

T A

Č R

Program **Beta2**

## Katalog opatření pro území pilotního projektu Amálie

**Konečný uživatel: Ministerstvo životního prostředí**

**Název projektu:** Systém krajinných úprav pro adaptaci zemědělské (lesozemědělské) krajiny na klimatickou změnu v období 2030+

**Číslo Projektu:** TITSMZP717

**Řešitel projektu:** Česká zemědělská univerzita v Praze a Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.í.

**Doba řešení:** 1.8.2018 – 31.10.2021

**Důvěrnost a dostupnost:** veřejný, přístupný

**Informace o řešitelském týmu:**

Prof. Ing. Petr Sklenička, CSc. – hlavní řešitel, ČZU v Praze

Ing. Jan Vopravil, Ph.D. a Ing. Petr Fučík, Ph.D. – vedoucí řešitelských týmů za VÚMOP vvi

**Další informace o projektu:**

V rámci projektu řešeného na pilotním území Amálie bylo celkem zpracováno celkem devět výstupů/výsledků:

Nmap - Prezentační mapa navrhovaných a realizovaných opatření v návaznosti na monitoring (pilotní projekt)

O - Návrh kritérií pro monitoring klimatických a hydrologických ukazatelů v pilotním projektu ověření jejich efektu a realizace monitoringu.

O - Matematické modely a demonstrace - predikce přírodních podmínek 2030+, modelace krajinných opatření ve změněných přírodních podmínkách za účelem zachování funkční zemědělské krajiny

Nmet - Metodika projektování a realizace krajinných opatření pro zmírnění hydrologických a klimatických extrémů v zemědělské (lesozemědělské) krajině 2030+

O - Demonstrace navrhovaných a realizovaných opatření terénní formou formou na území pilotního projektu

O - Zásady rozhodování zemědělce při realizaci krajinných opatření pro zmírnění dopadů klimatické změny v zemědělské (lesozemědělské) krajině 2030+

O - Katalog opatření zejména pro území pilotního projektu  
O - Zásady a postupy pro veřejnou správu při plánování a schvalování opatření pro zmírnění dopadů klimatické změny v zemědělské (lesozemědělské) krajině 2030

O - Zásady pro nastavení podpory krajinných opatření z veřejných dotací (s důrazem na sektor MŽP)

## Úvod

Je známo, že probíhající klimatická změna se v ČR projevuje nárůstem teploty vzduchu a zvýšením četnosti extrémních jevů počasí jako je rozkolísanost a extremita srážek, vyšší teploty a evapotranspirace. Ve spojení s některými způsoby hospodaření s půdou, které podporují degradační procesy, tak dochází ke snižování infiltrační a retenční schopností půd, zrychlené erozi a v kombinaci s velikostí, tvarem a uspořádáním půdních bloků, absencí biotechnických prvků v krajině a / nebo intenzivním odvodněním může toto vést ke zrychlenému odtoku vody včetně nežádoucího odnosu znečišťujících látek ze zemědělských pozemků, a to jak v běžných, tak v epizodních odtokových situacích.

Výjimečně existuje možnost tyto jevy výzkumně sledovat a kvantifikovat na jednom malém území. Katalog opatření, zpracovaný jako plánovaný výstup k projektu **TITSMZP717 Systém krajinných úprav pro adaptaci zemědělské (lesozemědělské) krajiny na klimatickou změnu v období 2030+**, toto dokladuje a obsahuje pět sekcí: I. Monitoring, II. Vodohospodářská opatření, III. Protierozní opatření, IV. Agrotechnická opatření a V. Přírodní opatření.

Zařazení všech těchto částí do Katalogu má svůj účel, neboť leitmotivem řešeného projektu je zobecnění a přenos poznatků a principů do praxe udržitelného krajinného plánování a zemědělského hospodaření, zohledňující důsledky klimatické změny a zejména možnosti adaptací. V praxi jsou očekávána efektivní, provázaná řešení; tj. zemědělská, vodohospodářská a biodiverzitu podporující opatření, resp. jejich propojené systémy, s účinností ověřenou monitoringem. V tom m. j. spočívá unikátnost projektu, kdy na dvou malých zemědělsko-lesních povodích byly navrženy a zrealizovány vybrané typy opatření, resp. i jejich propojené systémy a monitoring meteorologických, hydrologických a hydrochemických ukazatelů, který realizaci opatření předcházela a pokračoval až do ukončení projektu. V každé sekci v rámci Katalogu je uvedena fotodokumentace opatření a jejich popis a účel, vč. navržených parametrů, stavebních či realizačních materiálů.

Myšlenkou vzájemně propojených systémů i jednotlivých opatření navazuje Katalog Chytré krajiny na projekt „Příprava listů opatření typu A lokalit plošného zemědělského znečištění pro plány dílčích povodí“, jehož zadavatelem byl podnik Povodí Vltavy, státní podnik; resp. na výstupy, v rámci tohoto projektu zpracované [1-3]. Katalog Chytré krajiny tyto principy rozvíjí tím, že přichází s představením realizovaných opatření a systémů, tj. navržených a provedených v konkrétních podmínkách, právě se zohledněním očekávaných projevů klimatické změny a adaptací na ně.

V sekci I Monitoring představuje Katalog Chytré krajiny přístupy pokročilého moderního monitoringu (tedy kontinuálního s online a real-time přenosem dat) meteorických, vláhových poměrů půd i stavů podzemních vod, srážko-odtokových charakteristik pozemků z hlediska množství a jakosti vod, hospodaření a erozních projevů, i zařízení na sledování vitality lesních dřevin.

Sekce II Vodohospodářská opatření rozpracovává několik liniových prvků a na ně navázaných retenčně-akumulačních a jakost vody zlepšujících objektů. Jedná se o systém průlehů – svejtlů (z angl. SWALE), a souvisejících přehrázek, tůní, mokřadů a malých vodních nádrží, majících za cíl transformovat a zpomalit odtok vody (epizodní i běžný), popř. ji akumulovat a – pokud je znečištěná – podpořit přírodní procesy odbourávání polutantů (N, P, C, nerozpuštěné látky, pesticidy) a udržet, resp. zvýšit biodiverzitu

prostřednictvím vytvoření vhodných habitatů. Samostatnou část zde tvoří opatření, realizovatelná na drenážních systémech. Těm předchází rekapitulace modelů původních příčin zamokření, odvození předpokládaných charakteristik znečištění vody a ve vazbě na tyto podklady principy pro výběr a návrh možných adaptačních opatření [4-5].

V sekci III Protierozní opatření jsou zařazena a představena konkrétní opatření pro zachytávání, akumulaci a využití srážkových vod ze zpevněných ploch (Rainwater Harvesting) a mobilní protierozní opatření na zemědělské půdě.

Sekce IV. Agrotechnická opatření přináší především technologie ochranného zpracování půdy, kdy jsou podrobně uvedeny principy a možnosti použití těchto postupů a dokumentováno jejich praktické uplatnění z hlediska optimalizace vodního režimu a zmírnění degračních procesů v půdách.

Sekce V. se věnuje Přírodním opatřením, což jsou zejména systematické výsadby stanovištně vhodných dřevin, vč. regionálních odrůd ovocných dřevin a krajinářsky hodnotných druhů a tvorba nektarodárných biopásů.

#### Přehled opatření realizovaných v zájmovém území ŠZP Amálie

Kategorie opatření	Konkrétní typ opatření
Monitoring	Monitorovací vrty podzemních vod
	Meteorologické stanice
	Dendrometry
	Půdní teplota
	Půdní vlhkost
	Evapotranspirace
	Měrné přelivy
	Kvalita a kvantita vod
	Protierozní monitoring
Vodohospodářská opatření	Rozvod závlahové (jímané) vody
	Průleh a příkop - Renaturace hlavního odvodňovacího zařízení - P01, P02, P03, P04, P05
	Protierozní závlahový příkop a mokřadní systém
	Kombinovaná mokřadní tůň (MS) - D08
	Mokřadní tůň s intenzifikovanou litorální zónou
	Umělý mokřad - K02
	Malá vodní nádrž
	Retenční malá vodní nádrž (tůně)
	Opatření realizovaná na drenážních systémech - D13, D14
Svod dešťové vody	
Protierozní opatření	Mobilní protierozní zařízení – fólie

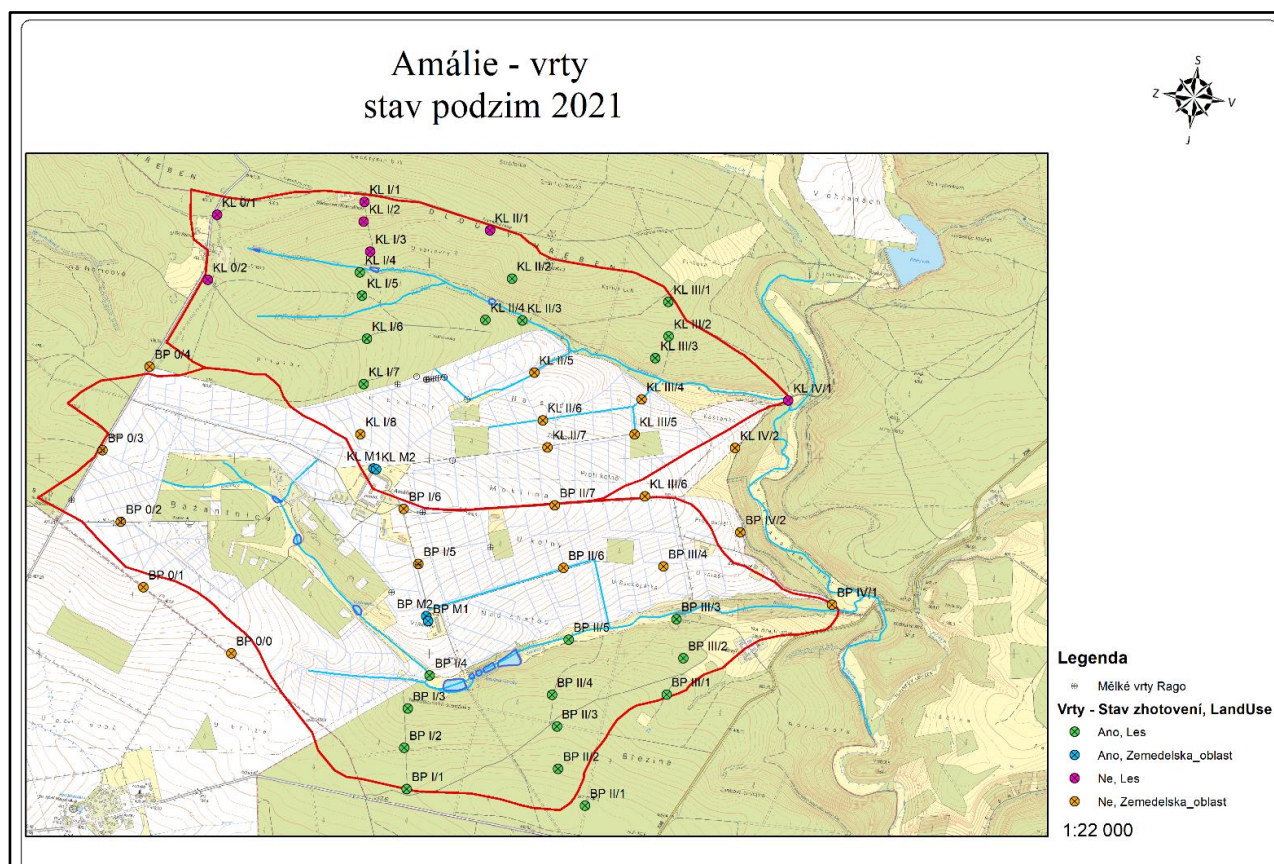
Agrotechnická opatření	Změna osevních postupů
	Pásové zpracování půdy (strip-till)
	Bezorebné setí do nezpracované půdy (no-till)
Přírodní opatření	Liniová zeleň - E01
	Experimentální biopás

## I. Monitoring

V zájmové lokalitě byly testovány jednotlivé typy monitoringu, čidel a přístrojů tak, aby bylo možné navrhnout nejvhodnější pro obecné nastavení základního monitoringu koloběhu vody, živin a polutantů pro další oblasti chytré zemědělské krajiny. Jde o tyto typy monitoringu.

### Monitorovací vrty

Monitorovací vrty podzemních vod jsou na zemědělské části chytré krajiny v současné době čtyři vybavené. Jsou navrženy vždy jako jeden hlavní (BP M2 – 62 mpt, KL M1 – 60 mpt ) a druhý kontrolní (BP M1 - 30 mpt, KL M2 – 40 mpt ) tak, aby bylo zřejmé, jak se chová zvrdeň, do které zasahují. Čerpací zkoušky byly provedeny a v současné době je instalován dlouhodobý monitoring. U vrtu BP M2 byla zjištěna potenciální možnost využití vrtu jako jímacího objektu s maximálním odběrem  $Q_{max} 2 \text{ l/s}$ . U vrtu KL M1 byla prokázána využitelnost pro dočasný odběr podzemní vody až do výše využitelné vydatnosti  $Q_p=1,0 \text{ l/s}$ . Dále je ve fázi přípravy zhotovení další 20 vrtů na stálou hladinu podzemních vod, viz Obr. 1. A 22 mělkých do cca 2,5 m na monitorování mělké zvodně. V lesních porostech jsou zhotoveno 22 vrtů, které monitorují hladinu podzemní vody na lesní půdě pomocí 20 tlakových čidel LMP 307i od BD sensors a dvou čidel HLM 26 S od Dinelu. Data jsou kontinuálně přenášena po zaznamenání 8 hodnot (4 hodiny) pomocí NB IoT skrz API do databáze ČZU.



**Obr. 1** Přehledová mapa umístění geologických vrtů na lokalitě Amálie





**Obr. 2** Geologický monitorovací vrt vybavený tlakovou sondou pro monitorování hladiny podzemní vody a vpravo čidla půdní vlhkosti TMS4



**Obr. 3** Vrtání geologických monitorovacích vrtů na zemědělské půdě v říjnu 2021

### Meteorologické stanice

Meteorologické stanice jsou na zemědělské oblasti tři, přičemž jedna je umístěna ve dvou oplocenkách. Tato meteostanice je tedy rozdělena na dvě stanoviště a měří aktuální evapotranspiraci na linii mezi oplocenkami pomocí scintilometru. Na této linii v současné době probíhá monitoring intenzivního

hospodaření. Linie poskytuje možnost testovat různé plodiny ve vztahu k aktuálnímu výparu v závislosti na aktuálních klimatických podmínkách. Stanice je vybavena mimo běžných meteorologických veličin jako jsou atmosférická teplota, tlak, rychlost a směr větru také měření síťové radiace a tepelný tok do půdy. V mapě na Obr. 1 je označena číslem 2.

Druhá meteorologická stanice je v současné době umístěna u kravína na mapě na Obr. 1. Tuto meteorologickou stanici je v plánu přesunout blíže k experimentálním polím které se nacházejí v těžišti zájmového území. V současné době jsou zde monitorovány tyto veličiny:

- Rychlost a směr větru s možností separace vertikální složky turbulentního proudění v hraniční vrstvě atmosféry (3d ultrasonický anemometr)
- Ultrasonická teplota vzduchu
- Teplotní profil vzduchu
- Teplota na vstupu a výstupu v spektrometru, který určuje koncentrace CO<sub>2</sub>, respektive páry v atmosféře vše v kroku 10Hz
- Síťovou radiaci s možností separace všech čtyř komponent slunečního záření
- Tepelný tok do půdy spolu s vlhkostí půdy 3x 10 cm pod terénem.
- Dále je zde snímána každý den fotografie pomocí fenokamery.
- Srážky
- Atmosferický tlak
- Relativní vlhkost.

Pomocí výše uvedených sledovaných parametrů je počítána energetická bilance místa a aktuální evapotranspirace v okolí. Jedná se o špičkovou technologii určenou k monitoringu aktuální evapotranspirace.

Třetí meteorologická stanice je v současné době v laboratoři, kde probíhají testy půdních čidel, které jsou na ní připojené. Jsou zde testována levná dostupná čidla, která jsou srovnávána s čidly od renomovaných výrobců. Používaná čidla měří vlhkosti různými principy. Konkrétně jsou testována čidla měřící závislost elektrické vodivosti na vlhkosti, a to pomocí elektrického odporu (odporová metoda), dielektrickou konstantou (kapacitní metoda) nebo průchod elektrického pulsu půdou (časová závislost průchodu či odrazu) Tato stanice nahradí meteostanici u kravína až bude připravená oplocenka u experimentálních půdních bloků.





**Obr. 4** Páteřní síť monitoringu meteorologické stanice (1 a 2) a sledování hladin na tocích (3)



**Obr. 5** Ukázky meteorologických stanic nainstalovaných na zájmové lokalitě

## Dendrometry

V současné době je na lokalitě nainstalováno 100 ks dendrometrů, které jsou rozmístěny rovnoměrně v lesních porostech v okolí vrtů. Tyto přírůstometry nám umožňují sledovat vitalitu porostu. V současné době jsou používány dva typy dendrometrů. Bodový dendrometr od firmy Tomst více na <https://tomst.com/web/cz/systemy/tms/bodovy-dendrometr/> a to v počtu (100ks)

Tři dendrometry od firmy EMS Brno <http://www.emsbrno.cz/p.axd/en/Stem.increment.sensor.DRL26C.html>, které jsou připojeny přes IoT a v současné době probíhá jejich implementace do našich databází.



Obr. 6 Ukázka nainstalovaného dendrometru

## Půdní teplota

Půdní teplota je monitorována na 24 místech ve dvou bodech rovnoměrně rozptýlená v prostoru zájmové lokality. Teplota je monitorována dohromady s půdní vlhkostí a je tedy monitorována v blízkosti rovnoměrně rozptýlených vrtů. V současné době jsou používány přístroje od firmy Tomst a to TMS 4 a to v různých délkách tak, aby bylo možné monitorovat daný půdní horizont. Na těchto zařízeních je umístěna teplota ve třech bodech. Na místě pak tedy známe informaci o přízemní teplotě a pak teplotním profilu půdy v 10 respektive 30 cm pod terénem.

## Půdní vlhkost

Půdní vlhkost je monitorována na 32 místech na většině míst ve třech různých hloubkách. Místa monitoringu jsou rovnoměrně rozptýlená v prostoru zájmové lokality. Půdní vlhkost je zde měřena pomocí množství různých přístrojů. Nejvíce je v zájmovém území v současné době nainstalováno čidel TMS 4 od firmy Tomst, kterých je v současné době nainstalováno 54 kusů. Měřené veličiny na tomto senzoru jsou uvedeny v Tab 1 . Dále pak v jednotkách kusů Teros 12 (12 kusů) Teros 21 (12 kusů) od firmy Meter na lesních pozemcích v hloubkách 20 cm, Hydraprobe od firmy Stevens (3x) v 10 cm pod terénem u meteorologické stanice č. 2. a Watermark od firmy Irrrometer (4x) na lesních pozemcích v hloubkách 10 respektive 20 cm

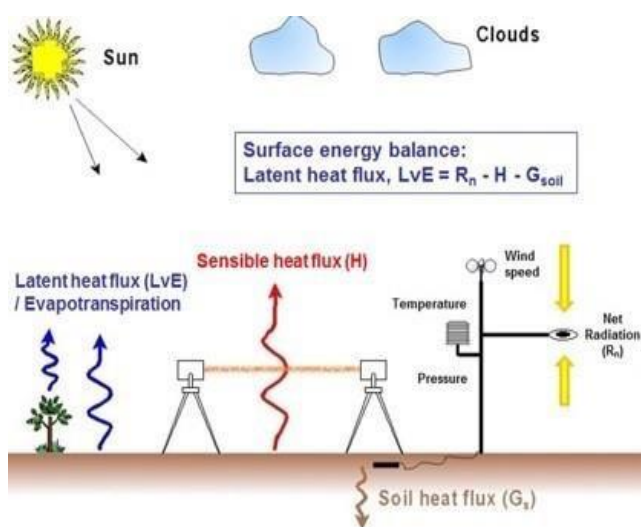
**Tab. 1 Přehled měřených veličin na senzoru TMS 4**

T1,T2,T3, vol. mois.								
sensor_ID	variable_ID	chip_ID	project_ID	limit value MIN	limit value MAX	unit	vertical floor	note
0001	T1		2021B0027	-40	60	°C	-8 cm	point measurement
0001	T2		2021B0027	-40	60	°C	0 cm	point measurement
0001	T3		2021B0027	-40	60	°C	+15	point measurement
0001	vol_moisture		2021B0027	0	100	%	(0; -14) cm	measuring range
0001- 0028	the same	the same	the same	the same	the same	the same	the same	
0029- 0055 example	different	different	different	different	different	different	different	
0054	T1		2021B0027	-40	60	°C	-23 cm	
0054	T2		2021B0027	-40	60	°C	-15 cm	
0054	T3		2021B0027	-40	60	°C	+5 cm	
0054	vol_moisture		2021B0027	0	100	%	(-15; -29) cm	

## Evapotranspirace

Aktuální evapotranspirace, tedy výpar a dýchání rostlin, je měřena pomocí dvou principiálně odlišných zařízení. Jedním je systém Eddy covariance, který je v současné době v oplocence u kravína a druhý systém je Scintilometer, který je v současné době v oplocence vedle statku Amálie. Aktuální evapotranspirace je porovnávána s klasickými přístupy výpočtu pomocí energetické bilance. Jednotlivé komponenty energetické bilance jsou na obou zařízeních dopočítávány pomocí měření síťové radiace a tepelného toku do půdy a dalších běžně sledovaných meteorologických veličin.

