šířce, čímž by se snížil počet stop a jízd na poli. Pro instalaci závlahy jsou potřebné další pracovníci po dobu až 30 dnů, protože toto je doba, po kterou trvají práce při použití současných technologií. Závlahové trubky musí být před sklizní zase odstraněny. Dalším problémem, který je třeba vyřešit, je maximální délka potrubí. Podle názoru uživatelů v Holandsku jsou pro kapkové závlahy vhodnější menší pozemky než velké. Na písčitéch půdách existuje několik dalších problémů, které je nutno řešit, jako je například vysoký obsah železa v podzemních vodách. Na naplavené jílovité půdě je to problém zlepšení skladování čerstvé vody. Ze závěrů všech stávajících zahraničních projektů však vyplývá, že je zapotřebí ve výzkumu a nových aplikacích závlah pokračovat. Nedostatek vody u brambor, který následuje po začátku tvorby hlíz může podle dosavadních vědeckých poznatků snížit výnos tržních brambor na 70-90 % nebo dokonce až na 50 %. (Hanse, 2016) Závlahový kapkový systém je dosti nákladný a z tohoto důvodu, je udržování výměry s kapkovou závlahou limitováno. Pro širší uplatnění kapkové závlahy stále existuje i několik problémů, které je třeba odstranit, přestože jsou významné přínosy pro pěstování. Například, kapkové závlahy poskytují mnohem rovnoměrnější rozložení vody než zavlažování klasickými hydraulickými závlahovými postřikovači. pozitivním aspektem kapkové závlahy je, že teplota půdy a rostlin může být řízena, aby nebyla příliš nízká ani příliš vysoká. Mohou se někdy projevit škody v důsledku pozdního nočního mrazu. Teplá závlahová voda v půdě uchovává teplotu půdy, rostlin a okolní teplotu nad nulou. V létě je pak opačný efekt. Teplota půdy nestoupá v horkém počasí příliš vysoko, čímž se snižuje možnost sekundárního růstu hlíz. Výhodná je možnost aplikace hnojiv prostřednictvím závlahy. V případě potřeby zvláštní dávky draslíku a vápníku, to lze snadno realizovat bez přejezdů po půdě. Další výhodou je, že dochází méně k vyplavování hnojiv, protože se jich dává méně. Minerální látky se aplikují do blízkosti kořenů rostlin, což vede k minimálním ztrátám. To znamená, že se téměř žádné hnojivo nevyplavuje do povrchových vod. Z tohoto důvodu mají také vodoprávní úřady velký zájem o zkušenosti s kapkovými závlahami a hnojivou závlahou. Mezi diskutované problémy pěstitelů brambor jsou však náklady na kapkové závlahy.

2.2 Obecná doporučení pro pěstování brambor v podmínkách sucha a výkyvů počasí

Spojení na vodu úsporných **technologií kapkové závlahy a technologií hrázkování a důlkování** zachycující srážkové vody, představuje při pěstování brambor a dalších širokořádkových plodin doporučený nový směr technologického vývoje. Uvedenými technologiemi lze zajistit udržitelný výnos plodin i při deficitu srážek a zároveň podpořit zásobování povrchových a podpovrchových vod v dlouhodobém měřítku.

Funkční závlahové systémy v České republice zaujímají 1,8 % orné půdy. Inventarizaci závlahových systémů provádí postupně Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy v Praze-Zbraslavi, který spravuje mapový Informační systém melioračních staveb (meliorace.vumop.cz). V budoucnu lze očekávat vzrůst podílu závlahových systémů, které umožní překlenout období sucha, avšak problémem bude zajištění dostatečného zdroje vody pro závlahu.

Nové technologie **hrázkování a důlkování při pěstování širokořádkových plodin** snižují množství povrchového odtoku, podporují zvýšení objemu zdrojů vody pro závlahu, zvyšují zadržení vody v krajině a oddalují a snižují aplikaci závlahové dávky. Plodiny pěstované v řádcích s velkou roztečí jsou nejnáchylnější k vodní erozi půdy a představují 17 % osevních ploch v České republice. Technologiemi hrázkování a důlkování lze výrazně snížit erozi a smyv půdy, která zanášá vodní nádrže a redukuje objem vody, která je potom využitelná pro závlahu. Doporučenou technologií zejména **kapkové závlahy** můžeme využít tuto vodu co nejefektivněji a snížit významně spotřebu vody, která je využívána pro závlahu. Při využití technologií hrázkování a důlkování by se neměly opomíjet i stopy kol traktoru, ve kterých je podle dosavadních poznatků množství povrchového odtoku vody a eroze půdy o dost vyšší oproti variantě mimo stop. Technologické postupy **kapkové závlahy, hrázkování a důlkování** při pěstování brambor jsou jedním z doporučených a v současnosti použitelných řešení, jak podpořit udržitelnost vodních zdrojů pro pěstování na vodu tak náročných plodin jako jsou brambory v našem zemědělství. Zajistit si tak dostatečný nebo i zvýšený výnos v období s deficitem srážek a zvyšovat zadržení vody v krajině.

MZe ČR definuje standardy „Dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy“ (**DZES**) na základě rámce stanoveného v příloze č. II. nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1306/2013, jež obsahuje tematické okruhy: voda, půda a zásoby uhlíku, krajina, minimální úroveň péče o půdu. Tyto standardy podmiňují zpracování půdy a zakládání porostů vybraných hlavních plodin na erozně ohrožených půdách ve shodě s ochranou životního prostředí. Definovaná doporučení v tomto materiálu jsou velmi mírná. Slouží však jako ekonomický nástroj pro čerpání finančních dotací. Nejsou však povinností zemědělských podnikatelů. Snížení výše nebo nevyplacení dotace nenahrazuje správní pokutu ani jakoukoli jinou sankci, která může být udělena dozorovou organizací nebo soudem za porušení národních právních předpisů. Podmínky standardů dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy platné v ČR jsou stanoveny nařízením vlády č. 309/2014 Sb., o stanovení důsledků porušení podmíněnosti poskytování některých zemědělských podpor. Erozní ohroženost půd ČR vodní erozí, jednotlivých půdních bloků, je pro potřeby DZES 5 definovaná v evidenci půdy LPIS jako podkladová vrstva. Na základě této mapové vrstvy probíhá vyhodnocení erozní ohroženosti na každém dílu půdního bloku (DPB). Vrstva erozní ohroženosti v LPIS je rozdělena na stupně:

1. silné erozní ohrožení půd (zkratka SEO),
2. mírné erozní ohrožení půd (zkratka MEO),
3. erozně neohrožené půdy.

Na půdních blocích zařazených do SEO se nesmí pěstovat vyjmenované erozně nebezpečné plodiny – kukuřice, **brambory**, řepa, bob setý, sója, slunečnice a čirok. Ostatní, obilniny a řepka se zde mohou pěstovat s uplatněním obecných půdoochranných technologií pro silně ohrožené plochy. Na **MEO plochách** se mohou erozně nebezpečné plodiny například i brambory pěstovat s uplatněním obecných půdoochranných a nebo specifických technologií.

Vhodných variant postupů pro pěstování plodin na půdě s definovaným stupněm erozního ohrožení je velké množství. V metodice proto uplatňujeme jen modely s postupy uplatňující „obecné“ půdoochranné technologie (standardy DZES 4 a DZES 5, omezeně DZES 6) a neuplatňujeme „specifická“ opatření, která se váží na konkrétní terénní a provozní podmínky. Obecná doporučení **MZe ČR** jsou v tabulce Tab. 1.

Tab. 1 Zásady obecných půdoochranných technologií pěstování plodin v podmínkách ohrožených vodní erozí podle MZe ČR

| Standard | Doporučení pro omezení vodní eroze | |
|----------|--|--|
| DZES 4 | Minimální pokryv půdy DPB (díl půdního bloku) s průměrnou sklonitostí vyšší než 5 stupňů a kulturou standardní orná půda | po sklizni založení porostu ozimé plodiny |
| | | ponechání strniště do založení jarní plodiny |
| | | podmítka do založení jarní plodiny s min. pokryvností půdy 30 % |
| | | setí meziplodin do 20. září a ponechání nejméně do 31. října |
| DZES 5 | SEO půda | nebudou se pěstovat erozně nebezpečné plodiny - kukuřice, brambory , řepa, bob setý, sója, slunečnice a čirok |
| | | porosty obilnin a řepky olejné na takto označené ploše budou zakládány s využitím půdoochranných technologií |
| | v případě obilnin nemusí být dodržena podmínka půdoochranných technologií pouze v případě, že budou pěstovány s podsevem jetelovin, travních nebo jetelotravních směsí | |
| | MEO půda | erozně nebezpečné plodiny kukuřice, brambory , řepa, bob setý, sója, slunečnice a čirok budou zakládány pouze s využitím půdoochranných technologií |
| DZES 6 | SEO, MEO půda | orba se zapravením statkových nebo organických hnojiv na 20 % výměry orné půdy se pravidelně aplikují statková nebo organická hnojiva v minimální dávce 25 t/ha (pro zapravování posklizňových zbytků není určena minimální dávka) |

Podle posledních informací MZe ČR se principy protierozní ochrany půdy v budoucnu budou muset řídit všichni, kteří na půdě hospodaří, a to bez ohledu na to, zda jsou či nejsou příjemci dotací. Navrhuje to protierozní vyhláška, na jejíž finalizaci v současnosti Ministerstvo zemědělství (MZe ČR) úzce spolupracuje s Ministerstvem životního prostředí (MŽP ČR ČR). MZe ČR také od ledna 2019 zpřísní pravidla pro hospodaření na erozně ohrožených pozemcích.

Vyplácení plné výše zemědělských dotací je proto podmíněno dodržováním povinných požadavků na hospodaření a standardů Dobrého zemědělského a environmentálního stavu (DZES) půdy. Zemědělské hospodaření v souladu s těmito podmínkami zajišťuje mj. ochranu všech složek životního prostředí, zvláště pak půdy a vody.

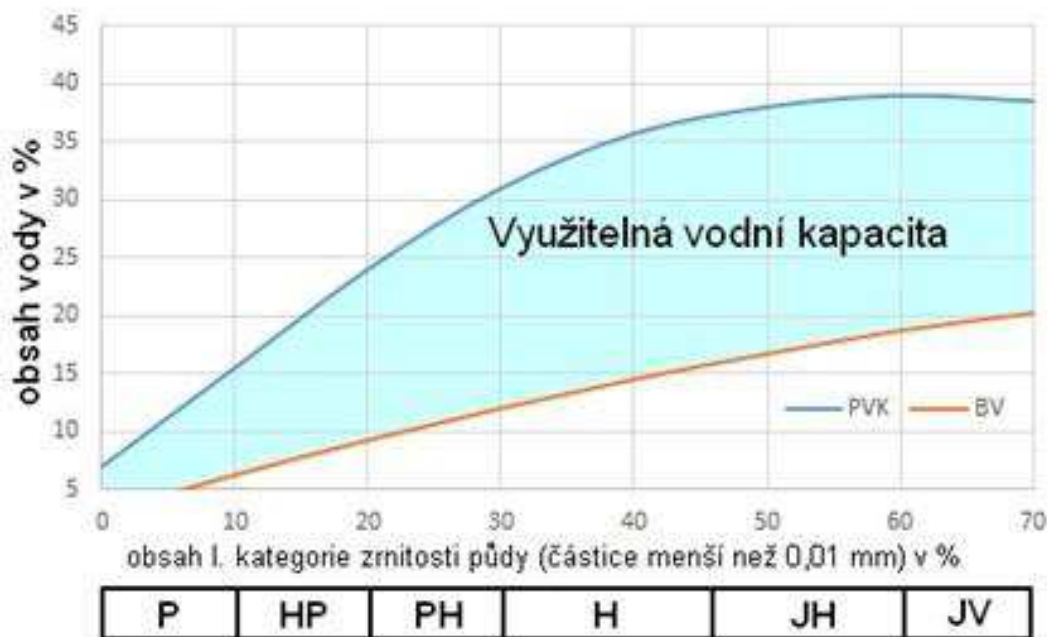
Na protierozní ochranu půdy je zaměřen především standard DZES 5, který stanovuje podmínky pro pěstování vybraných plodin na půdách ohrožených erozí. Pěstování některých erozně nebezpečných plodin, například kukuřice, brambory na nejohroženějších půdách dokonce zcela zakazuje.

2.3 Agrotechnické a fyzikální půdní podmínky, pracovní postupy a stroje pro založení porostů brambor s kapkovou závlahou na polních pokusech a poloprovozním ověřování (VÚZT, v.v.i. Praha, VÚB, s.r.o. H. Brod)

2.3.1 Teoretické využití vodní kapacity na různých druzích půd při pěstování brambor (VÚB s.r.o.H. Brod Ing. Svobodová A.)

Využitelná vodní kapacita půd (**VVK**, % obj.) určuje největší možné množství vody, které je plodina schopna odčerpát z půdy nasycené na polní vodní kapacitu (**PVK**, % obj.), někdy definované jako retenční vodní kapacita (Haberle et al., 2015). Polní vodní kapacita (**PVK**) je základním půdním hydrolimitem, který bývá často definován jako množství vody, které je půda schopna dlouhodobě zadržet (Rožnovský a Litschman, 2015). Voda, která je vázána v půdě příliš velkou silou je pro kořeny rostlin nepřístupná. Obsah vody na této úrovni se označuje jako **bod vadnutí (BV, % obj.)**. **VVK** se tedy vypočte jako prostý rozdíl nejvyšší a nejnižší hodnoty dostupné vody, **VVK = PVK – BV**. **Toto je znázorněno na grafu (Obr. 1).**

Hodnota **PVK a BV**, tedy i **VVK** pro danou půdu závisí silně na zrnitostním složení půdy, zvláště obsahu nejmenších částic, jílu. Toho využívají tzv. pedotrasferové funkce, které umožňují vypočítat tyto základní hydrolimity (**PVK, BV**) nebo přímo **VVK** na základě zrnitostního složení půdy, případně i s pomocí dalších údajů, především obsahu organické hmoty (Vlček et al. 2013, 2014).



Obr. 1 Znárodnění dostupnosti vody při různém podílu jílnatých částic v půdě na různých druzích půdy podle ČSN 46 5302. Zdroj: Haberle et al. 2015
 Legenda – druh půdy: P – písčítá, HP – hlinitopísčítá, PH – písčitohlinitá, H – hlinitá, JH – jílovitohlinitá, JV – jílovitá

2.3.2 Polní a poloprovozní pokusy s kapkovou závlahou (VÚB, s.r.o. H. Brod)

2.3.2.1 Založení a vedení polních a poloprovozních pokusů s kapkovou závlahou (VÚB, s.r.o. H. Brod, Ing. Kasal)

Při řešení projektu se vycházelo z hypotézy, že přesným měřením agrotechnických a půdních fyzikálních podmínek se dosáhne optimálního řízení vodního režimu v půdě. Bylo postupováno v časovém rámci založených polních pokusů s kapkovou závlahou **VÚB, s.r.o. H. Brod na Valečově** a poloprovozního pokusu s kapkovou závlahou v zemědělském podniku **Agro Posázaví Okrouhlice na lokalitě Vadín**. Pokusné lokality v rámci České republiky na Vysočině jsou znázorněny na obrázku (Obr. 2). Byly stanoveny metody a postupy měření půdních fyzikálních podmínek v záhonech brambor s monitoringem povětrnostních podmínek založení pokusů.

Na lokalitě Valečov byly opakovaně v letech 2016-2018 založeny přesné polní pokusy s **kapkovou závlahou viz schéma** (Obr. 3) **instalovanou firmou Agrofim s.r.o.** (Tab. 2). K výsadbě byly použity dvě odrůdy s rozdílnou délkou vegetační doby – raná odrůda Monika a poloraná odrůda Jolana. Na obou stanovištích bylo ve čtyřech opakováních a u každé odrůdy založeno 8 variant zavlažování v kombinaci s hnojením N. Vlhkost půdy byla měřena u každé varianty zavlažování samostatně **vlhkostním čidlem VIRRIB** (Obr. 4). Konkrétní vlhkost, při které došlo k automatickému spuštění závlahy, byla spočítána z hodnot využitelné vodní kapacity a bodu vadnutí na základě stanovení půdních hydrolimitů na dané lokalitě. Závlahová dávka byla stanovena jednotně na 10 mm. Hnojení N v průběhu vegetace přes závlahu bylo provedeno za použití hnojiva YaraLiva Calcinit ve čtyřech závlahových dávkách. Hnojení přes závlahy bylo provedeno v období prodlužovacího růstu porostu. Hnojení přes závlahu bylo provedeno pomocí zařízení Dosatron D3, které přimíchává roztok hnojiva k závlahové vodě dle nastavené koncentrace. U nezavlažované varianty s hnojením

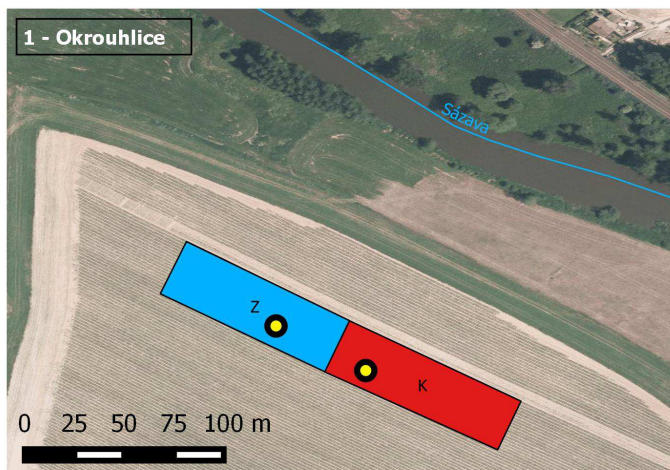
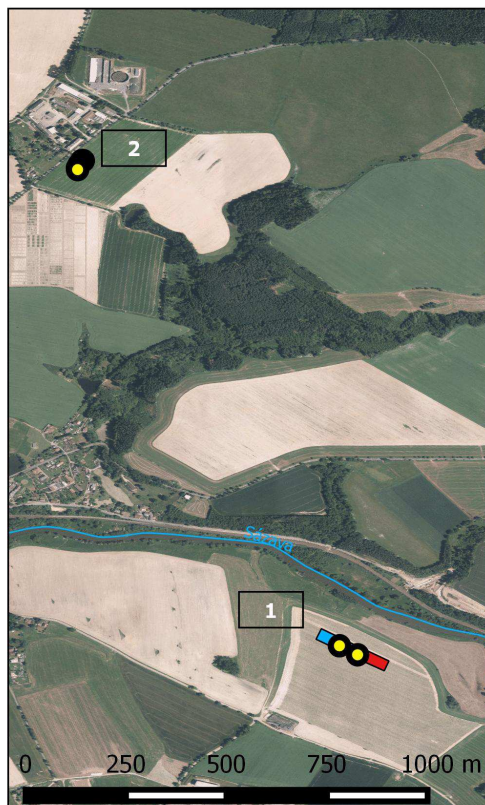
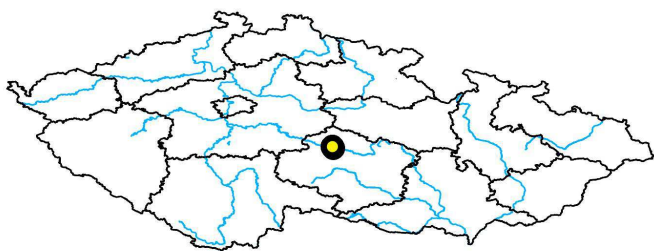
v průběhu vegetace byla dávka N dodána ve stejném hnojivu jednorázově jeho rozmetáním na povrch půdy.

