**Plán činnosti operační skupiny**

# Název projektu:

Zavedení robotických platforem a smart technologií ve speciální produkci rostlinné výroby

# Žadatel:

LABRIS, s.r.o.

Dobré 51

517 93 Dobré,

IČO: 25277367

# Broker:

xxxxxx

# Místo realizace:

Dobré, Bučina

DPB žadatele a členů operační skupiny

# Představení projektu

V České republice se pěstuje mák na cca 25 tis. ha, za poslední dva roky je více než polovina ploch oseta osivem z produkce firmy LABRIS. Konkurenční prostředí je silné. Proto je zapotřebí neustále inovovat postupy a zařazovat nové možnosti do výroby osiva.

Společnost má pouze 7 zaměstnanců a vzhledem k náročnosti speciální polní produkce (osivo máku, jetele) je nutnost hledat způsoby, jak lidskou práci nahradit, snížit potřebu energetických a materiálových vstupů, především chemických přípravků a zajistit kvalitní produkci komodit.

Řešením projektu a nasazením autonomních platforem bude dosaženo kvalitnějšího produktu - osiva máku, které je nabízeno našim pěstitelům. Odběratelům komodit do potravinového řetězce bude možné nabídnout kvalitní materiál.

Inovativní postup pěstování polních plodin, zeleniny a máku, spočívá v nasazení robotické platformy a modifikované plečky, která bude osazena moderní senzorovou technikou, prvky autonomie, umělé inteligence a internetu věcí, modifikovanými a vyvinutými pracovními nástroji pro cílené zásahy v podobě detailního monitoringu stavu porostu, meziřádkové kultivace, eliminace napadených rostlin, ochrany rostlin, mechanických zásahů během pěstování.

Součástí řešení bude vývoj řídících algoritmů pro autonomní ovládání stroje a nářadí. Spolu s robotickou platformou bude připraven modifikovaný systém sklizně makovic a jejich následné třídění.

# Členové operační skupiny – odpovědnost

***LABRIS, s.r.o.***

Zemědělský podnik – žadatel odpovědný za:

* výběr a přípravu pokusných půdních bloků,
* implementace navržené agrotechniky,
* operativní řízení

## Ing. Martin Mistr, Ph.D.

Broker, zodpovědný za:

* zpracování plánu OS,
* koordinace projektu,
* organizace schůzek,
* návrh plánu činností, kontrola jeho plnění,
* vedení Inovačního deníku,
* příprava monitorovacích zpráv a závěrečné zprávy projektu

## ***Statek Bureš, s.r.o.***

zemědělský podnik – partner, odpovědný za:

* výběr vhodných DPB
* zakládání experimentálních ploch
* ověřování, implementace navržených opatření
* diseminace, polní dny na Demofarmě

## ***Zeol, s.r.o.***

zemědělský podnik – partner, odpovědný za:

* výběr vhodných DPB
* zakládání experimentálních ploch
* ověřování, implementace navržených opatření
* diseminace, polní dny na Demofarmě

## Česká zemědělská univerzita v Praze

Univerzita – výzkumné pracoviště, zodpovědné za:

* návrh úprav nosiče a nářadí
* optimalizaci trajektorií pohybu techniky,
* analýzu energetické a ekonomické efektivity souprav,
* návrhy agrotechnických opatření,
* management enviromentálních ploch,
* diseminační činnost, implementace výsledků

## SPOLEK PRO INOVACE A UDRŽITELNÉ ZEMĚDĚLSTVÍ z.s.

poradenské pracoviště, odpovědné za:

* spolupráce při ověřování,
* tvorbu mapových podkladů
* zakládání experimentálních ploch
* vyhodnocení výsledků experimentů, prezentace výsledků

### 20.SWOT analýza

**Silné stránky**

* Zájem zemědělských podniků o nové technologie.
* Spolupráce se zavedenými partnery.
* Zkušenosti s realizací projektů a konstrukcí prototypových řešení.
* Podpora v zavádění nových technologií.
* Podpora provozu robotů ze strany výukových programů.
* Dřívější spolupráce podniků a univerzity nasazení menších strojů s nižším dopadem na půdní prostředí.

**Příležitosti**

* Zajištění vysoce kvalitní produkce
* Nasazení robotických platforem posílí pozici zemědělství u veřejnosti .
* Atraktivita pro mladé nastupující zaměstnance.
* Snížení negativních dopadů na půdu a krajinu.
* Uvolnění nedostatkové pracovní síly na jiné, kvalifikovanější činnosti.
* Navýšení objemu dat a jejich následné hodnocení při hledání příležitostí pro efektivnější řízení vstupů.
* Získání technologického náskoku a neocenitelných zkušeností pro další předávání a novace.
* Optimalizace práce stroje.
* Podpora lokálně cílených operací a snížení zátěže krajiny.
* Přehodnocení ekonomických ukazatelů také ve vtahu k využití ploch půdních bloku a jejich modifikace.
* Omezení sociální izolace pracovníků v zemědělství

**Slabé stránky**

* Věková skladba pracovníků v zemědělství a neochota se zaváděním inovací.
* Nedostatek zkušeností s naprosto novou generací mechanizace.
* Nízká připravenost farem na nasazení robota.
* Nutná obměna strojového parku.

**Hrozby**

* Nevyřešená legislativa a další náležitosti provozu polních robotů.
* Riziko selhání stroje a tím oddálení schválení provozu a zavedení.
* Byrokratická zátěž a neochota k přijetí robotů ze strany příslušných úřadů a institucí.

# Hlavní cíle projektu

Řešení projektu bude zahrnovat následující dílčí cíle, které budou deklarovány kontrolovatelnými výstupy:

**Dílčí cíl 1:**

Uvedení robotické platforma do reálného provozu, které bude spojeno s modifikací dosavadních postupů v zemědělském podniku a přizpůsobení se podmínek robotovi.