Pro zájmové území byl pořízen systém LAS MkII ET pro sledování liniové informace o aktuální evapotranspiraci, které bude založeno měření Scintillometrem. Systém vedle Scintillometru obsahuje dále senzorku potřebnou pro měření základních radiačních prvků. Uvedená sestava bude poskytovat data o aktuální evapotranspiraci. Zařízení bude dodáno firmou Kipp & Zonen.

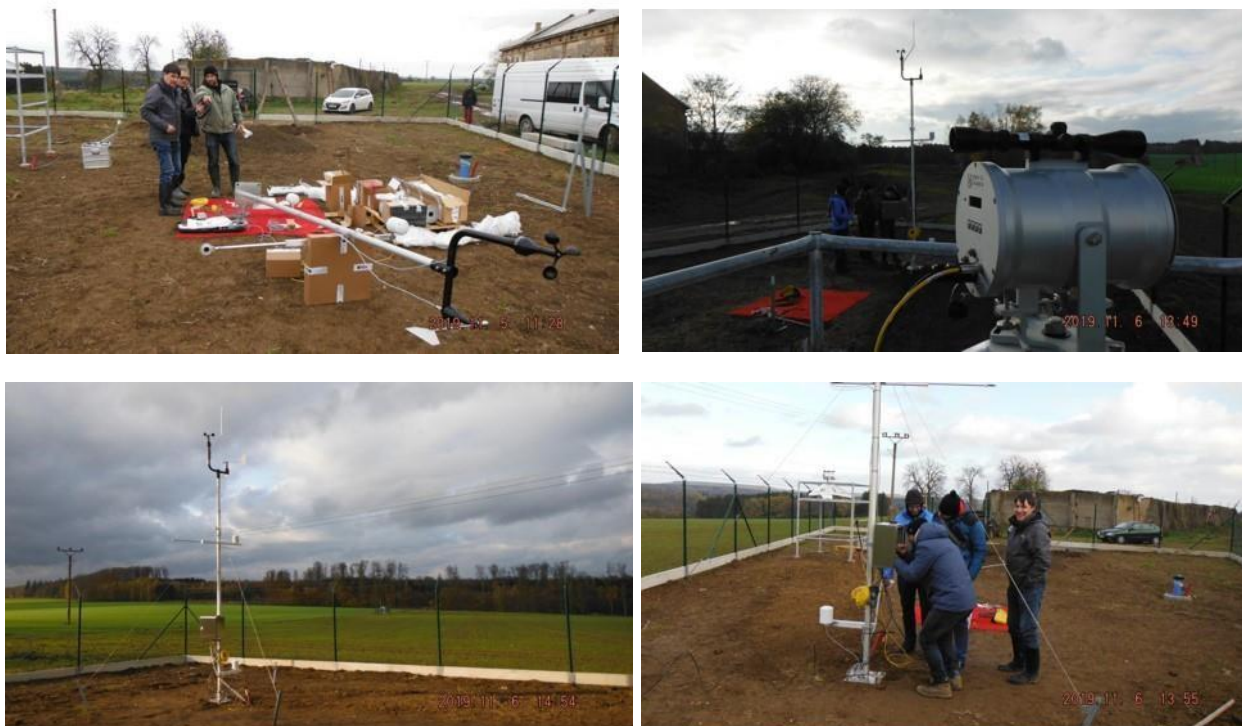


**Obr. 7 Schéma systému LAS Mk II ET**





**Obr. 8** Zařízení Eddy covariance a scintilometr, přístroje určené k měření evapotranspirace

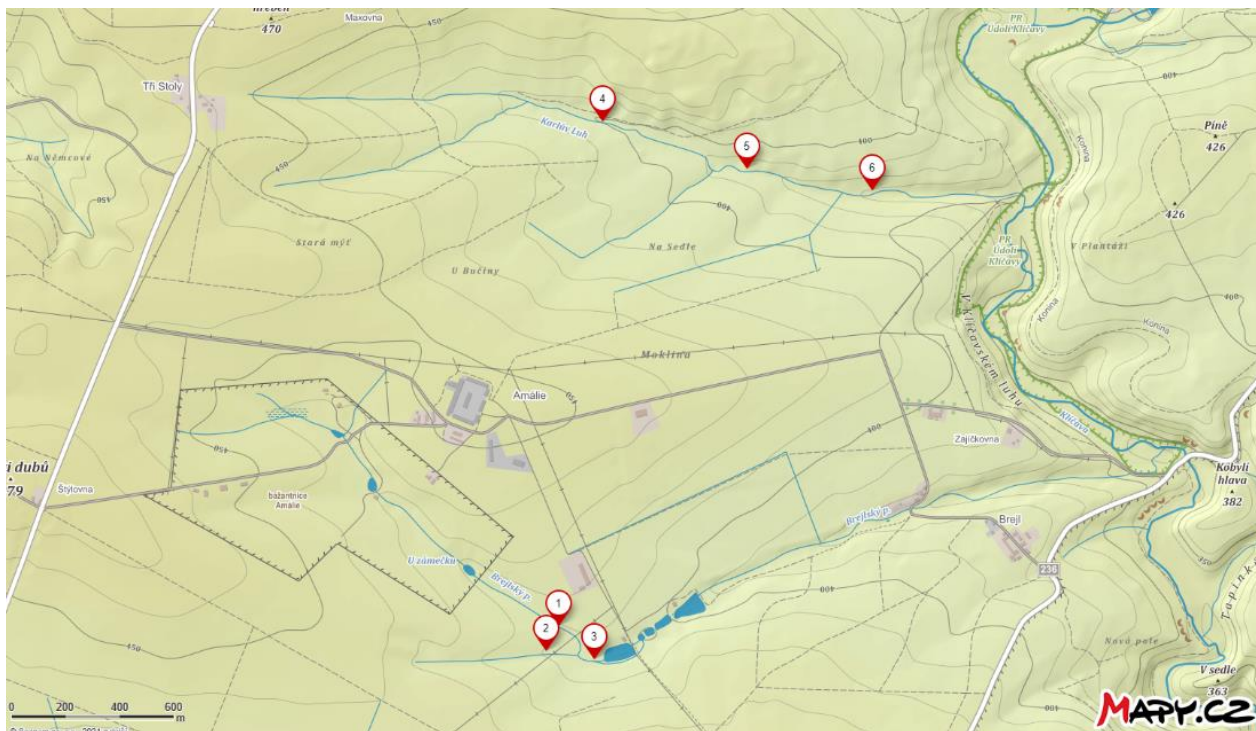


**Obr. 9** Průběh instalace meteostanice se scintilometrem s technikem z firmy Kipp and Zonnen

### Měrné přelivy

Přehrážky s měrným přelivem umožňují stanovit průtok v daném profilu. Přehrážka 1 je umístěna na profilu odvodňovacího koryta z odtoku z intenzifikovaného kaskádového svejlu. Přehrážka 3 je umístěna na Brejlském potoce před ústím do rybníka na parc. č. 502/5. Přehrážka 2 je umístěna na Brejlském potoce výše před odběrnou přehrážkou 2.

Konstrukčně se jedná o pravoúhlý ostrohranný přeliv (Thompson) z ocelového plátu vsazený do betonového pasu. V výřez je výšky 500 mm pro MP 1 a 3, a umožňuje přesné stanovení do průtoku cca 250 l/s. V výřez je výšky 500 mm pro MP 2, a umožňuje přesné stanovení do průtoku cca 140 l/s. Průtok je měřen pomocí tlakového čidla BD sensors LMP 307i, pomocí kterého je zjišťována aktuální výška hladiny, a tedy i přepadového paprsku. Data jsou zasílána pomocí NB IoT a pomocí API integrována do databáze ČZU.



**Obr. 10 Umístění přelivů. Body 1-3 označují betonové přelivy na Brejlském potoce. Body 4-6 označují mobilní ocelové přelivy.**



**Obr. 11 HOZ ústící do Brejlského potoka vybaven tlakovou sondou s NB IoT přenosem dat**

**Obr. 12 Mobilní měrný přeliv instalovaný na Karlově Luhu vybavený tlakovou sondou a NB IoT přenosem dat**



### Kvalita a kvantita vod

Monitoring jakosti vod probíhá periodicky (každých 14 dní v roce 2019 a 2020, každý měsíc v roce 2021) odběrem vzorků v recipientu na hydrografické síti povodí Brejlského potoka a Karlova luhu. Na Brejlském potoce bylo vyznačeno 11 odběrových míst (viz Obr. 13), kde se od března 2019 analyzuje kvalita vody. Rozbory jsou realizovány v laboratořích ČZU na těchto přístrojích:

**TC/TN:** Skalar Formacs HT (Breda, Nizozemí)

**Anionty:** iontový chromatograf Metrohm 883 Basic Plus (Herisau, Švýcarsko)

**Amoniak, celkový fosfor:** Cary 60 UV-VIS Agilent

**Kovy:** ICP-OES (Varian Liberty)

### Sledované parametry:

#### Na místě:

- pH
- elektrická konduktivita
- celkové rozpuštěné látky
- redoxní potenciál
- rozpuštěný kyslík
- nasycení kyslíkem - teplota

#### V laboratoři:

- NL (nerozpuštěné látky)
- PO<sub>4</sub>-P (fosforečnanový fosfor)
- P<sub>tot</sub> (celkový fosfor)
- NO<sub>3</sub>-N (dusičnanový dusík)
- NO<sub>2</sub>-N (dusitanový dusík)
- NH<sub>4</sub>-N (amoniakální dusík)
- N<sub>tot</sub> (celkový dusík)
- TC – celkový uhlík
- TOC (celkový organický uhlík)
- TIC (celkový anorganický uhlík)
- BSK<sub>5</sub>
- CHSK<sub>cr</sub>
- Fe
- Alkalické kovy (Mg, Ca, K, Na)
- Sírany
- chloridy



**Obr. 13 Odběrové lokality na Brejlském potoce**

### Monitoring umělých mokřadů určených pro odstraňování dusičnanů

Na umělém mokřadu, který čistí vodu z Brejlského potoka, odvodňovacího příkopu a pramene byl v květnu 2021 zahájen monitoring jakosti vody, a to na přítoku do horizontálního filtru, na odtoku z horizontálního mokřadu a odtok z vertikálního mokřadu. V laboratoři ČZU jsou zjišťovány tyto hodnoty:

- $\text{NO}_3\text{-N}$  (dusičnanový dusík)
- TC – celkový uhlík
- TOC (celkový organický uhlík).

### Protierozní monitoring

Na pokusných půdních blocích na zemědělské části povodí Karlova luhu jsou testována různá agrotechnická opatření (pásově zpracování půdy, setí do úzkého řádku, mělké a hluboké kypření atd.). Vliv těchto opatření na erozi a infiltraci srážek je sledován pomocí usazovacích nádrží a Parshalových žlabů měřících odtok vody z území.



**Obr. 14** Provedená orba na pokusných parcelách



**Obr. 15** Pokusné plochy po urovnání kypřičem





**Obr. 16** *Naplněná nádrž u variant s konvenční orbou*



**Obr. 17** *Množství erodovaného materiálu po usazení a částečném odčerpání vody*



*Obr. 18 Stav pokusné parcely s pásovým zpracováním půdy po erozní srážce*

## II. Vodohospodářská opatření

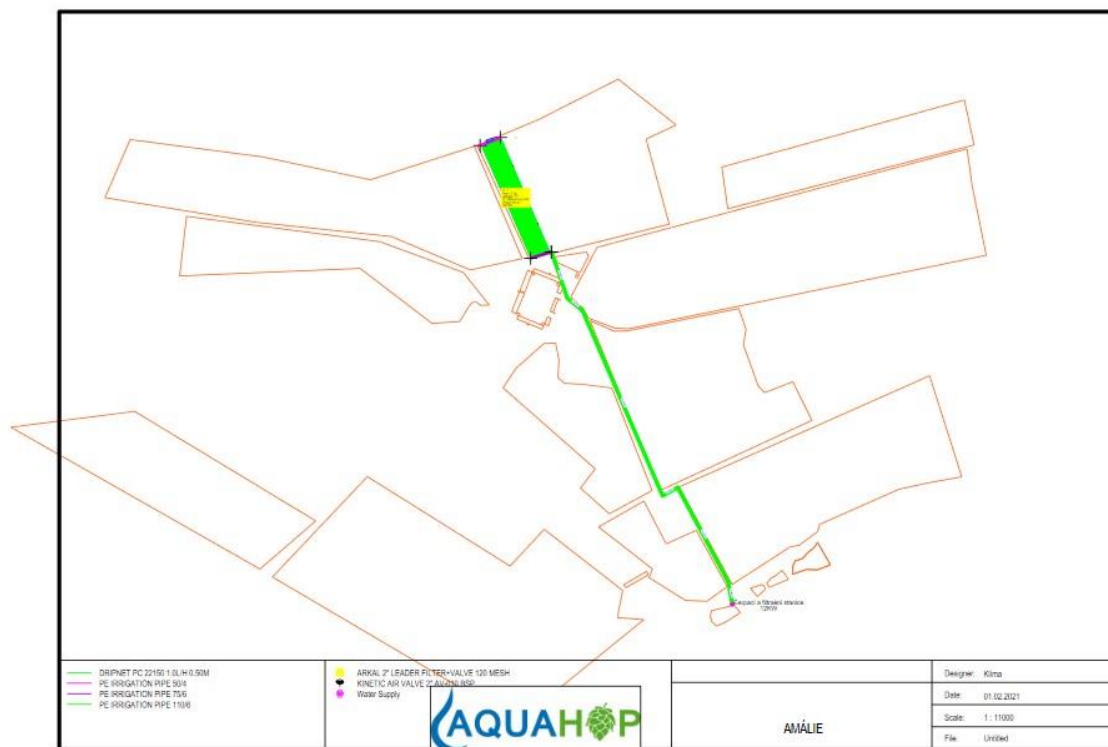
### Rozvod závlahové (jímané) vody

V rámci výzkumné lokality Amálie je naplánováno vybudování modelového závlahového systému pro kapkovou závlahu, který bude využit na závlahy modelového území o rozloze 2 ha. Kapková závlaha bude instalována pod zem. Zdrojem vody bude stávající spodní rybník, později bude čerpací a filtrační stanice instalována pod Bažantnici na nově vybudovanou nádrž „rybník“. Rozvod se v další etapě využije na dopouštění horní nádrže u statku. Hlavní řád o délce 1300 m je navržen z PE 110 uložen pod povrch cca 80 cm. Závlahový detail je připraven kapkovací hadicí DRIPNET PC 22150 50cm 1L/H v hloubce 38cm.

### Realizace na Amálii

Toto opatření bude na Amálii realizováno na podzim /zimě 2021.





**Obr. 19** Zákres návrhu závlahového systému

## Průleh a příkop

V rámci studované oblasti byla navržena či obnovena řada prvků typu průlehu (svejlu) či příkopu, jejichž účelem je zpomalit odtok dešťové vody z území, zabránit jejímu stékání po povrchu do údolí a zajistit vsáknutí do půdy. Tyto prvky jsou kombinovány rovněž s různými typy přehrážek a malými vodními nádržemi různých funkcí.

**Průleh** je mělký, široký příkop s mírným sklonem svahů, založený zpravidla s malým podélným sklonem (popř. nulovým), kde se povrchově stékající voda zachycuje a vsakuje, nebo je postupně odváděna. Prvek může být spojen s nízkou zemní hrázkou/mezí či travnatým pásem. Tím lze zvýšit celkovou účinnost prvku a vzniká prostor pro výsadbu vegetace. Průleh bez hrázky/meze je přejezdný pro mechanizaci.

Použití je vhodné v případě neúčinnosti či nemožnosti realizace nižších typů opatření (organizačních a agrotechnických opatření) nebo je lze použít za účelem rozčlenění krajiny. Jsou však finančně nákladnější. Doporučená je především realizace za účelem ochrany osob a majetku. Rozlišují se podle funkce záchytný, svodný a zasakovací průleh.

Záchytný průleh musí být doplněn svodným technickým opatřením (průleh, příkop) zaústěným do recipientu (nádrže). Při doplnění všech typů průlehu o organizační a agrotechnická opatření dojde k navýšení výsledné účinnosti průlehu, a i k jeho samotné ochraně (nezanášení). Zvýšení efektu je možné dosáhnout i doplněním průlehu o další technický prvek (mez, hrázka, zasakovací pás) nebo o polní cesty či ozelenění v bezprostřední

blízkosti průlehu nebo i jinde na svahu. K navýšení účinku lze doplnit plošnými agrotechnickými a organizačními opatřeními na ploše svahu. Má pozitivní vliv na zvýšení vsaku vody do půdy, zpomalení povrchového odtoku (tak, aby nenabyl unášecí síly schopné odnášet zeminu) a snížení jeho objemu, přerušení délky svahu či dráhy odtoku a zvýšení vsaku vody do půdy. Zároveň dokáže zachytit odtok při vyšších srážkových úhrnech přivalových srážek a ochránit před zatopením objekty pod nimi níže po svahu. Rovněž zlepšuje vodní režim v půdě, může přispět ke zlepšení jakosti povrchových vod v důsledku omezení vnosu jemných půdních částic erozí a omezení vnosu na ně vázaného fosforu a dalšího znečištění.

Svodný průleh regulovaně odvádí povrchový odtok ze záchytného prvku (průleh/příkop) s podélným sklonem kopírujícím terén (zpravidla s vyšším podélným sklonem). Tento prvek odvádí bezpečně vodu ze záchytných průlehů, s nimiž tvoří komplexní systém opatření. Svodné průlehy regulují rychlost a objem povrchového odtoku, odvádějí povrchový odtok při vyšších úhrnech přivalových srážek a chrání před zatopením objekty pod nimi níže po svahu.

Zasakovací průleh je bezodtoký prvek s nulovým podélným sklonem, který zejména zvyšuje vsak vody do půdy, dále zpomaluje povrchový odtok, přerušuje délku svahu či dráhy odtoku a také dokáže zachytit odtok při vyšších srážkových úhrnech přivalových srážek. Zlepšuje vodní režim v půdě a omezuje důsledky odnosu půdy erozními smyvy zasáknutím srážkových vod.

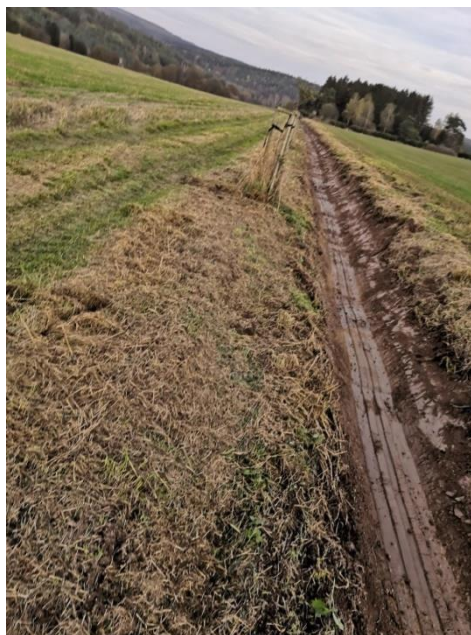
**Příkop** je prvek podobný průlehu s prudšími svahy, zachycuje povrchově stékající vodu, kterou vsakuje, nebo postupně odvádí. Jako záchytný nebo zasakovací je často navrhován v místech, kde není dostatečně velký možný zábor půdy pro vybudování průlehu. Prvek může být spojen s nízkou zemní hrázkou/mezí či travnatým pásem. Příkop není pro techniku přejezdný a pro jeho překonání je nezbytné budovat propustky nebo mostky. Opět lze typ příkopu rozlišit podle převažující funkce na záchytný, svodný a zasakovací.

### Realizace na Amálii

V rámci zájmového území Amálie došlo k obnově stávajícího zazeměného odvodňovacího příkopu a k vybudování nového intezifikovaného kaskádového svejlu. V obou případech jsou doplněny o luční pásy a případně liniovou zeleň. Luční pásy jsou navrženy jako 3 m široké pruhy s travním porostem se zvýšeným podílem květnatých rostlin, které lemují stávající odvodňovací koryto. Mají za úkol podpořit zpomalení odtoku povrchové vody a navýšit druhovou skladbu hmyzích společenstev v řešené lokalitě. Celková délka obou pásů je 1 053 m.