Vybudován byl poloprovozní pokus závlahy na pozemku zemědělského podniku AGRO Posázaví a.s. Okrouhlice v lokalitě Vadín. Znázornění v mapě a schéma pokusu jsou uvedeny na (Obr. 2). Na tomto pozemku byl založen pokus o ploše cca 1,5 ha. Polovina pokusné plochy byla zavlažovaná a polovina bez závlahy. V roce 2016 byly do pokusu byly zařazeny dvě polorané odrůdy, Antonia a Soraya, v roce 2017 a 2018 další raná odrůda Gala. Pokus byl založen v podmínkách technologie odkameňování. Zavlažovací kapkovací hadice byly na pokusnou plochu instalovány po sázení. Systém závlahy je pro účely pokusu založen na čerpání vody z řeky Sázavy za pomoci benzínového čerpadla. Vlhkost půdy byla kontinuálně měřena za pomoci čidel **Virrib**. Závlaha byla provedena při poklesu vlhkosti půdy na 15 %, což odpovídá 60 % VVK. Sklizňová plocha každé varianty byla 300 m². Hlízy z každé varianty byly ihned po sklizni zváženy a přepočtem byl stanoven výnos hlíz v t/ha. Dále byl proveden posklizňový rozbor, při kterém bylo stanoveno velikostní složení hlíz, obsah škrobu a výnos škrobu.

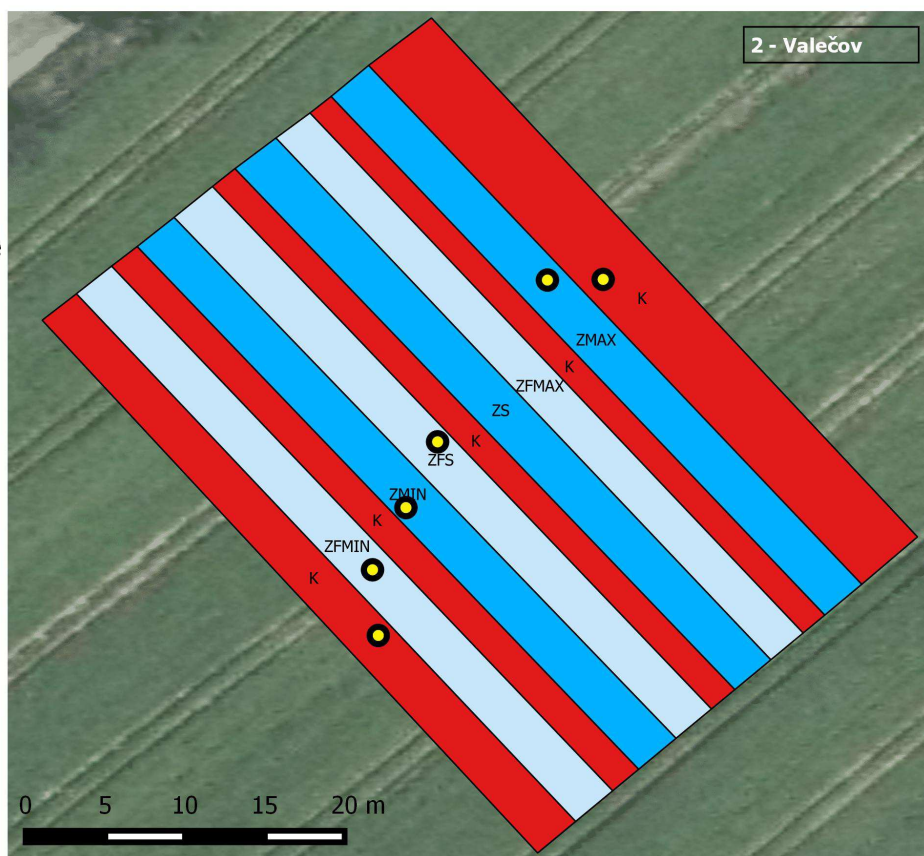
Tab. 2 Varianty polních pokusů s kapkovou závlahou a přihnojením.

| Varianty polního pokusu s kapkovou závlahou a fertigací (Žabčice, Valečov, 2016-2018) Varianta č. | Závlaha při vlhkosti půdy | Hnojení N před výsadbou kg/ha | Hnojení N přes závlahy kg/ha |
|--|----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Bez závlahy | 120 | - |
| 2 | 60 % VVK | 120 | - |
| 3 | 65 % VVK | 120 | - |
| 4 | 70 % VVK | 120 | - |
| 5 | Bez závlahy | 60 | 60 |
| 6 | 60 % VVK | 60 | 60 |
| 7 | 65 % VVK | 60 | 60 |
| 8 | 70 % VVK | 60 | 60 |

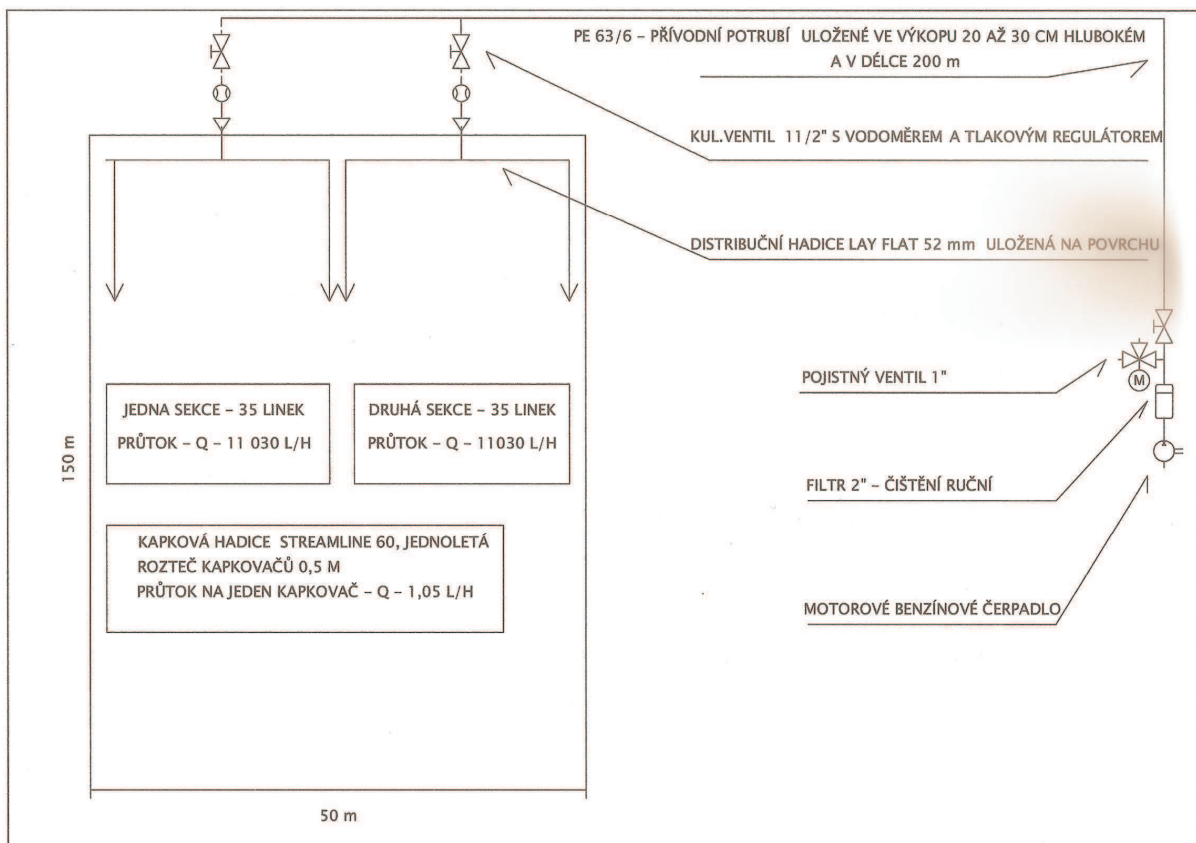
Pokusné lokality Valečov a Okrouhlice v rámci České republiky



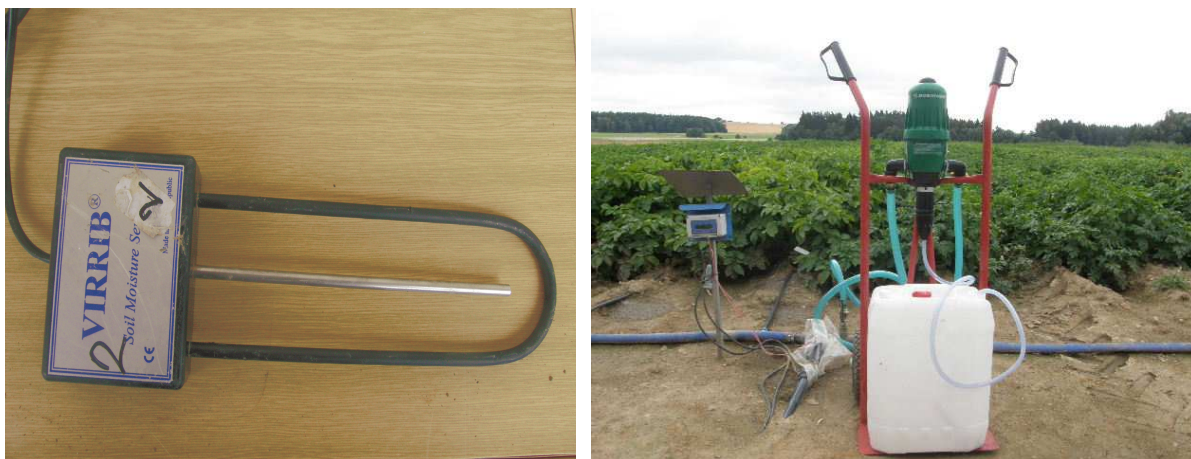
- Čidla
- Varianty závlahy
- Bez závlahy
- Závlaha
- Závlaha+Fertigace



Obr. 2 Schéma pokusné lokality s kapkovou závlahou ve VÚB, s.r.o. H. Brod – Valečov a poloprovozního pokusu Agro Posázaví Okrouhlice – Vadín v r.2016-2018



Obr. 3 Schéma instalace kapkové závlahy Agrofim na polním pokusu Okrouhlice – Vadín



Obr. 4 Čidlo pro řízení závlahy VIRRIB a zařízení pro fertigaci .

2.3.2.2 Výsledky výnosových měření na polních a poloprovozních pokusech s kapkovou závlahou a bez závlahy (VÚB s.r.o. H. Brod – Ing. Kasal)

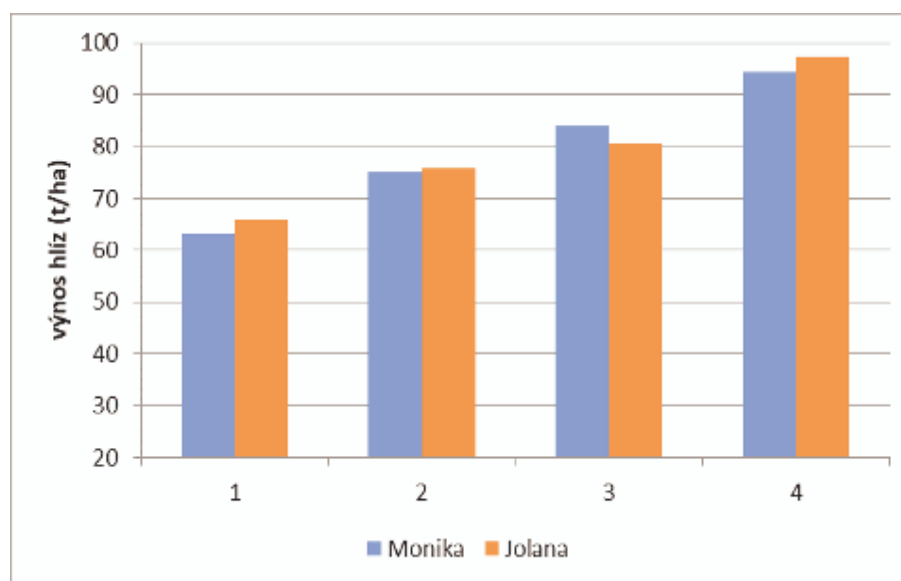
Výnosy hlíz byly statisticky průkazně vyšší u variant se závlahou v porovnání s nezavlažovanými variantami a to na obou sledovaných lokalitách. Na lokalitě Valečov se u obou odrůd výnos zvyšoval s množstvím dodané závlahové vody.

Množství vody dodané závlahou bylo v jednotlivých letech závislé na průběhu vláhových podmínek ročníku. Skutečná množství vody použitá pro jednotlivé varianty jsou uvedeny v tabulce (Tab. 3). Výnosové výsledky obou odrůd jsou uvedeny v grafech (Obr. 5-7) (pro varianty 1-4). V podmínkách přesného polního pokusu se jedná o výnos zjištěný

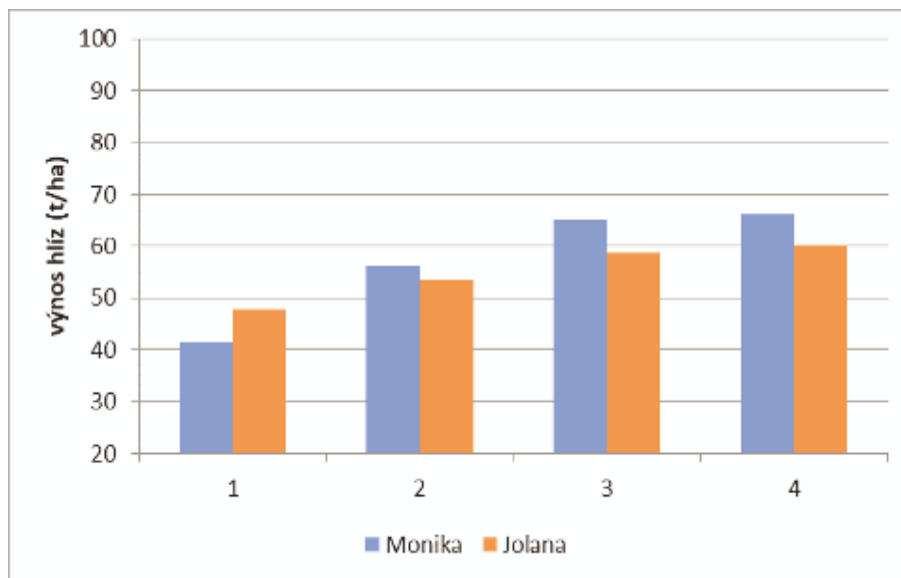
z přesného počtu rostlin na pokusné parcele, který je pak přepočítán na plochu jednoho hektaru. Z výsledků je patrné, že všechny úrovně kapkové závlahy zvýšily výnos hlíz. Nejvyšší výnosová úroveň byla v roce 2016, kdy se výnos hlíz na nezavlažovaných variantách pohyboval na úrovni 63,2 t/ha (Monika) a 66,0 t/ha (Jolana). V tomto roce bylo nejvyšší zvýšení výnosu hlíz u odrůdy Monika na nejintenzivněji zavlažované variantě o 49 % (94,3 t/ha). V následujícím roce byla výnosová úroveň nižší (41,5 t/ha u odrůdy Monika a 48 t/ha u odrůdy Jolana na nezavlažované variantě). Zvýšení výnosu kapkovou závlahou bylo vyšší u odrůdy Monika, až 59 %, zatímco u odrůdy Jolana byl výnos zvýšen maximálně o 26 %. V roce 2018 byl u velmi rané odrůdy Monika výnos na nezavlažované variantě srovnatelný s rokem 2017 (42,8 t/ha), zatímco u polorané odrůdy Jolana byl výnos nejnižší ze všech třech sledovaných let (34,0 t/ha). V podmínkách roku 2018 však došlo k největšímu nárůstu výnosu při použití kapkové závlahy. Už u nejnižší intenzity závlahy (74 mm/vegetaci) byl vyšší výnos hlíz ve srovnání s nezavlažovanou variantou o více než 50 % u odrůdy Jolana. U nejvyšší intenzity, kdy bylo celkem za vegetaci dodáno 184 mm závlahy, byl u odrůdy Monika zvýšen výnos hlíz o 74 % a u odrůdy Jolana o 93 %.

Tab. 3 Množství vody dodané v kapkové závlaze za vegetaci (mm)

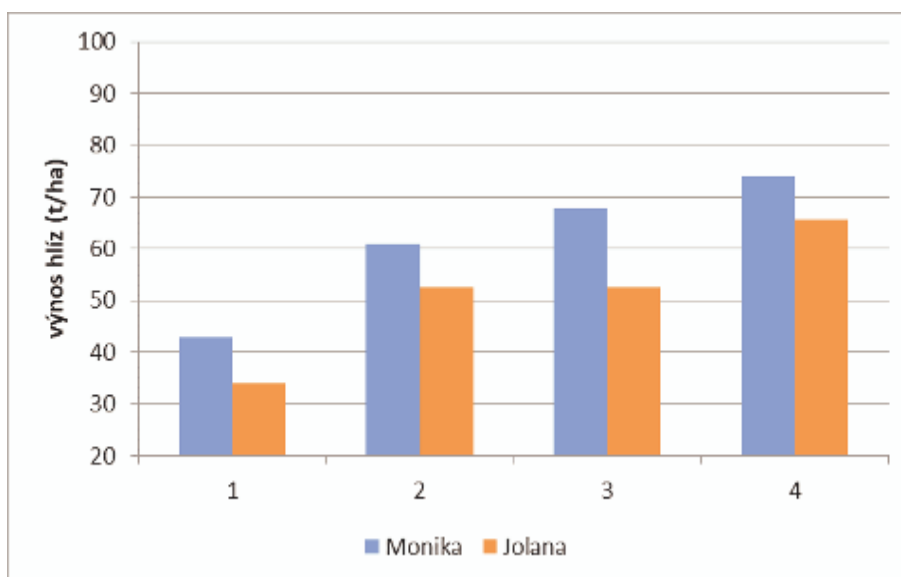
| Varianta | Druh závlahy | Množství vody za vegetaci (mm) | | |
|----------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|
| | | 2016 | 2017 | 2018 |
| 1 | bez závlahy | 0 | 0 | 0 |
| 2 | závlaha od 15 % půdní vlhkosti | 55 | 96 | 74 |
| 3 | závlaha od 20 % půdní vlhkosti | 99 | 135 | 130 |
| 4 | závlaha od 25 % půdní vlhkosti | 163 | 243 | 184 |



Obr. 5 Vliv variant kapkové závlahy na výnos hlíz v roce 2016



Obr. 6 Vliv variant kapkové závlahy na výnos hlíz v roce 2017



Obr. 7 Vliv variant kapkové závlahy na výnos hlíz v roce 2018

Hnojení před výsadbou porostů nebo přes závlahovou vodu v průběhu vegetace (varianty 5-7) nemělo u většiny variant na výnos hlíz významnější vliv. Mezi sebou byly porovnávány vždy jen varianty se stejnou intenzitou závlahy (Tab. 4). Statisticky průkazný rozdíl byl jen u nejnižší závlahové dávky u odrůdy Jolana, kdy výnos brambor hnojených přes závlahovou vodu byl průkazně vyšší než v případě aplikace celé dávky dusíku před výsadbou porostu.

V **poloprovozním pokusu** na lokalitě **Okrouhlice – Vadín** se prokázal výrazný vliv kapkové závlahy na výnos hlíz.

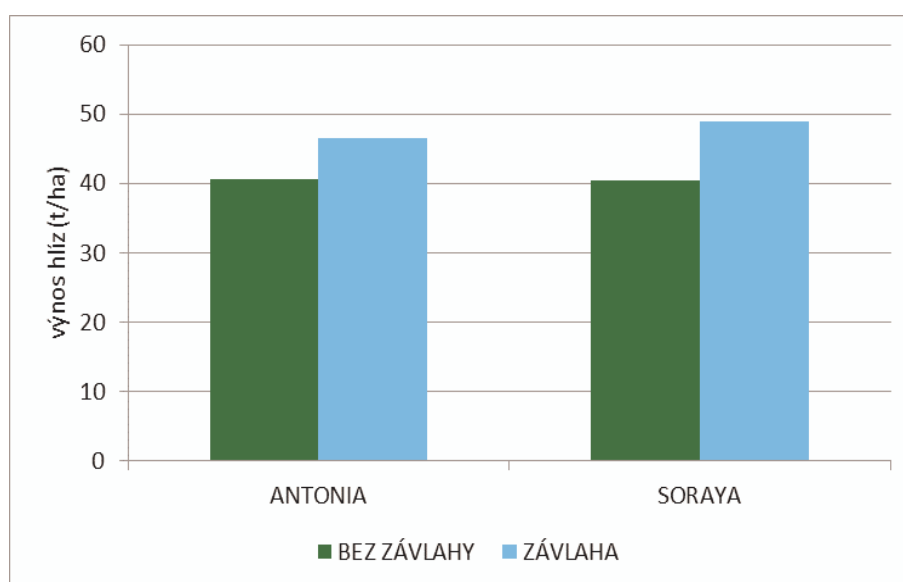
V roce 2016 se výnosová úroveň v pokusu pohybovala mezi 40 a 50 t/ha (Obr 8). U odrůdy Antonia byl na kontrolní nezavlažované variantě zjištěn výnos 40,63 t/ha a na variantě zavlažované 46,52 t/ha. Závlaha u této odrůdy zvýšila výnos hlíz o 14,5 %. U odrůdy Soraya byl výnos na nezavlažované varianty 40,51 t/ha a u varianty se závlahou 48,98 t/ha. V tomto případě byl závlahou výnos zvýšen o 20,1 %.

