[redacted]

Otevřený modulární automatizovaný robotický systém zajištující řízenou kultivaci mikroskopických řas a sinic včetně jejich rychlé průběžné charakterizace pomocí spektrofotometrických absorpčních, fluorescenčních a kineticky-fluorescenčních spekter

---

Technická Specifikace Systému

PSI (Photon Systems Instruments), spol. s r.o.
Průmyslová 470, 664 24 Drásov
Czech Republic
IČO: 60646594
DIČ: CZ 60646594

Phone:
+420 511440012
+420 511440034
Fax:
+420 511440901

E-mail:
Inquiries: info@psi.cz
Inquires and orders: ordering@psi.cz
Technical support: support@psi.cz
Shipping: shipping@psi.cz

[redacted]

1 Otevřený modulární automatizovaný robotický systém určený pro řízenou kultivaci a analýzu mikroskopických řas a sinic

1. **Charakteristika systému:**
    - Systém je navržen pro řízenou kultivaci mikroskopických řas a sinic a jejich průběžnou analýzu prostřednictvím spektrofotometrických absorpčních, fluorescenčních a kineticko-fluorescenčních spekter.
    - Umožňuje zpracovávat data z kultur pěstovaných jak na agarových plotnách (Petriho miskách o rozměrech 100 × 100 mm), tak v kapalném médiu (kultivační destičky o rozměrech 128 × 86 mm) v režimu 24/7.
2. **Průchodnost systému:** garantovaná průchodnost systému minimálně **30 000 kolonií během 24 hodin.**
    - **Morfometrická stanice, Fluorescenční stanice a Hyperspektrální stanice** umožňují rychlý skríning celých destiček během několika sekund až minut. Lze tedy skrínovat desítky Petriho misek v průběhu 24 hodin.
    - **Stanice Ramanova spektrometru a fluorescenčního spektrometru** fungují v tzv. skenovacím režimu a analyzují spektra jednotlivých kolonií s delší časovou náročností.
3. **Zvýšení efektivity měření:**
    - Každá měřicí stanice pracuje nezávisle na ostatních, čímž se optimalizuje celková průchodnost systému.

Tento systém zajišťuje efektivní automatizaci kultivace a analýzy řas a sinic, přičemž nabízí vysokou průchodnost a flexibilitu měřicích procesů.

[redacted]

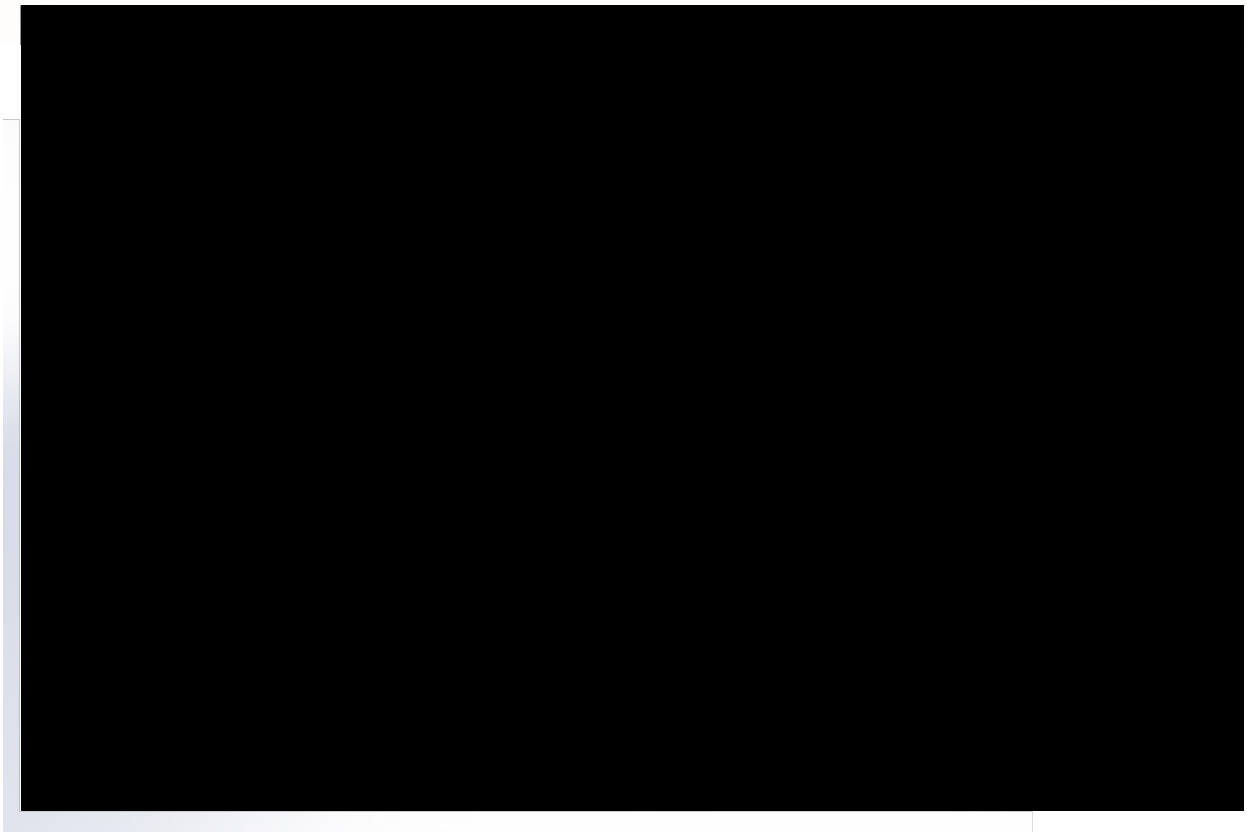
2 Robotický manipulátor zajišťující automatickou obsluhu