### Obnova funkce hlavního odvodňovacího zařízení

V rámci projektu byly provedeny práce související s vyčištěním odvodňovacího příkopu na severní straně zájmové lokality v povodí potoka Karlův luh.



**Obr. 20 Pročišťování odvodňovacího kanálu v severní části území**

### **Protierozní závlahový příkop a mokřadní systém**

V rámci projektu bylo navrženo vybudování mokřadního systému s širším uplatněním, aby nakládání s vodou bylo zlepšeno ve všech jejích aspektech. Mokřadní systém tak zahrnuje objekty trvalé zatopené, nárazově zaplavované, dočasné mokřadní tůně, plochy s trvalým zamokřením půdních vrstev k tvorbě mokřadních společenstev až po umělé mokřady s řízenou čistící funkcí, dle reálných potřeb lokálních území. Konstrukčně se jedná o průtočné, obtočné, zaplavované tůně, vzduť a autonomně řízeným obtokem zamokřená území, **svejly, průlehy**.

Na podzim 2020 byly zahájeny zemní práce na tomto systému, které byly dokončeny v průběhu roku 2021. Systém se skládá ze čtyř hlavních částí: Intenzifikovaného kaskádového svejlu, kombinované mokřadní tůně a mokřadní tůň s intenzifikovanou litorální zónou a umělého mokřadu.

### ***Intenzifikovaný kaskádový svejl***

V rámci horní části řešeného území je vybudován intenzifikovaný kaskádovitý svejl, který se bude skládat ze svodného kanálu a následného svejlu, příčných přehrážek a lučních pásů. Tento kombinovaný multifunkční objekt bude sloužit ke zpomalení povrchového odtoku, zachycení sedimentu z vodní eroze půdy, možné regulace drenážního odtoku a zvýšení biodiverzity lokální oblasti.

Je tvořen kombinací následujících objektů, které jsou umístěny na odvodňované ploše dílčího povodí stávajícího odvodňovacího kanálu, který je pravostranným přítokem Brejlského potoka. Jedná se o pravidelný zemní kanál hloubky cca 1.6 m v délce cca 0.5 km.

Na základě sběrů a vyhodnocení dat od VÚMOP, je lokalita zařazena do nejvyšší třídy ohrožení půdy vodní erozí. Umístění svejlu je situováno na počátek odvodňovacího příkopu v místech, kde má spádová oblast nejdelší možnou cestu povrchového odtoku. Jeho funkcí bude snížit riziko zanášení dolních úseků odvodňovacího příkopu s možností případně zachycený sediment vrátit zpět na zemědělskou půdu a zpomalit povrchový odtok využitím své akumulací kapacity. Svejl má navrženou zpevněnou přelivnou hranu, která může sloužit také k měření převáděných průtoků. Současně lze kvantifikovat roční objem splaveného sedimentu. Plochu svejlu lze využít jako prvek pro zvýšení biodiverzity lokality, když bude osázen květnatou loukou, nebo ho lze využívat jako obhospodařovanou půdu, když bude zahrnuta do pěstebních plánů. Navržená konstrukce umožňuje i střídavé využití tak, aby bylo možné vyhodnotit výhody a nevýhody obou přístupů.

### Svejl

Je umístěn před začátkem (horní částí) stávajícího odvodňovacího příkopu. Jedná se o lokální zemní průleh o celkové ploše 280 m<sup>2</sup>. Účelem je retence vody společně s podporou její infiltrace do přilehlých částí území a zadržení případného půdního sedimentu, tedy zpomalení povrchového, resp. podpovrchového odtoku. Retenční objem je 52 m<sup>3</sup> a zatopená plocha hladiny 140 m<sup>2</sup>. Svahy jsou ve sklonu 1:6, povrch bude zatravněn. Odtokové nejnižší položené místo ze svejlu dále do kanálu, je opevněno kamennou rovnaninou v kombinaci s konstrukcí z dřevěných hranolů.

### Svodný kanál

Jedná se o liniový zemní průleh o celkové délce 65 m a zastavěné ploše 365 m<sup>2</sup>. Kanál přivádí povrchovou vodu z přilehlé údolnice do svejlu a částečně tak zpomaluje odtok. Celková šířka je 6 m, sklony svahů jsou v poměru 1:5, povrch bude zatravněn.

### Přehrážka

Stávající koryto HOZ, do kterého ústí podzemní drenáže a současně zachytává povrchový odtok, bude v horní části rozdělena 10-ti přehrážkami. Tyto drobné zdrže budou mít funkci zpomalení odtoku, omezení transportu povrchového sedimentu, umožní řízené předčištění při následném využití vody zachycené vody, lze je kdykoliv doplnit o účinné čisticí sorbenty a vytvoří malé vodní biotopy k rozšíření biodiverzity stávající sušší oblasti. Přehrážky jsou konstrukčně navrženy v různých variantách tak, aby bylo možné sledovat a následně vyhodnotit jednotlivé konstrukční prvky z pohledu jejich funkčnosti a ekonomické udržitelnosti.

Jedná se o příčnou přehrážku umístěnou ve stávajícím HOZ (hlavním odvodňovacím zařízení), která má za úkol zpomalit povrchový odtok, podpořit sedimentaci unášených půdních částic a omezit tak jejich transport do nižších úseků HOZ, resp. zachytit tento sediment pro jeho vytěžení a návrat na pozemek. Příčnou přehrážkou bude podpořena infiltrace do dna a břehů HOZ (tj. zvýšení objemu retence a akumulace vod), transformovány povodňové odtoky a z dlouhodobějšího pohledu dojde k postupnému vytvoření občasné zatopených tůní v prostoru před hrází.

**Typ A** je tvořen konstrukcí z vodorovných dřevěných hranolů na pero a drážku s opevněním dna i svahů kamennou rovnaninou.



**Typ B** je tvořen konstrukcí ze svislých dřevěných hranolů na pero a drážku s opevněním dna i svahů kamennou rovnatinou.

**Typ C** je tvořen konstrukcí ze svislých dřevěných hranolů na pero a drážku bez opevnění dna i svahů.

**Typ D** je tvořen konstrukcí zemní hrázky s opevněním dna i svahů kamennou rovnatinou.

**Typ E** je tvořen konstrukcí zemní hrázky bez opevnění dna i svahů.



**Obr. 21** Části kaskádového svejlu – svejl naplněný vodou, svodný kanál s přehrázkami. Dále bude okolo svejlu a kanálu vytvořen luční pás zpevňující povrch půdy.

Další svejly jsou součástí systémů nádrží, tůní a mokřadu viz níže.



## Malé vodní nádrže

Malá vodní nádrž je souhrnný pojem ve smyslu ČSN pro malé vodohospodářské vodní objekty, jejichž vzdutí je obvykle způsobeno hrází, je obvykle vypustitelná spodní výpustí a je obvykle vybavena bezpečnostním přelivem, který hráz chrání před protržením. Jejich maximální hloubka je 9 m a objem ovladatelného prostoru pak 2 000 000 m<sup>3</sup>. Pokud jsou vybudovány na tocích ovlivňují fyzikální i chemické vlastnosti vody v toku pod nádrží (teplota, chemismus atd.), zároveň také fungují jako migrační bariéra pro ryby a další vodní organismy. Existují MVN různých určení – vodárenské, závlahové, retenční suché, retenční s malým zásobním prostorem, čistící a usazovací a krajnotvorné.

Vodárenské nádrže jsou určeny k zásobování obyvatelstva a služeb akumulovanou pitnou či užitkovou vodou.

Hlavní funkcí závlahových MVN je pasivní akumulace velkého množství vody v krajině, slouží jako zásoba vody pro závlahy v suchém období.

Suché retenční nádrže vytvářejí vymezený ochranný prostor, který se plní při průchodu povodňových vod, snižují povodňové průtoky a po průchodu povodňové vlny se řízeně vyprazdňují. Vhodné je v místě zátopy realizovat doplňková opatření, jako jsou tůně, popř. ponechané zemníky, které mohou funkci tůní částečně nahradit. Retenční nádrže zadržují velké množství vody zejména při přivalových srážkách, plní tak svoji hlavní funkci, ochranu osob a majetku před povodněmi. Zásadně tak mohou ovlivňovat a zpomalovat odtok vody z krajiny. Při vhodném geologickém podloží zvyšují infiltraci vody do půdy v oblasti zátopy a při postupném vyprazdňování i pod nádrží.

Retenční nádrže s malým zásobním prostorem transformují povodňovou vlnu a po jejím průchodu řízeně vyprazdňují ochranný prostor až po hladinu zásobního prostoru. Vhodné je tento typ nádrže doplnit opatřeními v ploše povodí (protierozní opatření, zatravnění apod.) a okolní výsadbou. Zásadně ovlivňují a zpomalují odtok vody z krajiny. Při vhodném geologickém podloží zvyšují infiltraci vody do půdy v oblasti zátopy a při postupném vyprazdňování i pod nádrží. Zásobní prostor nádrže může plnit žádoucí funkci mokřadu.

Usazovací – protierozní nádrže slouží k zachycení splavenin (smyvů) přicházejících z povodí sedimentací. Rozdíl mezi retenčními a usazovacími nádržemi je minimální, tedy i jejich funkce a vlivy jsou obdobné.

Krajnotvorné nádrže slouží zejména k udržení a podpoře přírodě blízkých vodních stanovišť, ochraně a posilování biodiverzity, vázané na vodu. Jejich hlavními rysy jsou citlivé zasazení do krajiny, přírodě blízké tvarování břehů a příbřeží a přiměřeně velký litorál (příbřežní mělká část do 0,6 m hloubky). Plní funkci akumulační, retenční a přispívají ke zlepšení kvality vody. Lze je v omezené míře využívat i pro rekreační účely, pro odběr vody na závlahy a extenzivní chov ryb.

## Realizace na Amálii

### 1. Kombinovaná mokřadní tůň (Součást mokřadního systému)

Kombinovaná mokřadní tůň maximalizuje na malé ploše všechny výhody mokřadního systému. Slouží ke zpomalení a předčištění povrchových i drenážních odtoků, akumulaci vody v krajině, vzdouvání hladiny podzemní vody v dané lokalitě. Dále přispívá k zvýšení biodiverzity dané oblasti a tím podporuje ekologickou

stabilitu celého celku. Skládá se ze vzdouvací a mokřadní tůň. Tato tůň je součástí komplexního mokřadního systému spolu s kaskádovitým svejlem a mokřadní tůň s intenzifikovanou litorální zónou a umělým mokřadem.

#### **a. Vzdouvací tůň**

Je tvořena homogenní zemní sypanou hrázkou o délce přibližně 17 m. Sklon návodního líce je 1:2 a vzdušního líce je 1:3. Maximální výška je necelých 1.5 metru. Povrch je zatravněn. V jižní části hrázka přechází v bezpečnostní přeliv, který je proveden jako průleh zaříznutý v rostlém terénu s opevněním kamennou rovnatinou. Zastavěná plocha je 75 m<sup>2</sup>, retenční objem je 35 m<sup>3</sup> a zatopená plocha hladiny 127 m<sup>2</sup>.

#### **b. Mokřadní tůň**

Mokřadní tůň přímo sousedí s prostorem zatopení vzdouvací tůň a jsou od sebe odděleny zemním svahováním s horním opevněním kamennou rovnatinou, přecházející v bezpečnostní přeliv. Není tak umístěna přímo na kynetě koryta. Mokřadní tůň je tvořena jako zemní zářez se sklony svahu 1:5 a částečně 1:3 (kvůli prostorovým omezením). Zastavěná plocha je 110 m<sup>2</sup>, retenční objem je 12 m<sup>3</sup> a zatopená plocha hladiny 43 m<sup>2</sup>. Dno a svah tůň bude zatravněn a lokálně budou doplněny větší kameny a mrtvé dřevo pro vytvoření úkrytu živočichům. V místě s trvalým zatopením budou osázeny mokřadní rostliny, které se postupně přirozeně budou rozšiřovat do blízkého zamokřeného okolí.



**Obr. 22 Vzdouvací tůň (A) a mokřadní tůň (B) naplněné vodou. Mokřadní tůň bude posléze osázena vodními rostlinami.**

## **II. Mokřadní tůň s intenzifikovanou litorální zónou (Součást mokřadního systému)**

V rámci tohoto řešeného území byla vybudována mokřadní víceúčelová tůň. Tato tůň se skládá z trvale zatopených mokřadních ploch, které jsou dále děleny na mělké litorální zóny, hluboké sedimentační zóny, odběrné přehrážky, vzdouvací přehrážky a rozvodný svejl. Na stávajícím vodním toku Brejlského potoka jsou

vybudovány odběrné přehrážky, do kterých je instalováno autonomní regulační odběrné místo, ze kterého je odváděn nadbytečný průtok do mokřadní tůně a rozvodného svejlu. Rozvodný svejl simuluje možnost rozlivu srážkových průtoků do okolní krajiny tak, aby se podpořila infiltrace do vod podzemních a současně se z povrchových vod odstranily nutrienty, které se navážou na půdní vrstvy v rozlivné ploše. Dále toto opatření výrazně zpomaluje odtok povrchových vod, snížení kulminační vlny a tím napomůže ke snížení rizika povodní dané četností opakování. V mokřadní tůni je vybudována intenzifikovaná litorální zóna, které má hydraulicky optimalizovanou rozvodnou zónu, která umožní cílené usměrnění toku povrchových vod skrze filtrační náplň a tím dojde k výraznému zvýšení účinnosti této plochy. Toto inovativní opatření simuluje možnost intenzifikovat stávající litorální pásma u přítoku do vodních ploch a současně umožní zmenšovat potřebné funkční plochy litorálních zón. Litorální zóny lze případně i plnit sorbční náplní a tím navýšovat účinnosti dle reálných potřeb. Pro správnou čistící funkci je nutné, aby litorální zóna byla zamokřená. Tam, kde podloží neumožní stálé nadržení hladiny přirozenou cestou, je nutné navrhnout hydroizolační fólii. Jílové těsnění se doporučuje pouze u kontinuálně plněných objektů, protože při častém vysychání jílovité těsnící vrstvy, dochází k jejímu rozpraskání a narušení hydroizolačních vlastností.

#### **a. Mokřadní tůň**

Je situována ve stávajícím korytě Brejlského potoka. Bude fungovat jako částečně obtočně napájená tůň díky převádění minimální vody přes mokřadní biofiltr. Je tvořena zařízením ve stávajícím korytě. Zastavěná plocha je 240 m<sup>2</sup>, retenční objem je 28 m<sup>3</sup> a zatopená plocha hladiny 140 m<sup>2</sup>. Dno a svah tůně bude zatravněn a lokálně budou doplněny větší kameny a mrtvé dřevo pro vytvoření úkrytu živočichům. V místě s trvalým zatopením budou osázeny mokřadní rostliny. Účelem je retence povrchové vody a podpora podpovrchové retence. Zpomalení odtoku a omezení půdní eroze s případným zachycením sedimentů. Dalším účelem je zvýšení biodiverzity.

#### **b. Intenzifikovaná litorální zóna**

Je přímo součástí konstrukce mokřadní tůně. Účelem je předčištění přítoku odebíraných vod z Brejlského potoka před výtokem do tůně. Jedná se litorální pásmo, které je hydroizolované a naplněno filtračním kamenivem. Plocha je 20 m<sup>2</sup> a objem filtrační náplně 4 m<sup>3</sup>. Přítok vody je distribuován dnovým perforovaným potrubím, které umožňuje vertikální průtok náplně filtru a tím dojde k násobně vyššímu využití čistící plochy. Tímto inovativním přístupem k litorálním pásmům, můžeme intenzifikovat jejich funkci tam, kde dochází k nadlimitnímu zatěžování vodní plochy. Povrch litorální zóny je osázen mokřadní vegetací.

#### **c. Přehrážka odběrná 1**

Jedná se o příčnou přehrážku umístěnou v korytě Brejlského potoka. Hlavním účelem je umožnit odběr vody z lokálního vzduť pro napájení mokřadní tůně. Přehrážka umožňuje odběr vody potrubím do mokřadního biotopu a intenzifikované litorální zóny. Odběr vody bude autonomně regulován na požadované množství 3+2 l/s. Přehrážka je konstrukčně řešena jako typ B, tedy konstrukcí ze svislých dřevěných hranolů na pero a drážku s opevněním dna i svahů kamennou rovinou. Součástí konstrukce je odběrná šachta 1 DN 600.

#### **d. Oddělovací šachta**

Jedná se o šachtu DN 600, která odděluje odebírané průtoky z přehrážky odběrné 1. Průtok 0 - 3 l/s je odváděn do umělého mokřadu, vyšší průtok nad 3 l/s je posílán do litorální zóny v maximálním množství 2

l/s. Celkový průtok toku nad 5 l/s bude přepadat přímo do mokřadní tůně přes přehrážku odběrnou 1. **e. e.**

#### **Přehrážka odběrná 2**

Jedná se o příčnou přehrážku umístěnou v korytě Brejlského potoka. Hlavním účelem je umožnit odběr vody z lokálního zavzdutí pro napájení mokřadní tůně. Přehrážka umožňuje odběr vody potrubím A do rozvodného svejlu. Odběr vody bude autonomně regulován v množství nadlimitní v toku, maximální nátok je stanoven na 18 l/s. Přehrážka je konstrukčně řešena jako typ B, tedy konstrukcí ze svislých dřevěných hranolů na pero a drážku s opevněním dna i svahů kamennou rovnatinou. Součástí konstrukce je odběrná šachta 2 DN 600.

#### **f. Přehrážka vzdouvací**

Jedná se o příčnou přehrážku umístěnou v korytě Brejlského potoka. Hlavním účelem je vzdutí vody pro podpovrchovou retenci vody a podporu napájení mokřadní tůně podpovrchovou vodou. Přehrážka je konstrukčně řešena jako typ B, tedy konstrukcí ze svislých dřevěných hranolů na pero a drážku s opevněním dna i svahů kamennou rovnatinou.

#### **g. Rozvodný svejl**

Jedná se o liniový zemní průleh o celkové délce 38 m a zastavěné ploše 225 m<sup>2</sup>. Kanál rozvádí přiváděnou vodu z Brejlského potoka na svah nad mokřadní tůň a demonstruje tak možnost vylévat nadbytečnou vodu z koryta potoka a nechat vodu přirozeně vsáknout do podpovrchových vrstev a tím značnou mírou odstranit nutrienty z povrchových vod. Zároveň svejl částečně retenuje a zpomaluje odtok ze svahu nad ním. Celková šířka je 6 m, sklon svahů jsou v poměru 1:5, povrch bude zatravněn.

#### **h. Luční pás**

Luční pás je 3 m široký pruh s travním porostem se zvýšeným podílem květnatých rostlin, který lemuje okraj mokřadní tůně. Má za úkol podpořit zpomalení odtoku povrchové vody před vtokem do tůně. Celková délka pásu je 32 m.

#### **i. Odvodňovací koryto**

Má za úkol svést povrchovou vodu k mokřadní tůňi s litorální zónou a ochránit umělý mokřad. Jedná se o povrchové mělké koryto šířky 0.5 m, dl. 28 m.

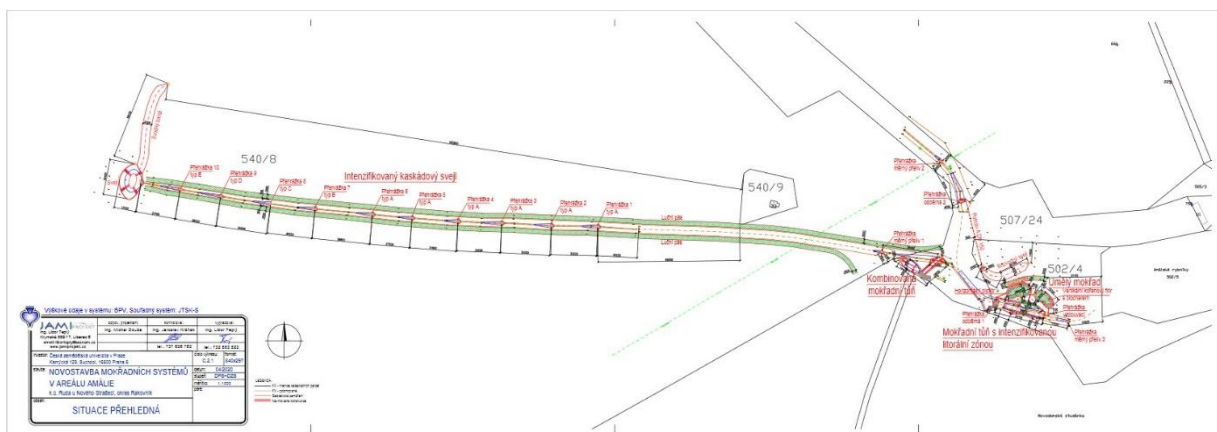
### **III. Umělý mokřad (Součást mokřadního systému)**

V místě, kde do Brejlského potoka odtéká velká část povrchových i podzemních vod je vybudován umělý mokřad s převážně dočišťovací funkcí. Konstrukčně se jedná o první horizontální kořenový filtr, který je tvořen směsí štěrku a dřevní štěpky, jako zdroje uhlíku pro proces intenzivní denitrifikace (HBF) a druhý vertikální štěrkový filtr, který je inovativně obohacen o biochar, který sorbuje zbytkové detergenty z postřiku a hnojení zemědělských ploch a na dočištění organického zatížení s HBF. Tento umělý mokřad simuluje možnost dočišťování zatížených povrchových a podzemních toků tam, kde není možné vybudovat mokřad přirozený, nebo využít již existujícího mokřadu pomocí změny trasy toku. Velkou výhodou umělého mokřadu je možnost odstranění dusičnanového zatížení toku ze zemědělské činnosti s minimální účinností 50 % a maximální až 100 %. Tento umělý mokřad je v režimu stálého zatopení a je osázen mokřadní vegetací (kyprej vrbice, kosatec žlutý, tužebník jilmový, skřípinec jezerní, ostřice).