V roce 2017 se výnosová úroveň se v pokusu pohybovala mezi 38 a 59 t/ha (Obr. 9). U odrůdy Soraya byl výnos hlíz závlahou zvýšen ze 43,3 na 50,6 t/ha, což je o 16,9 %, u odrůdy Gala z 38,7 na 49,0 t/ha, tedy o 26,8 %. Nejvíce v podmínkách roku 2017 na závlahu reagovala odrůda Antonia, kde závlaha zvýšila výnos ze 42,6 na 59,1 t/ha, to je o 38,6 %.

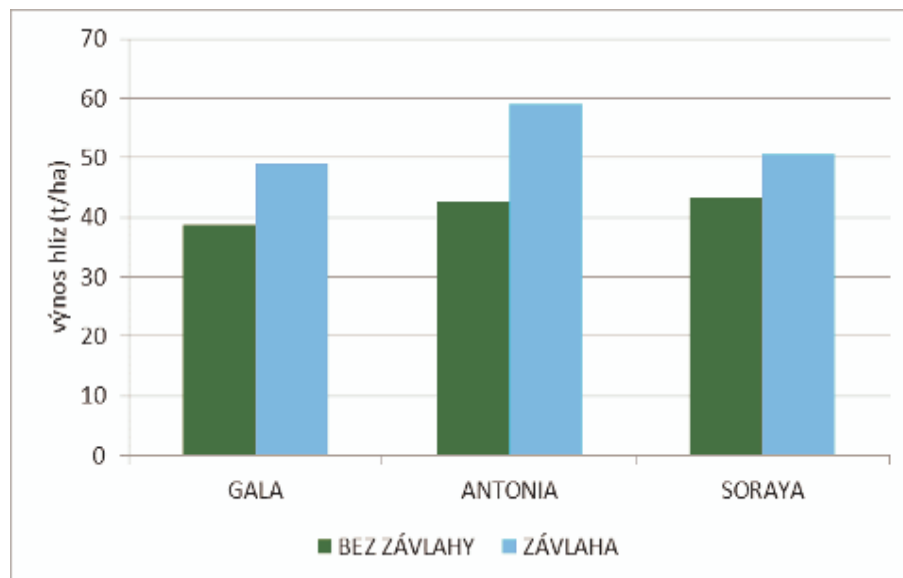
Rovněž v poloprovozním pokusu ovlivnilo použití kapkové závlahy výnos hlíz nejvýrazněji v roce 2018 (Obr. 10). U odrůdy Gala byl výnos zvýšen z 35,6 na 55,8 t/ha, což je o 57 %, u odrůdy Antonia z 24,5 na 42,8 t/ha, to je o 75 %. Nejvíce v podmínkách roku 2018 reagovala na kapkovou závlahu odrůda Soraya, u které byl zvýšen výnos z 24,8 na 47,5 t/ha, tedy o 91 %.

Tab. 4 Množství vody dodané v kapkové závlaze za vegetaci (mm)

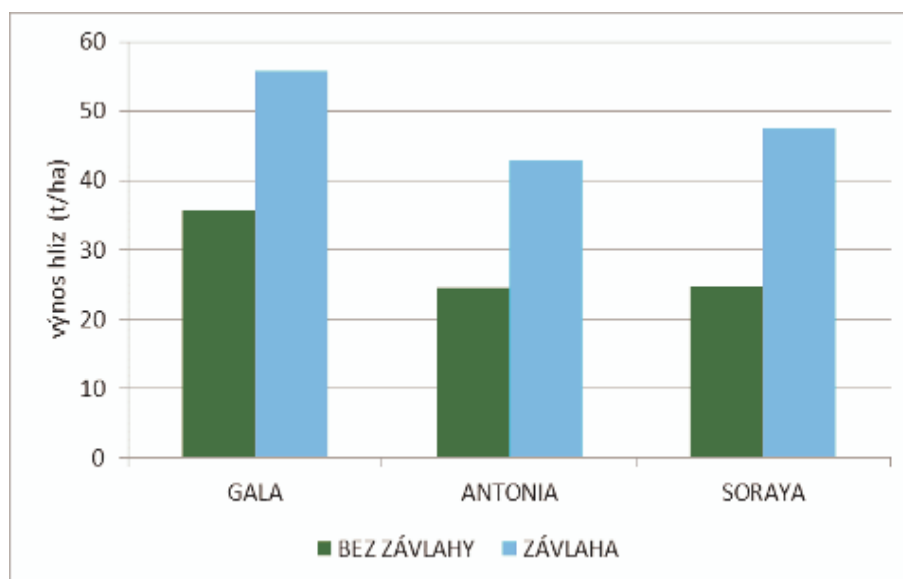
| Varianta | Druh závlahy | Množství vody za vegetaci (mm) | | |
|----------|-------------------------------|--------------------------------|------|------|
| | | 2016 | 2017 | 2018 |
| 1 | bez závlahy | 0 | 0 | 0 |
| 2 | závlaha od 15% půdní vlhkosti | 66 | 80 | 100 |



Obr. 8 Vliv variant kapkové závlahy v poloprovozním pokusu na výnos hlíz v roce 2016



Obr. 9 Vliv variant kapkové závlahy v poloprovozním pokusu na výnos hlíz v roce 2017



Obr. 10 Vliv variant kapkové závlahy v poloprovozním pokusu na výnos hlíz v roce 2018

2.3.3 Metodika průběžných měření půdních a fyzikálních podmínek na polních pokusech s kapkovou závlahou (VÚZT, v.v.i. Praha)

Pro kontrolní měření účinků instalované kapkové závlahy v půdě byla vypracována metodika měření půdních a fyzikálních podmínek, odběrů půdních vzorků na polních pokusech. Byly zjišťovány půdní podmínky a použité agrotechnické postupy přípravy půdy, pracovní operace, stroje a agrotechnické zásahy na založených pokusných pozemcích. Byla stanovena metoda měření půdních podmínek na polních pokusech. Agrotechnické a fyzikální podmínky, pracovní postupy přípravy půdy z hlediska strukturního stavu půdy bez nadměrné tvorby hrud půdy byly předmětem sledování v dalším roce během jarního období řešení tohoto dílčího cíle projektu. Průběžně (online) probíhalo měření půdní vlhkosti a teploty půdy v hrůbcích brambor v oblasti kořenového systému a teploty vzdušné během vegetačního období na obou pokusných lokalitách se závlahou. Výsledky z polních měření jsou formou tabulek a grafů uvedeny dále. Z nich by měly být stanoveny optimální vlhkosti půdy pro

zpracování a přípravu půdy tak, aby se záhony staly být kompaktní bez nadměrné tvorby hrud a byly strukturálně stabilní v různých půdních a klimatických podmínkách. Určeny by měly být i optimální podmínky (vlhkosti, teploty) jak z hlediska výnosů, spotřeby a ceny závlahové vody na pokusných lokalitách.

Na pokusných lokalitách byly po přípravě půdy před sázením a v průběhu vegetačního období odebrány směsné vzorky půdy sondovací tyčí z minimálně 3 míst parcel jednotlivých variant po třech opakováních na variantách pokusů se závlahou – Z, se závlahou a fertigací – ZF a kontrole bez závlahy – K. Směsné vzorky půdy byly rozděleny na dvě hloubky ornice a) 0-0,3 m a podorničí b) 0,3-0,6 m. Pro stanovení objemové hmotnosti půdy byly odebírány na pokusných lokalitách monolity do Kopeckého válečku o objemu 100 cm³. Pro stanovení hrudovitosti půdy po přípravě půdy podle pracovních postupů byly provedeny síťové rozborů půdy. Laboratorně byla zjištěna zrnitost a vypočtena objemová hmotnost půdy. Síťovým rozborom zjištěna hrudovitost půdy. Pro průběžné (online) měření půdní vlhkosti a teploty půdy v hrůbcích brambor v oblasti kořenového systému během vegetačního období na variantách pokusů byly použity **měřicí sondy TMS-3 firmy TOMST s.r.o. Praha**. Sonda měří teplotu ve 3 různých úrovních a vlhkosti půd. Jednotka je sestavena ze dvou částí. První částí se měří vlhkost a teplota, tato část může být vložena hluboko do půdy. Další částí je bateriový modul, stahování dat sondování a třetí je termografický měřič. Tyto dvě části jsou propojené kabely které jsou chráněné kabelovým chráničem. Model může být používán pro měření do hloubek až 2 m. Na základě výsledků půdních měření byly v tomto dílčím cíli porovnávány použité postupy přípravy a ošetřování půdy z hlediska průběhu využití vody (dané vlhkostí a teplotou půdy) a strukturou půdy při pěstování brambor.

2.3.3.1 Kontrolní měření a odběry půdních vzorků na polních pokusech

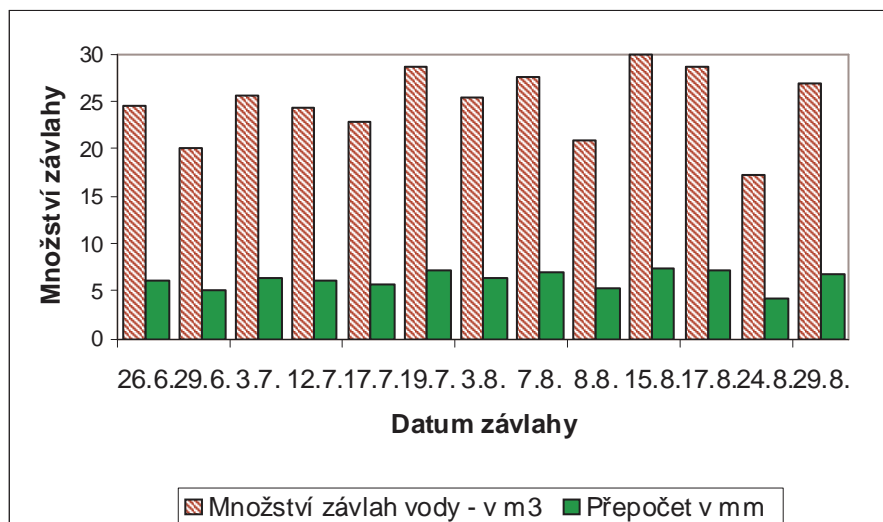
Byla vyznačena a zaměřena místa odběrů půdních vzorků a místa průběžného měření půdní vlhkosti a teploty půdy v hrůbcích brambor a vzdušné teploty na vybraných variantách založených pokusů během vegetačního období. Schéma lokalit prováděných měření jsou znázorněny na obrázku (Obr. 2). Na obou lokalitách byly rozmístěny v oblasti kořenového systému hlíz měřicí sondy TMS-3. Průběžně byly na obou pokusných lokalitách sledovány pomocí půdních čidel fy Tomst půdní vlhkost a teplota půdy, nainstalované v oblasti kořenového systému hlíz brambor. Měření půdních podmínek (teploty a vlhkosti půdy v hrůbcích) bylo zahájeno až po zasazení brambor během vegetace z důvodu pozdějšího zahájení řešení projektu v roce 2016 a opakováno v ostatních letech. Zakládání a zaměřování měřících sond TMS 3 do hrůbek brambor na pokusných lokalitách je znázorněno na obrázku (Obr. 3). V tomto období byly také odebírány půdní vzorky na strukturní stav půdy na pokusných lokalitách. Výsledky laboratorního vyhodnocení odebraných půdních vzorků jsou znázorněny na obrázcích (Obr. 5 a Obr. 6). Příklad průběhů půdních měření na lokalitě je znázorněn na grafu (Obr. 7).

2.3.3.2 Výsledky měření půdních podmínek během vegetačního období na polních pokusech s kapkovou závlahou

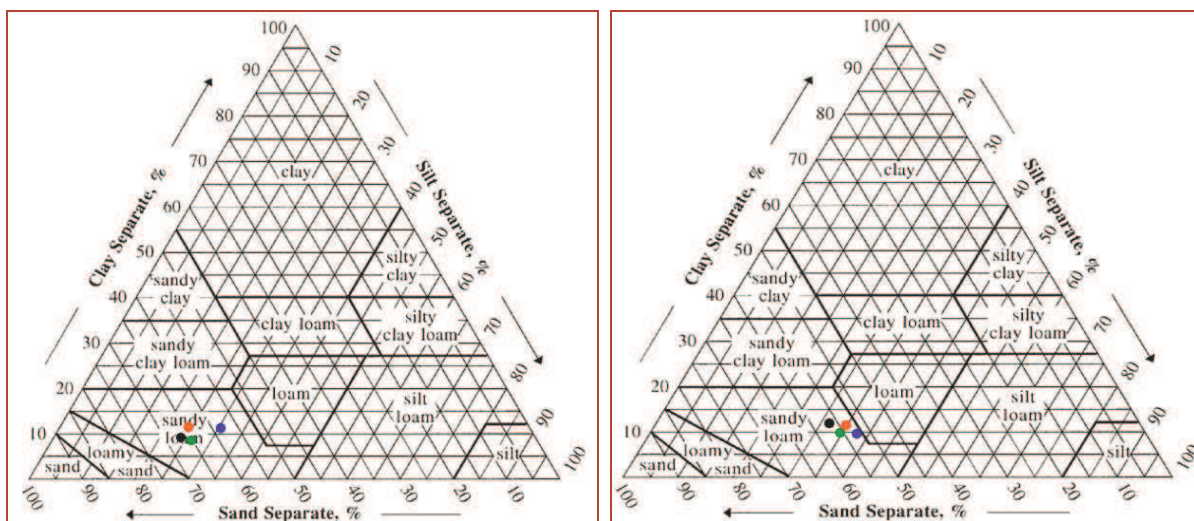
Poloprovozní pokus lokalita Okrouhlice – Vadín – zrnitostní poměry a bod vadnutí

Na lokalitě byly sondovací tyčí odebrány vzorky na zrnitostní složení půdy. Body různé barvy značí zrnitosti z jednotlivých odběrů. Půda byla na základě zrnitostního složení klasifikována jako **písčítá hlína (sandy loam)** podle poznatků z literatury (USDA, 2016). V hloubce 30-60 cm byla půda písčitéjší. V hloubce do 30 cm se zrnitostní složení blížilo hlíně (loam). Hranice vlhkosti, pod kterou již rostliny nedokážou čerpat vodu, je nazýván jako

bod vadnutí (wilting point). Hranice bodu vadnutí byla určena ze zrnitosti dle Tomaselly a Hodnetta (1998). Půdní typ byl klasifikován jako Kambizem dystrická (kambizem kyselá, Dystric cambisol (klasifikace WRB) (Němeček et al., 2001). Průběh množství dávek závlahy v m³ a jejich přepočet na mm ve srážce během vegetačního období je znázorněn na grafu (Obr. 11). Výsledky z měření zrnitosti a zrnitostního složení půdy na lokalitě jsou znázorněny na grafu a tabulce obrázku (Obr. 12a,b, Tab. 5).



Obr. 11 Množství dávek závlahy na poloprovodním pokusu s kapkovou závlahou Okrouhlice – Vadín



Obr. 12a Zrnitostní složení půdy v lokalitě Vadín, hloubka do 30 cm

Obr. 12b Zrnitostní složení půdy v lokalitě Vadín, hloubka 30-60 cm

Tab. 5 Hranice vlhkosti pro bod vadnutí na lokalitě Okrouhlice – Vadín – písmena označují anglické barvy jednotlivých vzorků zrnitosti (b – blue, B – black)

| Okrouhlice – Vadín | Hloubka do 30 cm | | | | Hloubka 30-60 cm | | | |
|--------------------|------------------|---------|---------|---------|------------------|--------|--------|--------|
| Bod vadnutí (%) | 10.99 r | 10.72 b | 10.25 g | 10.59 B | 9.21 r | 8.57 b | 8.34 g | 8.21 B |

Poloprovodní pokus lokalita Okrouhlice – Vadín – instalace čidel na monitoring teploty a vlhkosti

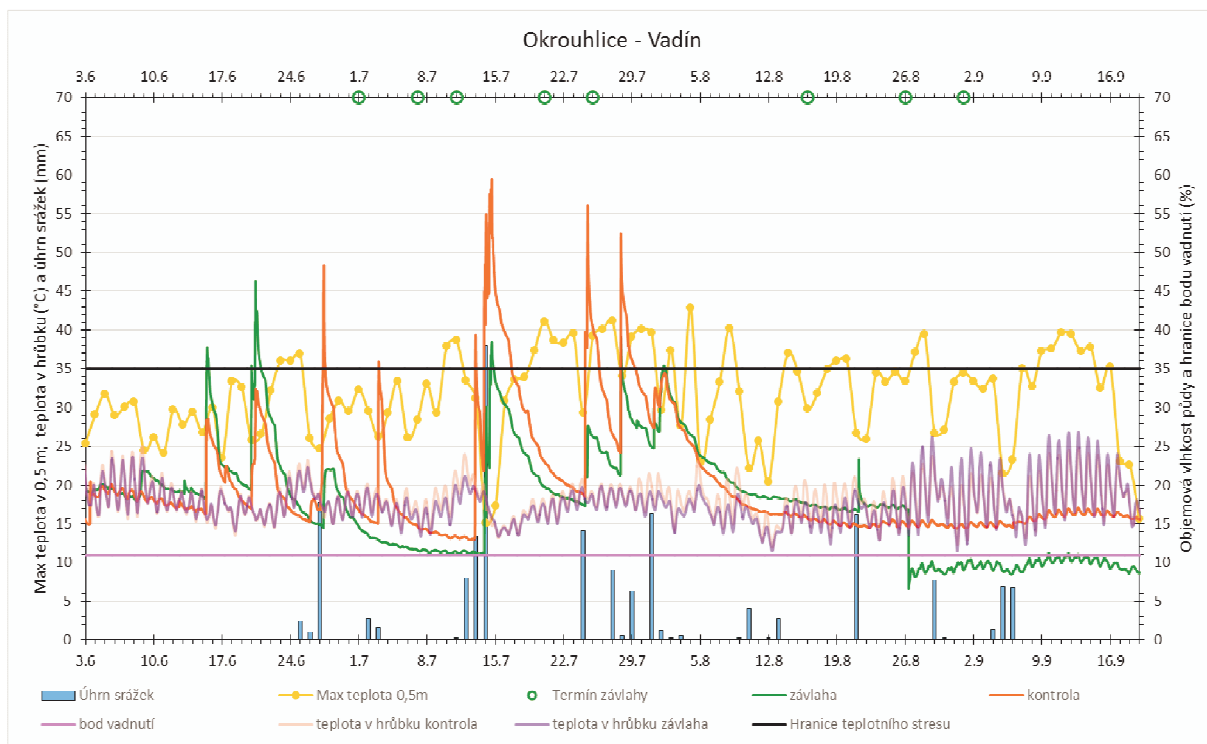
Na začátku vegetace byly do hrůbku na kontrolní a zavlažované variantě nainstalovány čidla na monitoring vlhkosti a teploty s intervalem měření 15 minut. Na každé variantě bylo nainstalováno 1 čidlo pod hlízu bramboru do hloubky 15 cm a poté bylo zakryto opětovně zeminou. V téže hloubce byla měřena také teplota a taktéž vzdušná teplota 0,5 m nad povrchem půdy, krytá proti sluníčku zastíněním (Obr. 13).