Robotický manipulační systém je navržený na míru dle kapacity a propustnosti systému. Manipulátor zajišťuje plně automatizovanou manipulaci se vzorky v nepřetržitém provozu 24/7. Tento robotický manipulátor vykonává různé úkoly, včetně transportu vzorků mezi pěstebními inkubátory a dalšími měřicími či procesními stanicemi systému, přesného umisťování vzorků na předdefinované pozice, dávkování kapalin a přeočkování kolonií z Petriho misek do suspenzních kultur v mikrodestičkách. Součástí automatizace je také manipulace s víčky, která zahrnuje jejich sejmutí v případech, kdy to vyžaduje například dávkování kapalin.

Manipulátor je schopný manipulovat jak s čtvercovými Petriho miskami formát cca 100 x 100 mm a také s mikrotitračními neboli kultivačními destičkami pro suspenzní kultury format 128 x 86 mm.

Tab. 1 Technická specifikace robotického manipulačního systému.

Technická specifikace	
Manipulační rozměry (Š x H x V)	4500 x 1300 x 800 mm
Přesnost manipulace	0,01 mm
Typy manipulovaných kontejnerů	Petriho misky 100 x 100mm, Mikrodestičky 128 x 86 mm
Charakteristika provozu	Automatizovaný 24/7



Obr. 1 Model robotického systému pro řízenou kultivaci a skríning řas.

3 Kultivační inkubátory

Kultivační policový inkubátor poskytuje přesně definované a homogenní prostředí pro řízený růst mikroorganismů, jak na agarech v Petriho miskách, tak v suspenzích v kultivačních destičkách. Každý inkubátor je vybaven dvěma patry, která umožňují pěstování ve zcela odlišných podmínkách, a to jak z hlediska osvětlení, tak teploty a relativní vlhkosti (Rh). Unikátností řešení je anti-kondenzační dizajn polic, který díky přesné kontrole teploty povrchu polic vůči okolí udržuje dno misek mírné chladnější, čímž předchází kondenzaci vodních kapek na víkách.

Tab. 2 Provozní parametry kultivačního inkubátoru.

Teplotní rozsah:	Maximum	+45°C
	Minimum	+15°C
Přesnost nastavení teploty:		0.1°C

[redacted]

Homogenita vrámci kultivační plochy:	± 0.5°C
Maximum intensity osvětlení (PAR):	500µmol/m²/s
Rregulace osvětlení:	0-500 PAR [µmol/m²/s] s možností softwarového nastavení změn intenzit osvětlení (např. simulace přirozeného periodického osvětlení den/noc, simulace rychlých (s periodou minut) změn intenzit osvětlení 0-MAX apod
Relativní vlhkost:	40 – 85%
Kontrolovaná atmosféra:	možnost připojení externího směšovače plynů nebo přívod čerstvého vzduchu

Celková kapacita jednoho inkubátoru je 48 pozic pro Petriho misky (rozměr 100 x 100 mm) a 12 pozic pro kultivační destičky (vnější rozměr 128 x 86 mm). Systém zahrnuje 2 inkubátory, což znamená **celkovou kapacitu 96 Petriho misek a 24 kultivačních destiček**, a umožňuje nastavení až čtyř různých kultivačních režimů současně.