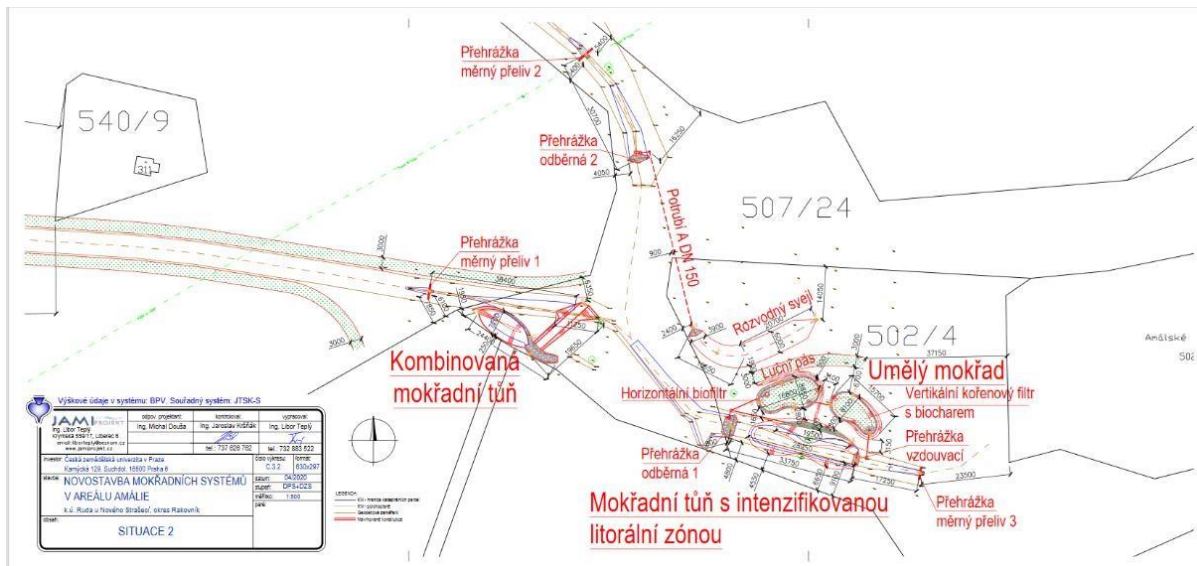


Umělý mokřad je konstrukčně uspořádán jako obtočný mokřad s autonomně regulovatelným přítokem a lze ho umístit v této sestavě téměř bez omezení.

Umělý mokřad slouží k možnosti variabilního odstraňování znečištění v povrchových a drenážních vodách. V tomto konkrétním případě je funkčně uspořádán jako kombinace horizontálního biofiltru (HBF) o užité ploše 100 m<sup>2</sup> a vertikálního kořenového filtru (VKF) o užité ploše 75 m<sup>2</sup>. V horizontálním biofiltru dochází k denitrifikaci dusičnanových iontů, které se do vod dostávají při aplikaci hnojiv u zemědělských ploch či vyplavením anorganického dusíku z mineralizace půdní organické hmoty. Kořenový filtr dočišťuje pak odtok z biofiltru a současně výluh jeho organické náplně. V tomto případě je VKF inovativně opatřen biocharem, který má odstraňovat z povrchových a drenážních vod pesticidy, které se do vody dostanou z aplikací na zemědělsky obhospodařovaných pozemcích. Umělý mokřad je umístěn na konci celé mokřadní soustavy tak, aby pouze dočišťoval zbytková množství nežádoucích látek. Dešťová a drenážní voda je svedena areálovým systémem svodů do vodního toku Brejlského potoka. Na Brejlském potoce je vybudována odběrná přehrážka 1, která slouží jako primární sedimentace a je opatřena odběrnou šachtou, kde dochází k autonomnímu odběru části průtoku do max 3 l/s. Odtud je vedeno potrubí PVC KG DN 150 o délce 10 m (přes oddělovací šachtu) do sedimentační šachty SŠ PP DN 1000, která je součástí biofiltru. V této šachtě probíhá sekundární sedimentace, která zabraňuje kolmataci náplně biofiltrů. Ze SŠ je voda rozváděna perforovaným potrubím PVC KG DN 150 do rozvodné zóny HBF. Horizontálním průtokem skrze filtrační náplň se substrátem, který doplní potřebné organické živiny pro následný anaerobní proces čištění (denitrifikaci), dojde k odstranění výrazného podílů dusičnanů z povrchové vody. Na konci HBF se voda sběrným potrubím přivede do regulační šachty 1 DN 600 a odtud je vedena na vertikální kořenový filtr VKF s biocharem. Propojení je provedeno potrubím PVC KG DN 150, které je dále napojeno na rozváděcí hřeben z potrubí PP HT DN 100 o délce 6 m do skrápěcích větví PP HT DN 40. Na dně VKF je umístěno 22 sběrné perforované potrubí PVC KG DN 150, které přivede vody do regulační šachty 2 DN 600. Odtud je voda vedena přes výústní objekt do recipientu.







**Obr. 23** Technický záměr celého mokřadního systému (nahore) a detail kombinované mokřadní tůňě a mokřadní tůňě s litorální zónou (na této straně)

#### IV. Malá vodní nádrž

V prostoru pod Bažantnicí je vybudována průtočná malá vodní nádrž, která je umístěna na Brejlském potoce (tento vodní tok se nachází v povodí Vltavy, ústí do Klíčavy). Plnění nádrže je ve skutečnosti závislé na reálných hydrologických podmínkách v řešeném území a míra prázdnění v letních měsících je přímo ovlivněna mimo hydrologických podmínek (resp. přítoku do nádrže a případné nutnosti nadlepšování průtoku ve vodním toku) také skutečnými požadavky na odběry vody pro závlahu. Při uvažovaných vstupních údajích bude možné nádrž provozovat v sezónním cyklu, resp. k naplnění vodní nádrže bude docházet každý rok.

#### Homogenní sypaná hráz

Zemní sypaná hráz je vystavěna v hutněných vrstvách s využitím místních materiálů z prohloubení dna nádrže v rozsahu zátopu (nemá těsnící a stabilizační část). Profil umístění zemní hráze byl navržen s ohledem na morfologii terénu, kde je možné zajistit ideální poměr objemu nádrže vůči objemu hráze. Na stavbu hráze byl využit materiál z prostoru zátopu v objemu 2 600 m<sup>3</sup> z celkového množství 6 000 m<sup>3</sup> vytěžené zeminy z prostoru nádrže. Ornice, k jejímuž sejmutí došlo na začátku stavby, byl částečně využit na úpravu povrchu hráze a částečně na jiných pozemcích ve vlastnictví žadatele v bezprostředním okolí MVN. Celkové množství nevyužité zeminy (vč. ornice) určené pro odvoz bylo 3 100 m<sup>3</sup> (300 m<sup>3</sup> bylo použito pro terénní úpravy v souvislosti se stavbou MVN).

Na stavbě bylo dále použito kamenivo, a to jak na úpravu návodní strany hráze, tak na zpevnění břehů nádrže, tak i na stavbu sdruženého funkčního objektu. K vodnímu dílu byla vybudována přístupová komunikace.

Prostor zátopu nebude zatravněn, na březích se v některých místech počítá s výsadbou vodních rostlin. Návodní strana hráze je opevněna kamenným záhozem, kamenné opevnění je částečně i na březích nádrže. Hráz je na koruně a vzdušné straně zatravněna, okraj nádrže je v některých místech osázen vodními rostlinami.

Stávající meliorační (odvodňovací) zařízení, je systematicky zaústěno do koryta Brejlského potoka.

#### **Funkční objekty malé vodní nádrže**

Na hrázi byl navržen sdružený funkční objekt, jehož součástí je kašnový bezpečnostní přeliv s kapacitou 5,7 m<sup>3</sup>/s a požerák s dubovými dlužemi a odtokovým potrubím. Odtok z požeráku a spadiště kašnového přelivu bude zajištěn spodní výpustí obdélníkového průřezu 1,2 x 1,4 m, zakončenou ve vývařišti v pod hrází. Přístup na požerák bude umožněn z koruny hráze ocelovou lávkou. Na návodním líci hráze je vybudováno schodiště zajišťující přístup z hráze do nádrže. K prostoru hráze vede příjezdová komunikace a bude zajištěn přívod elektrické energie potřebné pro automatizované zařízení pro ovládání vypouštění vody z nádrže.

Pro zajištění inovačního přínosu MVN, bude MNV doplněna o měřicí a regulační prvky:

- Zařízení pro přesnou regulaci vypouštěného průtoku z MVN (elektroventil);
- Průtokoměr (např. Thmosonův přeliv s dálkovým přenosem dat);
- Výparoměr v nádrži (plovoucí nebo ukotvený v hrázi);
- Automatizované zařízení na ovládání vypouštění vody z nádrže (nutný přívod NN)

#### **V. Retenční malá vodní nádrž (tůň)**

Objekty jsou umístěny na parcelách č. 433/11, 433/12, 433/13. Tůně jsou situovány ve stávajícím odvodňovacím korytě, které je pravostranným přítokem Karlova Luhu.

Jedná se o 2 na sebe navazující průtočné tůně se zemní hrázkou. Vytváří princip příčné překážky toku stávajícího odvodňovacího koryta pomocí vzduť za účelem retence povrchové vody a podpora podpovrchové retence. Zpomalení odtoku a omezení půdní eroze s případným zachycením sedimentů. Dalším účelem je zvýšení biodiverzity v pozvolném přirozeném přetváření prostoru před hrází na mokřadní tůně a zvyšování zamokření okolní krajiny.

##### **Tůň 01**

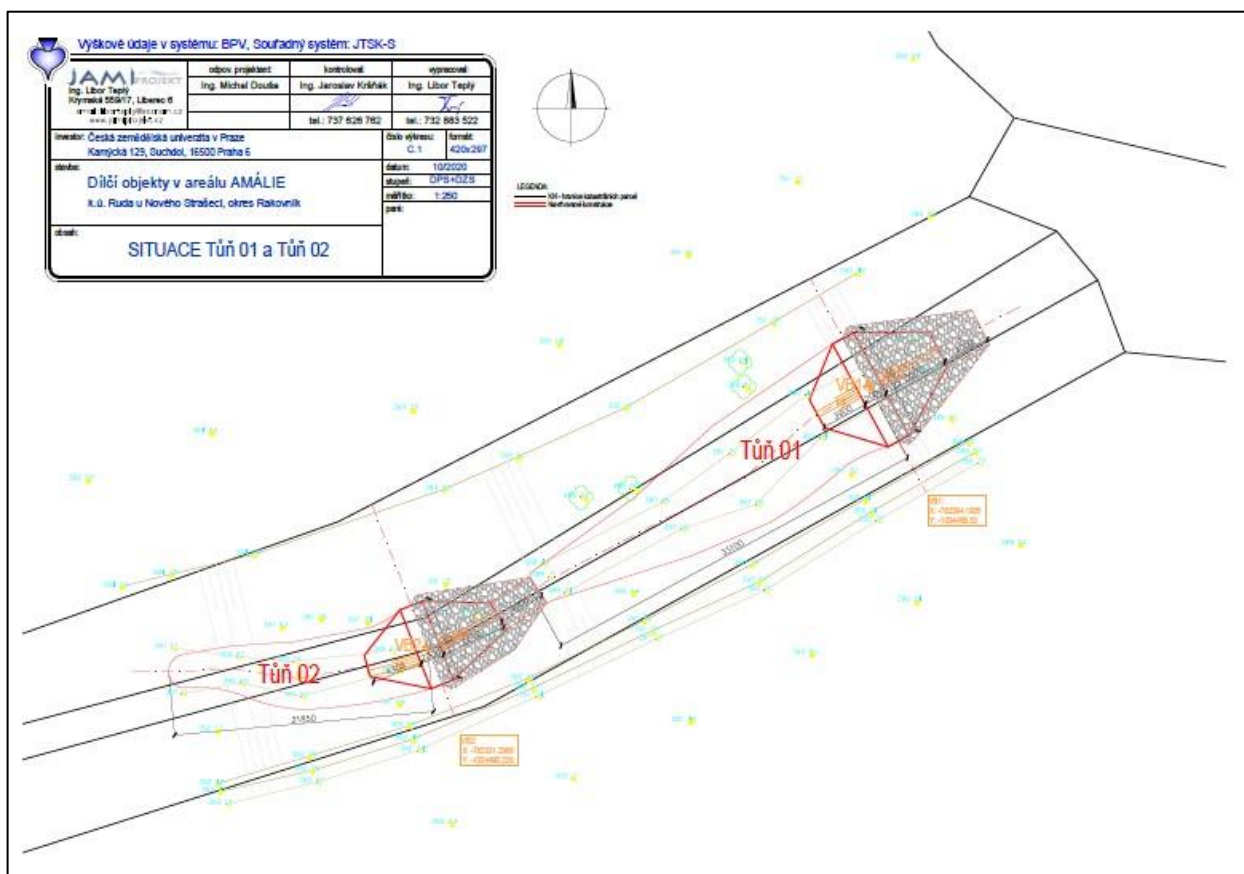
Zastavěná plocha celkem:	320 m <sup>2</sup>
Zatopený objem:	95 m <sup>3</sup>
Plocha hladiny zatopení:	175 m <sup>2</sup>

Je tvořena homogenní zemní sypanou hrázkou o délce přibližně 10 m. Sklon návodního líce je 1:3 a vzdušního líce je 1:3. Maximální výška hráze je 1.5 metru. Návodní povrch je zatravněn. Vzdušní svah a částečně i svahy koryta jsou opevněny kamennou rovnatinou. Hráz zároveň slouží jako bezpečnostní přímý přeliv. Pro udržení vody jsou dno i svahy v tůni opatřeny hydroizolační folií, která je zakomponována v ochranných vrstvách a povrch dna tůně je překryt zásypem zeminy. Maximální hloubka vody v tůni je 1.1 m.

##### **Tůň 02**

Zastavěná plocha celkem:	180 m <sup>2</sup>
Zatopený objem:	35 m <sup>3</sup>
Plocha hladiny zatopení:	65 m <sup>2</sup>

Je tvořena homogenní zemní sypanou hrázkou o délce přibližně 7 m. Sklon návodního líce je 1:3 a vzdušního líce je 1:3. Maximální výška hráze je 1.5 metru. Návodní povrch je zatravněn. Vzdušní svah a částečně i svahy koryta jsou opevněny kamennou rovnatinou. Hráz zároveň slouží jako bezpečnostní přímý přeliv. Pro udržení vody jsou dno i svahy v tůni opatřeny hydroizolační folií, která je zakomponována v ochranných vrstvách a povrch dna tůně je překryt zásypem zeminy. Maximální hloubka vody v tůni je 1.1 m.



Obr. 24 Technický záznam malých retenčních nádrží v povodí Karlův luh



ědělské (lesozemědělské) krajiny na klimatickou změnu v období



**Obr. 25 Výstavba a pohled na již napuštěnou vodní nádrž v povodí Karlova luhu****VI. Opatření realizovaná na drenážních systémech**

Specifický odtok podzemní vody na území ČR, jak ho používá hydrogeologie (Šeda S., 2018), se pohybuje v běžné zemědělsky obhospodařované krajině v rozmezí 0,5 – 3,0 l/s/km<sup>2</sup>, výjimečně výše. Specifický drenážní odtok se v ČR uvádí v rozmezí 0,33 – 1,0 l/s/ha (tj. 33-100 l/s/km<sup>2</sup>). Z tohoto vyplývá, že množství drenáží odváděné vody je přibližně o jeden až dva řády vyšší a výrazně to snižuje její průsak ve směru gravitace dál k hladině podzemní vody.

Regulace drenážního odtoku v jakékoli formě vychází z potřeby využívat retenčního a akumulčního potenciálu půdy, při zohlednění existence a potenciálu drenážního systému, tj. zachytávat hypodermické vody, a to ať již její složky v nesaturované nebo vodou saturované zóně. Tato voda je pak k dispozici v době déletrvajícího útlumu odtokového procesu v období vegetace pro výživu rostlin. V širším slova smyslu je to pak aktivita, která se netýká jenom pěstování rostlin, ale má vazbu např. na ekologický potenciál území, krajiny tvorbu a na množství a kvalitu podzemní vody využívané pro lidskou spotřebu.

Ve vztahu k jakosti vody působí tradiční drenážní stavby na zemědělsky obhospodařovaných pozemcích zpravidla negativně, protože zvyšují a urychlují odnos živin a dalších polutantů z povodí. Ze zahraniční literatury (a v poslední době i z poznatků, získávaných pro podmínky ČR – např. dílčí výsledky projektu NAZV evid. č. QK1910086) může regulace drenážního odtoku kromě zlepšení bilance podzemních vod přispívat také ke zlepšení jakosti drenážní vody, a tedy vedle efektu zadržování vody a zmírňování dopadů sucha zlepšuje i kvalitu povrchových vod (Novák P. a kol., 2016).

Podmínkou správného uplatňování adaptačních opatření na stavbách zemědělského odvodnění je potřeba vnímat účinky těchto staveb v celém systému hospodaření s vodou v krajině. To se dosud neděje v dostatečné míře, avšak určité pozitivní trendy naznačují připravované programy – např. MZe, SPÚ, VÚMOP, 2020 nebo MŽP, VÚMOP, 2013. Cestami může být vedle realizace pozemkových úprav i podpora spuštění připravovaných dotačních titulů.

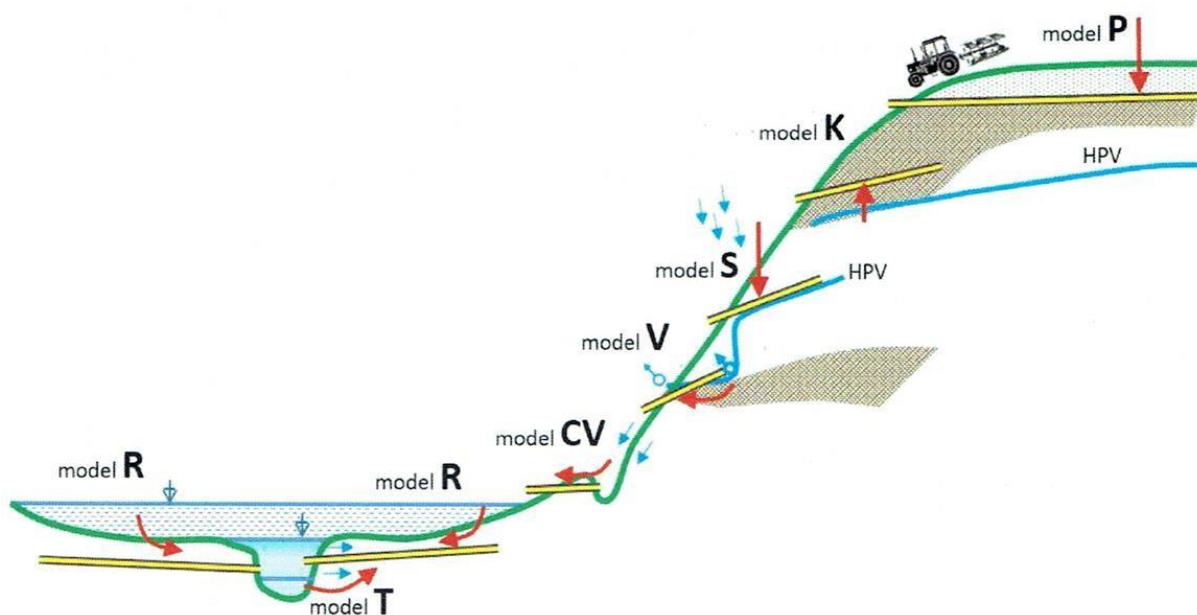
Pro výběr vhodného opatření je zásadní, jaký je původní zdroj zamokření, neboť ten bude ve většině případů i nadále zdrojem drenážní vody. Z příčiny zamokření lze dovozovat objemy a jakosti disponibilních vod pro zamýšlená adaptační opatření, pro stanovení četnosti výskytu vodních nebo naopak suchých period a tedy pro určení zabezpečení vody resp. spolehlivosti dosažení očekávaných efektů. Proto je důležitá znalost přírodních podmínek, jak je popsána ve stručnosti dále (podrobněji pak v odkazované literatuře).