Obr. 13 Instalace vlhkostního a teplotního čidla na lokalitě Okrouhlice – Vadín

Lokalita Okrouhlice – Vadín – vyhodnocení výsledků (Obr. 14)

Monitoring vlhkosti neukázal během 3 měsíců výrazné výkyvy vlhkosti v porovnání kontroly a závlahy a to zejména v termínech, kdy byla aplikována závlaha. Byly identifikovány 4 suchá období (10 dní 15.6.-25.6.; 15 dní 27.6.-12.7.; 9 dní 15.7.-23.7 a 22 dní 31.7.-22.8.). Ve 2 z těchto období se půdní vlhkost blížila k bodu vadnutí (27.6.-12.7. a 31.7.-22.8.). Během srážkových úhrnů byly vlhkosti půdy ovlivněny pravděpodobně většími mezerami mezi póry a „kapsami“, které zapříčinily větší prostorovou propustnost a vliv na vyšší vlhkost půdy. Zrnitostní složení půdy výrazně ovlivňovalo prudký pokles vlhkosti půdy po srážkových událostech a omezení zádržnosti vody v profilu. Toto lze charakterizovat na příkladech poklesu vlhkosti o 10 % během 5 dní (15.6.-19.6.; 20.6.-25.6.) a o 20 % během 10 dní (14.7.-24.7.). Instalace čidel do hloubky 15 cm pod bramboru se jevila z hlediska odlišení vlivu závlahy jako nevhodná. Brambora mohla přímo odebírat kapkovou závlahu, bez toho aby se závlaha projevila na vlhkosti půdy. Taktéž rozložení natě nad čidlem zapříčiňovalo s velkou pravděpodobností to, že se na vlhkosti půdy neprojevily srážky s úhrnem kolem 5 mm. Na vzrůstu půdní vlhkosti se projevily až srážky s úhrnem nad 10 mm. Kapková závlaha zřejmě nemá takovou prostorovou distribuci vody v půdním profilu jako dešťová srážka a působí v profilu lokálně v určitém poloměru několika centimetrů. Otvory kapkové závlahy jsou mezi sebou vzdáleny v určité rozteči (50 cm). Pravděpodobně proto se neprojevila závlahová dávka 10 mm na vlhkosti půdy. **Pro instalaci čidel pro monitoring vlhkosti je vhodnější instalovat čidla mezi rostliny bramboru a taktéž provést instalaci přesně do místa, kde bude lokalizováno vyústění otvorů kapkové závlahy, tak aby byl zajištěn přesnější monitoring závlahy. Přesnější monitoring zajistí přesnější stavy vlhkosti půdy, které budou odrážet aplikaci a vliv závlahy na vlhkost půdy. Z tohoto lze potom lépe řídit četnost spouštění závlahy a snižovat množství vody, potřebnou na závlahu během vegetace. Teplota v hrůbku byla ovlivněna vývojem natě, kdy v počátku monitoringu a do většího zapojení natě překračovala 20 °C.**



Obr. 14 Příklad průběhů vlhkosti půdy a teplot na lokalitě Okrouhlice – Vadín během vegetačního období.

Tab. 6 Rozdíly v zrnitostních frakcích jednotlivých lokalit

| | Valečov – 30 cm | | | | | | Okrouhlice – Vadín – 30 cm | | | |
|------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------|-------|-------|-------|
| <0,002 jíł | 90,33 | 10,86 | 11,23 | 11,50 | 13,34 | 15,73 | 10,97 | 9,04 | 9,23 | 11,36 |
| 0,002-0,05 prach | 35,75 | 33,04 | 44,14 | 38,93 | 40,97 | 28,71 | 34,23 | 37,19 | 34,0 | 30,94 |
| 0,05-2,0 písek | 54,92 | 56,09 | 44,64 | 49,57 | 45,69 | 55,56 | 54,8 | 53,77 | 56,77 | 57,7 |
| | Valečov – 30-60 cm | | | | | | Okrouhlice – Vadín – 30-60 cm | | | |
| <0,002 jíł | 15,35 | 15,68 | 15,06 | 15,67 | 18,23 | 17,39 | 11,02 | 10,64 | 8,03 | 8,72 |
| 0,002-0,05 prach | 34,07 | 22,01 | 34,36 | 31,83 | 30,3 | 30,44 | 23,61 | 20,79 | 25,58 | 23,2 |
| 0,05-2,0 písek | 50,58 | 62,31 | 50,58 | 52,5 | 51,48 | 58,18 | 65,38 | 59,56 | 66,39 | 68,08 |

Výsledky měření půdních podmínek během vegetačního období na polních poloprovozních pokusech. Výsledky lokalita Okrouhlice – Vadín

1 Zrnitostní poměry a instalace čidel

Na lokalitě byly odebrány v místech instalací čidel vzorky na zrnitost půdy (Tab. 6). Vlhkostní čidla byla instalována na variantu bez závlahy a na variantu se závlahou. Výška hrúbku byla 15-20 cm. Hlíza se nacházela v hloubce 15 cm od vrcholu a v hloubce 5 cm od vrcholu byla závlahová hadice. Horní čidlo bylo instalováno do hloubky 8-10 cm od vrcholu a spodní čidlo do hloubky 20-25 cm od vrcholu. Vzdálenost mezi čidly byla 11 cm. Rozteč brambor v řádku byla 60-70 cm. Rozteč kapkovačů byla 50 cm. Čidla byla instalována 20 cm od brambory. Čidla na závlaze byla takto instalována přímo pod kapkovač. Strukturální stav půdy byl opět hodnocen síťovým rozbořem hrudovitosti z frakcí odebraných půdních vzorků ve 3 opakováních z plochy 50 x 25 cm z hrúbku do hloubky 20 cm a meziřádku brázdy do 15 cm. Hrudovitost znázorňuje (Obr. 15. 16). Podíl frakcí hrud pod 10 mm činil 75-80 %. Frakce hrud 10-30 mm byly v obou místech 20 %. Frakce větší 30-50 mm a 50-100 mm byly 5 %. Méně než 3 % frakcí hrud větších 100 mm bylo zjištěno pouze v hrůbčích.

Průběh množství dávek závlahy v m³ a jejich přepočítání na mm ve srážce během vegetačního období je znázorněn na (Obr. 7). Výsledky z měření zrnitosti a zrnitostního složení půdy na lokalitě jsou znázorněny na obrázcích (Obr. 5 a Obr. 6) a tabulkách (Tab. 2 a 3).

2 Vyhodnocení výsledků

Hodnocení na příkladu monitoringu vlhkosti a teploty půdy pomocí vlhkoměrů probíhalo od 23.6. do 8.9.2017, viz graf (Obr. 1). V průběhu monitoringu byla plocha se závlahou zavlažena ve 13 termínech s celkovou dávkou vody 80 mm. První závlaha s dávkou 6 mm proběhla na lokalitě 26.6. Původní vlhkost u variant byla kolem 12-13 % objemové vlhkosti. Vysoké teploty měly za následek prudký pokles vlhkosti u horního čidla mezi 26.-29.6. z 28 na 20 % obj. Dešťová srážka 29.6. s úhrnem 8 mm a maximální intenzitou 2,2 mm/hod měla vliv na výraznější nárůst vlhkosti. U kontroly to byl nárůst vlhkosti z 12 na 17 % obj. Závlaha 5 mm 29.6. měla za následek vyšší vlhkost oproti variantě bez závlahy o 5 % obj. Pokles teplot způsobil pozvolnější pokles vlhkosti o 8 % obj. během 4 dnů mezi 29.6. a 3.7. Lehký nárůst vlhkosti způsobila i dešťová srážka s úhrnem 4 mm z 2.6. Od 3.7. do 9.7. bylo pozorováno sedmidenní sušší období. Hranice bodu vadnutí, tj. vlhkosti, pod kterou již rostliny nedokážou čerpat vodu, byla ze zrnitosti dle Tomaselly a Hodnetta (1998) určena na 7 % obj. U kontroly klesla v sušším období vlhkost z 14 na 10 % obj. U varianty se závlahou byla v době před aplikací závlahy vyšší vlhkost oproti kontrole o 7 % obj. Po aplikaci závlahy byl rozdíl ještě vyšší, ale během 7 dní došlo k výraznějšímu poklesu vlhkosti u závlahy o více jak 11 % obj. Nárůsty a poklesy vlhkostí byly výraznější u horních čidel, instalovaných v hloubce 8-10 cm od vrcholu hrůbku oproti dolním čidlům, instalovaným v hloubce 20-25 cm od vrcholu hrůbku. Sušší období bylo ukončeno sérií dešťových srážek. Srážka z 9.7. s úhrnem 9 mm a max intenzitou 5,8 mm/hod však měla menší efekt na nárůst vlhkosti oproti shodné srážce 9 mm s max intenzitou 2,2 mm/hod z 29. 6. Teploty byly 29.6. a 9.7. stejné. Výrazný vliv měla až srážka z 11.7. s úhrnem 14 mm. Od 11. 7. probíhalo 9 - ti denní sušší období. V tomto období byly aplikovány závlahy ve 3 termínech. S růstem teploty byl pokles vlhkosti po aplikaci závlahy rychlejší, výraznější pokles u horních čidel. Od 20.7. proběhlo 9ti denní období se sérií srážek, které měly vliv na nárůst vlhkosti k 35-42 % obj. Od 28.7. toto období vystřídalo 13ti denní sušší období, charakterizované výrazným propadem vlhkosti. Vyšší pokles vlhkosti byl pozorován u kontroly. Vlhkost byla u varianty se závlahou o 7 % obj. vyšší. S poklesem teploty se propad vlhkosti od 3.8. snížil. Na konci suchého období byla vlhkost u kontroly 13 % obj. Od 3.8. do 11.8. byly aplikovány závlahy ve 3 termínech. Sušší období skončilo 11.8. výraznou dešťovou srážkou s úhrnem 25 mm. Den poté začalo poslední suché období bez srážek, trvající 21 dní. V tomto období byla závlaha aplikována ve 4 termínech. Před aplikací závlahy 15.8. byla vlhkost na variantě se závlahou o 9 % obj. vyšší oproti kontrole. Vlhkost na variantě se závlahou se díky aplikačním dávkám udržovala stále kolem 25 % obj. Po 14 dnech od poslední deště klesla vlhkost na kontrole z 26 na 14 % obj. K výraznému proschnutí vrchní části profilu mezi horním a dolním čidlem došlo v posledních 7 dnech mezi 24.8. a 1.9., kdy klesla vlhkost ze 14 na 8 % obj. V tuto dobu byla zaznamenána nejnižší vlhkost, blízká bodu vadnutí 7 % obj. V dolní části profilu 20-25 mm se vlhkost udržela nad hranicí 14 % obj. Během období posledních 4 dávek závlahy došlo k vyššímu poklesu vlhkosti u varianty se závlahou oproti kontrole. Lze usuzovat, že častější závlahou a vyšší závlahou může docházet k vyššímu poklesu vlhkosti zejména ve svrchní části profilu. Období sucha bylo ukončeno 1.9. dešťovou srážkou s úhrnem 39 mm. Vlhkost půdy výrazně vzrostla a v dalších 14 dnech neklesla pod 19 % obj. Rozdíl mezi rozsahy teploty v hrůbku byl mezi variantami 2-3 °C. Širší amplitudu měla varianta bez závlahy.

2.3.3.3 Závěry a doporučení vyplývající z polních měření kapkové závlahy brambor (VÚZT, v.v.i. Praha – Mgr. Stehlík)

Kapková závlaha nemá takovou prostorovou distribuci vody v půdním profilu jako dešťová srážka a působí v profilu lokálně v určitém poloměru několika centimetrů do strany. Otvory kapkové závlahy jsou mezi sebou vzdáleny v určité stálé rozteči, která by měla být pokud možná shodná se vzdáleností sadby v řádku. Pravděpodobně proto se neprojevila závlahová dávka 10 mm na vlhkosti půdy. Pro instalaci čidel pro monitoring vlhkosti je proto vhodnější instalovat čidla mezi rostliny brambor a taktéž provést instalaci přesně do místa, kde bude lokalizováno vyústění otvorů kapkové závlahy, tak aby byl zajištěn přesnější monitoring závlahy. Přesnější monitoring zajistí přesnější stavy vlhkosti půdy, které budou odrážet aplikaci a vliv závlahy na vlhkost půdy. Z tohoto lze potom lépe řídit četnost spouštění závlahy a snižovat množství vody, potřebnou na závlahu během vegetace.

Dále je výhodné spouštět závlahu v době, až se bude blížit vlhkost k bodu vadnutí a aplikovat ji spíše v období dne s nižším výparem. Vhodné je čidla monitorovat přímo vliv závlahy na vlhkost půdy a závlahu pak oddalovat a „ušetřit“. Řídící čidla v půdě pro spuštění závlahy musí být ovlivněny závlahou (výstupní otvory kapkové závlahy) a vystaveny vlivu srážkových úhrnů (umístění v místě bez vlivu vegetačního pokryvu – např. bramborové nať z důvodu omezení podhodnocení stavu vlhkosti a tím předčasného spouštění závlahy).

Při monitoringu vlhkosti v r. 2017 byla instalována čidla do svrchní a dolní části profilu hrůbku. Hloubky instalací byly 8-10 cm a 20-25 cm od vrcholu hrůbku. Kapková hadice se nacházela v hloubce 5 cm od vrcholu a hlíza v 15 cm. U varianty se závlahou byla instalace provedena přímo pod kapkovač. Tato instalace se projevila pozitivně na vzrůstech vlhkosti po aplikaci každé dávky závlahy. Celková dávka 80 mm odpovídala na lokalitě Vadín minimální celkové dávce závlahy na lokalitě Valečov, kde činila 97 mm. Úhrn dešťových srážek činil v období mezi první a poslední závlahou 155 mm. V průběhu monitoringu byla závlaha aplikována v 13 termínech. Z průběhu poklesů vlhkostí po závlaze **lze doporučit nižší dávky závlahy kolem 4-5,5 mm, při kterých nedochází k vyšší ztrátě vody jako u dávek vyšších jak 6 mm.** K lepšímu udržení vlhkosti v profilu pomáhala i kapková hadice, která snižovala výpar z půdy. Hloubka **instalace hadice v 5 cm nebyla z hlediska vyššího prosychání svrchní části zcela nejvhodnější. Vhodnější je aplikovat hadici hlouběji mezi vrchol hrůbku a hlízu, kde je volný prostor cca 15 cm.** To by vedlo k lepšímu udržení vlhkosti. Z výsledků pozorování dále vyplynulo, že ne každá srážka o stejném úhrnu ovlivní vlhkost půdy. Záleží především na intenzitě srážky. Rozdíl mezi intenzitou 2,2 mm a 5,8 mm/hod například činil na rozdíl vlhkosti 3 % obj. Při vyšší intenzitě voda, která se nevsákne do profilu, odtéká. Proto **je vhodné takovou vodu na pozemku zadržet dalším protierozním opatřením (hrázkování, důlkování) a podpořit tak vodní zdroje.**

3 AGROTECHNICKÉ POŽADAVKY, TECHNIKA, ZAŘÍZENÍ A STROJE PRO ZALOŽENÍ KAPKOVÉ ZÁVLAHY U BRAMBOR (VÚZT, v.v.i. PRAHA)

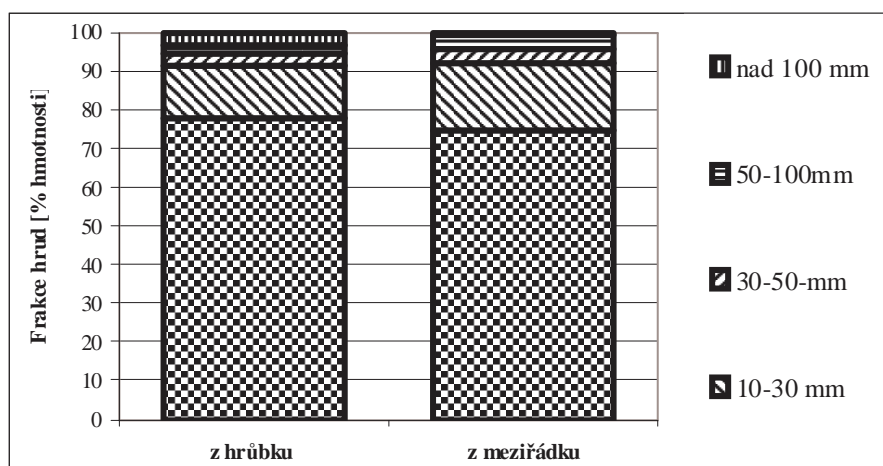
Pro založení kapkové závlahy při pěstování brambor je vhodné posoudit, jaká technologie zpracování a přípravy půdy je pro konkrétní půdní a klimatické podmínky a strukturu pěstovaných plodin v zemědělském podniku optimální a zda se vyplatí. Způsoby hospodaření a vhodně zvolená opatření pro hospodaření s vodou na půdě, musí přispět k omezení snížení výnosů způsobených stále častějšími ročními klimatickými změnami a výkyvy sucha. Půdoochranné zpracování půdy u brambor zahrnuje tradiční sled pracovních operací, ale i nových operací kterými jsou například hrázkování, důlkování a zavlažování,

které společně plní funkce zajištění optimálních půdních podmínek pro plodinu a stabilizování každoročního dostatečného stálého výnosu plodiny.

3.1. Doporučené fyzikální požadavky na strukturu a hrudovitost půdy

V konvenčním způsobu pěstování brambor

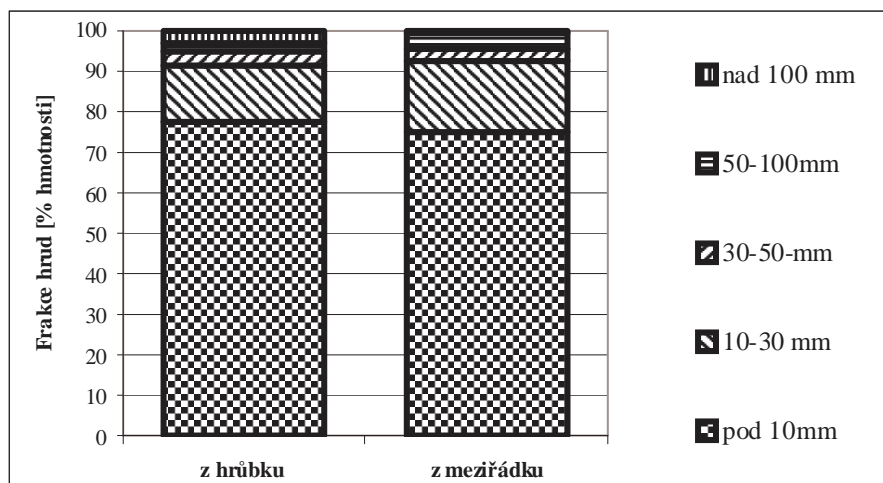
Doporučený strukturní stav například hlinito-písčité půdy hodnocený síťovým rozborem hrudovitosti z frakcí odebraných půdních vzorků ve 3 opakováních z plochy 50 x 25 cm z hrůbku do hloubky 20 cm a meziřádku brázdy do 15 cm. Je znázorněn na grafu (Obr. 15). Podíl frakcí hrud pod 10 mm měl činit 75-78 %. Frakce hrud 10-30 mm v obou místech 15-20 %. Frakce větší 30-50 mm a 50-100 mm by měly být cca 5 %. Méně než 5 % frakcí větších 100 mm by mělo být pouze v hrůbcích.



Obr. 15 Hrudovitost hlinito-písčité půdy na pokusné lokalitě s kapkovou závlahou – lokalita Valečov VÚB, s.r.o. H. Brod (konvenční pěstování)

V systému záhonového odkamenění půdy a sázení pěstování brambor

Doporučený strukturní stav půdy písčito-hlinité „hnědozem-kambizem“ na poloprovozním pokusu se záhonovým odkameněním půdy Okrouhlice – Vadín byl zhodnocen síťovým rozborem hrudovitosti z frakcí odebraných půdních vzorků ve 3 opakováních z plochy 50 x 25 cm z hrůbku do hloubky 20 cm a meziřádku brázdy do 15 cm. Výsledek hodnocení je znázorněn na grafu (Obr. 16). Podíl frakcí hrud pod 10 mm činil 75-80 %. Frakce hrud 10-30 mm byly v obou místech 20 %. Frakce větší 30-50 mm a 50-100 mm byly 5 %. Méně než 3 % frakcí hrud větších 100 mm bylo zjištěno pouze v hrůbcích.



