

Modernizácia a dobudovanie pracoviska diaľkového prieskumu Zeme v Národnom lesníckom centre

[Ľuboš Halvoň](#)

General Director, NLC, Slovakia



NÁRODNÉ
LESNÍCKE
CENTRUM

01

Predstavenie

Prednášajúci



Ľuboš Halvoň,

general director,
NATIONAL FOREST CENTRE

Odborník s viac ako 25-ročnou praxou v oblasti lesníctva, geodézie a diaľkového prieskumu Zeme. Špecializuje sa na aplikáciu moderných technológií, ako sú letecké laserové skenovanie (LiDAR) a digitálna fotogrametria, pri tvorbe štátnych mapových diel a monitoringu lesných ekosystémov. Počas svojej kariéry prešiel od pozície projektanta až po vrcholový manažment, kde v súčasnosti zodpovedá za strategické riadenie a rozvoj Národného lesníckeho centra. Je autorom početných vedeckých publikácií a skúseným manažérom, pod ktorého vedením získali kľúčové digitalizačné a GIS projekty prestížne odborné ocenenia za inovácie.



NLC - predstavenie

SK

EN

Národné lesnícke centrum (NLC) je štátna príspevková organizácia riadená Ministerstvom pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR. Je národnou autoritou v oblasti lesného hospodárstva, poľovníctva a spracovania dreva.

Sme moderná odborná a vedecko-výskumná inštitúcia, ktorá dlhodobo poskytuje kľúčové dáta a služby nielen pre správu lesov, ale aj celej krajiny.



NLC - predstavenie

Každoročne ako jediná organizácia systematicky a dlhodobo zabezpečujeme letecké snímkovanie a laserové skenovanie územia Slovenskej Republiky.

SK

EN



Vyhotovenie Programov starostlivosti o lesy

Harmonogram vyhotovenia PSL na roky 2020 - 2029

Legenda:

- hranica LHC
- názov LHC
- hranica kraja

Rok vyhotovenia

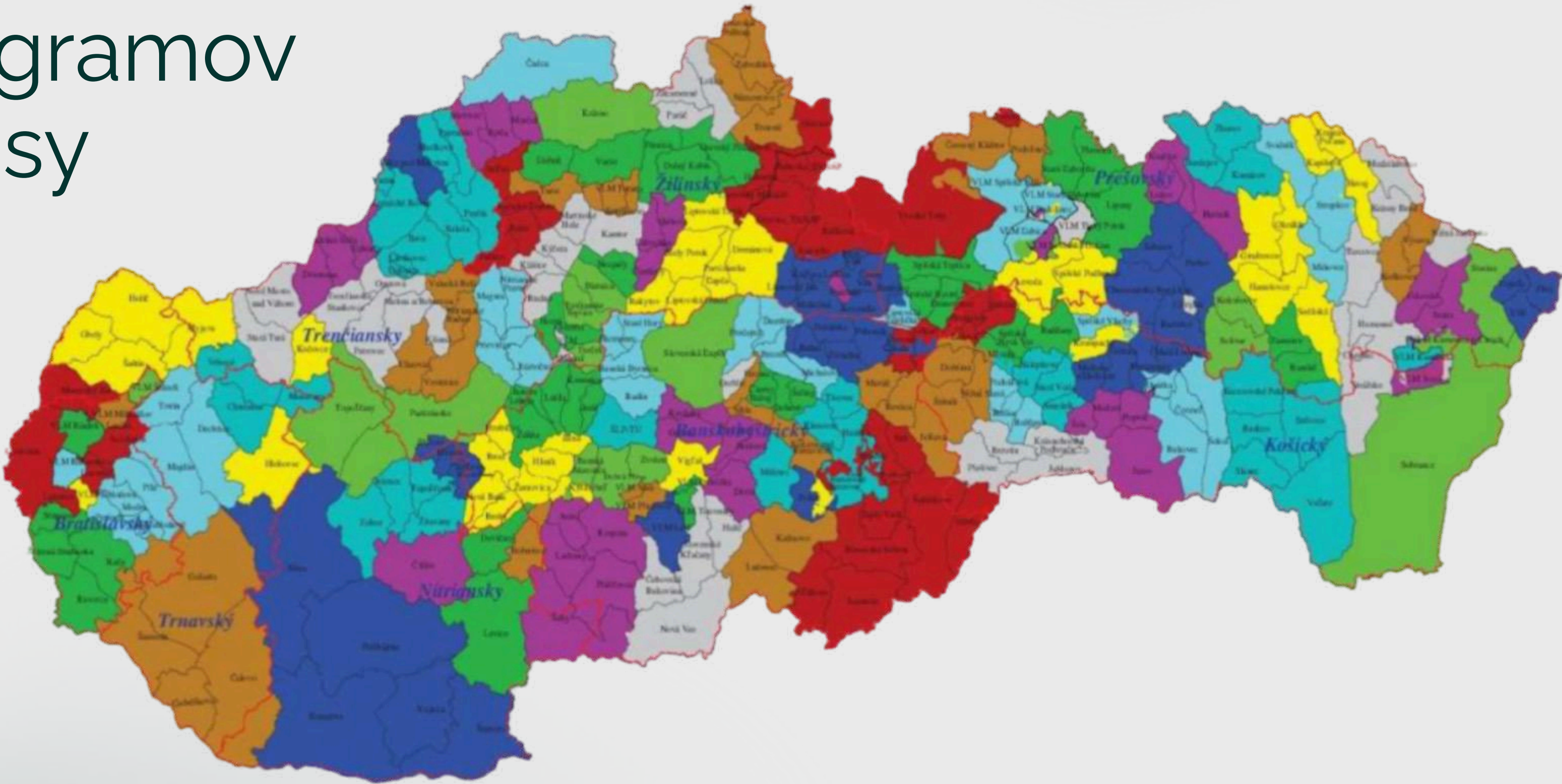
	2020
	2021
	2022
	2023
	2024
	2025
	2026
	2027
	2028
	2029

Platnosť PSL stav k 1.1. 2020

2021 - 2030
2021 - 2031
2022 - 2032
2023 - 2033
2024 - 2034
2025 - 2035
2026 - 2036
2027 - 2037
2028 - 2038
2029 - 2039

Výmera LP ha

190 244
204 091
206 478
195 825
200 190
186 379
216 897
195 799
219 369
204 287



10 ročný cyklus leteckého meračského snímkovania a leteckého laserového skenovania - 1/10 územia SR ročne (priemerne 5 000 km²)