Příčiny a zdroje zamokření půdy v povodí dokumentuje následující **tabulka 1** a **obrázek 20**. V mnoha případech zamokření půdy se však vyskytuje kombinace těchto příčin.

**Tab. 1 Hlavní modely původních příčin zamokření, zjednodušené pro daný účel; převzato z tab. 1, ČSN 75 4200 a modifikováno s ohledem na účel použití**

Model	Popis
T	vysoká voda v tocích a nádržích (břehová infiltrace)
S	dešťové srážky zvyšující HPV
R	rozlivy (v říční nivě)
CV	povrchový přítok nebo mělký podpovrchový (měl být podchycen záchytnými drény nebo sporadickým odvodněním)
K	kapilární zdvih z HPV jako důvod realizace odvodnění, tj. funguje u půd středně těžkých až těžkých (na rozdíl od typu P)
P	zvrstvení půdního profilu (snížení propustnosti primárně – jílovité proplásky pod propustnější vrstvou, nebo sekundárně – nevhodnou agrotechnikou a utužením půdního horizontu) a zamokření převážně vodou srážkovou
V	lokální vývěry, napjatá HPV (prameny atd.) Náleží sem i liniové nebo plošné vývěry vod, související s vymezením funkčních oblastí svahu (zónu infiltrace, tranzitu a akumulace/odvodnění)
N	nevhodně provedené drenážní odvodnění (na nevhodných místech, nejčastěji s vysokou propustností půd) nebo nefunkční s řadou poruch (zejména se projevující kavernami, vtokem povrchových vod do drenáže) – zde zařazeno nad rámec tabulky ČSN s možností přiřazovat plochám, které neměly být odvodněny nebo již tak nepůsobí



**Obr. 26 Schéma typových příčin zamokření (modifikovaných z ČSN 75 4200 – Hydromeliorace. Úprava vodního režimu zemědělských půd odvodněním). Použité symboly korespondují s tabulkou 1**

Příčinám zamokření lze s přijatelnou mírou zjednodušení/zobecnění přiřadit také charakteristiky potenciálního znečištění zdrojů drenážních vod, jak uvádí následující **tabulka 2**.

**Tab. 2 Odvození charakteristik znečištění**

Model	Převažující charakteristiky znečištění
T	jakost odpovídá jakosti vody v toku/nádrži, mírně se filtrací zlepšuje; --> převážně dobrá jakost drenážních vod (negativně se neprojeví zemědělské znečištění v ploše, snad pouze tehdy, pokud vegetační buffer zachycuje splachy)
S	srážková voda filtruje povrchem a půdním profilem, rozpouští a odnáší živiny (dusík), jen v malé míře transportuje půdou do drénů i erodovaný materiál (fosfor); na rozdíl od typu P nehraje roli zvrstvení a nepropustnost půdního profilu, transport k HPV je zde intenzivnější; - -> jakost (dusík) závisí na charakteru a intenzitě zemědělství na ploše a na plochách výše ležících (transport z míst tvorby odtoku do míst infiltrace)
R	častější rozlivy v široké říční nivě, málo chráněné kapacitním tokem (daleko mimo intravilán) umožňují v době povodní zavlečení nečistot (nejen živin), může docházet i ke zpětným vtokům přímo z recipientu do drénu včetně vnesení sedimentů; --> převážně špatná jakost drenážních vod (dusík i fosfor), riziko následného odvádění nečistot jak povrchovým, tak drenážním odvodněním
CV	intenzivní přítok cizích vod (povrchových i mělkých podpovrchových), může se měnit v různém období vodnosti i hospodářských aktivit; --> bude záviset na hospodaření na výše ležících zdrojových plochách
K	zdrojem zamokření byla kapilárně vztlínající podzemní voda, je třeba rozlišovat zdroj této podzemní vody (může být všech typů, nejčastěji T, CV nebo V tam, kde se nad propustným horizontem/kolektorem nachází méně propustná, kapilárně aktivní vrstva), odvodnění pak snižuje HPV; jedná se o jiný případ než P, kdy se nad nepropustnou vrstvou nachází propustnější horizont; --> spíše se jedná o čistší drenážní vodu (horší jakost u dusíku, lepší jakost u fosforu – pokud se výrazněji neuplatňují makropóry a preferenční cesty při zasakování srážek – ad typ S), neboť obecně voda do místa zamokření absolvovala transport půdním/horninovým prostředím a částečně se dočistila
P	voda narazí na nepropustnou vrstvu a je odvedena do drenáže, dlouhodobě stagnuje, nejčastěji přitéká povrchově (jako typ S), hrají zde roli také antropogenní vlivy, mohou se vyskytovat u půd náchylných ke zhutňování bez aplikace potřebné agrotechniky (podrývání, hloubkové kypření); --> bude záviset na hospodaření na tomto pozemku

V	lokální, liniové nebo plošné vývěry podzemních vod (v oblasti tranzitu nebo akumulace/odvodnění) až na povrch, avšak podchycené drenáží resp. pramennými jímkami, obecně se jedná o vodu geologických zvodní nebo vodu středně mělce filtrující zvodněmi; --> zpravidla nejčistší voda (připustíme-li ponechání podchyceného vývěru v systému, příspěvek těchto vod k vodám povrchovým v recipientu je ryze pozitivní); výjimky mohou souviset s transportem znečištění ze zón infiltrace (popisováno pro krystalinikum), což je vhodné doložit průzkumem
N	jedná se o situace, kdy je drenáž na velmi propustných půdách, trvale neteče a je aktivní jen v déle-dobých vodních obdobích, srážková voda běžně infiltruje mezi drény do spodních horizontů, odtéká, až když se zvýší jinak výrazně zaklesnutá HPV; velmi podobný efekt může nastávat u lokálních závad při špatné údržbě systému – drenážní odtok do recipientu nastane až ve velmi vodném období; --> voda spíše čistší (samočisticí efekt půdy na obtoku), odpovídá srážkovým vodám (typ S), resp. v závislosti na provozu na pozemku

**Tab. 3 Hlavní typy opatření s potenciálem realizace na stavbách zemědělského odvodnění (adaptace stávajících staveb), tučným písmem jsou popsány procesy působící na změnu jakosti drenážních vod**

ID	Název opatření a dosahované hlavní efekty
D01 PJ-3	Regulace odtoku z pramenných jímek s ochranným zatravněním <b>zpomalí odtok podzemní vody z území (z hydrogeologické struktury) a neohrozí její kvalitu</b>
D02 HOZ-1	Odkrytí zatrubněných hlavních odvodňovacích zařízení (HOZ) <b>a převedení drenážní vody do povrchového odtoku otevřeným revitalizovaným kanálem zpomalí odtok vody z krajiny a neohrozí kvalitu podzemní vody.</b>
HOZ-2	Změna původních návrhových parametrů HOZ (směrové a výškové poměry)
D03 ORG-1	Kontrolované spontánní stárnutí drenáže
D04 ORG-2 ORG-4	Zalesnění zemědělské půdy: alternativně výsadba plantáží RRD na odvodněných pozemcích
D05 POZ-1a	Lokální eliminace drénu (odstranění v celé délce nebo části drénu)
D06 POZ-1b	Odkrytí drénu a jeho úplné odstranění <b>způsobí znovu zamokření pozemku</b>
D07 POZ-1c POZ-1d POZ-2a	Přerušené úseky drenážního potrubí, instalace na každém sběrném drénu nebo ob-drén; zaslepení příp. snížení intenzity odvodnění – clony
D08	Tůň dotovaná drenážní vodou nebo tůň na drenážní výusti <b>zpomaluje odtok vody z krajiny. Pokud je vyhloubena v propustných půdách a propustných substrátech může dotovat podzemní vodu a případně ohrožovat její kvalitu</b>

D09	Objekt na drenáži typu kořenové čističky <b>zpomalí odtok vody z území</b>
ORG-5	Úprava podmínek tvorby povrchového odtoku (uplatnění PEO)
ORG-6	Založení travního /keřového pásu podél vrstevnic a snížení intenzity odvodnění
D10	Biofiltr v návaznosti na drenážní systém <b>zpomalí odtok vody z území</b>
D11 HOZ-3	Převod vody na úrovni hlavních odvodňovacích zařízení (HOZ)
D12 HOZ-4	Regulace na úrovni hlavních odvodňovacích zařízení (HOZ)
D13 POZ-3	Převody drenážních vod na úrovni podrobného odvodňovacího zařízení (POZ)
D14 POZ-2 POZ-2b	Regulace na úrovni podrobného odvodňovacího zařízení (POZ) – regulační prvky v drenážních šachticích na svodných drénech nebo podzemní regulační prvky instalované na sběrných drénech
D15	Zasakovací drén <b>může dotovat podzemní vodu a případně ohrožovat její kvalitu</b>
K01 ORG-3	Zatravnění infiltrační oblasti s návazností na odvodnění <b>přispěje k ochraně kvality podzemní vody</b>
PJ-1	Zrušení pramenní jímky a obnovení pramene
PJ-2	Zrušení pramenní jímky vytvořením tůně /mokřadu
K02	Mokřad v dolní části drenážního systému (či v návaznosti na něj) s předřazeným objektem pro zpomalení odtoku

*Poznámka: Označení D, K ve sloupci ID koresponduje s katalogem opatření dle metodiky PVL 2016, označení HOZ, POZ, ORG, PJ koresponduje s katalogem dle metodiky MŽP 2013. Přitom metodika PVL 2016 přednostně předpokládá zachování zemědělské činnosti na odvodněném pozemku, metodika MŽP primárně předpokládá opuštění intenzivního zemědělské činnosti na pozemku (pozemek pak slouží k plnění environmentálních cílů).*

V rámci aktivit VÚMOP, v.v.i. byla na lokalitě Amálie navržena/realizována opatření D14 různými technickými způsoby, jak je uvedeno v přílohouvé části v dokumentu MŽP, VÚMOP, 2013: POZ-2 (regulace na úrovni POZ realizovaná doplněním regulačních prvků v drenážní šachtici), POZ-2b (podzemní retardace drenážního odtoku realizovaná skupinou podzemních regulačních prvků instalovaných na sběrných drénech), dále opatření ORG-5 (úprava podmínek tvorby povrchového odtoku) a připraveno je řešení HOZ-3 (převody vod na úrovni HOZ).

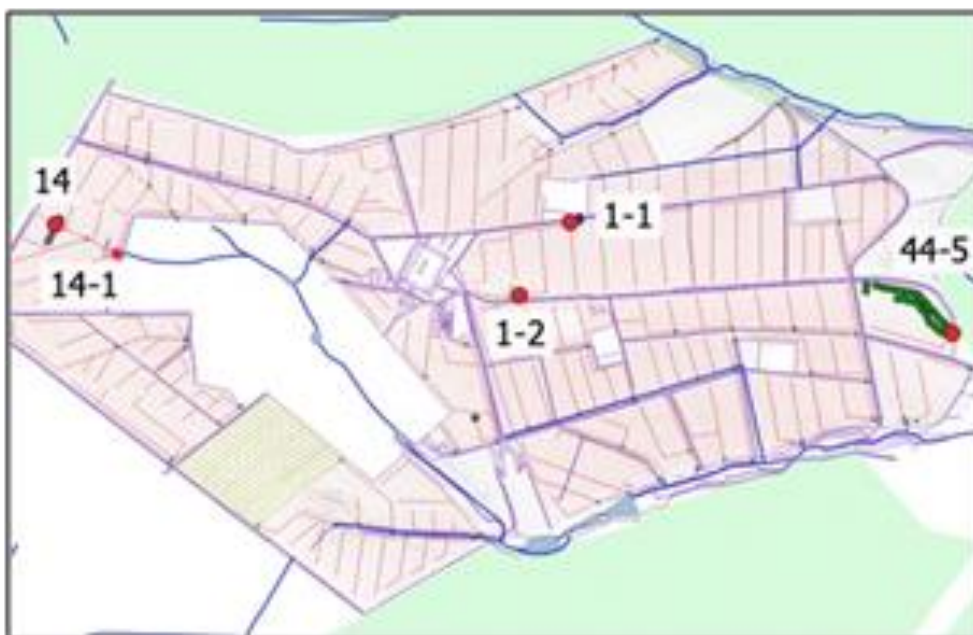
### Opatření realizovaná na drenážních systémech

V průběhu roku 2020 bylo provedeno vyčištění úseků svodných drénů pomocí hydročističe v místech drenážních výustí a v místech navržených instalací nových šachtic na drenáži. Čištění umožnilo



instalovat regulační prvky (RP) a zařízení k měření drenážních odtoků. Na vytipovaných místech drenážní sítě byla tímto realizována opatření k regulaci drenážního odtoku a ke zvýšení HPV v dosahu regulačního prvku.

### Drenážní skupiny č. 1, 14, 44 – situace



**Obr. 27 Přehled navrženými opatřeními dotčených drenážních skupin**

1-1 – realizace nové šachtice včetně regulačního prvku typu obrácený T-kus s přelivnou hranou ve výšce cca 50 cm pod úrovní terénu a systému měření dren. odtoku (objemový průtokoměr), světlost potrubí 100 mm

1-2 – dtto, světlost potrubí 75 mm

14 – realizace nové šachtice včetně regulačního prvku typu flexibilní neperforované ohebné trubky JS 80 mm s volitelnou výškou vzduť HPV

14-1 – odkrytí a zvýšení stávající šachtice a instalace regulačního prvku typu flexibilní neperforované ohebné trubky JS 100 mm s volitelnou výškou vzduť HPV

44-5 – odkrytí a zvýšení stávající šachtice (příprava na měření drenážního odtoku), návrh plošného opatření na drenáži – rozmístění podzemních regulačních prvků systému PRO (viz TNV 75 4221)

Vyčištění HOZ nad pokusnými pozemky

## Drenážní skupina 1



**Obr. 28** Přehledová mapa drenážní skupiny 1 se zakresleným místem instalace RP a vyznačením dosahu vzdutí HPV



**Obr. 29** Šachtice 1-1 – čištění svodného drénu v délce 113 m pomocí hydročističe (vlevo), kompletní vystrojení šachtice s vyústěním do HOZ (vpravo)



**Obr. 30 Šachtice 1-2 – čištění drénů hydročističem. Snímek vlevo – pohled do šachtice (vlevo nahoře přítok ochranného drénu, přímo nahoře přítok svodného drénu, vlevo dole odtok ochranného drénu, vpravo dole odtok svodného drénu). Snímek vpravo – provádění údržby/čištění drénů.**

### Drenážní skupina 14



**Obr. 31 Přehledová mapa drenážní skupiny 14 se zakresleným místem instalace RP v kontrolních šachticích přebudovaných ze šachtic podzemních Šn (zelené puntíky), vyznačením dosahu pročištění svodných drénů a vyznačením plánu pro budoucí instalaci podzemních regulačních prvků systému PRO (viz TNV 75 4221)**



**Obr. 32 Šachtice 14-1 – odkrytí (vlevo) a čištění stávající šachtice hydročističem (vpravo)**





**Obr. 33 Šachtice 14 – instalace šachtice a následné čištění drenů v délce 50 - 70 m**

**Drenážní skupina 44**



**Obr. 34 Přehledová mapa drenážní skupiny 44 (vlevo) – s vyznačením místa kontrolní šachtice a rozvržením plánovaných instalací podzemních regulačních prvků typu PRO (viz obrázek uprostřed a vpravo)**





**Obr. 35 Šachtice 44-5 – odkrytá a navýšená šachtice (vlevo), čištění hydročističem (vpravo)**

#### Instalace regulačních a měřících prvků

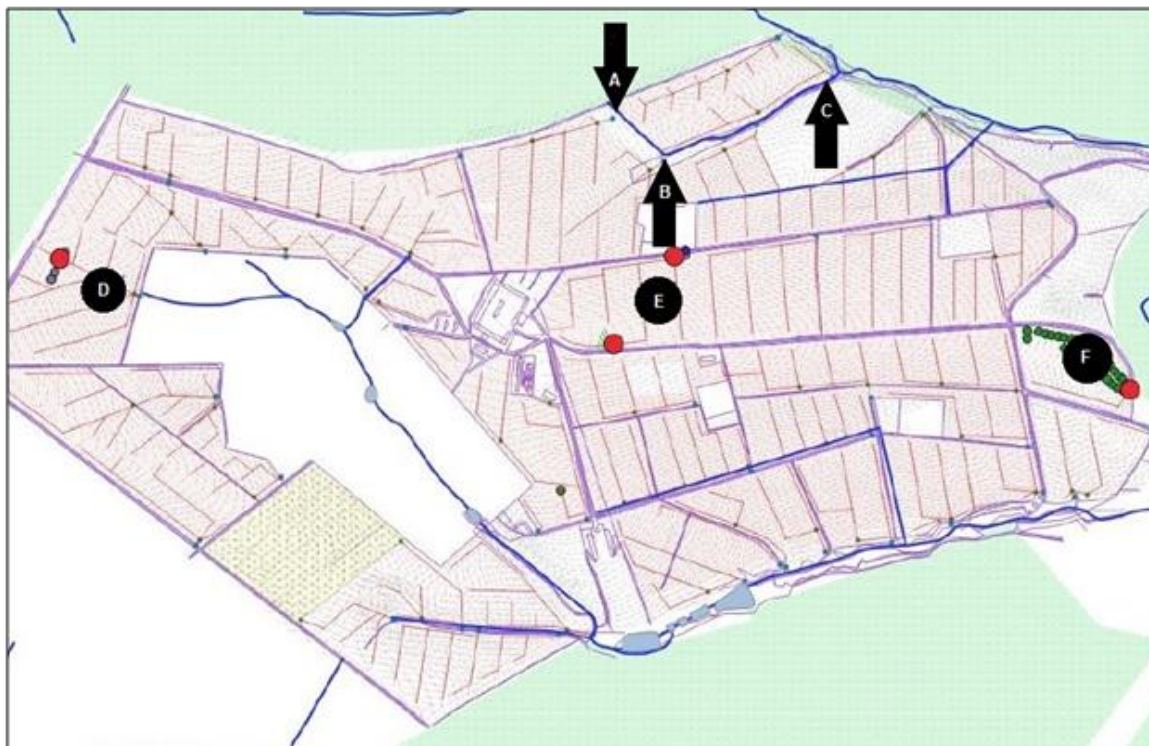


**Obr. 36 Do šachtic drenážní skupiny 1 a 14 byly umístěny regulační prvky a objemové průtokoměry typu tipping-bucket (na dvou obrázcích nahoře). Měření je dále doplněno o průtokoměry rychlostní, v provedení axiálních vrtulek zabudovaných do PVC KG100 (dva obrázky dole) – s osou vertikálně orientovanou (na přepadovém potrubí RP) a horizontálně orientovanou (pro odvodňovací fázi).**



**Obr. 37** U šachtic byly instalovány offline datalogery (s přípravou napojení na monitorovací síť)

#### Další plánované záměry



**Obr. 38** Přehledová mapa plánovaných záměrů na drenážní síti



- A. Identifikace a vyčištění vyústění do HOZ včetně svodného drénu u Bučiny, vytvoření mokřadu podél HOZ s dotací drenážní vodou
- B. Identifikace a vyčištění vyústění do HOZ včetně svodného drénu u lesa
- C. Identifikace svodného drénu a realizace nového vyústění do nádrže, vyčištění stávajícího svodného drénu
- D. Instalace regulačních prvků systému PRO (cca 5ks) v drenážní skupině č.14
- E. Připojení průtokoměrů do on-line monitorovacího systému v drenážní skupině č.1 a č. 1-2
- F. Umístění 15 až 20 ks (podle skutečně naměřených sklonových poměrů odkrytého drenážního potrubí) podzemních regulačních prvků PRO v drenážní skupině č. 44

Na lokalitě A byla v průběhu října provedena oprava poškozeného potrubí před drenážní výustí a byla vyčištěna část zaneseného drénu, byla nalezena podzemní drenážní šachtice a bylo provedeno její vyvedení nad terén s cílem umožnit provádění kontroly funkce drenáže. Byla provedena nivelace při těchto činnostech obnaženého svodného drénu a uzlové body byly zaměřeny pomocí přesné D-GPS stanice.