Obr. 16 Hrudovitost půdy, zjištěná na poloprovozním pokusu se závlahou – lokalita Okrouhlice – Vadín (záhonové pěstování).

3.2 Doporučené pracovní postupy zpracování, přípravy půdy a strojní linky pro založení kapkové závlahy u brambor

Technologie a pracovní postupy založení a zřízení kapkových závlah při pěstování brambor v projektu ověřovaných půdních podmínkách lze zemědělským podnikům doporučit. Důležitá je přitom však znalost požadavků na strukturu půdy a její zpracování i přípravu pro optimální založení a řízení závlahy při pěstování brambor s co nejlepšími výnosovými a dalšími ekonomickými výsledky.

3.2.1 Příklady ověřovaných postupů a pracovních operací zpracování, přípravy půdy, ošetření při zakládání kapkové závlahy u brambor

3.2.1.1 Kapková závlaha v systému záhonového odkamenění půdy a sázení při pěstování brambor

Druh a typ půdy: např. písčito-hlinitá ,hnědozem-kambizem

Hnojení pozemku:

Rozmetání organických hnojiv na podzim: datum: 28.10.- 20.11. hnůj: 35-45 t/ha

Pracovní stroje: např. souprava traktor a rozmetadlo organických hnojiv

Stav pozemku:

Po podzimní hluboké orbě: datum 29.10. – 21.11.

Rozmetání na jaře: datum 2.5.-20.5. tuhá minerální hnojiva: DAP 18:46 0,15 t/ha

datum 7.5.- 25.5. močovina: MO 0,2 t/ha

Pracovní stroje: např. souprava traktor a rozmetadlo minerálních hnojiv

Pracovní operace přípravy půdy k sázení a založení závlahy:

Rýhování záhonů: datum: duben- květen

Pracovní stroje: Traktor typ: např. JD 8310 R aj.

Rýhovač typ: např. Grimme BF 200 aj.

Separace odkaměnění záhonů: datum: duben- květen

Pracovní stroje: Traktor typ: např. JD 6920 aj.

Separátor typ: např. Grimme combi star CS 150 aj.

Pracovní operace sázení bez nebo s přihnojením TMH: datum: 20.4.-20.5.

Pracovní stroje: Traktor typ: např. JD 6115 R aj.

Sázeč 2řádkový typ: např. Grimme, Reekie aj.

2 řádkový Zapravovač kapkovacích hadic do vrcholů hrůbků (např. funkční vzor VÚZT, v.v.i., fy Netafim aj.)

Připojení ke zdroji a aktivace rozvodu kapkové závlahy: datum: 1.6.-1.9.

Pracovní zařízení: Zařízení pro rozvod a řízení Kapkové závlahy například firmy Agrofim, TORO, Netafim aj.

Ošetřování , přihnojení na list nebo fertigací během vegetace – příklad:

19.6.-30.6. - roztok močoviny 4% - 6kg N/ha+ hořká sůl 4 kg/ha

3.7.- 10.7. - roztok močoviny 4% - 6kg N/ha + Camp.Fortestim Gama 5 l/ha

18.7.-20.7. - hořká sůl 4 kg/ha + Camp.Fortestim Gama 5 l/ha

Ošetření chem. přípravky proti škůdcům a plísni dle potřeby.

Pracovní stroje: Postřikovače různé typy
kapková fertigace do závlahy.

Rozbíjení nebo desikace natě: datum : 1.9.-15.10.

Pracovní stroje: Traktor typ: např. JD 6115 R aj.

Rozbíječ natě 2řádkový typ: např. Grimme, Reekie aj.

Postřikovače různé typy

Vytažení a navinutí rozvodu kapkovacích hadic závlahy: datum: 10.9.-30.9.

Pracovní stroje: Traktor typ: např. JD 6115 R aj.

2 řádkový Vytahovač a navíječ kapkovacích hadic z hrůbků (např. funkční vzor VÚZT, v.v.i., typ Netafim aj.)

Pracovní operace sklizně: datum 1.9.-15.10.

Pracovní stroje: Traktor typ: např. JD 6920 aj.

Sklízeč (vyorávač) typ: např. Grimme SE 150/60 aj.

3.2.1.2 Kapková závlaha v konvenčním způsobu pěstování brambor

Druh a typ půdy: hlinito-písčité až hlinitá, hnědozem

Hnojení pozemku :

Rozmetání organických hnojiv na podzim: datum: 28.10.-30.11. hnůj: 45-50 t/ha

Pracovní stroje: např. souprava traktor a rozmetadlo organických hnojiv

Stav pozemku:

Po podzimní hluboké orbě: datum: 29.10.-21.11.

Rozmetání na jaře před sázením: datum: 2.5.-20.5. tuhá minerální hnojiva: např. Patentkali 0,4-0,5 t/ha

Pracovní stroje: např. souprava traktor a rozmetadlo minerálních hnojiv

Pracovní operace přípravy půdy k sázení a založení závlahy:

Smykování, rotavátorování, kypření na 15-20 cm: datum: duben- květen

Pracovní stroje: Traktor typ: např. JD 8310 R , New Holand aj.

Smyk , rotavátor, radličkový kypřič aj.

Založení kostry a zdroje závlahy :

Pracovní stroje: např. ZIBO Gruppenfrase Typu SF pro vyhloubení a pokládání kostry hadicových rozvodů, zemní technika apod.

Pracovní operace sázení bez nebo s přihnojením TMH: datum 20.4.-20.5.

Pracovní stroje: Traktor typ: např. JD 6115 R aj.

Sázeč 4-6ti řádkový typ: např. Grimme, Reekie, AVR aj.

Po zasazení 4-6ti řádkový zapravovač kapkovacích hadic do hrůbků fy Netafim, Toro aj.

Připojení ke zdroji a aktivace rozvodu kapkové závlahy: datum 1.6.-1.9.

Pracovní zařízení: Zařízení pro rozvod a řízení Kapkové závlahy například firmy Agrofim, TORO, Netafim aj.

Ošetřování , přihnojení během vegetace fertigací do závlahy – příklad:

19.6.-30.6. - roztok močoviny 4% - 6 kg N/ha+ hořká sůl 4 kg/ha

3.7.-10.7. - roztok močoviny 4% - 6 kg N/ha + Camp.Fortestim Gama 5 l/ha

18.7.-20.7. - hořká sůl 4 kg/ha + Camp.Fortestim Gama 5 l/ha

Ošetření chem. přípravky proti škůdcům a plísní dle potřeby.

Pracovní stroje: Postřikovače různé typy
+ kapková fertigace do závlahy.

Rozbíjení nebo desikace natě: datum 1.9.-15.10.

Pracovní stroje: Traktor typ: např. JD 6115 R aj.
Rozbíječ natě 4 a více řádkový typ: např.Grimme, Reekie aj.,
Postřikovače různé typy

Vytažení a navinutí rozvodu kapkovacích hadic závlahy z hrůbků: datum 10.9.-30.9.

Pracovní stroje: Traktor typ: např. JD 6115 R aj.
4-více řádkový vytahovač a navíječ kapkovacích hadic z hrůbků
(např.funkční vzor VÚZT, v.v.i., typ Netafim aj.)

Pracovní operace sklizně: datum : 1.9.-15.10.

Pracovní stroje: Traktor typ: např. JD 6920 aj.
Sklízeč (vyorávač) typ: např. Grimme SE 150/60, Ropa aj.

3.3 Technická zařízení a stroje pro zakládání kapkové závlahy u brambor a dalších plodin v EU a ČR (VÚZT, v.v.i. Praha – Ing. Mayer)

Největším dodavatelem techniky pro zakládání a využití kapkové závlahy v EU je firma **NETAFIM Deutschland** pobočka izraelské firmy, která nabízí kompletní řešení zavlažování při pěstování brambor i dalších plodin. Nabízí izraelskou techniku a stroje na pokládání hadic a jejich odstraňování na příkladu Obr.17) a další materiál pro filtraci vody, solenoidové ventily, kontrolní a řídicí systémy, tlakové regulátory, fertilizační dosátory, další připojovací trysky a konektory, kapkovací hadice atd. U nás dodává komponenty firmy pro kapkovou závlahu česká pobočka **Agrofim sro.** i další firmy.

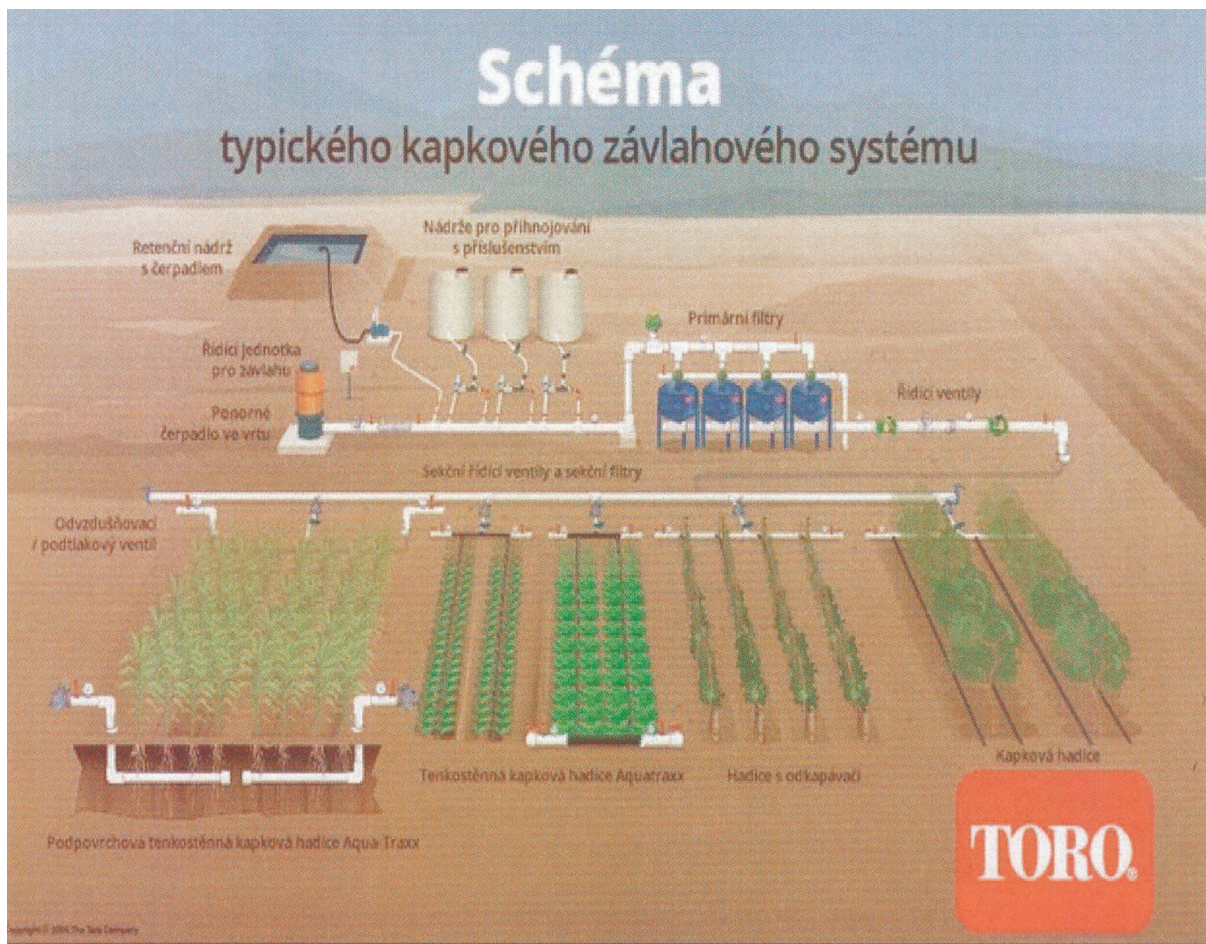


Obr. 17 Firma NETAFIM (SRN) nabízela nové stroje a zařízení pro kapkové zavlažování při pěstování brambor na letošním Potato Europe

Firma **AGROFIM CZECH s.r.o. www.agrofim.cz** ve svých materiálech doporučujících kapkovou závlahu při pěstování brambor uvádí přednosti oproti závlahám prováděným zejména rozstříkem. Přínosem této technologie je vysoká intenzita pěstování a vysoká kvalita hlíz. Půda je udržovaná v optimální vlhkosti má příznivý vliv na využití aplikovaných hnojiv. Rostliny netrpí stresem z nedostatku vody a to se podepíše i na jejich růstu. Stejnou velikost hlíz a vynikající kvalitu ocení zejména výrobci hranolků, bramborových lupínků a dalších tvarovaných výrobků. Závlahový detail v našich klimatických podmínkách řeší tato firma položením kapkovací hadice do každého druhého řádku. Maximální délka řádku je přibližně 620 m. Závlahový systém se řídí čidly podle požadavků rostlin a půdních vlastností. Výhody kapkové závlahy je, že voda je oproti závlahám postříkem používána velice úsporně. Omezení se totiž netýká jen pozemků, ale i vodních zdrojů. Nízkotlaký závlahový systém šetří energii použitou na čerpání vody. Živiny lze rostlinám dodat naprosto cíleně přímo do kořenové zóny. Roste rozpustnost živin, snižuje se jejich mineralizace a zlepšuje se nasycenost půdního roztoku živinami. Aplikovaná hnojiva jsou proto velmi dobře využita. Výnosy jsou asi o 20 % vyšší než špičkové výnosy u porostů zavlažovaných postříkem a především je možné dosáhnout nezávisle na počasí vysoký výnos každý rok. Vysoký a stabilní výnos je dosahován především s náročnými odrůdami, které se používají pro výrobu bramborových lupínků a hranolků. Umožňuje pěstovat náročné odrůdy i ve srážkovém stínu. Pro závlahu brambor se používají především kapkovací hadice.

Další významnou firmou u nás dodávající **Závlahové systémy firmy TORO (USA)** je firma **Profigrass s.r.o. Brno**. Tyto závlahové systémy v zemědělství jsou nazývány mikrozávlahovými systémy, které se rozdělují podle způsobu distribuce vody k plodinám:

- Kapkové hadice, - Odkapávače, - Minipostříkovače, - Mlžící trysky.



Obr. 18 Schéma možných provedení kapkových závlahových systémů podle firmy TORO

Systemy kapkové závlahy na příkladu firmy **TORO** na schématu (Obr. 18) se skládají z následujících částí:

Zdroje vody – vrt, studna, retenční nebo akumulární nádrž, řeka, atd.

Rozvodné potrubí – PE nebo LayFlat potrubí

Čerpadla – do nádrže nebo vrtu

Přihnojovací zařízení – přihnojovací injektory, přihnojovací čerpadla, nádrže na hnojiva, sestava pro spouštění přihnojování

Filtrace – jednoduché diskové filtry, filtry s hydrocyklonovým efektem, pískové filtrace

Řídicí systémy – řídicí jednotka, elektromagnetické ventily

Senzory – senzor deště, senzor vlhkosti půdy

Příslušenství pro kontrolu systému – od vzdušňovací ventily, manometry, kulové ventily, kontrolní filtry a jiné

Kapkové hadice – kapkové hadice pro sady a vinice, ploché kapkové hadice na pole

Odkapávače a Postřikovače – pro zahradnické a zelinářské účely .

Inteligentně řízené závlahové systémy jsou zárukou precizní, efektivní a praktické dopravy vody k rostlinám, který slouží zemědělcům k maximalizaci zisku a minimalizaci využití zdrojů energie. Pomocí kapkové závlahy mohou zemědělci zvýšit produkci, kvalitu pěstovaných plodin a zisk. Mohou snížit spotřebu vody, hnojiv, energie, práce, snížení tvorby plevelů, chemické aplikace a dalších nákladů na závlahu.

Další technické prvky a zařízení kapkové závlahy jsou:

Senzory vlhkosti půdy umožní optimální intenzitu zavlažování za každého počasí.

Senzory srážek a teploty (meteosenzory) umožňují regulaci závlahy při srážkách, dosahuje se jejich použitím další až 30 % úspory spotřeby závlahové vody.

Řídící jednotky umožňují automatické ovládání a řízení závlahy, pokročilé funkce umožňují výběr jak náročným uživatelům.

Elektromagnetické ventily jsou základními ovládacími prvky automatizovaných zavlažovacích systémů, ovládají přísun vody do každé závlahové větve na základě pokynů z řídicí jednotky. Tím je dosahováno optimální intenzity zavlažování.

Kapkovací hadice – lze využít různých druhů kapkových hadic vhodných pro rovinný i svažité terén s možností ochrany proti vrůstání kořenů. Funkce kompenzace tlaku umožňuje použití nadzemních zavlažovacích systémů v různých podmínkách.

Stroje a technická zařízení pro zřízení kapkové závlahy jsou:

Frézovací a vyhlubovací stroje pro zřízení závlahové kostry hadicových rozvodů v polních podmínkách.

Pokladače kapkových hadic pro pokládání hadic při zakládání do porostů řádkových kultur jak na povrch nebo do povrchových vrstev půdy při sázení.

Vytahovače a navíječe kapkových hadic – pro vytažení a opětovné navinutí hadic před sklizní plodin pro možné další použití v příštím roce.

Také další firmy v SRN například firma **SCHOPSTAL Maschinenbau GmbH** v poslední době vyvíjejí nová zařízení pro pokládání a vytahování kapkových hadic v řádkových polních kulturách.

Firma **ZIBO** Holandsko (Obr. 19) vyvinula speciální stroj **Gruppenfrase TypSF** pro vyhloubení a pokládání kostry hadicových rozvodů např. pro kapkové nebo jiné závlahy v polních podmínkách při pěstování řádkových kultur a brambor.