[redacted]

Obr. 2 Model kultivačního inkubátoru: PP – plocha pro kultivaci Petriho misek, MTP – plocha pro kultivaci mikrodestiček (Micro-Titrate Plate).

PSI (Photon Systems Instruments), spol. s r.o.
Průmyslová 470, 664 24 Drásov
Czech Republic
IČO: 60646594
DIČ: CZ 60646594

Phone:
+420 511440012
+420 511440034
Fax:
+420 511440901

E-mail:
Inquiries: info@psi.cz
Inquires and orders: ordering@psi.cz
Technical support: support@psi.cz
Shipping: shipping@psi.cz

[redacted]

4 Morfometrická stanice pro měření růstu kolonií

Morfometrická zobrazovací stanice je komplexní systém určený pro detailní analýzu růstu kolonií na Petriho miskách.

Hlavní vlastnosti stanice

- Světelný zdroj: Homogenní LED osvětlení s bílými diodami.
- Kamera: Moderní CMOS čip s rozlišením 12,3 MP, zajišťující vysoké rozlišení pro snímání kolonií.
- Minimální velikost objektu: Stanice spolehlivě detekuje kolonie s průměrem ≥ 0,5 mm a umožňuje také rozpoznání mnohem menších objektů.
    - Příklad odpovídající obrázku níž: Kolonie s průměrem 0,712 mm odpovídá objektu o velikosti 242 pixelů na snímku. Prakticky lze detekovat objekty s průměrem již několika desítek pixelů (např. 50 px, ale I menší). Objekt s průměrem 50 pixelů odpovídá přibližně koloniím s průměrem kolem 0,15 mm.

[redacted]

Obr. 3 Obraz celé misky nasnímaný pomocí morfometrické stanice vlevo; vpravo zvětšená 1 kolonie.

Systém automaticky rozpoznává objekty na pozadí, identifikuje je a vytváří "vzorkovou masku" specifickou pro každou Petriho misku. Jednotka umožňuje parametrizaci jednotlivých kolonií (vzorků) pomocí sady morfologických parametrů, jako je plocha, obvod a další uživatelsky definované ukazatele. Kromě toho lze na základě morfologických parametrů ze sekvenčních

[redacted]

měření stanovit klíčové fyziologické ukazatele, jako jsou relativní rychlosti růstu kolonií, které poskytují cenné informace o životaschopnosti a růstu kolonií.

[redacted]

Obr. 4 Obraz Petriho misky s nárůstem kolonií sinice Synechocystis sp. Kolonií identifikovaných na misce bylo celkem 1671. Žlutá čára kolem objektů reprezentuje obrys maskyjednotlivých objektů odpovídajícím koloniím. Kolonie byly segmentované metodou prahování.

Technická specifikace

Tab. 3 Tabulka technických specifikací morfometrické stanice.

Sensor	
Sensor Technology	CMOS Monochromatic
Resolution (MPix)	12.36 (3.09 in binning mode)
Resolution (H × W)	4112 × 3006 (2056 × 1503 in binning mode)
Bit depth	12 bit
Sensor Size	1.1"
Shutter	Global Shutter
Max. fps in free-run mode	2
Sensor Model	Sony IMX253LLR-Q
Pixel size	3.45 µm (6.9 µm, in binning mode)
Design	

[redacted]

Interface	GigE
Lens Mount	F - Mount
Camera Dimensions (H × W × L)	200 mm × 132 mm × 95 mm
Power supply	12 V - 24V
Lens specifications	
Manufacturer	Samyang
Model	24 mm f1.4 ED AS IF UMC AE
Focal length (mm)	24
Aperture	1.4
Lights	
Morphometric module	Cool-White (5700K)

5 Kinetická fluorescenční zobrazovací stanice

Kinetická fluorescenční zobrazovací stanice je určena pro rychlé a neinvazivní měření kinetiky fluorescence chlorofylu, zahrnující chlorofyl *a* i bakteriochlorofyl, v pulzně amplitudově modulovaném režimu (PAM). Hlavní funkce stanice zahrňují měření aktivity fotosystému II a dalších parametrů, jako je zobrazování fluorescenčních proteinů, v závislosti na kombinaci excitačních a emisních vlnových délek.