**Obr. 39 Fotodokumentace  
k navrženým opatřením (A-F)**



## Regulace na drenáži (2 typy: instalace do šachtice a instalace plně pod úroveň terénu)

V minulých etapách byly vybrány lokality vhodné pro uplatnění regulačních opatření na drenážích a tato technická opatření byla pro konkrétní podmínky navržena a rozpracována do formy výkresů. Pozornost byla v 5. kvartálu věnována drenážní skupině č.1 (severně od hlavní cesty do statku), kde byla monitorována vodnost drenážní skupiny a vliv zanešení koncové části drenážního systému. Byl zpracován harmonogram čištění drenážního potrubí a instalace drenážní šachtice pro umístění regulačního prvku. Byl navržen prototyp regulačního prvku (R.P.) pro následnou instalaci (v případě prototypu potřebou měřit nejen režim vzdouvání hladiny vody v drenáži, ale i velikost drenážního odtoku). Tyto požadavky determinují relativní konstrukční složitost R.P., jak je dokumentována na **Obr. 40**.

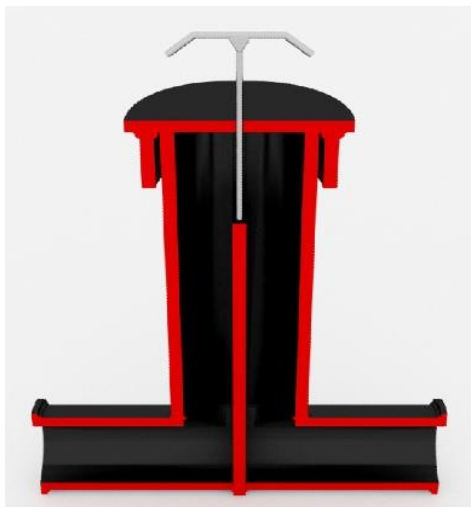
Další typy opatření jsou přizpůsobeny zemědělskému požadavku nenarušovat celistvost obhospodařované plochy instalací nadzemních drenážních šachtic a regulační prvky jsou proto navrženy jako podzemní – viz **Obr. 41**.



**Obr. 40** Dvě verze prototypu regulačního prvku pro instalaci do drenážní šachtice.

Tvar R.P. je determinován potřebami:

- 1/ umožňovat změnu fáze stavby z odvodňovací na závlahovou a naopak;
- 2/ měřit dynamiku vzdouvání vody vlivem uplatnění regulace;
- 3/ měřit průtok drenážním systémem za obou fází stavby (závlahové i odvodňovací).



**Obr. 41 Prototyp a schéma podzemního regulačního prvku (provedení PRO), instalovaného přímo na drén (sběrný nebo svodný), tj. bez nutnosti budování drenážní šachtice.**

Dále byl realizován výběr míst doplňujícího měření úrovně HPV neovlivněné dosahem regulace odtoku drenážní vody uplatněním mělkých vypažených zemních vrtů. Tato místa byla vytyčena a přesnou D-GPS zaměřena. Porovnáním úrovní HPV v regulačním prvku a v místě regulací neovlivněném bude možné kvantifikovat efekt regulace drenážního odtoku.

### Svod dešťové vody

Vzhledem k nižším srážkovým úhrnům v zájmové lokalitě, jelikož Rakovnicko leží ve srážkovém stínu západočeských pohoří, lokalita sama ve srážkovém stínu okolních kopců, je lokalita výrazně ohrožena suchem. Z tohoto důvodu je zde plánována výstavba objektů na zachyt dešťové v prostoru zemědělského statku Amálie. Měl by tak být optimalizován stav, kdy v celém statku mají dešťové svody pouze některé budovy, a i tyto svody jsou na mnoha místech nefunkční. Vyústění některých svodů je přímo na povrch terénu u paty budov, kdy dochází k negativním bodovým vlivům na obvodové zdivo dotčených staveb. Rovněž akumulace srážkových vod není v areálu žádná a v areálu není dešťová kanalizace.

Realizací navržených opatření bude svedena dešťová voda ze střech jednotlivých objektů areálu statku Amálie do nově vybudovaných retenčních nádrží. Současně se již výpočtově uvažuje o jímání dešťových vod z budoucích zpevněných povrchů, které budou v areálu Amálie budovány. Dále budou do akumulace v budoucnu napojeny i předčištěné šedé vody, které po rekonstrukci areálu budou produkovány. V rámci této studie nejsou tyto objemy přímo započítány, ale bude s nimi uvažováno při budoucích bilancích závlah, kdy budou předčištěné šedé vody využívány k posílení akumulace během nižších srážkových úhrnů. Stavebně na budovách budou osazeny nové ležaté žlaby DN 150-200 včetně svislých svodů. Dále bude položena nová areálová gravitační dešťová kanalizace z trub PP UR2 DN 150-300, která svede vodu z jednotlivých objektů do nových retenčních nádrží RN1(5 800 m<sup>3</sup>), RN2(2 350 m<sup>3</sup>) o celkovém objemu 8 250 m<sup>3</sup>.

Veškeré dešťové vody budou svedeny gravitačně. Retenční nádrž 1 bude umístěna vně areálu SV směrem za silážní jámou. Retenční nádrž 2 bude umístěna vně areálu JV směrem. Retenční nádrž 1 bude zachytávat dešťovou vodu z většiny střech a zpevněných ploch na statku. Při maximálním naplnění nádrže bude voda gravitačně vedena bezpečnostním povrchovým přepadem do stávající odvodňovací strouhy, která ústí do

povodí Karlův Luh. Tímto opatřením budou dílčí části nadbytečných povrchových odtoků z povodí Brejlského potoka podporovat nižší vodnost povodí Karlova Luhu. Retenční nádrž 2 bude zachytávat dešťovou vodu ze 2 budov statku a části zpevněných ploch. Z retenční nádrže 2 bude voda přepadem vedena gravitačně do retenční nádrže 1. Obě nádrže budou vybaveny čerpací sestavou pro napojení různých druhů zavlažovacích systémů.

#### Základní výpočty pro návrh parametrů stavby

**Tab. 4 Plochy jednotlivých střech a plánovaných zpevněných ploch**

	objekty	plocha (m <sup>2</sup> )
1	malý domek	120
2	kravín 1	896
3	kravín 2	896
4	kravín 3	484
5	kůlna	554
6	přístavek	130
7	stáje	876
8	vepřín	908
9	dům 1	279
10	správní budova	449
11	dům 2	276
12	chlívky	100
<b>Střechy celkem</b>		<b>5968</b>
13	Zpevněné plochy plánované	<b>6700</b>
<b>Uvažovaná plocha celkem</b>		<b>12668</b>

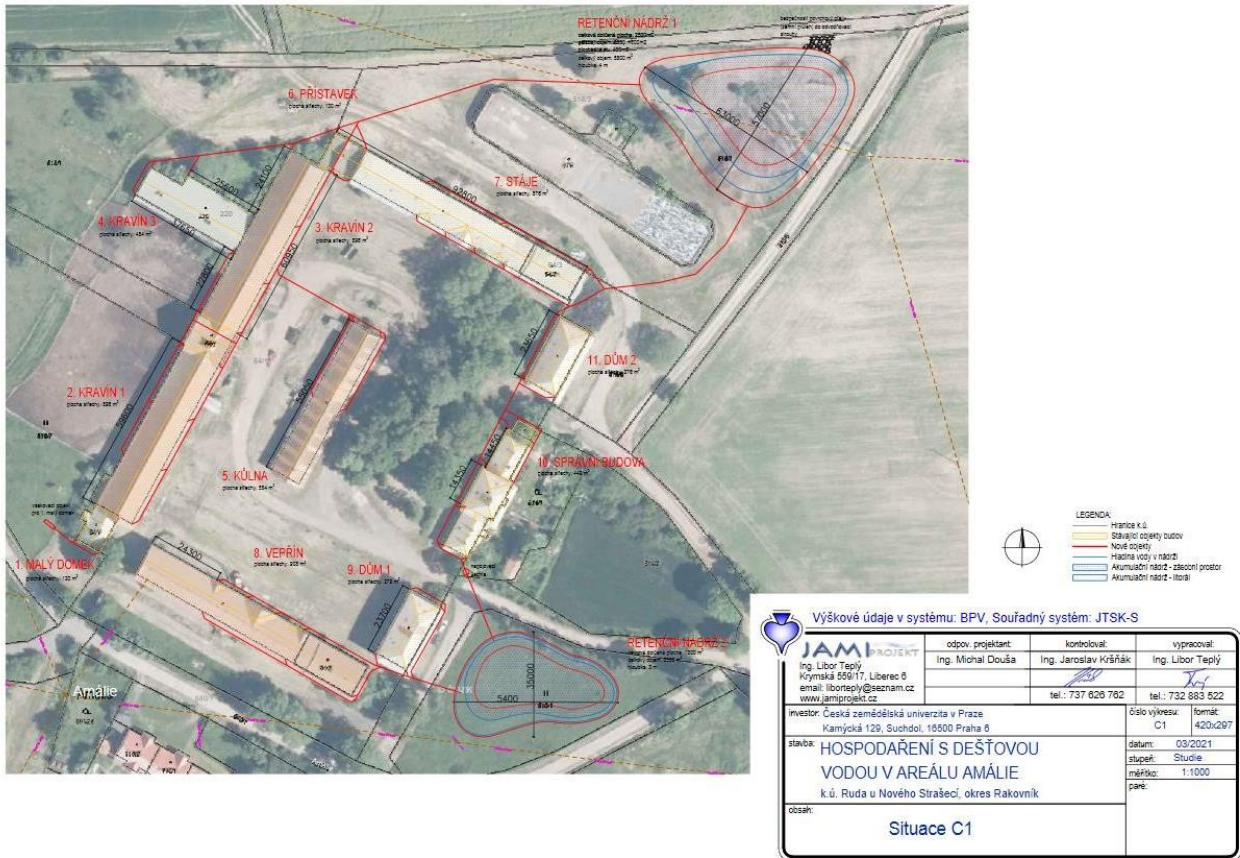
**Tab. 5 Přehled objemů retenčních nádrží**

	objekty	recipient		
		samostatný vsak	retenční nádrž 1	retenční nádrž 2
1	malý domek	120		
2	kravín 1		896	
3	kravín 2		896	
4	kravín 3		484	
5	kůlna		554	
6	přístavek		130	
7	stáje		876	
8	vepřín			908
9	dům 1			279
10	správní budova		449	
11	dům 2		276	
12	chlívky		100	
13	Zpevněné plochy		5000 (red. 3000)	1700 (red.1020)
	<b>Účinná plocha celkem</b>	<b>120</b>	<b>7661</b>	<b>2207</b>

Plocha střech svedených do retenčních nádrží (**5 848 m<sup>2</sup>**) a plocha plánovaných zpevněných povrchů (4 020 m<sup>2</sup>) při celoročním průměrném úhrnu srážek 572 mm činí každoročně cca **5 644 m<sup>3</sup>** vody.

Hlavním účelem tohoto opatření je akumulace dešťové vody, optimalizace retence vody a vodní bilance v krajině. Vytvoření nového vodního biotopu přispěje ke zvýšení biodiverzity a zlepšení mikroklimatu v daném místě. Navíc zadržená voda bude využita pro závlahu zelených ploch a biokoridorů.





Obr. 42 Zákres opatření pro zachyt a svod dešťové vody v objektu hospodářského statku Amálie

### III. Protierozní opatření

#### Mobilní protierozní opatření

Mobilní protierozní opatření byla vyvíjena a používána od počátku 20. století především ve Spojených státech amerických, kde vzniklo mnoho patentů a způsobů řešení pro účinné omezení vodní eroze. Mobilní opatření mají stále charakter technických protierozních prvků, kdy jejich smyslem je zachytit, odvádět nebo případně zpomalovat povrchový odtok a celkově snižovat škody způsobené vodní erozí. Ve srovnání s čistě technickými protierozními prvky ale mají mobilní protierozní opatření nižší kapacitní možnosti v akumulaci povrchového odtoku. Jejich potenciál spočívá především v možnosti účinného rozdělení zdrojové plochy mikro-povodí, zpomalení povrchového odtoku s následnou sedimentací půdních částic a směřování do míst, kde budou minimalizovány škody.

Jedním z nejvýznamnějších mobilních protierozních prvků je protierozní textilie silt. Ta je realizována jako dočasná bariéra vytvořená z geosyntetické filtrační tkaniny, která je instalovaná podél obvodu nechráněné půdy, aby redukovala odnos půdy z plošné eroze. Protierozní textilie bývá nejčastěji přichycena pouze na opěrných sloupcích. Může však být kombinována i s balíky slámy a dalšími typy protierozních opatření. Obvykle je vyráběna z umělých materiálů jako nylon, polypropylene, polyester. Testovány však jsou i přírodě blízké materiály vyráběné z běžně se vyskytujících hospodářských plodin. Ty jsou pak nazývány jako biologické či biodegradabilní pro svou schopnost úplného rozkladu bez škodlivých účinků na životní prostředí.



**Obr. 43 Ukázka slaměného a klestového pásu v levé části, v pravé pak ukázka Silt-fence**

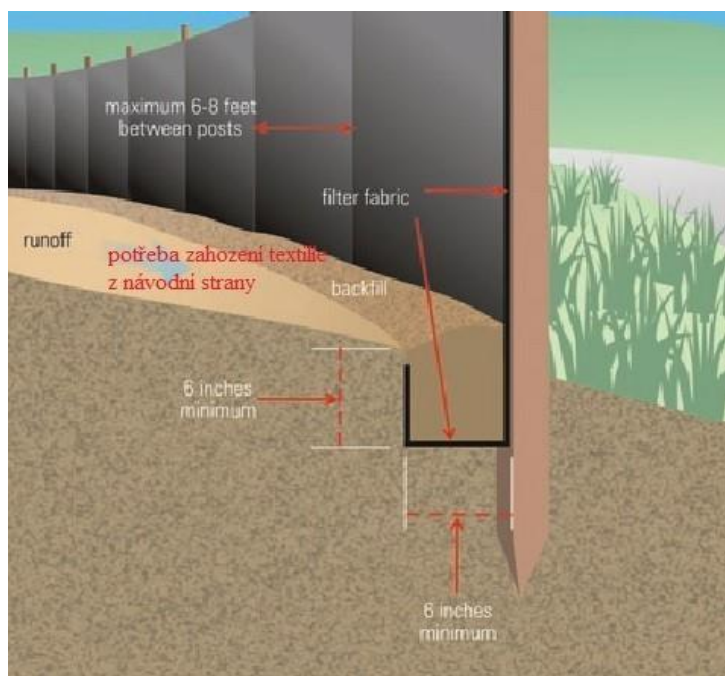


### Realizace na Amálii

Na území Amálie byly pod pokusnými plochami instalovány přenosné protierozní fólie. Ve spodní části každé pokusné plošky byla realizována protierozní zábrana silt-fence v délce 100 m. Ta má sloužit pro usměrnění povrchového odtoku k měrnému Parshallovu žlabu s hladinoměrem. Informace o průtoku budou zaznamenávány pomocí registrační jednotky M4016-G3 a zasílány přes GSM modul na záznamový server.

Pro založení protierozní zábrany silt-fence a pokládku kabelů k registrační jednotce byl využit rýhovač TORO TRX 20. Tento stroj byl schopen vyhloubit rýhu širokou 15 cm s hloubkou v rozmezí 40-50 cm, do které byla uložena protierozní textilie. Při rýhování se vyskytly dvě menší překážky. První nevýhodou bylo ukládání vytěžené zeminy z obou stran výkopu, což je nevýhodné z hlediska následného ručního zahrnutí protierozní textilie po pokládce viz obr. 23. Druhá nevýhoda se ukázala u pokusných parcel zpracovaných orbou. Na parcele pak bylo obtížnější rýhovačem udržet přesně vytyčenou linii. Výsledná kvalita zpracování však rozhodně není špatná a realizované mobilní protierozní prvky plní svůj účel. U paty protierozní textilie byly do hloubky 45 cm zapuštěny opěrné sloupky s rozstupem 2 m a následně na ně byla textilie kotvena pomocí elektrické sponkovací pistole. Kabeláž propojující registrační jednotku s hladinoměry byla uložena do korugovaných chrániček a kabel byl zajištěn proti vytažení.

Zároveň došlo k přípravě Parshallových žlabů, které jsou kotveny z obou stran pomocí betonové dlaždice 0,40x0,40 m uchycené na kovovém L profilu, jež má bránit proti posunutí a podemletí povrchově odtékající vody. Připravena byla i registrační jednotka M4016-G3, která byla přichycena spolu se solárním panelem na opěrném kovovém sloupku. Ten bude na místě pokusu připevněn k betonové dlaždici, která bude uložena do výkopu cca 0,3 m pod zem.



**Obr. 44 Detail a ukázky použití mobilního protierozního prvku v oblasti Amálie**

## IV. Agrotechnická opatření

Agrotechnická opatření jsou založena zejména na zkrácení času, kdy je půda bez vegetačního pokryvu, na minimum. K ochraně půdy lze cíleně využívat posklizňové zbytky plodin a biomasu meziplodin (Janeček a kol., 2012). Za velmi účinná agrotechnická opatření jsou považovány technologie ochranného zpracování půdy. U těchto technologií je využíváno místo orby mělké kypření půdy, ale i hlubší prokypření ornice či části podorničí bez obracení zpracovávané vrstvy půdy. Dále také zpracování půdy s ponecháním většího množství posklizňových zbytků (nejčastěji podrcené slámy), hrázkování, důlkování, mulčování, setí do krycích meziplodin, pásové střídání plodin či vrstevnicové setí či výsadba. Těmito opatřeními lze dosáhnout zpomalení povrchového odtoku a snížení jeho objemu. Zlepšují vodní režim v půdě a mohou přispět ke zlepšení jakosti povrchových vod v důsledku omezení vnosu jemných půdních částic erozí a omezení vnosu na ně vázaného fosforu a dalšího znečištění.

### Změna osevních postupů

Zejména širokořádkových plodin (kukuřice, slunečnice, čirok, cukrová řepa, brambory) se týká obecně vyšší erozní ohrožení půdy, kdy prostor meziřádků rostlin není při konvenčním stylu pěstování těchto plodin chráněn. Za nejproblematictější erozní plodinu v České republice (vzhledem k plošnému rozsahu) může být považována kukuřice setá, která se stala jednou z nejčastěji u nás pěstovaných zemědělských plodin a požadavek na její pěstování ze strany zemědělců se stále zvyšuje. Současné využití silážní kukuřice je především jako zdroj krmiva pro hospodářská zvířata, surovina pro výrobu biopaliv (bioetanol) a substrát pro výrobu bioplynu (metanu) v zemědělských bioplynových stanicích (ZBPS). V blízké budoucnosti vzhledem k očekávané klimatické změně se mohou problémy při jejím pěstování prohlubovat. Kukuřice setá má poměrně vysoké nároky na dostatek vody dle stanoviště 500 - 800 mm. Dobrou alternativou s podobným hospodářským využitím nabízí čirok (dle variety). Tato plodina aridních oblastí, je schopná růst i v limitujících podmínkách, kde kukuřice nedosahuje optimálních výnosů. Vysoká tolerance k suchu a extrémním podmínkám činí tuto rostlinu atraktivní pro regiony s nedostatkem ročních srážek, kdy jeho nároky na vodu jsou oproti kukuřici poloviční. Čirok se tedy jeví jako optimální plodina budoucnosti, u které by výše zmiňovaná erozní problematika měla být co nejlépe vyřešena.

### Pásové zpracování půdy (strip-till)

Technologie pásové zpracování půdy (strip-till), podobně jako přímé setí do nezpracované půdy (no-till), souvisí s pěstováním meziplodin, neboť jejím základem je meziřádkový porost. Jedná se o velmi účinný půdoochranný způsob zakládání porostu kukuřice. Obecným principem technologie je pásově zpracovaná půda v místě budoucího setí hlavní plodiny s možností cílené aplikace živin. U této technologie se půda zpracovává pouze pásově (s šíří pásu cca 15 až 25 cm). Setí je prováděno do nakypřených pásů bez jejich další úpravy, není tedy vyžadována předsetíová příprava pozemku. Zpracovaný a nakypřený pás půdy poskytuje optimální podmínky pro vývoj kořenového systému a růst nadzemní části zaseté plodiny (Menšík et al., 2018). Nezpracovaná část má funkci chránit půdu a zpomalovat povrchový odtok tak, aby voda měla delší čas ve zpracované části zasáknout (Kincl et al. 2018). Tento efekt je možné pozorovat až do doby zapojení porostu kukuřice, kdy se výrazně minimalizuje možnost vzniku vodní eroze. Metoda je vhodná pro oblasti



pravidelně zasažené výskytem sucha. Nekypřený pás půdy má dobrou vzlínavost vody a intenzivnější prokořenění zpracovaného pásu zvyšuje možnost využít stékající srážkovou vodu po stéble kukuřice. Kukuřice tak má optimální vlhkostní podmínky pro růst. Díky tomu, že je půda zpracována jen v úzkých pásech, snižuje se na takto připravené ploše intenzita výparu vody, ke které jinak dochází u konvenční technologie s celoplošnou předsetovou přípravou. Při provádění pásového zpracování půdy tak nedochází k výraznému přesušení svrchní vrstvy půdy, které může způsobit redukcii počtu rostlin kukuřice nebo zpomalit její vývoj.