ZIBO Gruppenfrase mit horizontal verstellbar breitstreuaggregat (hydr. antrieb) (SF0335) und Stützrad (SF0615)

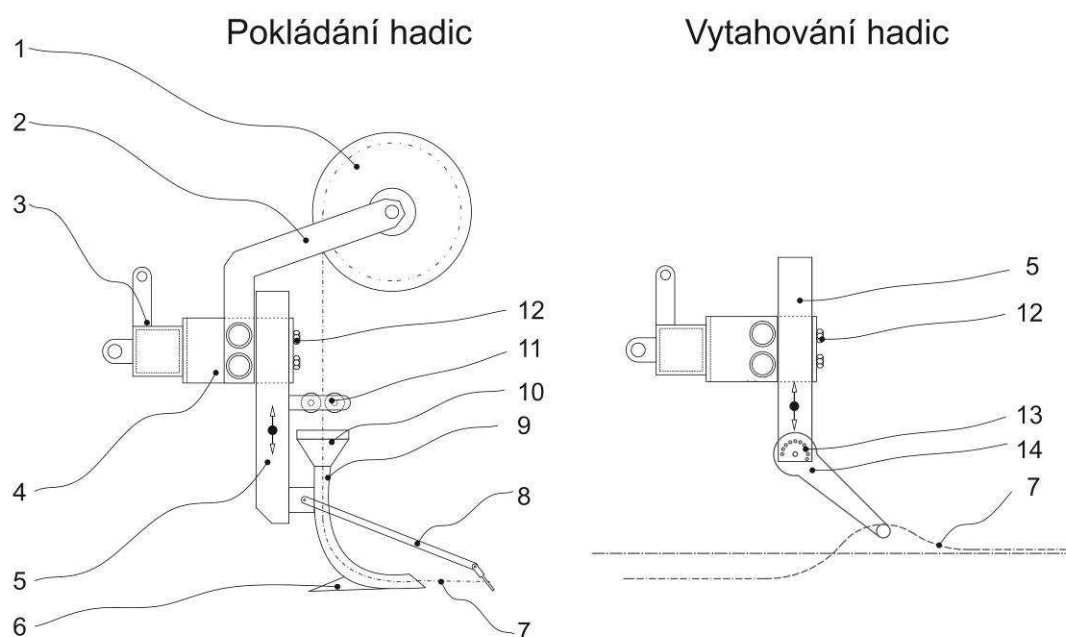
Obr. 19 Speciální stroj pro vyhloubení a pokládání kostry hadicových rozvodů firmy ZIBO (Holandsko)

3.4 Vývoj funkčních vzorků techniky pro založení kapkové závlahy při pěstování brambor v ČR (VÚZT, v.v.i. Praha – Ing. Vejchar)

V rámci řešení další aktivity VÚZT, v.v.i. Praha tohoto projektu byl vypracován konstrukční návrh a vyroben funkční vzorek zapravovače závlahových kapkovacích hadic na obrázku (Obr. 20). Vyvinutý funkční vzorek dvouřádkového zapravovače závlahových hadic

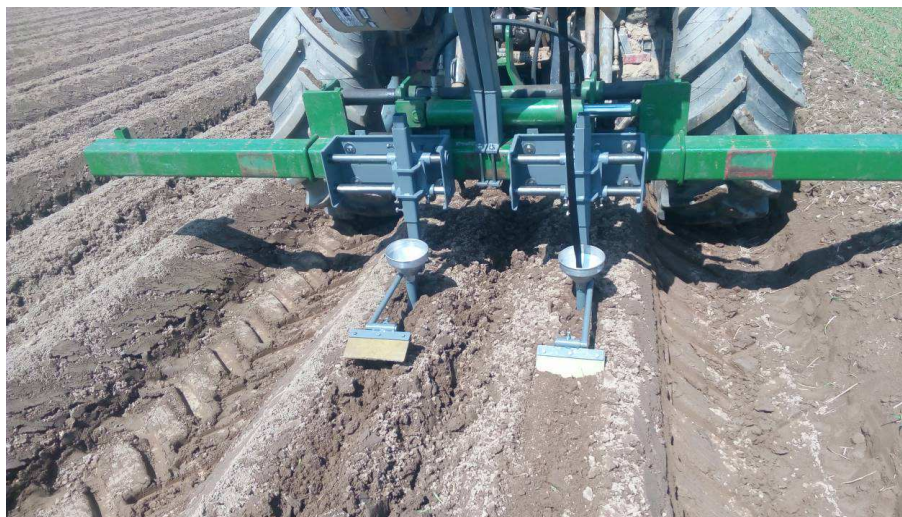
pro mechanizované zakládání kapkové závlahy byl po ověření laboratorních podmínek v jarních měsících nasazen k praktickému ověření na polních pokusných pozemcích s klasickým způsobem přípravy půdy ve Valečově a Žabčicích při sázení. Také byl použit pro založení kapkové závlahy na poloprovozním pokusu po přípravě půdy záhonovým způsobem odkamenění při sázení brambor v Okrouhlici – Vadíně. Proběhla dílčí pevnostní měření a ověřování navržených technických prvků na pokusných lokalitách ve spolupráci s dalšími řešiteli projektu viz foto (Obr. 21). V dosavadních zkouškách se pro svoji dobrou funkci a spolehlivost osvědčil. Detailní uložení kapkovacích hadic funkčním vzorkem zapravovače při poloprovozních zkouškách ve Vadíně je znázorněno na obrázku (Obr. 22). Pro vytahování závlahových kapkových hadiček po odstranění natě před sklizni pro poloprovozní pokus byl vyvinut funkční vzorek vyťahovače hadic na obrázku (Obr. 23) jako adaptér na rám použitý ze zapravovače. Vytahovač se při sklizni poloprovozního pokusu ve Vadíně rovněž osvědčil. Konceptně byl v posledním roce řešení projektu dořešen funkční vzor pro opětovné vytažení a navíjení použitých hadic na cívky před sklizní brambor, který se vyznačuje jednoduchou manipulací s navinutými hadicemi na obrázku (Obr. 24) a možností navíjení až ze dvou hrubků. Stroj je vybaven důmyslnou regulací navíjení z heldiska proměnného odporu půdy při vytahování, ochrannou před přetržením navýjených hadic a přizpůsobení se pojedzdové rychlosti.

Na zařízení podle schématu byl podán a schválen Užitečný vzor č. 31 948 o názvu Zařízení pro manipulaci se závlahovou hadicí.



Obr. 20 Schéma konstrukčního návrhu funkčního vzorku zapravovače a vyťahovače kapkových hadic

Legenda: 1-cívka s hadicí, 2-rameno cívky, 3-třibodové zavěšení za energetický prostředek+rám, 4-třmen umožňující příčný posuv aplikačního tělesa (slupice), 5-slupice pokládacího/vytahovacího mechanismu, 6-zapravovací radlička, 7-hadice, 8-zahrnovací těleso, 9-vedení zapravované hadice, 10-rozšířené vedení hadice, 11-vodící rolny, 12-aretační šrouby výškového nastavení pracovního tělesa.



Obr. 21 Ověřování funkčního vzorku zapravovače na pokládání závlahových hadic při polních pokusech



Obr. 22 Vlevo: detail uložení kapkovacích hadic v hrůbku. Vpravo: jednoduché zařízení pro vytahování hadic z hrůbků před sklizní.



Obr. 23 Testování funkčního vzoru zařízení pro opětovné navíjení hadic z hrůbku brambor po ukončení vegetace před sklizní



Obr. 24 Jednoduchá manipulace, konkrétně s hadicemi určenými k jednorázovému použití pro jednu sezónu

3.5 Ekonomické hodnocení pěstování brambor v podmínkách ohrožení půdy suchem a výkyvy počasí (VÚZT, v.v.i. – Ing.Mayer, Ing. Abrham, VÚB, s.r.o. H. Brod Ing.Čížek)

3.5.1 Ekonomické důvody pro zavlažování a poznatky v EU a zahraničí

Z dosavadních poznatků a údajů uvádí v literatuře (Hölmann, 2017) Hans Jürgen Hölmann, Pěstitelské poradenství, Zemědělská komora NRW, Düren, (SRN) k ekonomice využití závlah postřikem v SRN následující důvody. Ke kapkové závlaze, která je zatím u polních plodin méně využívána, ji tento autor neuvádí.

Ekonomické důvody pro zavlažování jsou následující

Primárním cílem je větší výnos a zabezpečení jakosti, a tím i vyšší předpokládané příjmy a jistější podmínky pro plnění smluv. Rostoucí podíl zemědělských plodin s vysokými výnosy v zemědělských produkcích, a tím vyšší výnosový nebo ztrátový potenciál, zvyšuje prostor pro zisky. Navzdory mírným klimatickým podmínkám v západní Evropě lze pozorovat rostoucí fáze extrémního sucha a odpařování mající značný vliv na výnosy. Rostoucí náklady na pronájem ploch v důsledku rostoucí poptávky na ornou půdu vyžadují nastavení „optimálně intenzivních“ kultur. Možnost zavlažování zvyšuje kromě důvodů uvedených výše i produkci a tím i zabezpečení termínů dodávek, bez kterých bychom neměli dělat žádné velké závazky. Jedním z problémů je často dostupnost vody, resp. zásobování vodou. Samozřejmě by bylo také výhodné, kdyby na ploše byly větší zavlažovací bloky (50 ha a více), další možností by byla domluva s majiteli okolních pozemků.

Odběry z povrchových vod jsou často velmi restriktivně schvalovány, zatímco podzemní zdroje vody jsou často velmi hluboko nebo dokonce zcela nedostupné. Bylo by žádoucí, aby v každém druhém roce na ploše existovala alespoň jedna zavlažovaná kultura, ale v závislosti na individuálních podmínkách lze očekávat frekvenci každé tři až čtyři roky. Všechny plodiny, které mají časově kritickou potřebu vody a tím slibují výrazně vyšší zisky, jsou hodné zavlažování.

Náklady na zavlažování

Největším faktorem nákladů je energie potřebná pro "získávání vody" a je jedno, zda je k dispozici elektřina nebo zda je nutno použít dieselový agregát. Hloubka studny

a technologie čerpání a rozvodu vody jsou rozhodujícími nákladovými parametry. Následují přímé náklady, náklady na čerpadlo a náklady na pracovní sílu - které jsou zase velmi závislé na aplikační technice. Rozdílné náklady a fixní náklady jsou zhruba v rovnováze. Zatímco fixní náklady jsou silně závislé na možném rozsahu zavlažovaných ploch, variabilní náklady na energii a práci jsou relativně nezávislé na rozsahu zavlažované plochy a závisí pouze na vlastních nárocích.

Fixní náklady zahrnují studny, čerpadlové soupravy na naftu nebo elektřinu, hydranty a zavlažovací stroje v rozmezí 100 až 200 EUR/ha, v závislosti na podmínkách na místě a typu distribuce, ale především na oblasti působnosti zavlažovací jednotky. Ve střední Evropě jsou žádoucí zavlažovací bloky o rozloze více než 50 hektarů.

Doporučené závěry z aplikací závlah v EU

Variabilní náklady na energii a práci pro "realizaci" se často pohybují v rozmezí 1 až 2 Euro/mm, v závislosti na typu energie (elektřina nebo nafta), distribuce (energie a práce) a spotřebě energie nebo pracnosti při zásobování vodou (např. hloubka vrtů). Řešení napájením je výrazně levnější volbou. V průměru je "potřeba zavlažování" plodin v rozmezí od 50 mm do 150 mm ve dvou až pěti částech. Tím se variabilní náklady pohybují v průměru 150 EUR/ha, ale pouze v případě, že přinášejí okamžité výhody, mohou ještě klesat. Investice do zavlažování vyplatily již po 1-2 letech sucha. Samozřejmě, práce a variabilní náklady, zvláště na práci "pro zavedení do praxe", jsou vysoké, ale podle zkušeností přinášejí "dobrou návratnost". V "extrémních" letech ten, kdo pak produkuje výnos a kvalitu, mívá velmi dobré zisky. V případě dostatku vláhy, se sice zavlažování nevyplácí, ale stojí méně, protože nevznikají variabilní náklady na energii a výrobu. V mnoha případech je celkové množství vody 50 mm až 100 mm dodané v pravý čas, rozhodujícím kvalitativním faktorem pro výnos, tzn. že možný zisk 200 až 400 Euro/ha může znamenat jisté "pojištění". Zabezpečte si zavlažovací vodu co nejdříve, dříve než to ostatní učiní pro sebe. Investice do úspor vody a zachování půdy jsou poměrně nákladné, ale z dlouhodobého hlediska se přesto vyplatí!

Možnost zavlažování ovlivňuje hodnotu půdy. Zavlažování plodin s vyšším ziskem (brambory, zelenina) je často dlouhodobě vysoce ziskové (zvýšený výnos např. u brambor se očekává 15 %). Zavlažování výhradně obilí a řepky se nezdá být výnosné. Vyšší podíl zavlažovaných plodin nebo koordinované využití dostupných vodních zdrojů snižuje náklady na zakládání závlah. Bezpečná produkce umožňuje lepší marketingové výsledky. Voda se stává stále důležitějším výrobním prostředkem, více se upřednostňuje aplikace techniky a postupů pro ochranu vody a půdy.

Další autoři v literatuře (Matovič et al., 2016) porovnávají různé způsoby závlahy v letech 2011-2013 v srbské známé pěstitelské oblasti Guča. Brambory byly pěstovány jak v běžných podmínkách, tak i při zavlažování, a to dvěma způsoby: postřikovači a podpovrchovou kapkovou závlahou. Cílem výzkumu bylo provést komparativní analýzu a zhodnotit ziskovost produkce brambor za běžných podmínek a zavlažování těmito dvěma metodami. Hlavní výsledek výzkumu ukázal, že při zavlažování lze dosáhnout vyšších výnosů a ziskovější produkce, ve srovnání s podmínkami bez závlahy. Bylo zjištěno, že podzemní kapková závlaha je výhodnější než zavlažování postřikovači. Vyšší ziskovost zavlažované bramborové produkce byla důsledkem zvýšeného výnosu i přes související zvýšení celkových výrobních nákladů.

Průměrný výnos nezavlažovaných brambor v letech 2011-2013 byl 19,4 t/ha, při závlaze postřikem 32,8 t/ha a podpovrchové kapkové závlaze 46,0 t/ha. Zvýšení výnosu oproti nezavlažovaným bramborám bylo u závlahy postřikem 68,6 %, u kapkové závlahy 136,9 %, při porovnání obou způsobů závlahy byl u kapkové závlahy vyšší výnos o 40,5 %.

Průměrné příjmy (výnos x průměrná realizační cena) u kapkové závlahy byly 11 000 EUR/ha a byly vyšší o 40 % oproti závlaze postřikem a o 155 % oproti podmínkám bez závlahy.

Fixní náklady zahrnují materiálové náklady na sadbu, hnojiva a přípravky na ochranu rostlin, náklady na mechanické operace od orby po sklizeň (včetně odpisů). Pro kapkovou závlahu byly 3 360 EUR, pro závlahu postřikem 2 850 EUR/ha, pro nezavlažovanou plochu 2 570 EUR/ha. Variabilní náklady zahrnující instalaci závlahy, ruční sklizeň zavlažovaných ploch, nakládku a vykládku brambor, dopravu brambor do skladu a materiálové náklady na vaky byly vyčísleny na 500 EUR/ha na nezavlažované ploše, 1 330 EUR/ha při závlaze postřikem a 1 443 EUR/ha při kapkové závlaze. Celkové náklady byly u kapkové závlahy 4 803 EUR/ha, u závlahy postřikem 4 180 EUR/ha a na nezavlažované ploše 3 070 EUR/ha. Podíl jednotlivých nákladů (fixní: variabilní) byl u kapkové závlahy 70:30, u závlahy postřikem 67:33, na nezavlažované ploše 84:16.

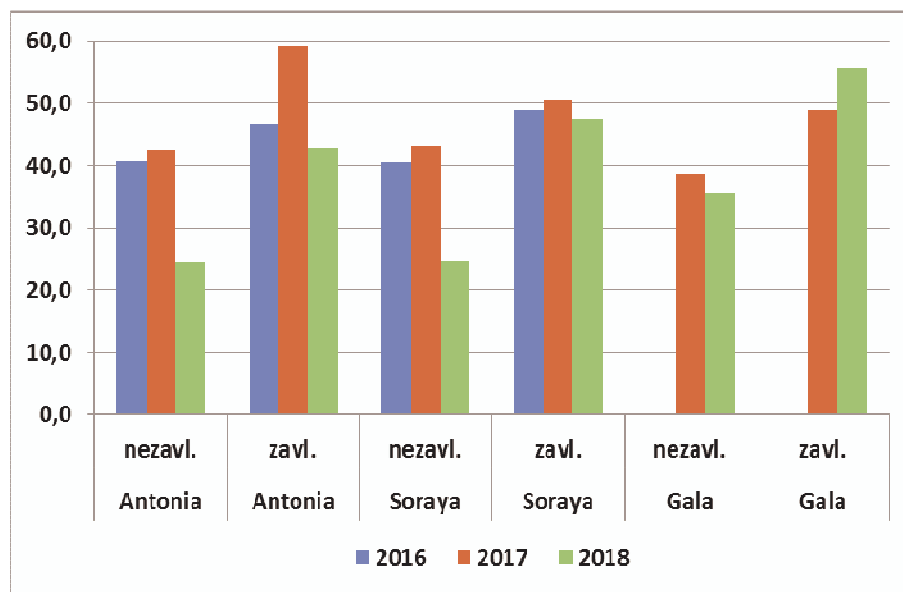
Zisk (příjmy – náklady) autoři vyčíslili na 2 340 EUR/ha na nezavlažované ploše, 4 320 EUR/ha, +77,8 % u závlahy postřikem a 6 150 EUR/ha u kapkové závlahy (+153,1 % oproti nezavlažovaným bramborům, +42,4 % oproti závlaze postřikem).

3.5.2 Ekonomické vyhodnocení pěstování brambor technologií záhonového odkameňování poloprovozního pokusu na 1ha s kapkovou závlahou (VÚB, s.r.o. H. Brod – Ing. Čížek)

Z výsledků hodnocení poloprovozního pokusu na 1 ha v lokalitě Okrouhlice – Vadín v letech 2016-2018 s kapkovou závlahou u brambor pěstovaných technologií odkameňování vyplývají některé následující ekonomické závěry:

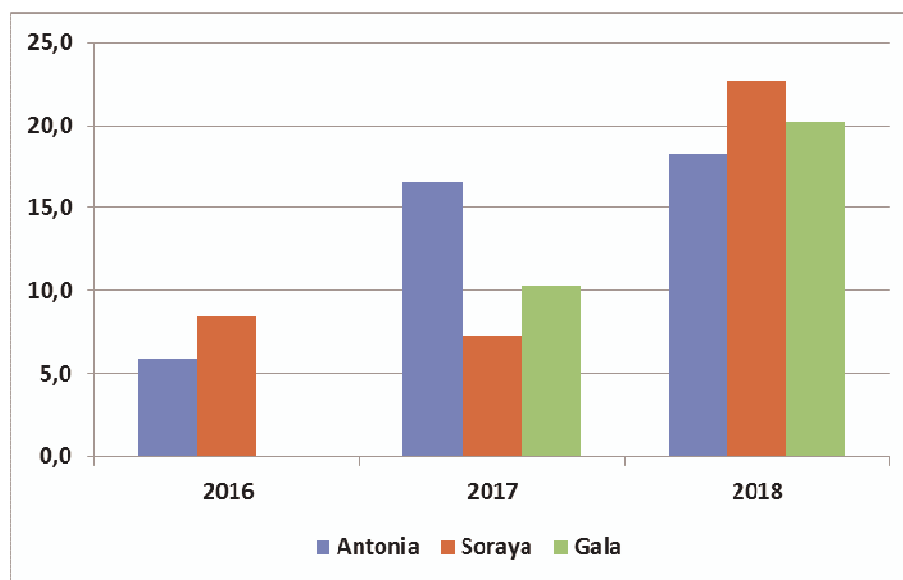
Investiční náklady na pořízení závlahy včetně výkopových prací vyjádřené v absolutní hodnotě se pohybovaly na úrovni 114 tis. Kč. Životnost kapkové závlahy se pohybuje mezi 10 a 15 lety, v naší kalkulaci jsou použity dvě doby životnosti, a to 5 a 10 let. V tom případě kalkulujeme s ročními fixními náklady 26 127 Kč (10 let), respektive 35 553 Kč (5 let). Do fixních nákladů jsou v souladu se závěry VÚZT, v.v.i. zahrnuty náklady na jednoletou kapkovou hadici a její uložení do každého hrubku. Variabilní náklady (jednoleté, které se musí každý rok vynaložit), zahrnující materiálové náklady, mzdové náklady a ostatní náklady, byly kalkulovány na 11 570 Kč. Cena vody nebyla do kalkulace nákladů na kapkovou závlahu v pokusu zahrnuta. Celkové náklady na kapkovou závlahu byly s uvažovanou životností 10 let na úrovni 50 956 Kč, při 5ti leté životnosti 60 383 Kč.

Přírůstek tržeb byl kalkulován na základě přírůstku výnosů brambor (Obr. 25-26) a ocenění produkce brambor (80 % tržních hlíz á 5,00 Kč/kg, 20 % netržních hlíz á 2,00 Kč/kg). V průměru za tři roky poloprovozního pokusu a tří odrůd bramboru se jedná o hodnotu 61 067 Kč na ha brambor za rok.