Konstrukční vlastnosti stanice umožnují práci při pokojové teplotě. Vhodné provozní podmínky jsou tedy standardní laboratorní podmínky. Dalším důležitým konstrukčním řešením je odolnost vůči okolnímu světlu. Stanice je vybavena světlo-nepropustnou konstrukcí a automatickým zastiňovacím víkem, což zajišťuje přesná měření i v prostředí s okolním světlem.

[redacted]

Obr. 5 Kinetická fluorescenční zobrazovací stanice, FluorCam invertovaný samostatně stojící model pro integraci do automatizovaných robotických systému: A. celkový pohled, B. detailní pohled na měřící compartment pro mikrodestičky.

Technický dizajn vychází z osvětlovacího modulu tzv. plochého panelu, který poskytuje rovnoměrně osvětlenou plochu o rozměrech 20 x 20 cm, což je větší než potřebná plocha pro zobrazování Petriho misek a kultivačních destiček (10 x 10 cm). Stanice je vybavena ultra citlivou kamerou s rozlišením 1,4 MP, která využívá progresivní snímání pomocí CCD senzoru. Doba integrace od 10 µs je klíčová pro přesnou aplikaci PAM techniky. Minimální časové rozlišení kamery je 50 ms.

Systém zahrnuje několik světelných zdrojů pro kinetická měření fluorescence chlorofylu a je vybaven pokročilým modulem Multi-excitace, který nabízí dalších 6 LED barev. V kombinaci se sedmipolohovým filtrovým zásobníkem poskytuje systém celkem 7 emisních a 9 excitačních pásem.

[redacted]

[redacted]

Obr. 6 GFP bakterie detekované na Petriho misce pomocí přístroje FluorCam: vlevo foto misky, vpravo fluorescenční obrázek detekovaný pomocí emisného filtru pro GFP. Zelená fluorescence GFP byla vyvolaná ozářením modrým světlem. Fluorescenční obrázek je kolorovaný falešnou barevnou škálou Ocean.

Světelné zdroje PAM autofluorescence chlorofylu:

Tato sestava světelných zdrojů zajišťuje mimořádně přesná měření fluorescence chlorofylu a umožňuje detailní analýzu fotosyntetické aktivity.

Tab. 4 LED světelne zdroje pro PAM ChlF autofluorescenční kinetiku

[redacted]

Pokročilý Multi-excitační LED modul

Multi-excitační modul představuje nejmodernější řešení, které kombinuje konvenční měření fluorescence chlorofylu s detekcí fluorescenčních proteinů a barviv, což zvyšuje flexibilitu systému pro různé experimentální aplikace. Obsahuje 6 dalších LED světelných barev.

[redacted]

LED světelné zdroje lze přesně programovat v rozsahu intenzit 0–100 %, což umožňuje vytvářet libovolné uživatelsky definované osvětlovací protokoly, včetně harmonicky modulované iluminace (např. sinusový průběh).

Tab. 5 LED světelné zdoje Multi-excitačního modulu

[redacted]

Příklady PAM protokolů pro měření kinetiky chlorofylové fluorescence

[redacted]

Obr. 7 Protokol Shášecí analýzy (Quenching)

PSI (Photon Systems Instruments), spol. s r.o.
Průmyslová 470, 664 24 Drásov
Czech Republic
IČO: 60646594
DIČ: CZ 60646594

Phone:
+420 511440012
+420 511440034
Fax:
+420 511440901

E-mail:
Inquiries: info@psi.cz
Inquires and orders: ordering@psi.cz
Technical support: support@psi.cz
Shipping: shipping@psi.cz

[redacted]

[redacted]

Obr. 8 Příklad protokolu Světelné křivky (Light curve)

Kinetická fluorescenční zobrazovací stanice umožňuje měření a výpočet víc než 50 fluorescenčních parametrů.

Měřené parametry: Fo, Fm, Fv, Fo', Fm', Fv', Ft…

Vypočtené parametry: Fv/Fm, Fv'/Fm', PhiPSII , NPQ, qN, qP, Rfd a mnoho dalších

Tab. 6 Seznam parameterů měřených a počítaných z protokolů Quenching a Light curve

[redacted]

PSI (Photon Systems Instruments), spol. s r.o.
Průmyslová 470, 664 24 Drásov
Czech Republic
IČO: 60646594
DIČ: CZ 60646594

Phone:
+420 511440012
+420 511440034
Fax:
+420 511440901

E-mail:
Inquiries: info@psi.cz
Inquires and orders: ordering@psi.cz
Technical support: support@psi.cz
Shipping: shipping@psi.cz

[redacted]

[redacted]

PSI (Photon Systems Instruments), spol. s r.o.
Průmyslová 470, 664 24 Drásov
Czech Republic
IČO: 60646594
DIČ: CZ 60646594

Phone:
+420 511440012
+420 511440034
Fax:
+420 511440901

E-mail:
Inquiries: info@psi.cz
Inquires and orders: ordering@psi.cz
Technical support: support@psi.cz
Shipping: shipping@psi.cz

[redacted]

Technická specifikace

Tab. 7 Technické specifikace Kinetické fluorescenční zobrazovací stanice.