Vývoj a modifikace pracovních nástrojů plečky, která bude agregována s robotickou platformou pro konkrétní potřeby zemědělského podniku pro potřeby eliminace napadených rostlin a zajišťování mechanických zásahů během vegetace.

Modifikace pracovních nástrojů pro meziřádkovou kultivaci porostů zeleniny.

Modifikace nástroje pro odstraňování květních lodyh česneku pro dosažení vyšších výnosů, která bude instalována na stávající rám plečky.

Modifikace pracovních postupů a zvyklostí podniku pro naplnění požadavků na provoz robotické platformy.

Vývoj pracovních nástrojů, jejich prototypování, pokusné nasazení až po reálný provoz.

**Dílčí cíl 2:**

Vývoj adaptéru, který ponese robotická platforma, pro cílenou sklizeň makovic, tak aby byly sklizeny celé makovice bez porušení a ukládány šetrně do odvozového prostředku pro následní třídění a šetrný výmlat. Vývoj pracovních nástrojů, jejich prototypování, pokusné nasazení až po reálný provoz.

**Dílčí cíl 3:**

Zajištění interakcí mezi pěstebními podmínkami a stávajících technologií a nové kombinace autonomního tažného prostředku a pracovních nástrojů.

Návrh tvarů a velikostí půdních bloků s ohledem optimalizaci pohybu pracovních souprav a energetickou kapacitu robotů. Hodnocení dopadů provozních změn na časové využití soupravy.

**Dílčí cíl 4:**

Hodnocení efektivity nasazení robotických platforem s ohledem na jejich časové využití, plánování tras s ohledem na kapacitu.

Hodnocení provozních ukazatelů a ekonomických výsledků pořízené technologie a ověření modifikovaného robotizovaného systému s konvenčně používanou technologií.

Zajištění efektivity práce strojů spojené se snížením potřeby lidské práce a hodnocení časových snímků.

# Způsob a rozsah realizace projektu

Celý projekt předpokládá spolupráci zemědělských podniků a univerzitního pracoviště a jejího konstrukčního pracoviště v rámci inovace technologických postupů při pěstování zeleniny a máku a využívání autonomních systémů, které by měly vést k zajištění kvalitní produkce, kontroly efektivity vstupů, bezpečnosti a ochraně životního prostředí a snížení náročné manuální práce. S ohledem na konkrétní požadavky podniku bude pořízená robotická platforma, agregovaná s univerzální plečkou, modifikována na konkrétní požadavky pěstovaných rostlin a budou modifikovány pracovní nástroje pro zajištění požadovaných operací. Kromě standardních polních prací bude vývojová aktivita směřovat k naplnění následujících modifikací.

V rámci projektu budou vyvíjeny pracovní nástroje pro robotickou platformu, resp. univerzální plečku, které výrazně rozšíří možnosti využití platformy v postupech pěstování máku setého. Jedná se o realizaci technického řešení stroje pro autonomní detekci chorobami napadených rostlin a jejich likvidaci. Tato technologie bude založena na obrazové analýze rostlin, identifikaci rostlin s využitím prvků umělé inteligence a ovládacích algoritmů, které budou aktivovat mechanismy pro odstranění takto napadených rostlin a zabrání se tak dalšímu šíření v porostu. Snahou bude eliminovat výskyt infikovaných rostlin a zabrnění dalšího šíření.

Další částí realizace bude sklizňový adaptér pro sklizeň a separaci neporušených kvalitních makovic s minimálním podílem stonků, za účelem získávání vysoce kvalitního semena máku určeného pro semenářské účely. Makovice budou šetrně oddělovány od stonků pomocí adaptéru neseného na robotické platformě.

V technologiích pěstování zeleniny bude platforma doplněna o vyvinutý autonomní mechanismus pro odstraňování květních lodyh u česneku. Tento proces si vyžaduje náročnou a zdlouhavou lidskou práci. Při mechanické likvidaci navíc hrozí vzájemný přenos viróz mezi rostlinami. Z tohoto pohledu budou vyvíjený inovované postupy, opět založené na senzorice, umělé inteligenci a robotické paže s nástrojem na odstraňování lodyh.

Pro konstrukční pracoviště bude jednoznačnou výzvou nalezení řešení mechatronických systémů v kooperaci s univerzitním pracovištěm a zemědělským podnikem. Následně bude zajištěna výroba a případná modifikace nástrojů. Využitím kapacit spolupracujícího pracoviště bude výrazně posílena modelová část a analýza konstrukčních návrhů a urychlí se zavedení konkrétního řešení.

Pro spolupracující subjekt v podobě univerzitního pracoviště se jedná o zásadní získávání poznatků o práci robotických platforem, které se promítnou do výukových a projektových aktivit, včetně zapojení studentů do výzkumných a vývojových aktivit pracovišť.

Pro ověřování funkčnosti konstrukčních prvků bude v podnicích vyčleněno celkem 50 ha máku, kde bude testována robotická platforma, budou navrhovány technologické změny a připravován plán prací. Na pozemcích bude rovněž probíhat sběr dat a snímkování napadených rostlin. Na vybrané části pozemku bude testována modifikovaná plečka, která bude doplněna vyvinutými nástroji. Na shodné části pozemku bude rovněž testována funkčnost sklizňového adaptéru.

Plocha česneku pro sběr dat a polní pokusy s ověřováním funkčnosti nové platformy bude vyčleněno 0,5 ha plochy. S ohledem na rotaci plodin a osevní sled se bude plocha na pokusy každý rok měnit. Charakter pokusů však zůstane zachován.

### Hlavní přínosy projektu pro praxi

Pořízení soupravy povede k omezení náročné manuální práce, která je stále nedílnou součástí pěstování speciálních plodin a zeleniny a výraznou měrou se podílí na nákladech pěstování, případě kvalitě produkce.