Ortofotomozaika SR súčasný stav

Spolupráca NLC a Geodetického
a kartografického ústavu Bratislava

- územie SR ročne v priemerne **17 000 km²**

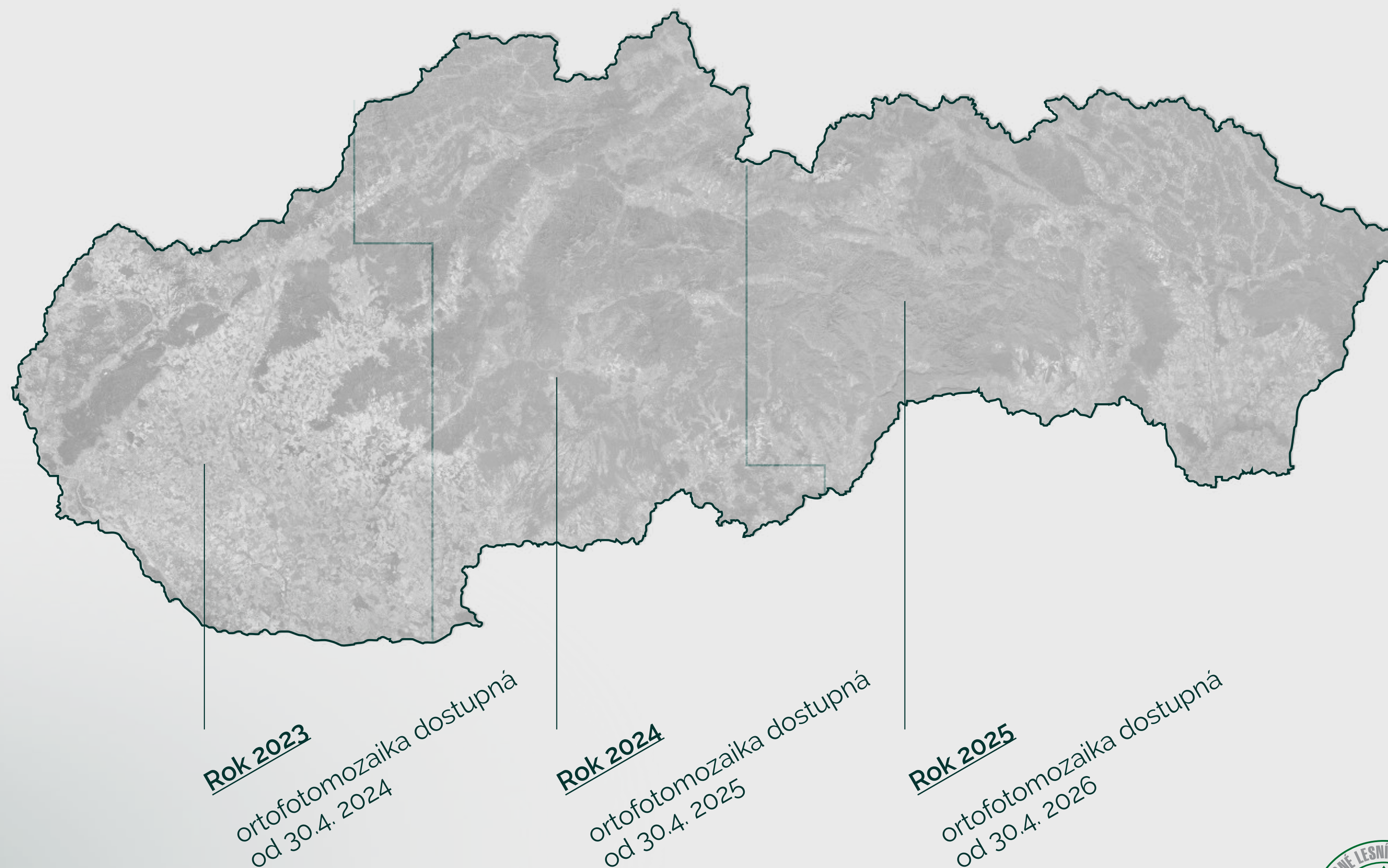
- Pred rokom 2017 - RGB rozlíšenie **0,50m**

1. cyklus 2017 – 2019, RGBN, rozlíšenie **0,25m**

2. cyklus 2020 – 2022, RGBN, rozlíšenie **0,20m**

3. cyklus 2023 – 2025, RGBN, rozlíšenie **0,15m**

4. cyklus od 2026 – RGBN, rozlíšenie **0,125m**



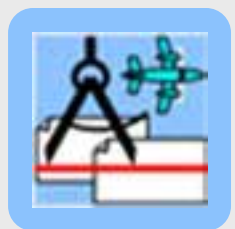
Prečo tento projekt realizuje NLC

NLC disponuje unikátnou kombináciou kompetencií:

- dlhoročné skúsenosti v leteckom diaľkovom prieskume Zeme a fotogrametrii (od roku 1950),
- schopnosť prevádzkovať špičkové multisenzorové systémy,
- vlastné ucelené technologické pracoviská a softvérové workflow,
- vyškolený tím certifikovaný na všetky kľúčové nástroje (MissionPro, Flight Pro, Inertial Explorer, HxMap).

Prečo tento projekt realizuje NLC

NLC systematicky buduje výskumný, vývojový a inovačný ekosystém v geopriestorových technológiách s dôrazom na priamu aplikovateľnosť nielen v oblasti lesníckej praxe.