Sensor	
Sensor Technology	TOMI-2, high resolution CCD camera
Resolution (MPix)	1.4 MPix
Resolution (H × W)	1360 × 1024 pixels
Bit depth	16-bit (65,536 gray levels)
Sensor Size	2/3" format, mono, 9.5 × 6.7 mm array
Binning Option	2 × 2, 680 × 512 pixels, 20 fps
Frame Rate	20 fps
Pixel size	6.45 µm × 6.45 µm
Design & Operating Conditions	
Interface connector	Gigabit Ethernet
Lens Mount	F - Mount
Camera Dimensions (H × W × L)	200 mm × 132 mm × 95 mm
Power supply	12 V - 24V
Operating temperature	0 °C to +50 °C
Operating humidity	0 % - 90 %, non-condensing
Lens specifications	
Lens Type	SV-1214H, f=16mm
Lights	
Chlorophyll fluorescence module	Red-Orange (620 nm), Cool-White (5700K), Far-Red (735nm)
Multicolor module	UV (365 nm) or Violet (405 nm), Royal Blue (450 nm), Blue (470 nm), Cyan (505 nm), Green (530 nm), Amber (590 nm)
Emission filters	
Filters	ChlF, BacChl, GFP, TFP/YFP, RFP/mCherry

[redacted]

6 Hyperspektrální zobrazovací stanice VNIR

Stanice Hyperspektrální kamery je určena pro skenovaní hyperspektrálního obrazu celé misky/destičky. stanice vybavená CMOS VNIR kamerou s rozsahem 380–900 nm a ultra vysokým spektrálním rozlišením. Jednotka je navržena pro monitorování růstu jak kolonií tak suspenzí řas a sinic a kvantifikaci pigmentů a metabolite v trasmisním módu měření.

[redacted]

Obr. 9 Měření absorpčích spekter kolonií Synechocystis sp. pěstovaných na agaru BG11: vlevo rekonstruovaný obraz z Hyperspektrální stanice; vpravo absoropčí spektra kolonie sinice versus spektrum čistého agaru.

Součástí stanice je vhodný světelný zdroj pokrývající celý spektrální rozsah a automatizovaný pojezdový systém pro skenování obrazu synchronizovaný s kamerou. Nedílnou součástí je automatizovaná referenční kalibrace.

Tab. 8 Technické sopecifikace senzoru Hyperspektrální zobrazovací stanice VNIR.

Technická specifikace	
Spektrální Rozsah	380 – 900 nm
Spektrální Rozlišení	0.8 nm (FWHM)
Prostorová Pásma	1000

[redacted]

Spektrální Pásma	1920
Skenování	Rádkové skenování
Kalibrace	Automatická radiometrická kalibrace
Analýza	Automatická analýza předdefinovaných a uživatelem definovanáých parametrů

7 Stanice dávkování kapalin a přeočkování kolonií

Automatizovaná stanice pro dávkování kapalin a přeočkování kolonií je moderní zařízení navržené pro přesné dávkování kapalin a efektivní transfer kolonií z Petriho misek na mikrodestičky.

Technická specifikace stanice

Tab. 9 Technická specifikace stanice dávkování kapalin

1. **Integrovaný 3-osý pipetovací robot:**

- Obsahuje dvě plně automatické pipety:
  - Jednokanálová pipeta s rozsahem objemů od **100 µl do 1000 µl**
  - Multikanálová pipeta optimalizovaná pro objemy **20–300 µl**

2. **Pracovní prostor na míru:**

- Až **10 aktivních pozic**, které lze přizpůsobit různým aplikacím.
- Pozice mohou sloužit pro:
  - Mikrodestičky
  - Petriho misky
  - Zásobníky na kapaliny
  - Stojany na zkumavky a špičky
- Jedna pozice může být vybavena **magnetickým míchadlem**.