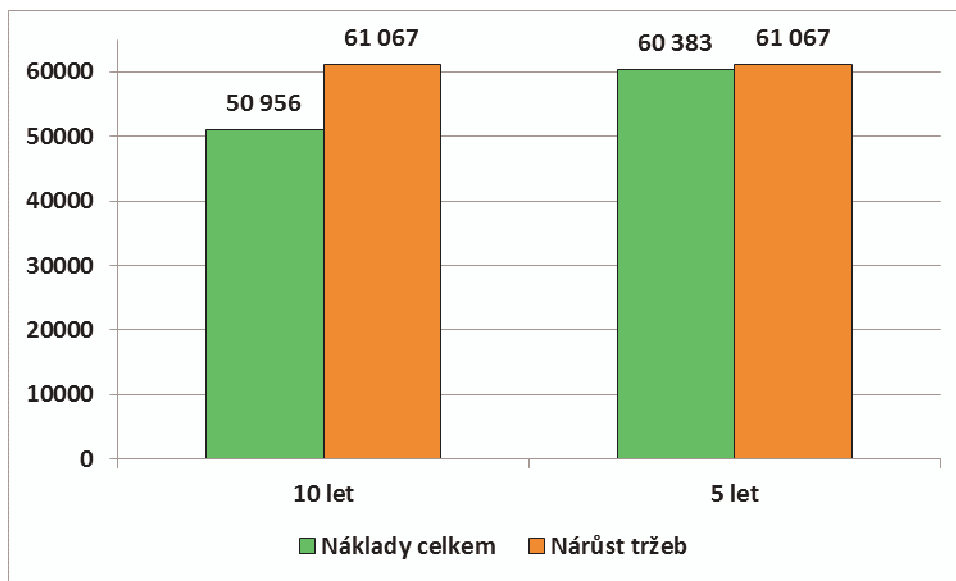


Obr. 25 Porovnání výnosů zavlažovaných a nezavlažovaných brambor v poloprovozním pokusu v letech 2016-2018 (Vadín, t/ha)

Porovnáme-li hodnotu přírůstku tržeb a celkových nákladů na kapkovou závlahu, lze konstatovat, že při delší životnosti závlahy je bilance kladná, čím je životnost kratší, kladná bilance se snižuje (Tab. 7, Obr. 27).



Obr. 26 Nárůst výnosů zavlažovaných brambor v letech 2016-2018 (Vadín, t/ha)



Obr. 27 Roční Bilance tržeb a nákladů kapkové závlahy na v lokalitě Okrouhlice – Vadín v letech 2016-2018

Tab. 7 Porovnání tržeb a nákladů při různé životnosti kapkové závlahy brambor

| Položka | Jednotka | 10 let | 5 let |
|------------------------|----------|--------|--------|
| Fixní náklady | Kč/rok | 26 127 | 35 553 |
| Variabilní náklady | Kč/rok | 24 830 | 24 830 |
| Náklady celkem | Kč/rok | 50 956 | 60 383 |
| Rozdíl tržeb a nákladů | Kč/rok | 10 111 | 684 |

3.5.3 Metoda hodnocení ekonomiky pěstování brambor bez a se závlahou v ČR (VÚZT, v.v.i. – Ing.Abrham)

Rentabilitou závlah brambor v bramborařské výrobní oblasti se zabýval již minulosti v létech 2000 –2007 na základě výsledků projektů NAZV MZe ČR a výzkumných aktivit. V literatuře (Doležal et. al., 2007) jsou z tohoto období zpracovány na základě tehdejších výzkumných výsledků modelové příklady rentability závlahy při pěstování brambor v různě velkých zemědělských podnicích.

Pro stávající hodnocení ekonomiky pěstování brambor se závlahou byl použit databázový modelovací program **AGROTEKIS (VÚZT, v.v.i.)**. Základem programu je rozsáhlá databáze strojů, souprav a technologických postupů pěstování plodin včetně dalších navazujících vstupů a ekonomických podmínek.

Ekonomika kapkové závlahy (VÚZT, v.v.i. – Ing.Abrham)

Kapková závlaha patří mezi nejušpornější systémy zavlažování. Systém je založen na úsporném cíleném dávkování vody, umožňuje vodou zavlažovat pouze kořeny rostliny či oblast kolem nich, úsporně a ekologicky aplikovat také přihnojování. Díky této metodě se zabrání zbytečnému vypařování vody a proti klasické zálivce dochází k významné úspoře vody i hnojiv a rovněž k úspoře provozních nákladů. Systém umožňuje individuální nastavení závlahy podle potřeby pěstovaných plodin.

Náklady na realizaci kapkové závlahy významně závisí především na lokálních podmínkách a průměrné náklady v přepočtu na 1 ha závlahy tak vykazují velký rozptyl. Náklady se rozdělují na fixní a variabilní.

Obecně lze konstatovat, že fixní náklady (na 1 ha) závisí přímo na podmínkách a finanční náročnosti zdroje vody a přivedení vody k pozemku a nepřímo pak na velikosti zavlažované plochy. Hlavní položkou jsou odpisy celkové investice na realizaci kapkové závlahy. Při zavlažování brambor se instalují do hrůbků jednoleté kapkovací hadice, tedy další významnou položkou fixních nákladů je cena kapkovací hadice včetně nákladů na její uložení do hrůbků a likvidaci před sklizní.

Variabilní náklady jsou naopak relativně nezávislé na velikosti zavlažované plochy, ale závisí především na množství vody (velikosti zavlažovací dávky).

1 Investiční náklady

V podmínkách zemědělských podniků hospodařících v bramborářské výrobní oblasti se doporučuje, z důvodů ekonomiky, budovat kapkovou závlahu na větší bloky – okolo 50 ha. Investice zde představuje souhrn nákladů na vybudování hlavních rozvodů (tzv. závlahové kostry). Závlahový detail je realizován jednoletými kapkovacími hadicemi a tedy není zahrnut v investičních nákladech, ale v provozních nákladech.

Investiční náklady na vybudování kapkové závlahy brambor lze rozdělit do 2 hlavních částí:

Přípravné práce

a) Projektová dokumentace

Zahrnuje vypracování projektu, povolení vodoprávního orgánu, provedení hydrogeologických zkoušek zdroje vody, rozborů vody, zaměření a vytýčení pozemku včetně rozvodů a bodů regulace. Náklady na projektovou dokumentaci jsou velmi rozdílné podle lokálních podmínek. Největší náklady lze očekávat u nově budovaných a povolenými závlahových systémů, to je právě typické pro bramborářské výrobní oblasti, kde se dosud závlahové systémy nebudovaly. Zpravidla se jedná o vícestupňový proces – územní rozhodnutí, stavební povolení, rozhodnutí vodoprávního orgánu atd. U pozemků s již historicky vybudovanou závlahou nebo její částí je podíl těchto nákladů naopak nízký.

b) Napojení zdroje vody

Zahrnuje přípravu odběrného místa (veřejné zdroje vody), stavební a technické zajištění pro instalaci čerpadla a příslušenství. Tyto náklady jsou rovněž velmi individuální podle lokálních podmínek. V případě potřeby budování vlastního zdroje vody (vrty, malé vodní nádrže) mohou být tyto náklady i výrazně vyšší.

c) Elektrická přípojka

Napojení místa zdroje vody, rozvaděč, instalace elektrického vedení po pozemku se závlahou pro ovládání automatické regulace a jednotlivých sekcí závlahy – materiál, výkopové práce, montáž). Lze řešit alternativně instalací dieselagregátů, pořizovací náklady jsou obdobné.

Vlastní realizace rozvodů kapkové závlahy (závlahové kostry)

d) Čerpadlo včetně příslušenství k instalaci

Náklady na čerpadlo závisí především na lokální dispozici pozemku a celkové potřebě závlahové vody. Čerpací agregáty se vyrábí s odstupňovanými výkony (tlak, dodávané množství), takže zpravidla s nárůstem výměry pozemku výsledné náklady na 1 ha zavlažované plochy klesají.

e) Filtrace

Kapková závlaha má vysoké požadavky na čistotu vody a tedy z toho vyplývají i vyšší náklady na filtrační zařízení. Faktory, které ovlivňují cenu filtračního zařízení jsou obdobné

jako u čerpadel, ale významnou roli zde hraje zdroj vody. Filtrace z otevřeného vodního zdroje je výrazně dražší než filtrace vody ze studní (vrtů) někdy i o 100 %. Pro větší systémy a otevřené vodní zdroje se zpravidla používají baterie filtrů s automatickým proplachem. Součástí filtrační stanice může být zařízení pro přihnojování (injektor, dávkovací čerpadlo, automaticky řízená jednotka).

f) Řídící jednotka

Náklady na řídicí jednotku závisí na použitém řídicím systému. Řídicích systémů se dodává více typů, liší se hlavně různým stupněm úrovně programování zavlažovacích cyklů, počtem programů, počtem snímačů a ovládaných ventilů., regulace tlaku, měřidlo odběru, automatické řídicí jednotky jednotlivých sekcí závlahy.

g) Rozvody vody

Zajišťují dopravu zavlažovací vody od čerpací a filtrační stanice k jednotlivým závlahovým sekcím. Jedná se o podzemní plastové potrubí většího průměru z důvodu omezení dopravních ztrát. Současně s hlavním řádem je zpravidla veden i informační a komunikační kabel pro ovládání ventilů jednotlivých závlahových sekcí. Náklady na rozvody vody závisí velmi výrazně na lokálních podmínkách, tedy především na dopravní vzdálenosti a na velikosti zavlažované plochy (ovlivňuje průměr rozvodného potrubí). Může zahrnovat hlavní rozvody na pozemku, distribuční rozvody, vypouštěcí ventily vč. instalace, výkopové práce

h) Ostatní náklady

Zahrnuje předání stavby, kolaudaci, zaškolení obsluhy.

Kalkulace nákladů na vybudování kapkové závlahy byla vypracována na základě analýzy nákladů na realizaci kapkových zavlažovacích systémů získaných od investorů za období 2014 až 2016 a s využitím cenových podkladů předních firem, zabývajících se dodávkou a instalací zavlažovacích systémů.

Z uvedeného podkladů vyplývá, že celkové investiční náklady na realizaci závlahové kostry kapkové závlahy závisí na celé řadě faktorů daných lokálními podmínkami. Investiční náklady v přepočtu na 1 ha zavlažované plochy dále závisí na celkové výměře zavlažované plochy. Pro doporučenou zavlažovanou plochu okolo 50 ha se výsledné investiční náklady pohybují okolo 60 tis. Kč na hektar. Odborný odhad a struktura nákladů pro podmínky realizace kapkové závlahy u brambor je uveden v tabulce (Tab. 8).

Tab. 8 Investiční náklady na realizaci kapkové závlahy brambor

| Položka | | | Investiční náklady (Kč/ha) | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|----------------------------|--------|---|--------|
| | | | od | do | Průměr pro kapkovou závlahu brambor (cca 50 ha) | |
| Realizace kapkové závlahy – investice | Přípravné práce | Projektová dokumentace | 1 100 | 5 800 | 2 700 | |
| | | Napojení zdroje vody | 2 700 | 10 700 | 5 400 | |
| | | Elektrická přípojka | 2 400 | 21 400 | 6 600 | |
| | Hlavní rozvody – závlahová kostra | čerpadlo | 3 500 | 27 614 | 9 300 | |
| | | filtrace | 3 700 | 10 734 | 6 100 | |
| | | řídicí jednotka | 1 700 | 10 700 | 4 700 | |
| | | rozvody vody | 6 100 | 52 800 | 22 400 | |
| | | ostatní náklady | 550 | 7 100 | 2 750 | |
| | Celkem | | | | | 59 950 |

2 Provozní náklady

Provozní náklady mají 2 základní složky - fixní náklady a variabilní náklady.

a) Fixní náklady

Fixní náklady jsou nezávislé na intenzitě zavlažování, hlavní položku jsou odpisy investic a závlahový detail.

b) Odpisy

Podle zákona o dani z příjmu lze zařadit uvedený soubor strojů a zařízení jako investiční majetek do odpisové skupiny 1, kde je doba odpisu 3 roky. V provozu se však zpravidla uvažuje s delší dobou životnosti a uvažuje se tedy doba odpisů zpravidla 5 let. Náklady na odpisy tedy uvažujeme ve výši 12 000 Kč/ha.

c) Závlahový detail

Pro kapkovou závlahu se uvažuje využití jednoleté kapkovací hadice (pořizovací cena 1 Kč/m) a její uložení do každého hrůbku. Při rozteči řádků 90 cm je celková potřeba kapkovací hadice 11 111 m/ha. Pro uložení kapkovací hadice a její vyjmutí z hrůbků před sklizní se využívají jednoúčelové přípojné stroje za traktor. Celkové fixní náklady na závlahový detail včetně položení a vyjmutí jsou tedy cca 15 000 Kč/ha.

d) Variabilní náklady

Variabilní náklady jsou přímo úměrné na potřebě zavlažování a zahrnují náklady na závlahovou vodu, osobní náklady obsluhy, energii, opravu a udržování. Náklady na závlahovou vodu se uvažují podle poplatku daného „vodním zákonem“ ve výši 3 Kč/m³. Ostatní variabilní náklady se podle dostupných podkladů pohybují nejčastěji ve výši 2 až 3 Eur na 1 ha a 1 mm závlahy (pro další výpočty jsou uvažovány ve výši 60 Kč/ha/mm).

Celkové náklady na kapkovou závlahu brambor v závislosti na závlahové dávce jsou uvedeny v tabulce (Tab. 9) a názorně v grafu (Obr. 28).

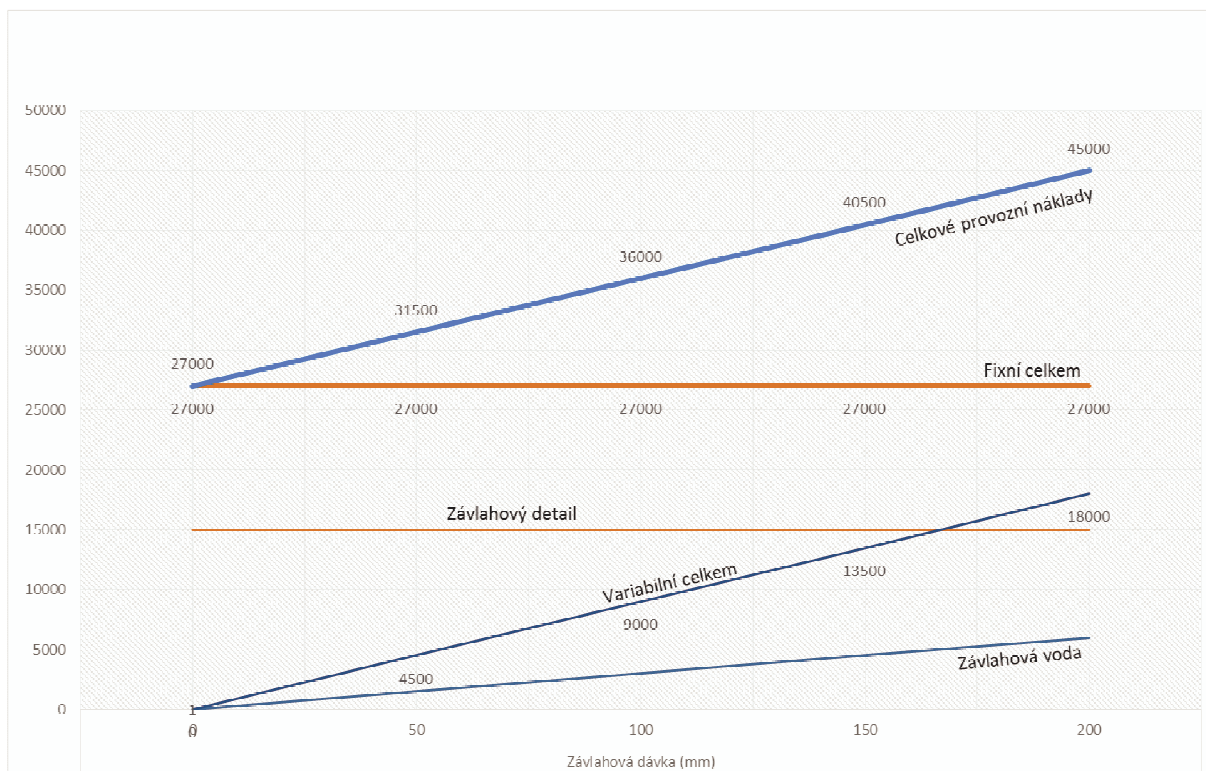
Tab. 9 Provozní náklady na kapkovou závlahu brambor

| Ukazatel | m.j. | Závlahová dávka (mm) | | | | |
|------------------------------|----------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|
| | | 0 | 50 | 100 | 150 | 200 |
| Potřeba závlahové vody | m ³ | 0 | 500 | 1 000 | 1500 | 2000 |
| Doba provozu kapkové závlahy | h | 0 | 21,7 | 43,5 | 65,2 | 87,0 |
| Fixní náklady | Kč/ha | 27 000 | 27 000 | 27 000 | 27 000 | 27 000 |
| - z toho - odpisy | Kč/ha | 12 000 | 12 000 | 12 000 | 12 000 | 12 000 |
| - závlahový detail | Kč/ha | 15 000 | 15 000 | 15 000 | 15 000 | 15 000 |
| Variabilní náklady | | 0 | 4 500 | 9 000 | 13 500 | 18 000 |
| - z toho - závlahová voda | Kč/ha | 0 | 1 500 | 3 000 | 4 500 | 6 000 |
| - ostatní provozní náklady | Kč/ha | 0 | 3 000 | 6 000 | 9 000 | 12 000 |
| Celkové náklady | Kč/ha | 27 000 | 31 500 | 36 000 | 40500 | 45000 |

3 Ekonomické vyhodnocení kapkové závlahy

Pro ekonomické vyhodnocení přínosů kapkové závlahy se využívá metodika porovnání dodatečných nákladů (provozní náklady kapkové závlahy) s dodatečnými přínosy (vyšší výnosy a lepší kvalita produkce).

Dodatečné náklady se pohybují v závislosti na velikosti závlahové dávky od 27 do 45 tis. Kč. Jejich struktura je uvedena v grafu (Obr. 28).



Obr. 28 Provozní náklady kapkové závlahy

Dodatečný ekonomický přínos závisí na tržní ceně brambor a zvýšení výnosu využitím závlahy. Průměrné výnosy a tržní ceny brambor za období od roku 2010 jsou uvedeny v tabulce (Tab. 10).

Tab. 10 Brambory - výnosy a tržní cena produkce – ČR

| Rok | Výměra (ha) | Průměrný výnos (t/ha) | Cena produkce (Kč/t) | | |
|------|-------------|-----------------------|----------------------|-------|--------|
| | | | od | do | Průměr |
| 2010 | 27 079 | 25,2 | 2 855 | 5 909 | 4 237 |
| 2011 | 26 450 | 32,5 | 2 523 | 6 906 | 5 180 |
| 2012 | 23 652 | 29,5 | 2 159 | 3 857 | 2 825 |
| 2013 | 23 205 | 24,1 | 3 978 | 7 314 | 5 814 |
| 2014 | 23 992 | 30,8 | 2 895 | 7 168 | 4 865 |
| 2015 | 22 681 | 23,0 | 2 843 | 6 108 | 4 521 |
| 2016 | 23 414 | 31,4 | 4 105 | 6 559 | 5 165 |
| 2017 | 23 418 | 30,8 | 3 987 | 5 578 | 4 321 |
| 2018 | 22 889 | 24,4 | 3 784 | 4 862 | 4 401 |

V zahraniční literatuře se uvádí zpravidla jako reálné zvýšení výnosu brambor zavlažováním o 15 %. Podle podkladů ČSÚ Praha je průměrný výnos brambor u nás za posledních 5 let 28,1 t/ha a průměrná tržní cena výkupu brambor 4 650 Kč/t. Pro tyto průměrné ukazatele tedy vychází dodatečný ekonomický přínos ve výši 19 600 Kč/ha. Je tedy zřejmé, že tyto dodatečné ekonomické přínosy nepokrývají ani fixní náklady a realizace kapkové závlahy je v těchto podmínkách nerentabilní.