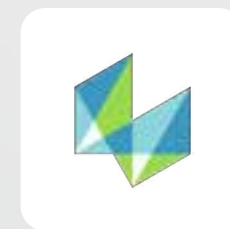
MissionPro



FlightPro



Inertial Explorer



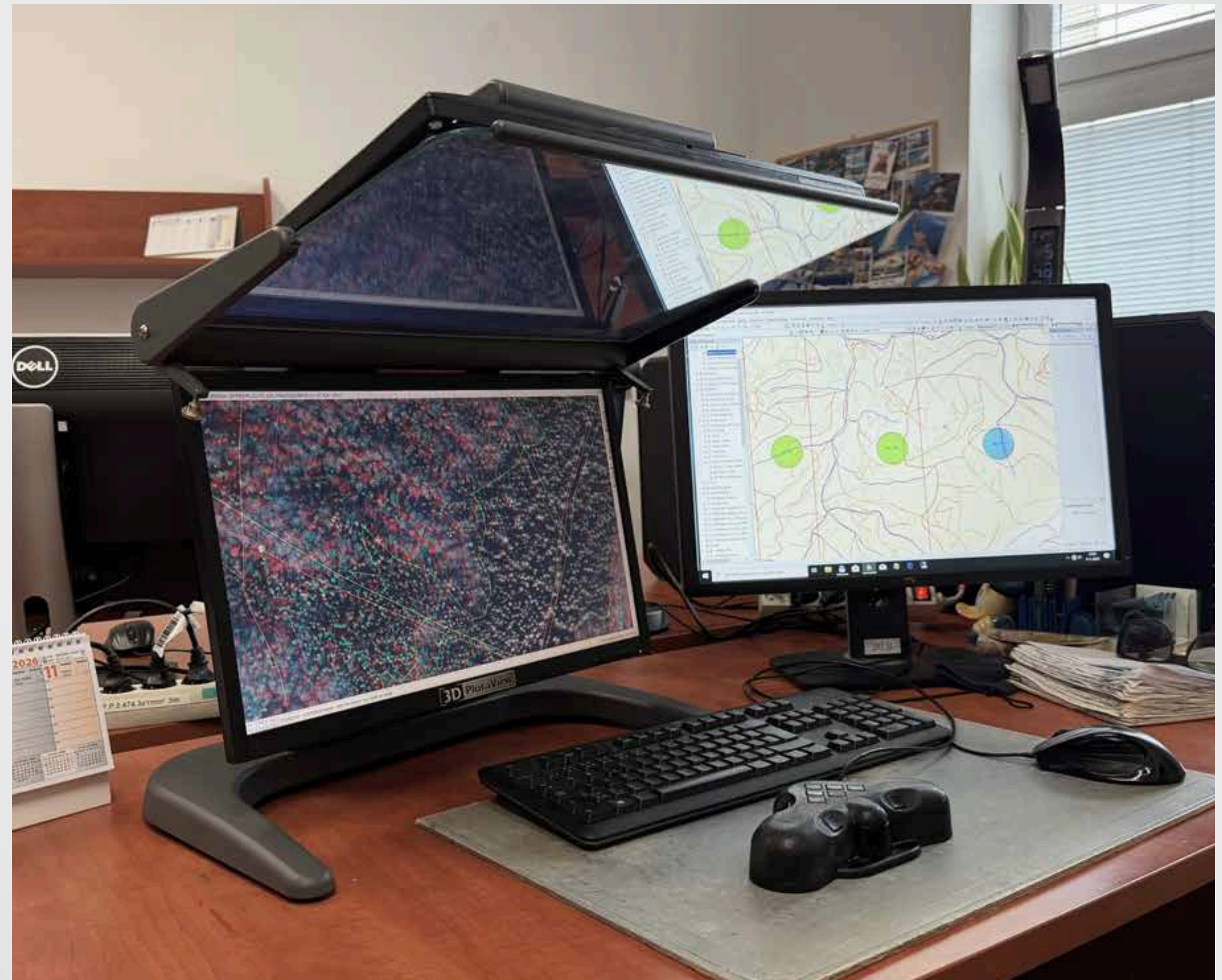
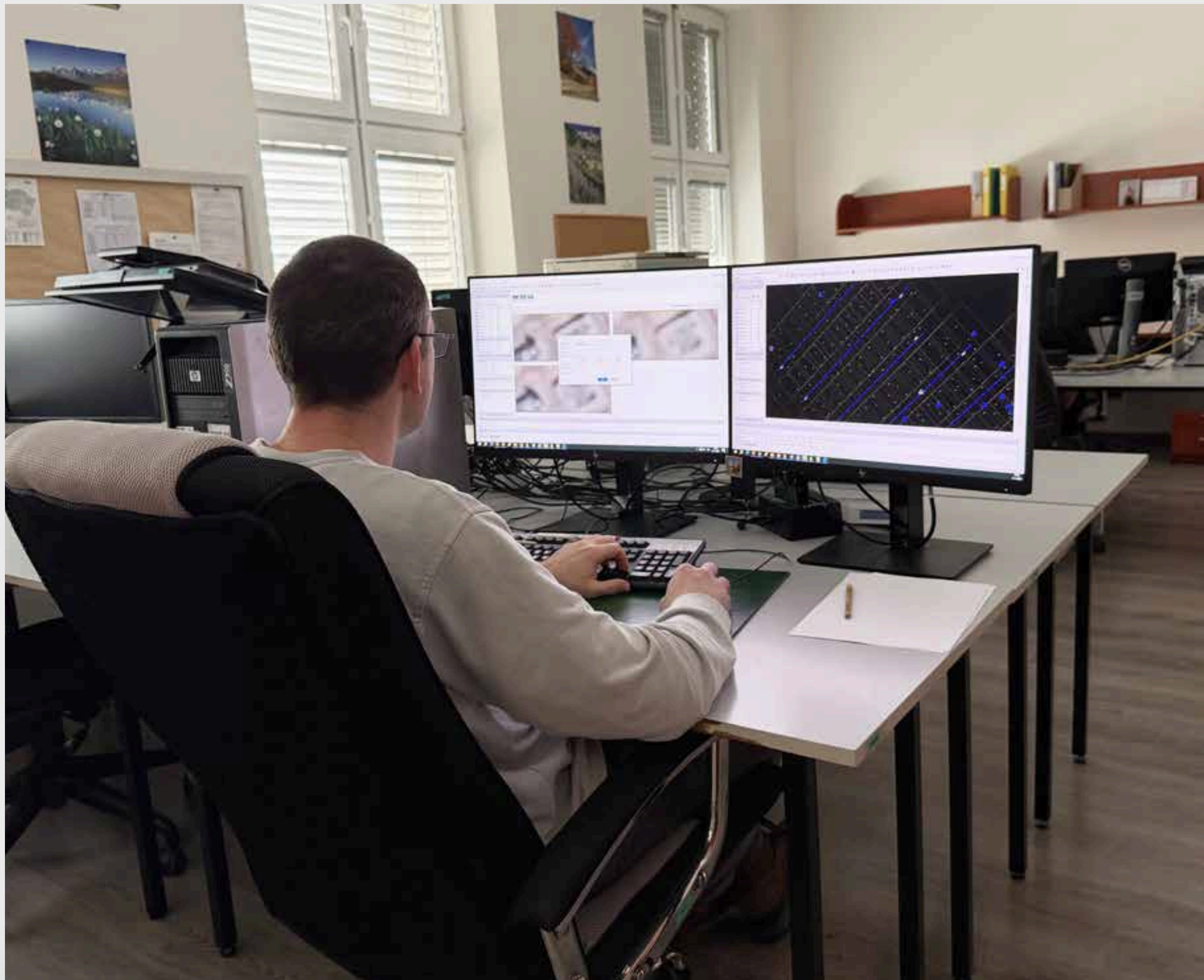
HxMap