Dalším neméně důležitým přínosem této technologie je i potřeba nižší tahové síly na jednotku záběru stroje v porovnání se stejně hlubokým zpracováním půdy klasickými kypřiči nebo diskovými branami. To znamená podstatně nižší náklady potřebné při přípravě půdy pro setí ve srovnání s klasickým vertikálním zpracováním. Vedle finančních úspor za palivo dochází při přípravě pásů i k omezení produkce CO<sub>2</sub>. Při pásovému zpracování půdy je ovšem nutností navzájem zkombinovat dva pracovní procesy, které na sebe navazují: příprava pásů a následné setí do těchto pásů, a to vždy s pomocí navádění přesnou GPS navigací. Nejvíce se u nás technologie uplatňuje při pěstování kukuřice seté. Mezi další plodiny pěstované tímto způsobem patří čirok, řepka, cukrová řepa, slunečnice apod. (Brant et al., 2016). Technologie byla vyvinuta v USA a oficiálně je registrována od roku 1998, přestože se zkoušela již dříve. Z dosavadních zkušeností v České republice má vysoký půdochranný efekt provedení pásového zpracování na strništi obilniny nebo na strništi s rozmetanou slámou. Pro pásové zpracování mohou být využity i vyžilé travní porosty vyskytující se na orné půdě před jejich pěstební obnovou nebo rozoráním.



**Obr. 45 Stroj ECO-Tiller pro pásové zpracování půdy**



**Obr. 46** Pásově zpracovaná pokusná plocha

### Bezorebné setí do nezpracované půdy (no-till)

Obecně si pod pojmem bezorebné setí můžeme představit několik technologických postupů, jak porost hlavní zemědělské plodiny založit. Základem všech postupů jsou však rostlinné zbytky na povrchu půdy. Technologie bezorebné setí je určena pro erozně ohrožené půdy a spočívá v setí hlavní plodiny do vymrzající nebo chemicky umrtvené meziplodiny, vhodné je i setí do strniště po předchozí obilovině. Při využití protierozní funkce odumřelé biomasy na povrchu půdy v době vegetace hlavní plodiny je nutné regulovat plevel příslušnými herbicidy. Pro zajištění potřebné protierozní účinnosti je nutné, aby část biomasy meziplodin zůstala na povrchu půdy. V jarním období pak probíhá setí bez předseťové přípravy, případně s jednou předseťovou operací. Základní přehled metod bezorebného způsobu setí je představen níže:

- Přímé setí do nezpracované půdy (no-till) – u přímého setí se neuskutečňuje žádný předchozí mechanický zásah do půdy. K zakládání nových porostů se využívají secí stroje, které jsou schopné zapravit osivo do nezpracované půdy. Technologie je určena zejména pro pozemky, kde byly pěstovány plodiny zanechávající strniště. Půdoochrannou účinnost lze zvýšit rozdrčením slámy při sklizni a jejím rovnoměrným rozptýlením po pozemku (Hůla et al., 2003). Kromě plodin zanechávajících strniště může být využito i meziplodin. Založení porostu meziplodiny by se mělo uskutečnit s minimální časovou prodlevou po sklizni hlavní plodiny. Základními přednostmi bezorebné setí jsou lepší ochrana půdy před erozí, zvýšená schopnost půdy zadržovat vodu, snížené náklady pohonných hmot a úspora času potřebná na přípravu půdy (Blanco a Lal, 2008).
- Setí s využitím mělkého zpracování – v případě vyššího erozního ohrožení pozemku lze doporučit technologii s mělkým zpracováním půdy, při kterém je zároveň ponecháno na povrchu půdy maximální



množství rostlinných zbytků. Pro podmínku jsou vhodné kypřiče s potlačeným mísícím účinkem (nedochází k promísení rostlinných zbytků a zeminy). Předpokladem úspěšného využívání této technologie je kvalifikovaná regulace plevelů a vzešlého výdrolu z předplodiny pomocí herbicidů.

- Bezorebné setí s využitím strniskové meziplodiny – pro zkrácení období bez vegetačního pokryvu půdy, lze využít pracovní postup založený na mělké podmítce (případně podmítka na střední hloubku) provedené bezprostředně po sklizni předplodiny a následném založení porostu meziplodiny. Alternativou je zasetí meziplodiny v samostatné pracovní operaci, ovšem s minimální časovou prodlevou po provedené podmítce. Řešením může být i zasetí meziplodiny současně s podmínkou (Hůla et al. 2003).

V systémech zpracování půdy bez orby se zvyšují nároky na stroje pro zakládání porostů. Zejména v případě, kdy nedochází k úklidu slámy, ale jen k jejímu drcení a rozptýlování po povrchu půdy. Technika pro setí musí zajistit uložení osiva v požadované hloubce i při ztížených podmínkách daných výskytem rostlinných zbytků na povrchu půdy nebo i v hloubce setí. Dalším faktorem je rozdílný odpor povrchové vrstvy půdy vůči vnikání secích botek při zakládání porostů bez klasické předseťové přípravy půdy. Velice často se setkáme u této varianty zakládání porostů se současným ukládáním hnojiva do půdy. Hnojivo je většinou ukládáno do větší hloubky než osivo tak, aby se zabránilo přímému kontaktu osiva s hnojivem, které by jinak mělo inhibiční účinky na vzcházení rostlin.

Samotnou podstatou přímého setí je přesné rozmístění semen pěstované plodiny tak, aby rostliny měly dostatek vzduchu, světla a živin, tj. musí být rozmístěna v půdě jak v horizontálním, tak i ve vertikálním směru rovnoměrně (pravidelné rozteče řádků a spon rostlin). Kvalitní založení porostu vytváří předpoklady k dosažení vysokých výnosů, ovlivňuje použití mechanizačních prostředků při ošetřování a sklizni plodin. Při přesném setí plodin do půdy, která byla zpracována půdoochrannou technologií, jsou zvýšené nároky jak na výsevní jednotku, tak i na kvalitní osivo s vysokou užitnou hodnotou. Tyto nároky jsou dány samotnou podstatou půdoochranné technologie, kde půda takto zpracovaná vykazuje jiné vlastnosti než půda zpracovaná konvenční metodou.

### Realizace na Amálii

V rámci vybraných zemědělských pozemků byla provedena změna osevních postupů. Do nich byl zařazen čirok, který je méně náročný na množství vláhy než například obdobně využívaná kukuřice. Za určitých podmínek může být využit jako píce pro hospodářská zvířata a pro výrobu bioplynu. Vzhledem k tomu, že se relativně pozdě seje, a především širokořádkově patří do erozně náchylných plodin. Z toho důvodu jsme hledali vhodné agrotechnologie, které umožní jeho pěstování i na sklonitých pozemcích bez významných projevů vodní eroze.

Od druhé poloviny roku 2020 byla do ověřování zařazena i řepka ozimá. Tato plodina je v současné době z hlediska eroze často řešena. I mezi odbornou veřejností se objevují rozdílné názory ohledně její erozní náchylnosti. Proto na problematiku řepky v roce 2019 zareagovalo i Ministerstvo zemědělství, které mezi půdoochranné technologie nově zařadilo podryvání – hloubkové kypření na silně erozně ohrožených plochách. Nařízení stanovuje minimální hloubku tohoto zpracování 25 cm. Tento technologický postup zakládání porostu je mezi zemědělci stále diskutován, a proto i my jsme přistoupili k založení pokusných ploch.



## V jednotlivých letech řešení byly ověřovány následující technologie:

### Příprava agrotechnických pokusů na sklizňový rok 2019

- 1. varianta pěstování čiroku založená na orbě s obvyklou šířkou setí 0,75 m (konvenční způsob)

V jarním období roku 2019 byla na pozemku provedena jarní orba pětiradličný pluhem značky ROSS, kterým byl zapraven předchozí porost vojtěšky seté. Následně byl pozemek z hrubé brázdý urovnán kypřičem Terrano 6FX (pro omezení úniku půdní vláhy) a byl ošetřen neselektivním herbicidem. Před samotným setím bylo plošně rozmetáno hnojivo AMOFOS a zapraveno Kompaktomatem K800.

- 2. varianta pěstování čiroku založena na orbě s šířkou setí 0,30 m

Způsob přípravy druhé varianty byl obdobný jako u konvenčního způsobu. Inovace spočívala v setí osiva v úzkém řádku, kdy by mělo dojít k dřívějšímu zapojení porostu čiroku. Dopad dešťových kapek na půdní povrch by měl být omezen v důsledku vyšší pokrývnosti plochy plodinou, kdy dojde ke snížení kinetické energie dopadajících kapek stékajících po rostlině. Větší počet vysetých jedinců se má pozitivně promítnout i do vyšší intercepce srážky.

- 3. varianta pěstování čiroku založena na technologii pásového zpracování půdy s šířkou setí 0,75 m

Pro přípravu technologie byl dovezen prototyp stroje ECO-Tiller, který byl vyvinut pracovním kolektivem P&L, VÚMOP, VÚRV, ZD Krásná Hora nad Vltavou a Hanáckou zemědělskou společností Jevíčko. Prototyp byl prioritně konstruován s cílem co nejúčinněji eliminovat vodní erozi. Tohoto efektu je docíleno systémem pracovních orgánů, které omezují utužení půdy, vytvářejí požadovanou strukturu zpracovaného pásu a modelují povrch půdy pro co nejúčinnější zadržení srážek s vysokou intenzitou. První pásové zpracování strojem ECO-Tiller bylo provedeno koncem března 2019, kdy byl zpracován porost vojtěšky seté. Již v tomto období stroj dokázal požadované pásy zpracovat velice kvalitně. První zpracování by patrně stačilo, nicméně raději jsme tuto operaci začátkem května ještě opakovali. Vzhledem k využití navigačních křivek pomocí GPS nebyl problém zpracované pásy po první operaci kopírovat. Po druhém zpracování byl porost následně desikován. Před výsevem čiroku proběhla plošná aplikace hnojiva AMOFOS.



**Obr. 47 Porost a sklizeň čiroku na pokusných plochách****Příprava agrotechnických pokusů na sklizňový rok 2020**

- 1. *varianta pěstování čiroku založená na orbě s šířkou řádku 0,75 m (konvenční způsob)*

V podzimním období roku 2019 byla na pozemku provedena orba pětiradličný pluhem značky ROSS, kterým byl zapraven předchozí porost čiroku. Následně byl v jarním období 2020 pozemek z hrubé brázdy urovnán kypřičem Terrano 6FX (pro omezení úniku půdní vláhy) a ošetřen neselektivním herbicidem. Před samotným setím bylo plošně rozmetáno hnojivo AMOFOS a zapraveno Kompaktomatem K800.

- 2. *varianta pěstování čiroku založena na technologii přímého setí do ozimé meziplodiny s šířkou řádku čiroku 0,75 m*

Po sklizni čiroku v roce 2019 byl pozemek zpracován diskovým podmítačem HORSCH Tiger do hloubky 15 cm. Přibližně týden po této operaci bylo zaseto ozimé žito s výsevkem 220 kg/ha strojem Horsch Maestro. Další technologický postup spočíval v optimálním přihnojení během jarního období 2020 dusíkatým hnojivem. Na základě množství narostlé hmoty ozimého žita, bylo během měsíce dubna rozhodnuto, že se porost meziplodiny zmulčuje a ponechá na povrchu. Dle teplotních podmínek 22. května proběhlo setí čiroku bezorebným secím strojem. V rámci setí došlo i k přihnojení minerálním kombinovaným hnojivem pod patu.

- 3. *varianta pěstování čiroku založena na technologii pásového zpracování půdy do ozimé meziplodiny s šířkou řádku čiroku 0,75 m*

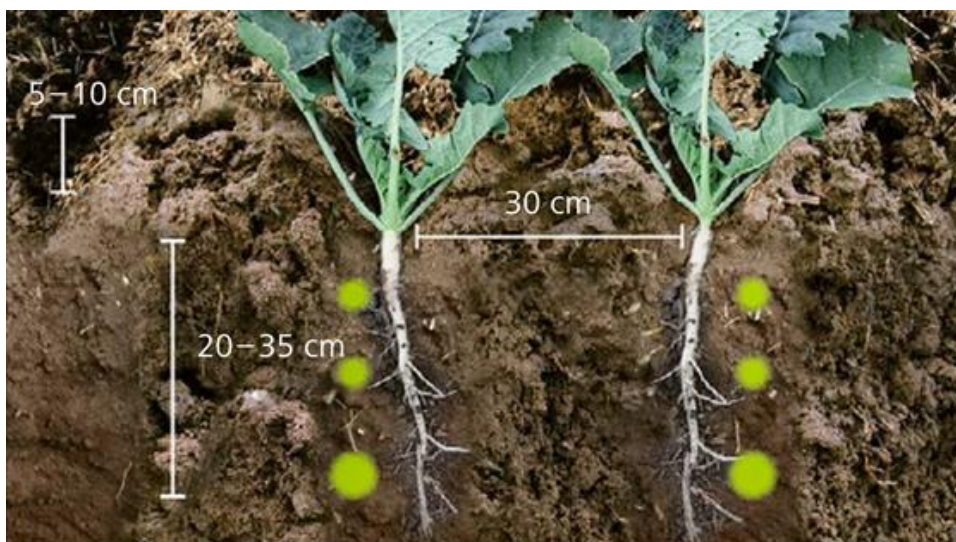
Po sklizni čiroku v roce 2019 byl pozemek zpracován diskovým podmítačem HORSCH Tiger do hloubky 15 cm. Přibližně týden po této operaci bylo zaseto ozimé žito s výsevkem 220 kg/ha strojem Horsch Maestro. Další technologický postup spočíval v přihnojení během jarního období dusíkatým hnojivem. Na základě množství narostlé hmoty ozimého žita, bylo během měsíce dubna rozhodnuto, že se porost meziplodiny zmulčuje a ponechá na povrchu půdy. Následně proběhlo na pokusné parcele pásové zpracování půdy strojem Kuhn-Strieger s přihnojením do hloubky 20 cm. Dle teplotních podmínek 22. května proběhlo setí čiroku, secím strojem s kompatibilní navigací stejně jako na ostatních pokusných plochách.

**Příprava agrotechnických pokusů na sklizňový rok 2021**

- 1. *varianta pěstování řepky založená na orbě*

V první dekádě srpna 2020 byla na pozemku provedena orba pětiradličný pluhem značky ROSS, kterým byly zapraveny předchozí rostlinné zbytky. Následně byl pozemek z hrubé brázdy urovnán Kompaktomatem K800 (pro omezení úniku půdní vláhy). Před samotným setím bylo plošně zapraveno minerální hnojivo. Setí bylo provedeno strojem Horsch Focus s meziřádkovou vzdáleností 30 cm se současným přihnojením pod patu. Secí stroj Focus spojuje pásové zpracování půdy s výsevem v rámci jednoho přejezdu. Půdu a seťové lůžko

připravuje vždy jen v pásku pro každou secí botku. Zároveň radličky vyhrnují posklizňové zbytky do meziřádkového prostoru. K utlačení půdy slouží pneumatikový pěch, kdy na povrchu půdy dochází k vytvoření hrůbků s výškou 5-10 cm.



**Obr. 48 Schéma setí řepky strojem Horsch Focus**

(Zdroj: [https://www.pekass.eu/attach\\_count.php?id=1416](https://www.pekass.eu/attach_count.php?id=1416))

- 2. varianta pěstování řepky založena na hloubkovém kypření

V případě druhé varianty v první dekádě srpna 2020 bylo aplikováno minerální hnojivo a následně pozemek podmítnut strojem Bednar Swifter do hloubky minimálně 15 cm. Tímto způsobem došlo k zapravení všech rostlinných zbytků do svrchního orničního horizontu. Následně byla půda kypřena strojem Horsch Tiger do hloubky 25 cm, kdy cílem operace bylo rozrušení vrstev pod obvyklou hloubkou zpracování. Při setí došlo k dalšímu prokypření půdy radličkami do hloubky opět 25 cm strojem Horsch focus. Řepka ozimá byla zaseta s meziřádkovou vzdáleností 30 cm s přihnojením pod patu.

- 3. varianta pěstování řepky založena na mělkém kypření

U třetí varianty bylo v první dekádě srpna 2020 aplikováno minerální hnojivo a následně pozemek podmítnut strojem Bednar Swifter do hloubky minimálně 15 cm. Následně již byla půda kypřena pouze při setí strojem Horsch Focus pomocí radliček do hloubky 15 cm. Operace setí byla spojena s přihnojením pod patu a stejně jako u předešlých parcel byla šířka setí nastavena na meziřádkovou vzdálenost 30 cm.

Během vegetačního období proběhlo na všech variantách pokusných ploch přihnojování minerálními hnojivy a ochrana rostlin dle signalizace.



**T A** Tento projekt je financován se státní podporou  
**Č R** Technologické agentury ČR  
v rámci Programu BETA2.

Ministerstvo životního prostředí



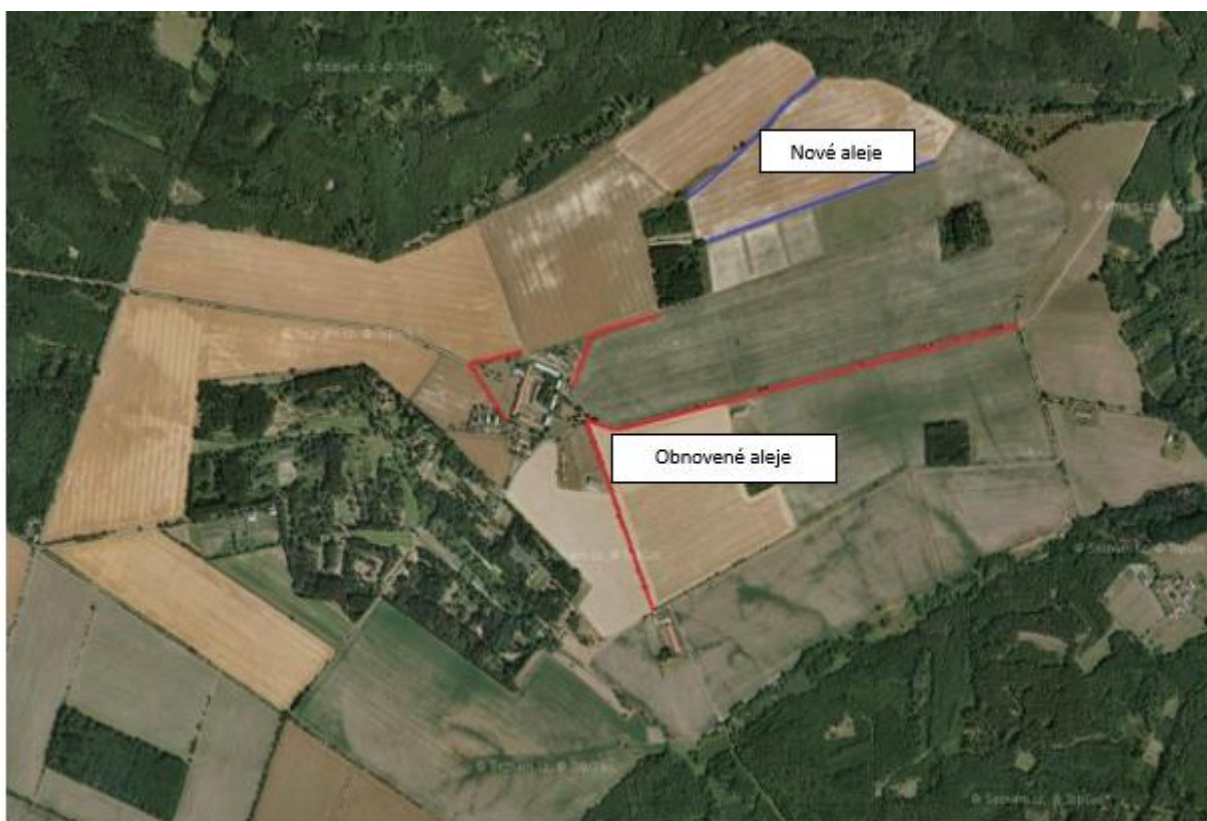
**Obr. 49 Ukázka stroje Horsch Focus**

(Zdroj:<http://www.agrotrac.cz/zemedelska-technika/seci-technika/horsch-focus/288/index.html>)

## V. Přírodní opatření

### Liniová zeleň

V oblasti Amálie v průběhu let 2020-2021 proběhla jednak výsadba nových stromořadí, a rovněž rekonstrukce původních alejí.