Mechanická kultivace v požadovaném opakování spojená do jednoho vstupu s dalšími mechanickými zásahy povede ke snížení potřeby chemických přípravků, efektivnímu nasazení techniky v požadovaných termínech ošetření, s možností pracovat nezávisle na denní době. Společně s eliminací napadených rostlin dojde k výraznému snížení kontaminace finální produkce. V návaznosti na sklizeň a se ke koncovému zákazníkovi dostane kvalitní produkt. Vše má rovněž blízko k zásadám ekologické produkce. V případě česneku se rovněž jedná o navyšování produkce žádaného českého česneku s výraznými kvalitativními parametry.

Propojení robotické platformy a senzorového systému pro vyhodnocení aktuálního stavu porostu představuje zcela unikátní technické řešení určené pro oblasti precizního zemědělství. Digitalizace, která proniká do všech odvětví, včetně zemědělství, bude rovněž založená na sběru vysokého objemu obtížně zpochybnitelných dat a systematického monitoringu a cíleného ošetření v podobě přesné meziřádkové kultivace, cílené ochrany, mechanických pěstebních zásahů a hnojení. Na základě získaných poznatků informační technologie umožní propojení s širokým okruhem dalších oborů. Získání technologického náskoku a zkušeností jsou nezbytné pro efektivní nasazení robotiky v následujících letech.

Podpora rozhodování autonomních systémů, které vzejdou z vývojové a výzkumné činnosti v projektu je předpokladem pro efektivní a šetrné hospodaření v krajině. Detailní monitoring, tvorba modelů a včasná signalizace umožní v rozhodovacích procesech optimalizovat vstupy. Řešení projektu bude rozděleno do následujících dílčích cílů a pracovních etap, které na sebe navazují.

Technologie jednoznačně cílí na využití v zemědělském podniku a následné předávání zkušeností dalším zemědělským subjektům, vývojářům a výrobců zemědělské techniky. Dále budou poznatky a získaná data významným zdrojem informací při definování a přípravě legislativních opatření, spojených s provozem autonomních systémů.

Využití inovací lze shrnout do následujících bodů:

Doložení možností nasazení robotických platforem do reálných podmínek a sdílení informací o výhodách, případných nedostatcích a požadavcích na nasazení robotů, včetně ekonomických analýz, spojených s provozem robotů.

Omezení potřeby lidské práce na minimum během kultivačních prací a mechanických zásahů nasazením robotické platformy.

Možnost uvolnění a využití kvalifikované pracovní síly na jiné úkoly.

Navýšení mechanických zásahů na požadovanou úroveň, včetně ošetření prostoru v požadovaných termínech.

Minimalizace chemického ošetření, úspora přípravků a hnojiv a snížení zátěže krajiny a rizika rezidují ve výsledném produktu díky navýšení mechanických zásahů a lokálně cílených ošetření.

Nasazením autonomního stroje umožníme výrazně prodloužit pracovní čas a tím se výkonově přiblížit výkonnějším strojům, které pracují v řasově omezených směnách. Menší stroj přispěje ke snížení nežádoucího utužení půdy a snížení energetických nároků na práci.

Možnost průběžné kontroly porostů během vegetace za účelem včasné signalizace.

Vedení detailního záznamu o porostu s možností snadné archivace, přesný a dokladovatelný záznam o provedených aplikacích.

Optimalizace pojezdových tras a trajektorií jízd po pozemcích, spojená s tvarovou modifikací pozemků, resp. dílů půdních bloků.

Identifikace problémových ploch a variability pozemku z hlediska utužení půdy díky záznamu o provozu strojů a cílené vedení nápravných opatření.

Otevřená softwarová a hardwarová řešení, která umožní další rozvoj samotné platforma a celého oboru.

Navýšení atraktivity oboru, zapojením moderních postupů a technologií.

Komercializace řešení v podobě dodávek technologie zájemcům.

Nasazením robotické platformy dojde k omezení sociálního odloučení pracovníků v zemědělství a omezení nasazení pracovníků na monotónní a nepopulární činnosti.

Podpora pěstování tradičních a žádaných českých komodit.

### Předpokládané výstupy a výsledky projektu

Předpokládaným výstupem bude představení inovovaného technologického postupu nasazením robotické platformy s modifikovaným pracovním nástrojem, a kromě standardních agrotechnických postupů a operací také představení práce nově vyvinutými nebo zásadně modifikovanými pracovními nástroji pro plnění konkrétních požadavků na agrotechnické zásahy během vegetace u máku setého a česneku, kdy se jedná o tradiční, ceněné a kvalitní české komodity. Veškeré postupy a technická řešení budou připravena pro praktické nasazení a případnou komercializaci v případě zájmu o daná konstrukční řešení.

Dosažení požadované produkce a kvality produkce s minimalizací potřeby lidské práce.

Bude představena technologie cílené likvidace napadených rostlin máku setého v porostu.

Bude představena teologie sklizně celých makovic a třídění makovic na základě tvarových a optických vlastností.

Bude představena technologie pro autonomní detekci květních lodyh česneku a způsob jejich odstraňování.

Budou jasně definovány podmínky a požadavky na technologické změny ve stávající organizaci práce podniku při nově zaváděných robotizovaných postupech v podobě návrhů na tvarové změny dílů půdního bloku a stanovení manipulačních plocha.

Podrobná ekonomická analýza nově zaváděných postupů, konfrontovaná se stávajícími postupy práce.

Snížení pracovní hmotnosti strojů předpoklad je o 40 % a s tím spojené snížení nežádoucího zhutnění půdy a produkce CO2, kdy se očekává snížení spotřeby pohonných hmot o 10 %.