3. **Programovatelné workflow:**

[redacted]

- Řízení stanice probíhá prostřednictvím skriptovaných protokolů, které jsou snadno přizpůsobitelné specifickým požadavkům uživatele.
- Robot nabízí možnost předdefinovaných operací i plné programovatelnosti, což umožňuje vysokou flexibilitu pro různé aplikace.

[redacted]

Obr. 10 Stanice dávkování kapalin: vlevo schematický obrázek pracovní části stanice; uprostřed – příklad dispozic pracovní plochy zahrnující 10 pracovnícj pozic pro umísťování různých kontejnerů včetně pozice koše (TRASH) a pozice 5 vybavenou magnetickým míchacím systémem; vpravo – příklady podporovaného labware: zásobník špiček, rezervoár média, mikrodestička s 24 jamkami.

Výhody zařízení

- Vysoce přesné měření a dávkování kapalin.
- Automatizace procesů pro zvýšení efektivity a snížení chybovosti.
- Přizpůsobitelný pracovní prostor s možností rozšíření funkcí dle aplikací.

[redacted]

8 Kombinovaná zásobní stanice pro Petriho misky, destičky a další labware

Tato fyzická stanice funguje jako rozhraní mezi uživatelem a robotickým systémem manipulace. Poskytuje možnost jak manuálního, tak automatizovaného vkládání a vyjímání různého laboratorního vybavení ze systému, a zároveň zajišťuje dostatečné zásoby materiálu potřebného pro efektivní a plynulé pracovní postupy.

Technická specifikace stanice

Tab. 10 Popis kombinované zásobní stanice

Manipulace s různým vybavením:

- Zásobníky s médii
- Vzorky
- Stojany na špičky
- Petriho misky
- Mikrodestičky

Kapacita stanice:

- Minimálně 25 pozic pro Petriho misky nebo kultivační destičky

Možnost ručního zakládání a vykládání:

- Stanice umožňuje ruční manipulaci s mikrodestičkami nebo Petriho miskami, což je ideální pro měření s externě připravenými nebo inkubovanými vzorky.

Možnosti uživatelského přístupu:

- Manuální zakládání a vykládání: Ideální pro manipulaci s mikrodestičkami nebo Petriho miskami obsahujícími vzorky připravené nebo inkubované externě.
- Automatizované procesy: Vhodné pro vysoký objem pracovních postupů s požadavkem na konzistenci a rychlost.

[redacted]

Stanice zajišťuje flexibilitu pro různé laboratorní aplikace a podporuje vysoce výkonné pracovní postupy, což z ní činí nepostradatelný nástroj pro moderní laboratorní prostředí.

9 Stanice fluorescenčního spektrometru

Stanice fluorescenčního spektrometru je autonomně skenovací stanice navržena pro nezobrazovací měření fluorescenčních emisních pekter z jednotlivých kolonií řas a sinic. Stanice je vybavena vysoce citlivým, nízkošumovým spektrálním module s následujícími vlastnostmi.

Tab. 11 Technická specifikace spektrálního modulu

- **Spektrální rozsah detektoru:** 300 až 980 nm
- **Multispektrální světelný zdroj:** LED diody s vlnovými délkami optimalizovanými pro buzení nativních pigmentů a fluorescenčních barviv: 365 nm, 405 nm, 445 nm, 470 nm, 505 nm, 530 nm, 590 nm
- **Systém filtrů:** Sady excitačních, emisních navržené pro pokrytí běžných fluoroforů a nativních pigmentů, umístěné FilterWheelu standardizovaném pro filtry o průměru jednoho palce.
- **Automatické odečítání šumu pozadí**
- **Rychlá polohovací fáze:** Automatické sledování kolonií
- **Zpracování dat:** Pokročilé zpracování dat založené na strojovém učení a umělé inteligenci pro automatickou analýzu dat

[redacted]

10 Klimatizovaná komora

Klimamatizovaná komora představuje kontrolovaný proctor typu Walk-in Fytoskop, který bude vestavěný do opláštění zajištěného objednatelem o vnějších rozměrech 6,3 x 9 x 3m. Prostor je rozvržen tak, aby jeho vnitřní rozměry byly dostatečné pro umístění robotické linky a dalších nezbytných prvků jako PC rack a stůl operátora, mamnipulační stůl a výlevka.