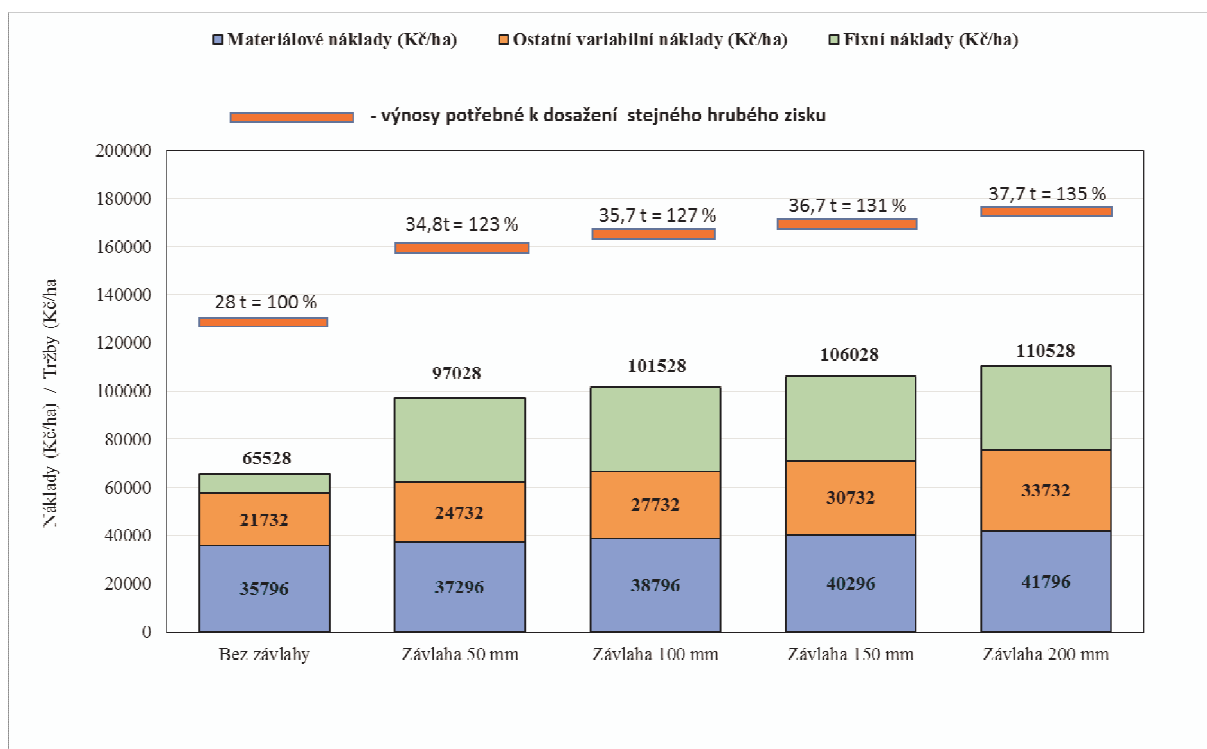
Z našich dosavadních výsledků ověřování kapkové závlahy v rámci řešeného projektu lze konstatovat, že došlo na sledovaných pozemcích k výraznějšímu zvýšení výnosů a to v průměru o 11,4 t/ha při celkové závlahové dávce okolo 100 mm. V těchto podmínkách se

tedy ukázalo využití kapkové závlahy jako rentabilní s dodatečným ekonomickým přínosem více jak 17 tis. Kč/ha.

Je zřejmé, že realizaci kapkové závlahy je významné manažerské rozhodnutí, které je třeba pečlivě zvážit. Pro podporu rozhodovacího procesu jsou významné následující rozhodovací body:

- v případě, že v daném roce bude dostatečné množství a rovnoměrnost srážek, bude závlahová dávka nulová a celková ztráta bude ve výši fixních nákladů, tj. 27 000 Kč/ha,
- v případě využití kapkové závlahy lze v průměrných podmínkách uvažovat s potřebou závlahové dávky okolo 100 mm a pro dosažení stejného hrubého zisku je třeba docílit dodatečné ekonomické přínosy ve výši 36 000 Kč/ha a tomu odpovídá zvýšení výnosu o 7,7 t/ha,
- v případě extrémního sucha a potřebě závlahové dávky 200 mm je třeba docílit dodatečné ekonomické přínosy ve výši 45 000 Kč/ha a tomu odpovídá zvýšení výnosu o 9,7 t/ha.

Podrobnější údaje jsou zřejmé z grafu (Obr. 29).



Obr. 29 Náklady na pěstování a sklizeň brambor podle intenzity kapkové závlahy

Poznámka:

- náklady „bez závlahy“ vychází z podkladů databázového modelovacího programu AGROTEKIS (VÚZT, v.v.i.), zahrnují náklady na pěstování a sklizeň brambor, nejsou zde zahrnuty náklady na posklizňové zpracování a skladování brambor
- hrubým ziskem se zde rozumí rozdíl mezi tržní cenou brambor a náklady na pěstování a sklizeň v Kč/ha

Je zřejmé, že pěstování brambor s využitím kapkové závlahy je zatím v počátcích, je tedy zatím málo zkušeností a podkladů pro vyhodnocení nákladů a ekonomických přínosů kapkové závlahy. Přesto lze konstatovat, že dosavadní výsledky ukazují nejen na vhodnost, ale i na potřebnost řešení závlah z důvodů zmírnění dopadů klimatických změn a především řešení období sucha. Vzhledem k nákladovosti řešení závlahových systémů je zřejmé, že jejich uplatnění bude především pro plodiny s vyšším nákladovým a výnosovým potenciálem a vyšší citlivostí na nedostatek vláhy, kam brambory také patří.

Investice do závlah jsou poměrně nákladné, ale z dlouhodobého hlediska se přesto vyplatí. Kromě uvedených konkrétních ekonomických přínosů závlahy lze uvést, že jsou i další příznivé faktory. Možnost zavlažování zvyšuje hodnotu půdy, zajišťuje vyšší stálost produkce a tedy i lepší marketingové podmínky pro zemědělce.

4 PŘÍNOS METODIKY

Metodika obsahuje jak obecné tak i výzkumně ověřené poznatky a doporučení pro pěstování brambor v podmínkách sucha a výkyvů počasí. Přínosem je rozšířit mezi odbornou zemědělskou veřejností a do praxe poznatky o technologiích pro efektivní využití vody při pěstování brambor v uvedených podmínkách. Seznámit zemědělskou veřejnost s vlastnostmi, agrotechnickými požadavky na novou vyvíjenou technikou pro zřízení a využití kapkových závlah v bramborářských výrobních oblastech. Obsahuje a popisuje výsledky ověřování v pokusných i poloprovozních podmínkách těchto nových úsporných závlahových systémů a jejich využití při pěstování brambor. Přínosem pro praxi je metodika ekonomiky hodnocení závlah a ekonomické vyhodnocení stávajících výzkumně ověřovaných pokusů s kapkovou závlahou při pěstování brambor v bramborářských výrobních oblastech.

5 SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

V současné době není známa metodika, která se zabývá ověřenými technologiemi a technickými doporučeními využití kapkových závlah při pěstování brambor i dalších plodin v podmínkách sucha a výkyvů počasí. Je nová z hlediska uvedení výsledků výzkumných poznatků a doporučení o využití technologie kapkových závlah při pěstování brambor z výzkumného i praktického ověření nových postupů a vyvíjené techniky. Nově jsou v metodice rozpracovány i ekonomické dopady doporučených postupů a použité nové a vyvíjené techniky na rentabilitu výroby brambor v uvedených podmínkách v současných ekonomických podmínkách.

6 POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY

Metodika je určena k zvýšení informací o problematice kapkových závlah a jejich aplikaci zejména pro zemědělské bramborářské výrobní podniky a další zemědělské subjekty a zemědělské podnikatele hospodařících v podmínkách pravidelných výskytů sucha a výkyvů počasí. Uplatnění je již realizováno ve spolupracujícím zemědělském podniku. Jednotlivým subjektům může být podkladem pro návrhy opatření a ekonomické výpočty v jejich specifických podmínkách, které by zamezily nebo udržely stabilní výnosy produkce brambor v uvedených podmínkách. Dále může posloužit státní správě pro tvorbu finanční podpory a subjektům v odborném poradenství. Uplatnění a využití metodiky je možné i pro informace členům Českého bramborářského svazu a pro pedagogickou práci zemědělských škol.

7 EKONOMICKÉ A EKOLOGICKÉ ASPEKTY

V metodice doporučené a výzkumně ověřené postupy kapkové závlahy při pěstování brambor patří mezi na zdroje vody nejúspornější systémy zavlažování. Postupy jsou založeny na velmi úsporném a cíleném dávkování závlahové vody do půdy, umožňují tak vodou zavlažovat pouze kořeny rostliny a oblast kolem nich. Také je tím umožněno provedení úsporné a ekologicky přesné dávky aplikace potřebných kapalných hnojiv v průběhu vegetačního období. Je přitom velmi omezen únik hnojiv do povrchových i podzemních vod.

8 SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

- BRAZDIL R., TRNKA M. a kol.: Sucho v českých zemích, Centrum výzkumu globální změny Akademie věd české republiky, v.v.i., Brno, 2015, s. 237-250.
- HANSE L.: First test with drip irrigation promising (První testy s kapkovou závlahou jsou slibné.) *Potato World* 1/2016, s.29-35:
- HABERLE J., VLČEK V., KOHUT M., STŘEDA T., DOSTÁL J., SVOBODA P.: Bilance a určení dostupné zásoby vody v kořenové zóně plodin, metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2015 .
- ROŽNOVSKÝ J., LITSCHMANN T., (eds): *Závlahy a jejich perspektiva*. Mikulov, 18.-19.3. 2015, ISBN 978-80-87577-47-9
- VLČEK V., HYBLER V., HLADKÝ J., POSPÍŠILOVÁ L.: Vybrané pedotransférové funkce a jejich vhodnost pro orientační hydrofyzikální charakteristiku půd, *Úroda* 12, 2014, vědecká příloha, s. 453-456 Vlček et al. 2013, 2014
- USDA United State Department of Agriculture, 2016. Soil texture calculator. https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/?cid=nrcs142p2_054167
- NĚMEČEK J., KOZÁK J. a kol.: Půdní mapa ČR 1:250 000, ČZU v Praze, 2001, <https://geoportal.gov.cz/web/guest/map>
- TOMASELLA J., HODNETT M.G.: Estimating soil water retention characteristics from limited data in Brazilian Amazonia. *Soil Sci.*, 1998, 163: 190–202.
- HÖLZMANN H.J.: Pěstitelské poradenství, Zemědělská komora NRW, Düren, Kartoffelbau, 2017, jg. 68, no. 4, p. 42-44.
- MATOVIČ G., BROČIČ Z., DJURIČIN S., GREGORIČ E., BODROŽA D.: Profitability assessment of potato production applying different irrigation methods. *Irrigation and drainage*, 2016, 65: 502-513).
- DOLEŽAL F., VACEK J., ČÍŽEK M., ZAVADIL J.: Rentabilita závlahy brambor v bramborářské oblasti. *Farmář*. 2007, roč. 13, č. 1, s. 20-22)

Další studované literární zdroje:

- ABRHAM Z., HEROUT M., RICHTER J.: Ekonomika doporučených strojních souprav. [Economy of recommended machine sets]. Soubor normativů na internetových stránkách VÚZT, v.v.i., v části Databáze a programy/Normativy pro poradenství.
- ZAVADIL J., DOLEŽAL F., VACEK J.: Použitelnost závlah u brambor. *Bramborářství*, 2005, roč. 13, č. 1, s. 12-15
- ZAVADIL J., DOLEŽAL F., VACEK J.: Závlaha u pozdních brambor. *Farmář*. 2005, roč. 11, č. 2, s. 18-20.
- ZAVADIL J., DOLEŽAL F.: Využití teploty porostu k odhadu evapotranspirace a vodního stresu brambor a kvěťáku. *Soil and Water*. 2005, č. 4, s. 118-128.
- ZAVADIL J., DOLEŽAL F., VACEK J.: Závlahy pozdních konzumních brambor na Vysočině. *Úroda*, 2006, roč. 54, č. 10, s. příloha s. 6-9.
- ZAVADIL J.: Význam závlah pro výnosy raných brambor a zeleniny. *Úroda*. 2007, roč. 55, č. 4, s. 50-52.
- JÄGERMEYR J., GERTEN D., HEINKE J., SCHAPHOFF S., KUMMU M., LUCHT W.: Water savings potentials of irrigation systems: global simulation of processes and linkages 1Research Domain Earth System Analysis, Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK), Telegraphenberg A62,14473 Potsdam, Germany, Published by Copernicus Publications on behalf of the European Geosciences Union.

HAVERKORT A.J.: Measuring the water status in plant and soil. In. Potato handbook. Crop of the future, Aardappelwereld BV, The Hague, The Netherlands, 2018, 383-387.

SHOCK C.C., WANG F.X., FLOCK R., ELDREDGE E., PEREIRA A.: Successful Potato Irrigation Scheduling, Malheur Experiment Station, Oregon State University: Center for Agricultural Water Research in China, China Agricultural University, Revised January 2013, <http://www.apic-ak.cz/> - Ministerstvo zemědělství proti suchu: podpora závlah a ochrana krajiny

Použitá firemní literatura:

NETAFIM Deutschland, Agrofim sro. ČR

TORO (USA), Profigrass s.r.o. Brno

9 SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

STEHLÍK M., MAYER V., VEJCHAR D., VACEK J., KASAL P.: Udržitelné technologie pro úsporu vody u širokořádkových plodin. [Sustainable technologies for water conservation of wide-rows crops]. *Úroda*. 2018, 66(1), 30-34. ISSN 0139-6013.

ČEPL J., KASAL P., ČÍŽEK M., SVOBODOVA A., MAYER V., VEJCHAR D.: The effect of drip irrigation on potato. Yield and quality, 46. Symposium "Actual Tasks on Agricultural Engineering", Opatija, Croatia, 2018. 499

VEJCHAR D., STEHLÍK M., MAYER V.: Influence of tied ridging technology on the rate of surface runoff and erosion in potato cultivation. *Agronomy Research*, 2017, no. 15, ISSN 1406-894X, 10 p.

10 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

| | | |
|----------|---|----|
| Obr. 1 | Znázornění dostupnosti vody při různém podílu jílnatých částic v půdě na různých druzích půdy podle ČSN 46 5302. Zdroj: Haberle et al. 2015..... | 13 |
| Obr. 2 | Schéma pokusné lokality s kapkovou závlahou ve VÚB, s.r.o. H. Brod – Valečov a poloprovozního pokusu Agro Posázaví Okrouhlice – Vadín v r.2016-2018..... | 15 |
| Obr. 3 | Schéma instalace kapkové závlahy Agrofim na polním pokusu Okrouhlice – Vadín | 16 |
| Obr. 4 | Čidlo pro řízení závlahy VIRRIB a zařízení pro fertigaci | 16 |
| Obr. 5 | Vliv variant kapkové závlahy na výnos hlíz v roce 2016..... | 17 |
| Obr. 6 | Vliv variant kapkové závlahy na výnos hlíz v roce 2017..... | 18 |
| Obr. 7 | Vliv variant kapkové závlahy na výnos hlíz v roce 2018..... | 18 |
| Obr. 8 | Vliv variant kapkové závlahy v poloprovozním pokusu na výnos hlíz v roce 2016..... | 19 |
| Obr. 9 | Vliv variant kapkové závlahy v poloprovozním pokusu na výnos hlíz v roce 2017..... | 20 |
| Obr. 10 | Vliv variant kapkové závlahy v poloprovozním pokusu na výnos hlíz v roce 2018..... | 20 |
| Obr. 11 | Množství dávek závlahy na poloprovozním pokusu s kapkovou závlahou Okrouhlice – Vadín..... | 22 |
| Obr. 12a | Zrnitostní složení půdy v lokalitě Vadín, hloubka do 30 cm..... | 22 |
| Obr. 12b | Zrnitostní složení půdy v lokalitě Vadín, hloubka 30-60 cm | 22 |
| Obr. 13 | Instalace vlhkostního a teplotního čidla na lokalitě Okrouhlice – Vadín..... | 23 |
| Obr. 14 | Příklad průběhů vlhkosti půdy a teplot na lokalitě Okrouhlice – Vadín během vegetačního období.... | 24 |
| Obr. 15 | Hrudovitost hlinito-písčité půdy na pokusné lokalitě s kapkovou závlahou – lokalita Valečov VÚB, s.r.o. H. Brod (konvenční pěstování)..... | 27 |
| Obr. 16 | Hrudovitost půdy, zjištěná na poloprovozním pokusu se závlahou – lokalita Okrouhlice – Vadín (záhonové pěstování)..... | 28 |
| Obr. 17 | Firma NETAFIM (SRN) nabízela nové stroje a zařízení pro kapkové zavlažování při pěstování brambor na letošním Potato Europe | 31 |
| Obr. 18 | Schéma možných provedení kapkových závlahových systémů podle firmy TORO | 32 |
| Obr. 19 | Speciální stroj pro vyhloubení a pokládání kostry hadicových rozvodů firmy ZIBO (Holandsko)..... | 33 |
| Obr. 20 | Schéma konstrukčního návrhu funkčního vzorku zapravovače a vytahovače kapkových hadic | 34 |
| Obr. 21 | Ověřování funkčního vzorku zapravovače na pokládání závlahových hadic při polních pokusech | 35 |
| Obr. 22 | Vlevo: detail uložení kapkovacích hadic v hrůbku. Vpravo: jednoduché zařízení pro vytahování hadic z hrůbku před sklizní. | 35 |
| Obr. 23 | Testování funkčního vzoru zařízení pro opětovné navíjení hadic z hrůbku brambor po ukončení vegetace před sklizní | 35 |
| Obr. 24 | Jednoduchá manipulace, konkrétně s hadicemi určenými k jednorázovému použití pro jednu sezónu | 36 |
| Obr. 25 | Porovnání výnosů zavlažovaných a nezavlažovaných brambor v poloprovozním pokusu v letech 2016-2018 (Vadín, t/ha)..... | 39 |
| Obr. 26 | Nárůst výnosů zavlažovaných brambor v letech 2016-2018 (Vadín, t/ha)..... | 39 |
| Obr. 27 | Roční Bilance tržeb a nákladů kapkové závlahy na v lokalitě Okrouhlice – Vadín v letech 2016-2018 | 40 |
| Obr. 28 | Provozní náklady kapkové závlahy | 44 |
| Obr. 29 | Náklady na pěstování a sklizeň brambor podle intenzity kapkové závlahy | 45 |
| Tab. 1 | Zásady obecných půdoochranných technologií pěstování plodin v podmínkách ohrožených vodní erozí podle MZe ČR..... | 11 |
| Tab. 2 | Varianty polních pokusů s kapkovou závlahou a přihnojením..... | 14 |
| Tab. 3 | Množství vody dodané v kapkové závlaze za vegetaci (mm) | 17 |
| Tab. 4 | Množství vody dodané v kapkové závlaze za vegetaci (mm) | 19 |
| Tab. 5 | Hranice vlhkosti pro bod vadnutí na lokalitě Okrouhlice – Vadín – písmena označují anglické barvy jednotlivých vzorků zrnitosti (b – blue, B – black) | 22 |
| Tab. 6 | Rozdíly v zrnitostních frakcích jednotlivých lokalit..... | 24 |
| Tab. 7 | Porovnání tržeb a nákladů při různé životnosti kapkové závlahy brambor | 40 |
| Tab. 8 | Investiční náklady na realizaci kapkové závlahy brambor | 42 |
| Tab. 9 | Provozní náklady na kapkovou závlahu brambor..... | 43 |
| Tab. 10 | Brambory - výnosy a tržní cena produkce – ČR..... | 44 |

Název: **DOPORUČENÉ TECHNOLOGIE PRO EFEKTIVNÍ VYUŽITÍ
VODY PŘI PĚSTOVÁNÍ BRAMBOR V PODMÍNKÁCH
SUCHA A VÝKYVŮ POČASÍ**

Autoři: za VÚZT, v.v.i. Praha-Ruzyně

Ing. Václav Mayer, CSc. - vedoucí kolektivu

Ing. Zdeněk Abrhám, CSc.

Ing. Daniel Vejchar

Mgr. Martin Stehlík

Libuše Pastorková

za VÚB, s.r.o. H. Brod

Ing. Jaroslav Čepl, CSc.

Ing. Pavel Kasal, PhD.

Ing. Milan Čížek, PhD.

Ing. Andrea Svobodová, PhD.

Oponenti: **Ing. Michaela Budňáková – MZe ČR**

Prof. Ing. Karel Hamouz, CSc. – ČŽU Praha

Registrační číslo č.j.:NAZV MZe ČR

Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Praha-Ruzyně

2018