Detailní databáze pracovních parametrů stroje pro následné modifikace postupů a nasazení robotů

Výstupy v podobě metodik, přednášek a publikačních výstupů, prezentující výhody nasazení robotů a zároveň představení případných úskalí, které je potřeba řešit. Transfer poznatků pro další obory a rozvoj robotizace.

Výsledky projektu budou deklarovány nasazením plně funkční autonomní platformy do polních výrobních podmínek. Práce robotické platformy bude prověřena na základě praktického využití s doložitelnými záznamy o provozu stroje.

Databáze záznamů bude prezentována v podobě aplikačních map, grafických výstupů, tabulek a grafů pro porovnání se stávajícími postupy.

Geograficky jasně deklarované díly půdních bloků a doložená optimalizace tvaru dílů půdních bloků. Návrhy jízdních trajektorií s provedenou optimalizace pohybu ve vztahu k tvaru pozemků.

Hodnocení kvality práce na základě průběžných měření a sledování výsledků práce robotické platformy.

Ekonomické zhodnocení nasazení robotické platformy, včetně hodnocení modelových scénářů využití stroje.

V rámci projektu budou výsledky průběžně předávány zemědělské praxi na základě odborných článků, seminářů a polních dnů, zásadním přínosem je rychlý transfer poznatků pomocí sociálních sítích.

Výstupy s právní ochranou:

Užitný vzor - Technické řešení pro eliminaci napadených rostlin máku (3. rok řešení).

Užitný vzor - Technické řešení sklizně makovic (4. rok řešení).

Užitný vzor - Technické řešení mechanismu pro odstraňování květních lodyh česneku (3. rok řešení).

Funkční vzorek Technické řešení pro eliminaci napadených rostlin máku (3. rok řešení).

Funkční vzorek - Technické řešení sklizně makovic (4. rok řešení).

Funkční vzorek - Technické řešení mechanismu pro odstraňování květních lodyh (3. rok řešení).

Pro vybraný výstup bude podána patentová přihláška.

Metodika:

Robotické systémy v zelinářských provozech (3. rok řešení)

Technologie sklizně máku pro produkci osiva (4. Rok řešení)

Odborné články:

Modifikace stávajících vstupních podmínek při přechodu na robotická řešení práce. (1. rok řešení),

Pracovní postupy spojené s robotikou (3. rok řešení)

Ekonomická efektivita využití robotů ve vztahu ke konvenčním postupům (3. rok řešení)

Zkušenosti s prací polních robotů (3. rok řešení)

V případě výstupů v podobě výstupů s právní ochranou, metodik a odborných článků se členové konsorcia domluvili na rovném podílu na výstupech. ČZU v Praze 34 %, Labric 33 % a Statek Bureš 30 %.

Polní den:

Hortibotický den - ukázka práce polních robotů v zelinářské produkci. (začátek 3. roku řešení),

Sociální sítě

FB profily zúčastněných stran

(ČZU v Praze, CPZ při ČZU, VÚMOP v.v.i.) – pravidelné příspěvky z průběhu řešení projektu – celá doba řešení – min 10 příspěvků)

Internetové stránky: pravidelné informace o průběhu řešení, praktické informace a doporučení, sdílení fotografií, videí apod.

Nadstandardní šíření:

Exkurze (2 exkurze v rámci doby řešení) pro studenty studijního programu Precizní zemědělství (ČZU)

Řešení min. jedné diplomové a jedné bakalářské práce studentů studijních programů na FAPPZ a na TF.

Exkurze pro zemědělce ze zahraničí – (v průběhu řešení projektu)

On-line přenosy práce robota.

Databáze poznatků a doporučení pro přípravu legislativních pravidel a modifikace stávajících řešení.

### Aktivity projektu

Jednotlivé aktivity navazují na dílčí cíle projektu a svým uspořádáním propojují jednotlivé dílčí kroky, které povedou ke splnění cílů.

Aktivita 1 navazuje na dílčí cíl 1 a vychází z pořízení a modifikace robotické platformy a vývoje vlastních nástrojů. V rámci aktivity bude vypsáno výběrové řízení na pořízení platformy a univerzální robotické plešky a zároveň budou řešeny vlastní konstrukce nástrojů s prvky autonomie a umělé inteligence. V rámci aktivity bude řešena vlastní funkce nástrojů a zároveň zajištění kompatibility s platformou. Vývoj pracovních nástrojů bude postupovat od návrhu více technických řešení, jejich ověřování, výběr vhodného řešení, jeho technické úpravy a vylepšování a následné nasazení ve zkušebním provozu s přechodem na řádný provoz. Aktivity budou zahrnovat konstrukční práce na plečce pro detekci napadených rostlin, jejich potlačování a detekci a odstraňování květních lodyh česneku. Aktivita bude zakončena předložení deklarovaných výstupů.

Aktivita 2 navazuje na dílčí cíl 2 a je sojen s konstrukčním návrhem, vývojem a realizací sklizňového adaptéru pro sklizeň celých makovic s minimálním podílem stonků. Bude řešen nástavbový adaptér na robotickou platformu. Cílem bude získat neporušen mapovice, které budou následně tříděny podle velikosti a případné deformace způsobené plísněmi. Aktivita bude zakončena předložení deklarovaných výstupů.

Aktivita 3 navazuje na dílčí cíl 3 a je spojena s přípravou podniků na příchod robotické platformy. Tato činnost bude spojena s přípravou scénářů práce, plánováním práce, tvaru pozemků a optimalizaci jízdních tras. Rovněž dojde k optimalizaci tvaru pozemků a návrhu manipulačních ploch. Budou navrhovány scénáře práce a možných kolizních situací. Bude proveden rozbor stávajících technologických postupů a jejich transformace na nasazení robota. Aktivita bude zakončena prezentací výstupů.