**Obr. 51** Zákres realizovaných zásahů na liniové zeleni na situační mapě – nová výsadba vyznačena modře, rekonstruované aleje vyznačeny červeně

### Výsadba nových stromořadí

Na podzim 2020 bylo na Amálii ve spolupráci s AOPK vysázeno 100 nových sazenic dubů letních, a to podél vyčištěného odvodňovacího příkopu na severní straně lokality v povodí potoka Karlův luh a také podél jedné z polních cest. Na pozemku p.č. 510/8 v k.ú Ruda u Nového Strašecí bude provedena výsadba jednostranné aleje 48 ks dubu letního. Na pozemcích p.č. 510/18, p.č. 510/22, p.č. 433/11 a p.č.433/13 v k.ú. Ruda u Nového Strašecí bude provedena výsadba 52 ks dubu letního ve dvou řadách po 26 ks.



**Obr. 52** Výsadba dubů zimních podél odvodňovacího kanálu

### Obnova ovocných stromořadí

Nejprve byla provedena inventarizace původního stavu stromořadí, při kterém byl zdokumentován zdravotní stav všech dřevin, a to v pěti hlavních oblastech:

- I. Hlavní stromořadí podél příjezdové cesty,
- II. Stromořadí k lihovaru,
- III. Břeková alej – severovýchodně od Amálie,
- IV. Jeřábová alej
- V. Dvůr Amálie a bezprostřední okolí.

Následně byly v prolukách doplněny nové výsadby do druhově ucelených skupin. Respektovány byly také stanovištní nároky jednotlivých dřevin. Celková délka vysazených stromořadí je 2 382 m, z toho doplňované aleje 2 022 m a nově zakládané aleje (jeřáb břek) jsou 360 m. Výsadba byla realizována na jaře 2021, kdy bylo vysazeno dalších 251 kusů dřevin, zejména planých ovocných odrůd

### **Druhová skladba:**

- Jabloň lesní (*Malus sylvestris*) – původní druh jabloně vhodné do krajiny a vybrané osvědčené lokální odrůdy odolné k houbovým chorobám – 20 %. Doplnující odrůdy jabloní: Bláhovo oranžové, Grávštyňské, Jeptiška, Malinové Holovouské, Matčino, Ontario, Panenské české, Strýmka



- Hrušeň obecná (*Pyrus communis*) – původní druh a štěpovance starších odrůd a hrušeň planá neboli polnička (*Pyrus pyraeaster*) – 20 %. Doplnující odrůdy hrušní: Bezjaderka Říhova, Koporečka, Muškatelka šedá, Muškatelka turecká, Solanka, Špinka 7
- Třešeň ptačí (*Prunus avium*) – vybrané špičáky, z nichž část může být podle potřeby na stanovišti naroubována v korunce postupně zrajícími lokálními odrůdami třešní – 20 %. Doplnující odrůdy třešní: Granát, Jánovka mšenská, Karešova, Kaštánka, Klecanská černá, Kordia, Libějovická, Těchlovická, Vítovka molitorovská, Schneiderova
- Ořešák vlašský (*Juglans regia*) – semenáče a dostupný sortiment roubovanců – 10 %. Doplnující odrůdy ořešáku: Mars, popř. Seifersdofský Z netradičních druhů (zdroj ptačí nebo jiné potravy, převážně krajinářský význam):
- Morušovník bílý (*Morus alba*) – pokud bude možné zajistit ve školkách – 5 %. Morušovník byl do sortimentu zařazen na žádost správy CHKO Křivokládsko.
- Jeřáb břek (*Sorbus torminalis*) – 20 %
- Jeřáb obecný (*Sorbus aucuparia* var. *edulis*) – ušlechtilá odrůda Moravský sladkoplodý naštěpovaný na původní druh jeřábu – 5 %

### Ošetření původních dřevin

V zájmové lokalitě bylo ošetřeno 45 stromů. Při ošetření stromů byl eliminován negativní vliv na přírodu a krajinu, a to například načasování zásahu mimo hnízdní dobu ptáků, nebo technologickým provedením řezu (silné suché větve s prokazatelnou dutinou byly pouze zakráčeny, aby nebyly provozně nebezpečné a ne odstraněny). Všechny zásahy byly provedeny podle Standardů péče o přírodu a krajinu SPPK A02 002 Řez stromů, případně SPPK A02 009 Speciální zásahy na stromech a SPPK A02 004 Bezpečnostní vazby a ostatní stabilizační systémy. Nejčastějšími zásahy byl zdravotní řez a obvodová redukce koruny. Na jednom stromě byla provedena vazba. Odpadní materiál v podobě větví byl zpracován a vzniklá dřevní štěpka odvezena.

### Harmonogram:

- podzim 2020 výsadby dřevin
- jaro 2021 ošetření dřevin; 2021 rozvojová péče o výsadby I. rok
- 2022 rozvojová péče o výsadby II. rok
- 2023 rozvojová péče o výsadby III. Rok

### Technologie zakládání vegetačních prvků

#### Listnaté stromy (alejové)

Specifikace výpěstků: alejový strom se zemním balem, ve velikosti 14-16 cm (obvod kmínku v 1 m), fixace 3 kůly  $\varnothing$  min. 8 cm, uchycení 3 x pevným úvazkem (popruhem); velikost výsadbové jámy 0,5 m<sup>3</sup>, bez výměny půdy, úprava závlahové mísy o  $\varnothing$  1 m – mulč sláma; ochrana proti korní spále – nátěr ochranou hmotou;

individuální drátěná ochrana proti zvěři ukotvená na 3 kůlech (nezbytné opatření pro vysoký výskyt spárkaté zvěře).

Velikosti 14-16 cm u alejových stromů do krajiny jsou použity z důvodu častých průjezdů zemědělské techniky (vyšší nasazení koruny). Dalším důvodem je rychlejší odrůstání vysazených dřevin zvěři. Jedná se o druhy jeřáb břek (50 ks) a morušovník bílý (13 ks).

### Ovocné dřeviny

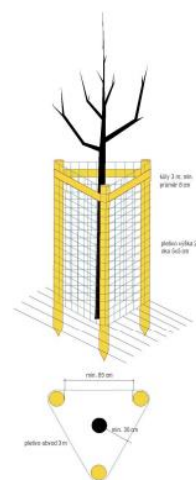
Specifikace výpěstků: prostokořenný strom, o výšce 200-250 cm, fixace 3 kůly  $\varnothing$  min. 8 cm, uchycení 3krát pevným úvazkem (popruhem); velikost výsadbové jámy 0,25 m<sup>3</sup>, bez výměny půdy, úprava závlahové mísy o  $\varnothing$  1 m – mulč sláma; ochrana proti korní spále – nátěr ochranou hmotou; individuální drátěná ochrana proti zvěři ukotvená na 3 kůlech (nezbytné opatření pro vysoký výskyt spárkaté zvěře).

### Ochrana proti zvěři

Všechny vysazené sazenice bylo potřebné důkladně zajistit proti zvěři – oplocení drátěným pletivem výšky 2 m (rozměr oka max. 5x5 cm) ukotvení na 3 kůly (výška 3 m, mim. průměr 8 cm) spojenými příčkami (délka 1 m). Rozteč kůlů minimálně 85 cm. Drátěné pletivo má vyšší životnost oproti dřevěným oplocenkám (7-10 let), zároveň dřevěné oplocenky zvěř používá jako oporu.



**Obr. 53** Obnověné ovocné stromořadí



**Obr. 54** Detail individuálního oplocení

Rostlinný materiál Pro výsadby bude použit dostatečně vyzrálý "uznaný" rostlinný materiál s upřednostněním rostlin domácí proveniencí. Vzhledem k specifickým stanovištním podmínkám není možné doporučit použití dřevin především z Nizozemí a Itálie. Alejové se zemním balem, ovocné stromy zapěstovány jako vysokokmeny budou dodány prostokořenné. Specifikace rostlinného materiálu a výkaz výměr je umístěn v tabulkové části projektu. Sazenice musí splňovat ukazatele jakosti dle ČSN 46 4902. Termín založení S ohledem na specifické podmínky oboru projekt doporučuje provedení založení výsadby v řádném agrotechnickém termínu - tzn. v období cca 15.3. – 5.5. nebo 15.9.-30.10 (termíny se řídí aktuálním průběhem

klimatických podmínek). Výsadby nelze provádět v období s vyššími denními teplotami (nad 25<sup>0</sup> C) a v mrazovém období (pod 3<sup>0</sup> C). Taktéž nelze doporučit provádění výsadeb v období letních přísušků.

**Tab. 6. Přehled rostlinného materiálu použitého při obnově stromořadí na lokalitě Amálie.**

ROSTLINNÝ MATERIÁL	m.j.	Počet m.j.
Juglans regia - ořešák královský, ovocný strom, vysokokmen, prostokořenný, výška 200-250 cm	ks	27
Malus domestica - jabloň, ovocný strom, vysokokmen, prostokořenný, výška 200-250 cm	ks	49
Morus alba - morušovník bílý, alejový strom s balem, ok 14-16 cm	ks	13
Prunus avium - třešeň ptačí, ovocný strom, vysokokmen, prostokořenný, výška 200-250 cm	ks	50
Pyrus communis - hrušeň obecná, ovocný strom, vysokokmen, prostokořenný, výška 200-250 cm	ks	50
Sorbus aucuparia - jeřáb ptačí, ovocný strom, vysokokmen, prostokořenný, výška 200-250 cm	ks	12
Sorbus torminalis - jeřáb břek, alejový strom, ok 14-16 cm	ks	50
<b>celkový počet stromů</b>		<b>251</b>

### Experimentální biopás

V září roku 2021 byl na Amálii založen experimentální nektarodárný biopás o délce ca. 370 m a šířce 24 m. Experimentální biopás se byl založen s cílem zjištění optimálního poměru mezi kvetoucími dvouděložnými rostlinami a nekompetitivními druhy trav zajišťující dlouhodobou stabilitu biopásu a přínos pro hmyzí opylovače. Traviny zajišťují stabilitu porostu a brání jeho degradaci, která je na orné půdě nejčastěji způsobena vzešlými pleveli z půdní banky. Trávy brání i pronikání nepůvodních druhů rostlin do biopásu z okolní krajiny.

Základem vysévané směsi bude certifikovaná směs „Nektarodárný biopás“ od firmy Seedservice s.r.o. využívaná pro dotační titul: „Agroenvironmentálně-klimatická opatření: podopatření Biopásy“ (tab. 7).

**Tab.7 Složení certifikovaná směsi „Nektarodárný biopás“ od firmy Seedservice s.r.o.**

Druh	Složení v %	Druh	Složení v %
vikev setá	21,22	pohanka obecná	10,61
vičenec ligrus	21,22	hořčice bílá	16,37



jetel luční	16,98	svazenka vratičolistá	4,25
jetel plazivý	1,7	kmín kořenný	10,61
jetel hybridní (švédský)	1,7	sléz lesní	0,21
štírovník růžkatý	0,85	řebříček obecný	0,04
komonice bílá	4,24		

Tato směs bude obohacena o různý podíl námi namíchané travní směsi (kostřavy, lipnice luční) obohacené o další druhy dvouděložných nektarodárných rostlin (kmín kořenný (Karmín), mrkev obecná, pastiňák setý, šalvěj přeslenitá, hvozdík kartouzek, chrpa luční, krkavec menší, šedivka šedá). V biopásu bude založeno 6 experimentálních úseků o délce 50 m. s rozdílným podílem obohacené travní směsi: 0 %, 10 %, 20 %, 40 %, 60 %, 80 % (ukázka složení směsi viz tab. 2). Zbylých 70 metrů bude oseto pouze certifikovanou směsí.

**Tab.8 Ukázka složení směsi pro zakládání vylepšených biopásů (varianta se 40% podílem obohacené travní směsi)**

Druh	podíl kg/ha	Druh	podíl kg/ha
vikev setá	3,75	řebříček obecný	0,01
vičenec ligrus	3,75	kostřava (směs druhů) *	10,75
jetel luční	3	lipnice luční *	2,45
jetel plazivý	0,3	kmín kořenný (Karmín)	0,75
jetel hybridní (švédský)	0,3	mrkev obecná	0,38
štírovník růžkatý	0,15	pastiňák setý	0,75
komonice bílá	0,75	šalvěj přeslenitá	0,01
pohanka obecná	1,88	hvozdík kartouzek	0,01
hořčice bílá	1,13	chrpa luční	0,01
svazenka vratičolistá	0,75	krkavec menší	0,01
kmín kořenný	1,88	šedivka šedá	0,01
sléz lesní	0,04	* = stabilizační druhy travin	

Po přípravě půdy bude biopás vyset pomocí dvoukomorové sečky. Do první komory sečky bude umístěna certifikovaná směs „Nektarodárný biopás“ a do druhé komory bude dána namíchaná travní směs s obohacená o další druhy nektarodárných dvouděložných rostlin. Výsevek z jednotlivých komor sečky bude řízen dle jednotlivých experimentálních úseků (tab. 9), přičemž celkový výsevek bude vždy 25 kg/ha.

**Tab. 9 Výsevek dle jednotlivých experimentálních úseků**

Experimentální úsek	Certifikovaná směs "Nektarodárný biopás"	Obohacená travní směs
experiment 0 %	25 kg	0 kg

experiment 10 %	22.5 kg	2.5 kg
experiment 20 %	20 kg	5 kg
experiment 40 %	15 kg	10 kg
experiment 60 %	10 kg	15 kg
experiment 80 %	5 kg	20 kg

Biopás bude sekán žacíím strojem za traktor dvakrát až čtyřikrát ročně vždy v závislosti na klimatických a dalších podmínkách. Biomasa bude vždy z porostu sklizena a využita na seno/senáž/kompost. V prvním roce po založení bude biopás při první seči (druhá polovina června až začátek července) posekán v celé ploše z důvodu potlačení plevelů vzešlých z půdní banky. Při následných sečích bude posekána vždy polovina biopásu a druhá polovina se nechá stát z důvodu podpory hmyzu a dalších živočichů.

#### Příklad nastavení seče experimentálního biopásu:

##### První rok po výsevu:

1. seč – druhá polovina června až zač. července (celá plocha)
2. seč – druhá polovina září až říjen (půlka plochy)

##### Následující roky po výsevu:

1. seč – konec dubna /začátek května (neposekaná půlka z předchozí roku)
2. seč – polovina června (půlka plochy)
3. seč – polovina srpna (půlka plochy)
4. seč – druhá polovina září až říjen (půlka plochy)







**Obr. 55-58 Příprava půdy a setí experimentálního biopásu**

## Seznam citované literatury

Blanco-Canqui, H., & Lal, R. (2010). Principles of Soil Conservation and Management. doi:10.1007/978-1-4020-8709-7

Brant, V., Bečka, D., Cihlář, P., Fuksa, P., Hakl, J., Holec, J., Chyba, J., Jursík, M., Kobzová, D., Krček, V., Kroulík, M., Kusá, H., Novotný, I., Pivec, J., Prokinová, E., Růžek, P., Smutný, V., Škeříková, M., Zábanský, P., 2016: Pásové zpracování půdy (strip tillage). Profi press s.r.o., Praha.

Certifikovaná metodická příručka pro žadatele OPŽP. MŽP, VÚMOP v.v.i., 28s.+79s., ISBN 978-80-7212-589-0

Fučík P., Vymazal, J., Šereš, M., Hejduk, T., Hnátková, T., Sochackí, A., Kulhavý, Z., Zajíček, A., Zhen, Z., Duffková, R., Kaplická, M., Sítková, V., Poláková, L., Kukačka, J. (2021): Metodika pro navrhování umělých mokřadů v návaznosti na zemědělské odvodnění pro zlepšení jakosti vody. Certifikovaná metodika. 75 s. VÚMOP, v.v.i. ISBN 978-80-88323-50-1 (tištěná verze), ISBN 978-80-88323-51-8 (online pdf).

HŮLA, Josef, Miloslav JANEČEK, Pavel KOVAŘÍČEK a Jaroslav BOHUSLÁVEK. Agrotechnická protierozní opatření. Praha: VÚMOP Praha, 2003.

Janeček M., Dostál T., Kozlovský-Dufková J., Dumbrovský M., Hůla J., Kadlec V., Kovář P., Krása T., Kubátová E., Kobzová D., Kudrnáčová M., Novotný I., Podhrázká J., Pražan J., Procházková E., Středová I., Toman F., Vopravil J., Vlasák J., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika. 1. vyd., Powerprint, Praha.

Kincl D. a kol. (2020): Mobilní technické protierozní opatření „silt-fence“, Certifikovaná metodika, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy v Praze, 41 s.

Kincl D., Šedek A., Nerušil P., Srbek J., Menšík L., Herout M., Jurka M., 2018: ECO TILLER stroj pro pásové zpracování půdy od společnosti P&L. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i. Praha.

Kulhavý, Z., Fučík, P. 2015. Adaptation Options for Land Drainage Systems Towards Sustainable Agriculture and the Environment: A Czech Perspective. Pol. J. Environ. Stud. 24(3), p. 1085-1102, doi/10.15244/pjoes/34963

Kulhavý, Z., Fučík, P., Tlapáková, L. 2020. Adaptace hydromeliorací jako součást plánu realizace opatření pro zmírňování dopadů změn klimatu. Vodní hospodářství, 11/2020, s. 13-17.

Kvítek, T., Krátký, M. 2018. Listy opatření typu A v Plánech dílčích povodí Vltavy -opatření ke zlepšení retence a akumulace vody v krajině společně s ochranou jakosti povrchových a podzemních vod. In: Rožnovský, J., Litschmann, T. (eds): Hospodaření s vodou v krajině, Třeboň 21. –22. 6. 2018, ISBN 978-80-87361-83-2; <http://www.cbks.cz/SbornikTrebon18/KvitekKratky.pdf>

Menšík L., Kincl D., Nerušil P., Srbek J., Kabelka D., Herout M., Jurka M., Šedek A., Horký T., Vach M., 2018: Pěstování kukuřice seté půdoochrannými technologiemi. Příkladová studie Boskovická brázda a Středočeská pahorkatina. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i. a Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i., Praha.

TITSMZP717 - Systém krajinných úprav pro adaptaci zemědělské (lesozemědělské) krajiny na klimatickou změnu v období 2030+

MZe, SPÚ, VÚMOP, 2020: Plán opatření pro řešení sucha prostřednictvím pozemkových úprav a adaptací hydromeliorací v horizontu 2030.

MŽP, VÚMOP, 2013: Pracovní postupy eliminace negativních funkcí odvodňovacích zařízení v krajině.  
NOVÁK P., FUČÍK P., KULHAVÝ Z., ZAJÍČEK A., PELÍŠEK I., PTÁČNÍKOVÁ L., DOSTÁL, T., KRÁSA, J., BAUER, M., PAVEL, M., ROSENDORF, P., KRÁTKÝ, M., KVÍTEK, T., 2016: Příprava listů opatření typu A lokalit plošného zemědělského znečištění pro plány dílčích povodí. Metodický návod – identifikace kritických bodů a kategorizace lokalit ohrožených znečištěním z povrchových a podpovrchových plošných zemědělských zdrojů pro celé území České republiky v podrobnosti sloužící k tvorbě listů opatření typu A. Certifikovaná metodika. VÚMOP, v.v.i., ČVUT v Praze, VÚV TGM, v.v.i., Sweco Hydroprojekt a.s., PVL s.p., 69 s.

Novák, P.; Fučík P.; Kulhavý, Z.; Zajíček, A.; Pelíšek, I.; Ptáčnicková, L.; Dostál, T.; Krása, J.; Bauer, M.; Pavel, M.; Rosendorf, P.; Krátký, M.; Kvítek, T. Příprava listů opatření typu A lokalit plošného zemědělského znečištění pro plány dílčích povodí. Metodický návod – identifikace kritických bodů a kategorizace lokalit ohrožených znečištěním z povrchových a podpovrchových plošných zemědělských zdrojů pro celé území České republiky v podrobnosti sloužící k tvorbě listů opatření typu A. Certifikovaná metodika. VÚMOP, v.v.i., 2016, 69 s.

ŠEDA S., 2018: Regulovaná drenáž - názor hydrogeologa. FINGEO s.r.o.

Zajíček, A.; Dostál, T.; Krása, J.; Hejduk, T.; Fučík, P.; Kulhavý, Z.; Bauer, M.; Pelíšek, I.; Jáchymová, B.; Devátý, J.; Rosendorf, P.; Pavel, M. Povodí Vltavy, státní podnik: Atlas plošného zemědělského znečištění vod, VÚMOP 2018, 243 s. ISBN: 978-80-87361-85-6. <https://atlasplv.vumop.cz/projects/atlasplv/oprojektu.php>