Provozní parametry

Tab. 12 Provozní parametry klimatizované komory

Teplotní rozsah:	Maximum	+30°C
	Minimum	+15°C
Přesnost nastavení teploty:		0.1°C
Charakteristika čistého provozu:	filtrace cirkulovaného vzduch HEPA filtry	
	Nastavitelný podtlak či přetlak do 15 Pa proti okolí	
Bezpečnostní prvky:	CO_2 alarm – signalizující zvýšenou úroveň CO_2	

Software

Klimatizovaná komora je ovládaná Fytoscope softwarem, ktterý umožňuje:

- Sběr dat v reálném čase, nahrávání pro zpracování během experiment.
- Vizualizace dat na dotykovém displeji.
- Programování klimatických parametrů s časovým rozlišením v minutách.
- Vzdálený přístup
- Export/import dat přes LAN.
- Přenos dat přes ethernet
- Interní diagnostický systém s emailovou/GSM upozorňovací službou a vzdálenou podporou.
- Uživatelsky přívětivé programovací prostředí experimentálního protokolu.
- Grafické zobrazení dat (vizualizace nastavených a skutečných hodnot).

[redacted]

11 Ovládání robotického systému – Software

Automatický robotický systém je řízen sofistikovaným softwarovým balíčkem **PlantScreen ™**, který zajišťuje komplexní správu celého systému. Tento balíček je navržen s důrazem na uživatelskou přívětivost a maximální flexibilitu při řízení a monitorování experimentů. PlantScreen ™ se používá pro všechny automatizované systémy určené ke skrínování rostlin i další robotické systémy. K dispozici jsou detailní manuály a doplňková dokumentace k softwarovému balíčku PlantScreen ™. Tento softwarový systém představuje ideální řešení pro pokročilou automatizaci experimentů a správu laboratorního vybavení s důrazem na uživatelskou jednoduchost a vysokou spolehlivost.

Tab. 13 Softwarové komponenty PlantScreen ™

[redacted]

[redacted]

[redacted]

Obr. 11 schéma systému PlantScreen™

PlantScreen™ Server je hlavní řídicí software, který běží na hlavním serverovém počítači. Server propojuje všechny komponenty, ovládá aktivní hardwarové části měřicích stanic (např. osy, světla, kamery) prostřednictvím komunikace s PLC, spouští a řídí měření experimentů a zajišťuje protokolování a další služby. Aplikace se spouští automaticky a běží nepřetržitě, pokud je systém zapnutý. Okno aplikace lze volitelně zavřít a nechat ji běžet na pozadí.

PlantScreen™ Scheduler s kalendářovou funkcí umožňuje provádění více experimentů současně a poskytuje nástroje pro plánování ošetření vzorků či skupin vzorků pomocí různých experimentálních protokolů a režimů manipulace, včetně adaptace na světlo/tmu a schémat pipetování.

PlantScreen™ Analyzer: poskytuje rozsáhlé nástroje pro procházení dat, jejich seskupování, analýzu, uživatelsky definované přepracování a export. K databázi může být připojeno více

[redacted]

klientů, což umožňuje efektivní sdílení a analýzu dat v reálném čase. Software take umožňuje export do běžně využívaných formátu vhodných pro další zpracování.

PlantScreen™ Database software: Všechna získaná obrazová data jsou uložena v SQL databázi, zpracována a dostupná pro kontrolu, vizualizaci a další analýzu během několika sekund po zaznamenání.

[redacted]

Obr. 12 Schématické znázornění správy toku dat systému PlantScreen™

Datový úložný systém sestává z datového serveru a tří služeb běžících na počítači s databází:

1. **Databázová služba:**
    - Umožňuje ukládání a načítání dat do/z relační SQL databáze.
    - Databáze obsahuje tabulkovou strukturu, kde jsou uloženy všechny potřebné záznamy.
    - Některé konfigurace a kalibrace systému PlantScreen™ jsou uloženy v databázi, aby byly přístupné více aplikacím (Server, Data Analyzer, Scheduler).

[redacted]

- Databáze ukládá záznamy o všech naplánovaných akcích, měřicích kolech a analýzách.

2. **Služba ukládání souborů:**
   - Zajišťuje ukládání datových souborů vytvořených během měření a analýzy.
   - Pro ukládání dat se používá struktura souborového systému.
   - Požadavky na ukládání a načítání dat jsou zpracovávány prostřednictvím služby dostupné na počítači datového serveru.

Synchronizační služba:

- Aplikace běžící na počítači datového serveru.
- Umožňuje přenos informací mezi klienty připojenými k této službě.
- Typickými klienty v systému PlantScreen™ jsou Server, Data Analyzer a Scheduler.