Aktivita 4: navazuje na dílčí cíl 4. Hodnocení efektivnosti navržených postupů a nasazení robota. Budou hodnocený provozní ukazatele a porovnávány se stávající technologií. Bude hodnocena ekonomika provozu a efektivita nasazení. Na základě poznatků budou optimalizovány další nasazení soupravy a hledány cesty k vyšší efektivitě.

### Dopady výsledků projektu do praxe

**Finanční dopady:**

Finanční dopady vychází ze dvou základních předpokladů, úspory při nasazení robotické platformy a navýšení výnosů z modifikovaných zásahů.

Klíčové úspory mou vycházet z omezení potřeby lidské práce. Pokud by došlo k nahrazení jednoho řidiče, kterého je navíc nedostatek, robotickou platformou ušetříme za mzdy zaměstnance. Nedostatková lidská práce bude nahrazena moderními stroji a kvalifikovaní pracovníci budou využití pro plnění kvalifikovanějších úkonů. Odpadne pro ně zdlouhavá a monotónní práce. Řada pracovních činností je také spojena s manuální prací. Jedná se přitom o nemalé částky, navíc spojené s problémem zajistit potřebné zaměstnance. Rovněž se zkrátí pracovní doba spojená se sezonním nasazením.

Menší, ale shodně výkonná technika, představuje nižší náklady na pořízení stroje a nástrojů, sníží se spotřeba pohonných hmot a s tím je spojeno také nižším utužením půdy. Uvádí se, že až 30 % energie při pracování půdy je vynaloženo na nápravné opatření a překonání odporu spojené s utužením půdy. S lokálně cílenými zásahy a nasazení autonomní mechanické kultivace výrazně sníží potřebu chemických přípravků.

Navýšení kvalitní produkce dojde k navýšení realizační ceny za produkci při deklarování požadovaného zdravotního stavu.

**Nefinanční dopady:**

Zavedením robotických platforem a modifikovaných pracovních nástrojů do reálné zemědělské praxe dojde k posílení pozitivního vnímání oboru zemědělství širokou veřejností. Jednoznačně se stane hmatatelným důkazem technického pokroku a nadcházejícího směřování oboru.

Atraktivita oboru a posílení o nové moderní technologie otevře prostor novým pracovním pozicím a mladší generaci.

Nasazením lehčích a menších platforem snížíme negativní dopady přejezdů na půdní prostředí.

Výrazné posílení objemu dat, které budou využity v dalším plánování činností a především získání nových poznatků z provozu autonomních platforem, nezbytných pro další rozvoj oboru.

Zapojením partnera z univerzitního prostředí bude výrazně posílena propagace oboru a podpořena výuková činnost. Z průzkumu jednoznačně vyplývá, že na zavádění moderních technologií se výrazně podílí úroveň vzdělání vedoucích pracovníků. Ti mnohdy vzejdou z řad studentů, kteří budou zapojeni procesu výuky, tvorby bakalářských nebo diplomových prací.

### Použité metody a postupy

Na řešení se budou podílet současně všechna pracoviště a jednotlivé postupy a závěry budou pravidelně konzultovány. Budou předávány poznatky pro definování problémů a definovány postupy pro řešení.

Na zemědělských podnicích bude probíhat experimentální část, sběr dat a na modifikovaných půdních blocích bude nejprve testována a upravována robotická platforma s modifikovanou plečkou a budou zde testovány pracovní nástroje. Data bude následně analyzovat pracoviště ČZU a předávat k další koordinaci práce dalším řešitelům.

Řešitelé z týmu České zemědělské univerzity v Praze mají dlouholeté výzkumné zkušenosti v oblasti řešení projektu, sledování a využití údajů o variabilitě porostů plodin a půdy a techniky precizního zemědělství. Na pracovišti působí robotický tým, který se mimo jiné úspěšně prezentuje v mezinárodních robotických setkáních a soutěžích. Řešitelé mají rovněž zkušenosti se zaváděním a uplatněním výstupů do praxe. Při ČZU působí rovněž Centrum Precizního Zemědělství, které propaguje moderní postupy v hospodaření. K dispozici je laboratorní zázemí a dostatečná výpočetní kapacita. Součástí je také prototypová laboratoř.

Integrace robotické platformy, senzorového systému, konstrukce a modifikace nástrojů a řídícího software bude koordinováno pracovištěm ČZU.

Konstrukční pracoviště bude, ve spolupráci s ČZU, zajišťovat vývoj a realizaci úprav mechanických částí stroje a bude se podílet na vývoji nových technických řešení, Bude využito jek výrobních kapacit pracovišť, tak možnost využití speciálních SW řešení pro návrhy a modelování práce stroje, včetně pevnostních analýz při dynamickém zatěžování modelů.

### Podrobný harmonogram činností

S ohledem na předpokládanou modifikaci nástrojů robotické platformy je projekt plánovaný jako čtyřletý.

**1 rok řešení:**

Na základě vypsaného výběrového řízení bude pořízena vhodná autonomní platforma, která splní požadované parametry a požadavky na plánované nasazení a rovněž univerzální plečka, u které bude provedena modifikace pro splnění dílčích cílů. Při zadávání výběrových řešení bude zapotřebí zajistit vzájemnou kompatibilitu obou strojů. Bude to jedna z podmínek zadání.

V souběhu s výběrovým řízením budou zahájeny práce na vývoji pracovního nářadí. Na základě požadavků na detekci napadených rostlin máku, jako jeden z vyvíjených pracovních nástrojů bude navržena a vytvořena platforma pro cílené rozpoznání napadených rostlin v zapojeném polním porostu. Kamerovým systémem založeným na multispektrální kameře budou snímkovány plevelné rostliny ve spektrálních pásmech R, G, B a NIR. Systém může být doplněn osvětlením, které usnadní snímkování rostlin během práce stroje.

Následně bude vytvořen klasifikační algoritmus pro automatické rozpoznání napadených rostlin ze snímků. Na základě spektrálních vlastností budou ve snímcích pomocí softwarových algoritmů založených na bázi umělé inteligence identifikovány rostliny napadené. Objekty budou nejprve manuálně identifikovány a zařazeny do databáze. Bude snaha o zachycení obsáhlé databáze napadených rostlin. Databáze bude sloužit jako učební a tréninková sada pro realizaci algoritmu. Následně bude voleno řešení likvidace napadených rostlin, buď mechanickou cestou pomocí elektronicky řízeného prosekávače, nebo cestou cíleného postřiku herbicidem.

Dalším vyvíjeným a modifikovaným zařízením bude sklizecí a separační mechanismus makovic, kdy je požadavek na sklizeň neporučených makovic a jejich následné třídění a separace makovic malých, případně napadených chorobami. Sklizeň celých makovic je šetrný způsob uskladnění, sušení a manipulace se semenem máku a především je to předpoklad pro následnou produkci velmi kvalitního semene máku. Eliminací napadených makovic eliminujeme riziko kontaminace semene například mykotoxiny.

Výnos česneku je výrazně ovlivněn včasným oddělením květní lodyhy. Třetí vyvíjený nástroj pro robotickou platformu bude autonomní mechanismus pro detekci, lokalizaci a následné mechanické rameno pro oddělení nebo zastavení vývoje květní lodyhy česneku. Obdobně, jako u rostlin máku, bude využito kamerového systému pro snímkování a detekci květenství s využitím kamer a umělé inteligence. Informace bude předávána mechanickému rameni, které provede požadovaný úkon.

Ve všech případech se bude postupovat od vývoje počítačového modelu, prototypování a navržení možných řešení, kdy větší množství konceptů které výrazně usnadní následný výběr vhodného modelu až po realizaci funkčního vzorku. Vše bude probíhat na pokusných plochách, založených pro tyto účely.

Souběžně s vývojem prototypů budou vybírány pozemky, proběhne jejich přesné zaměření a digitalizace. S ohledem na tvary pozemků proběhne modifikace ploch a budou stanoveny optimální trajektorie jízd robotické platformy. Tyto trajektorie budou využity také při ostatních operacích, především zakládání porostů. Pro tyto účely bude využito prostředí GIS a nástroje pro optimalizaci jízdních tras.

Celkově bude zajištěno vhodné prostředí pro nasazení robotické platformy.

Budou založeny pokusné plochy pro sběr dat a snímkování zájmových ploch. Pro zajištění dostatečného počtu vzorků bude zajištěna infikace vybraných rostlin. Porosty již budou zakládány s ohledem na nasazení a požadavky robota.

Během práce současných technických prostředků bude zajištěn monitoring souprav.

Budou předloženy plánované výstupy pro první rok.

**2. rok řešení**

Bude pracovně nasazena robotická platforma a ověřovány a nastavovány pracovní parametry pro zajištění provozu ve vybraných plodinách a požadovaných operacích v rámci agrotechnických opatření. Sledování provozních parametrů stroje a záznamů během práce. Budou hodnoceny půdní podmínky po nasazení robota, zejména úroveň utužení, v porovnání s klasickou technologií a míra informace vody do půdy.

Bude probíhat sběr dat pro analýzu obrazu a realizace algoritmů pro identifikaci napadených rostlin a květních lodyh. V laboratorních podmínkách bude ověřována funkce sklízeče makovic, která bude prototypově nasazena v termínu sklizně.

Na pokusných výsadbách budou ověřovány prototypy pracovních nástrojů a zároveň již bude řešena kompatibilita s robotickou platformou.

Předložení požadovaných výstupů pro 2. rok řešení.

**3. rok řešení**

Experimentální nasazení robotické platformy a současné nasazení vhodných řešení vyvinutých nástaveb a mechanismů. Ověřování funkčnosti a technické úpravy pro dosažení požadované úrovně přesnosti a spolehlivosti.

Modifikace a technické úpravy řešení.

Plnění plánovaných výstupů a prezentace výstupů.

**4. rok řešení**

Plné nasazení robotické platformy a současné nasazení vhodných řešení vyvinutých nástaveb a mechanismů. Ověřování funkčnosti a technické úpravy pro dosažení požadované úrovně přesnosti a spolehlivosti.

• Ekonomické zhodnocení pořízené investice a technických řešení.

• Plnění plánovaných výstupů a prezentace výstupů.

• Zpracování implementačního deníku, připravení podkladů k ukončení projektu.

### Inovativnost projektu

Současný stav v technologii pěstování máku setého spočívá v chemické ochraně rostlin. Lze očekávat a jednotlivé snahy toto naznačují, že bude postupně ubývat povolených přípravků. V případě rozšíření chorob, především plísně makové, dochází k výraznému snížení výnosu a tím ke zhoršení kvality produkce se značnou finanční ztrátou. Společnost LABRIS, s.r.o. je zemědělská společnost obhospodařující cca 500 ha orné půdy. Na této půdě hospodaří konvenčním způsobem. Do osevního postupu jsou zařazeny tyto plodiny: pšenice ozimá, řepka ozimá, mák, hrách a oves. V oblasti pěstování máku se specializuje na výrobu osiva. V České republice se pěstuje mák na cca 25 tis. ha, za poslední dva roky je více než polovina ploch oseta osivem z produkce firmy LABRIS. Konkurenční prostředí je silné. Proto je nezbytné neustále inovovat postupy a zařazovat nové možnosti do výroby osiva.