Tab. 14 Přehled významých softwarových funkcionalit

- **Vzdálený přístup:** Možnost přístupu z klientského softwaru pro kontrolu a nastavení v uživatelském i servisním módu.
- **Grafické uživatelské rozhraní:** Přehledné GUI pro nastavení parametrů kultivací v uživatelem definovaných krocích, včetně:
  - Změn intenzity osvětlení, relativní vlhkosti (Rh) a teploty v čase.
  - Nastavení frekvence měření na jednotlivých stanicích.
  - Výběru měřených veličin.
- **Otevřená databázová struktura:** Umožňuje snadnou integraci a přístup k uloženým datům.
- **Identifikace kolonií/jamek:** Automatická identifikace na základě uživatelsky definovaných limitních hodnot morfologických a obrazových parametrů.

[redacted]

- **Online monitorování:** Neustálý dohled nad stavem všech kultivačních a měřicích stanic s 24hodinovou podporou.
- **Automatická upozornění:** Odesílání upozornění prostřednictvím SMS nebo e-mailu.
- **Ukládání a opětovné použití protokolů:** Ukládání a znovupoužití jednotlivých experimentálních protokolů a kompletních automatizovaných rutin.
- **Automatické zálohování:** Automatické ukládání naměřených dat a nastavení na záložní servery v lokální síti (LAN).
- **Modularita:** Možnost připojení dalších stanic, například Ramanovského mikroskopu.
- **Správa uživatelských oprávnění:** Kategorizace uživatelů do skupin s odlišnými úrovněmi přístupu.

Account role	Description
User Administrator	Complete administration of user accounts (new user creation, roles assignment)
Server user	Can login to Server app
Experiment Viewer	Can view experimental data of other accounts without access to perform any changes
Experiment Editor	Can start measurement for experiments of other accounts
Experiment Master	Can backup, restore and delete experiments of other accounts
Validator	Can validate system calibration
No account role (standard user)	Can view and manage only own experiments

- **Export dat:** Export naměřených dat a metadat v otevřeném formátu pro další analýzu v externích softwarech, jako jsou Python, Matlab a jiné.

12 Ovládání systému - Hardware

Robotický system je dodávaný s kompletní sadou hardwaru:

1. **Aplikační server**: kontroluje všemi systémovými komponentami a jejich souhru. Ovládá aktivní hardwarové části všech měřicích stanic (např. osy manipulátoru, světla, kamery)

[redacted]

prostřednictvím PLC jednotky, spouští plánovaná experimentální měření a zajišťuje provoz GSM, poštovních a logovacích služeb. Umožňuje spouštět aplikaci, která je hlavním softwarem pro řízení všech funkcí systému.

2. **Databázový server:** podporuje provoz aplikace Asistenta pro nalýzu, která spravuje centrální úložiště dat pro všechny systémové komponenty a zajišťuje databázový prohlížeč dat.
3. **Stanice pro přístup operátora**

Hardware je umístěn buď v elektronickém pouzdře nebo ve speciálním racku. Počítače jsou dodávány s předinstalovaným operačním systémem a kompletním softwarovým balíčkem. Hardware je dodávaný včetně všech síťových prvků pro plnou funkčnost a připojení do existující sítě, včetně hardwarového připojení pro další periferie jako stanice Ramanovského mikroskopu.

PC hardware systému je chránený proti překmitův v elektrické síti a proti krátkodobé výpadkům elektrické energie záložním zdrojem UPS. Systém je tak schopen po výpadku automaticky obnovit svoji činnost a plynule navázat na probíhající process. Veškeré informace jsou průběžně logované a SMTP umožní zaslání notifikačního emailu nebo sms.

13 Instalace a školení

Dodávka zahrnuje nejen stavbu klimatizované komory, ale také kompletní montáž automatizovaného robotického systému. Komora bude vestavěna do prostoru, jehož opláštění zajišťuje objednatel, s vnějšími rozměry 6,3 × 9 × 3 m. Vnitřní uspořádání prostoru je navrženo tak, aby bylo dostatečně velké pro instalaci robotické linky a dalších nezbytných prvků, jako jsou PC rack, pracovní stůl operátora, manipulační stůl a výlevka.

Zaškolení obsluhy v délce 14 dní je zahrnuto v dodávce. Během školení budou vytvořeny všechny uživatelské přístupy, včetně administrátorského účtu systému a rolí pro operátory a další uživatele. Součástí předání bude také kompletní technická a instruktážní dokumentace, včetně API systému, které umožňuje vlastní skriptování a analýzu dat. Dále budou vypracovány vzorové měřicí protokoly jako součást školení.