 Tlak domácích a zahraničních firem, které mají speciální vývojové centra, mnohaletou tradici a investují nemalé finanční prostředky do marketingu, je neúprosný. Zařadit se mezi špičkové osivářské firmy v tak silném konkurenčním prostředí není jednoduché. K tomuto úspěchu je propracovávána technologie pěstování máku, sklizně a následné úpravy. V neposlední řadě také komplexním poradenstvím a péčí o pěstitele máku.

Statek Bureš a ZEOL hospodaří celkem na 180 ha orné půdy. Vedle konvenčních plodin je významným artiklem také česnek. Pěstování česneku je spojováno s vysokým podílem ruční práce. Rovněž v technologii pěstování česneku je stále využíváno chemických přípravků. Snaha o omezení chemického ošetření, spojeného s mechanickými zásahy má za cíl omezit podíl lidské práce a také snížit riziko výskytu a šíření virových chorob, které je s některými nezbytnými zásahy spojeno.

Hlavní podstata projektu spočívá v implementaci robotických systémů, včetně vyvinutých nástrojů do reálného provozu a tím otevření cestky k poznání a získávání zkušeností s využitím robotů. Získané zkušenosti budou klíčové pro rozvoj celého oboru a plnění cílů a doplnění SWOT analýzy ukáže jak klady a příležitosti, tak především nedostatky, kterých se bude zapotřebí vyvarovat. Celý projekt je pojat jako technologie, kdy kromě konstrukčních prací bude pracováno také s pozemky a podnikem. Bude zapotřebí vytvořit záhony, otočné plochy, systém přepravy. Zemědělský podnik se stane aktivním a významným účastníkem při zavádění robotiky do praxe.

Technologické řešení zajistí snížení potřeby chemické ochrany omezení kontaminace a číření chorob a navýšení kvalitní produkce. Nasazení robota umožní uvolnění pracovníka na kvalifikovanější činnosti. Rovněž je předpoklad výrazného prodloužení pracovní doby, které ve finále zajistí shodnou výkonnost jako manuálně řízené stroje s vyšším záběrem, výkonech, ale i hmotností a cenou stroje. Toto umožní nasazení menšího lehčího stroje s pozitivním dopadem na utužení půdy a spotřebu pohonných hmot.

### Přidaná hodnota projektu

Zatímco se nyní spousta témat točí kolem plně autonomních robotů a traktorů, výraznou přidanou hodnotu strojům stále přináší jednotlivé prvky automatizace. V případě provozu polních robotů jsme stále na začátku cesty, kdy chybí konkrétní poznatky s provozem robota. S tím je spojena absence hodnocení efektivnosti nasazení. Získání zkušeností výrazně posune poznání v této oblasti a stane se argumentačním nástrojem pro podporu zavádění robotiky do reálné praxe.

Na základě vývoje budou předložena technická unikátní řešení nástaveb robota., které budou mít komerční potenciál.

### Míra naplnění cílů EIP

Projekt naplňuje cíl EIP „Stimulovat inovace a zlepšovat výměnu znalostí“ tím, že spojuje výzkum, poradenství a praxi v úsilí do praxe zavést systémy chytrého zemědělství v podobě robotické platformy. Členové OS společně navrhnou a ověří nové inovativní postupy v praxi a společně budou své výsledky prezentovat a šířit v odborné veřejnosti.

Realizace projektu přispěje k naplnění cílů SZP:

Specifického cíle 1 – Podporovat příjmy a odolnost životaschopných zemědělských podniků v celé Unii za účelem posílení bezpečnosti potravin

Specifického cíle 2 – Posílení tržní orientace a zvýšení konkurenceschopnosti, a to i prostřednictvím většího zaměření na výzkum, technologii a digitalizaci

Návrh projektu je plně v souladu se záměrem Intervence 53.77 - a) Spolupráce na inovaci s investicí v zemědělské prvovýrobě. Realizací projektu bude podpořena spolupráce zemědělských podniků, poradenských subjektů a výzkumu.

### Šíření výsledků projektu

S ohledem na atraktivitu tématu budou připravovány pravidelné vstupy a ty prezentovány prostřednictvím příspěvků, především na sociálních sítích. Videozáznamy a reportáže budou popisovat od začátku realizaci projektu a plnění dílčích cílů. Začátek souběžný se začátkem projektu a realizace výstupů.

Bude prezentováno minimálně 10 vstupů za rok.

Součástí výstupu bude pořádání nebo účast na polních dnech, workshopech a seminářích.

Nebude chybět transfer poznatků do výukových profilových předmětů příslušných studijních programů. Řešení min. jedné diplomové a jedné bakalářské práce studentů studijních programů na FAPPZ a na TF.

Předpokladem je projevený zájem ze strany médií, které budou oslovovány prostřednictvím tiskových zpráv.

### Zdroje financování a rozpočet operační skupiny

Všichni členové operační skupiny jsou s finanční spoluúčastí.

Každý člen OS vykazuje náklady Kódu 001 do doby průběžného vyúčtování. Při vystavení faktury na žadatele bude žadatelem vystavena zálohová faktura na ostatní členy (podniky) ve výši podílu nákladů kódu 001. Po obdržení dotace bude částka přefakturována.

Kapacity jednotlivých členů OS jsou uvedeny v žádosti, v bodě „Výdaje spolupráce - výpočet jednotkových nákladů spolupráce“

Nákup služeb a příslušenství bude řešen poměrnou spoluúčastí členů, nákup robotického nosiče pak úvěrem u banky.

Náklady kódu 002 bude nést každý člen OS na svůj vrub. Na konci projektu pak dojde k vyúčtování a fakturaci na žadatele.

Detailní rozpočet (návaznost na časový harmonogram a konkrétní činnosti, rozdělení rozpočtu na jednotlivé členy) bude přílohou Smlouvy o spolupráci.

# Položkový rozpočet

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kod** | **Položky** | **2024** | **2025** | **2026** | **2027** |  |
| 001. 01 | Spolupráce Broker | 202 000 Kč | 363 600 Kč | 363 600 Kč | 363 600 Kč |  |
| 001. 02 | Spolupráce Výzkum | 1 010 000 Kč | 2 464 400 Kč | 2 464 400 Kč | 2 464 400 Kč |  |
| 001. 03 | Spolupráce řadový člen | 432 000 Kč | 864 000 Kč | 864 000 Kč | 864 000 Kč |  |
| **001** | **Celkem - Spolupráce** | 1 644 000 Kč | 3 692 000 Kč | 3 692 000 Kč | 3 692 000 Kč |  |
| 002.01 | osivo, hnojivo | 0 Kč | 1 900 000 Kč | 1 900 000 Kč | 1 900 000 Kč |  |
| 002.02 | zpracování půdy | 0 Kč | 0 Kč | 0 Kč | 0 Kč |  |
| 002.03 | služby (laboratorní zkoušky) | 575 000 Kč | 575 000 Kč | 575 000 Kč | 575 000 Kč |  |
| **002** | **Celkem - Ostatní výdaje** | **575 000 Kč** | **2 475 000 Kč** | **2 475 000 Kč** | **2 475 000 Kč** |  |
| 004.01 | **Robot** | 0 Kč | 8 000 000 Kč | 0 Kč | 0 Kč |  |
| 004 02 | **Plečka - rám** | 1 000 000 Kč | 0 Kč | 0 Kč | 0 Kč |  |
| **004** | **Celkem - Investice** | **1 000 000 Kč** | **8 000 000 Kč** | **0 Kč** | **0 Kč** |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  | **Způsobilé výdaje dle kódů** | **2024** | **2025** | **2026** | **2027** | **Kod celkem** |
|  | **001** | 1 644 000 Kč | 3 692 000 Kč | 3 692 000 Kč | 3 692 000 Kč | **12 720 000 Kč** |
|  | **002** | 575 000 Kč | 2 475 000 Kč | 2 475 000 Kč | 2 475 000 Kč | 8 000 000 Kč |
|  | **003** | 1 000 000 Kč | 8 000 000 Kč | 0 Kč | 0 Kč | **9 000 000 Kč** |
|  | **CEKLEM** | ***3 219 000 Kč*** | ***14 167 000 Kč*** | ***6 167 000 Kč*** | ***6 167 000 Kč*** | **29 720 000 Kč** |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | **Mzdové náklady** | | | | |
| **Partner** | **kategorie** | **2024** | **2025** | **2026** | **2027** | **celkem** |
| **Broker** | Broker | *202 000 Kč* | *363 600 Kč* | *363 600 Kč* | *363 600 Kč* | ***1 292 800 Kč*** |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **ČZU Praha** | Výzkum | ***767 600 Kč*** | ***1 898 800 Kč*** | ***1 898 800 Kč*** | ***1 898 800 Kč*** | ***6 464 000 Kč*** |
| **xxxxx** |  | 202 000 Kč | 363 600 Kč | 363 600 Kč | 363 600 Kč | ***1 292 800 Kč*** |
|  |  | 242 400 Kč | 565 600 Kč | 565 600 Kč | 565 600 Kč | ***1 939 200 Kč*** |
| **xxxxx** |  | 161 600 Kč | 484 800 Kč | 484 800 Kč | 484 800 Kč | ***1 616 000 Kč*** |
| **xxxxx** |  | 161 600 Kč | 484 800 Kč | 484 800 Kč | 484 800 Kč | ***1 616 000 Kč*** |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **SIUZ** | Poradenství | ***242 400 Kč*** | ***565 600 Kč*** | ***565 600 Kč*** | ***565 600 Kč*** | ***1 939 200 Kč*** |
| **xxxxx** |  | 242 400 Kč | 565 600 Kč | 565 600 Kč | 565 600 Kč | ***1 939 200 Kč*** |
|  |  | ***1 010 000 Kč*** | ***2 464 400 Kč*** | ***2 464 400 Kč*** | ***2 464 400 Kč*** |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **LABRIS** | řadový člen | ***180 000 Kč*** | ***324 000 Kč*** | ***324 000 Kč*** | ***324 000 Kč*** | ***1 152 000 Kč*** |
| **xxxxx** |  | 90 000 Kč | 162 000 Kč | 162 000 Kč | 162 000 Kč | ***576 000 Kč*** |
| **xxxxx** |  | 90 000 Kč | 162 000 Kč | 162 000 Kč | 162 000 Kč | ***576 000 Kč*** |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Statek Bureš, s.r.o.** | řadový člen | ***126 000 Kč*** | ***270 000 Kč*** | ***270 000 Kč*** | ***270 000 Kč*** | ***936 000 Kč*** |
| **xxxxx** |  | 90 000 Kč | 162 000 Kč | 162 000 Kč | 162 000 Kč | ***576 000 Kč*** |
| **xxxxx** |  | 36 000 Kč | 108 000 Kč | 108 000 Kč | 108 000 Kč | ***360 000 Kč*** |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **ZEOL** | řadový člen | ***126 000 Kč*** | ***270 000 Kč*** | ***270 000 Kč*** | ***270 000 Kč*** | ***936 000 Kč*** |
| **xxxxx** |  | 90 000 Kč | 162 000 Kč | 162 000 Kč | 162 000 Kč | ***576 000 Kč*** |
| **xxxxx** |  | 36 000 Kč | 108 000 Kč | 108 000 Kč | 108 000 Kč | ***360 000 Kč*** |
|  |  | ***432 000 Kč*** | ***864 000 Kč*** | ***864 000 Kč*** | ***864 000 Kč*** |  |
| **celkem** |  | **1 644 000 Kč** | **3 692 000 Kč** | **3 692 000 Kč** | **3 692 000 Kč** | **12 720 000 Kč** |