SAG AWARDS 2024



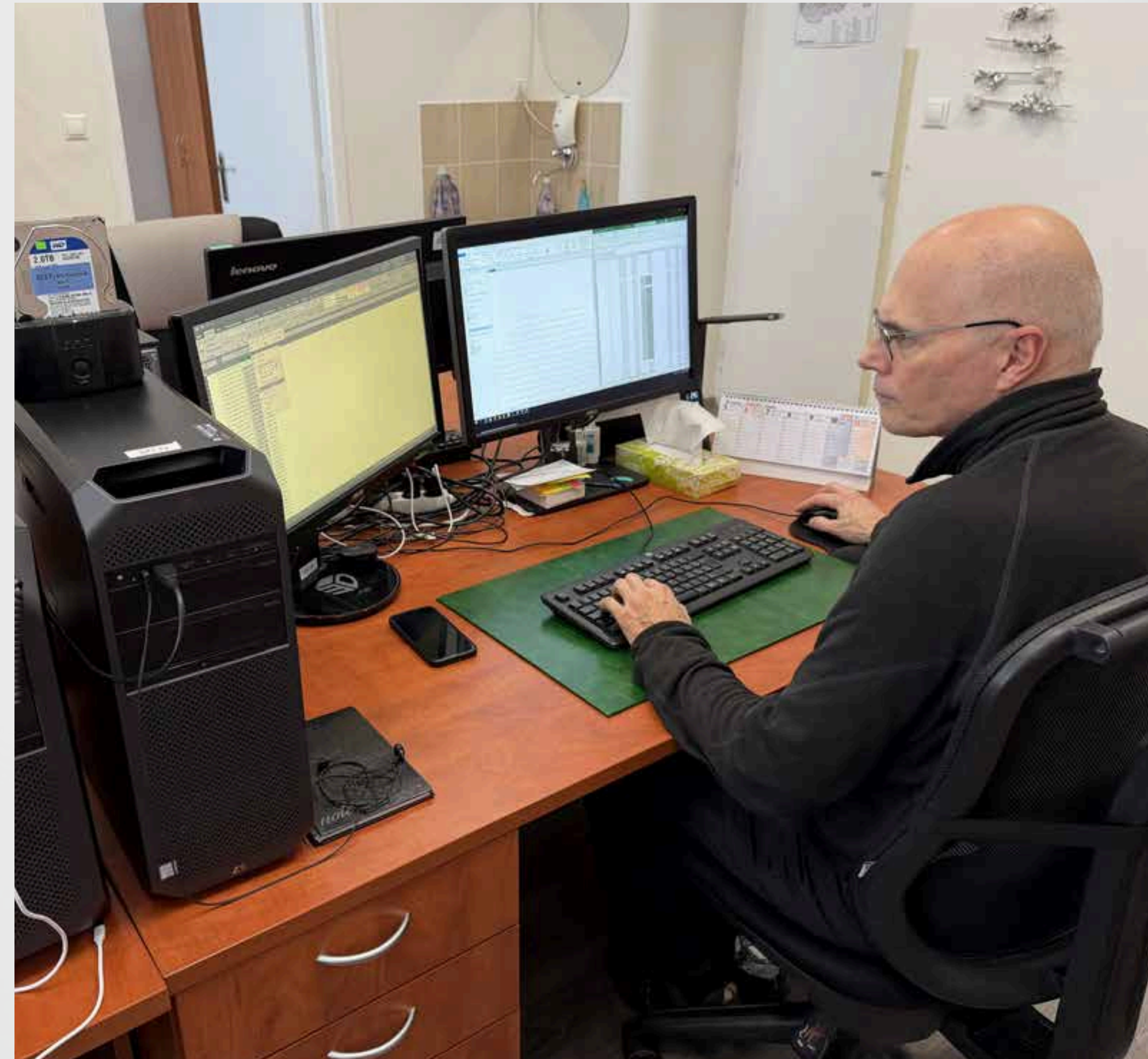
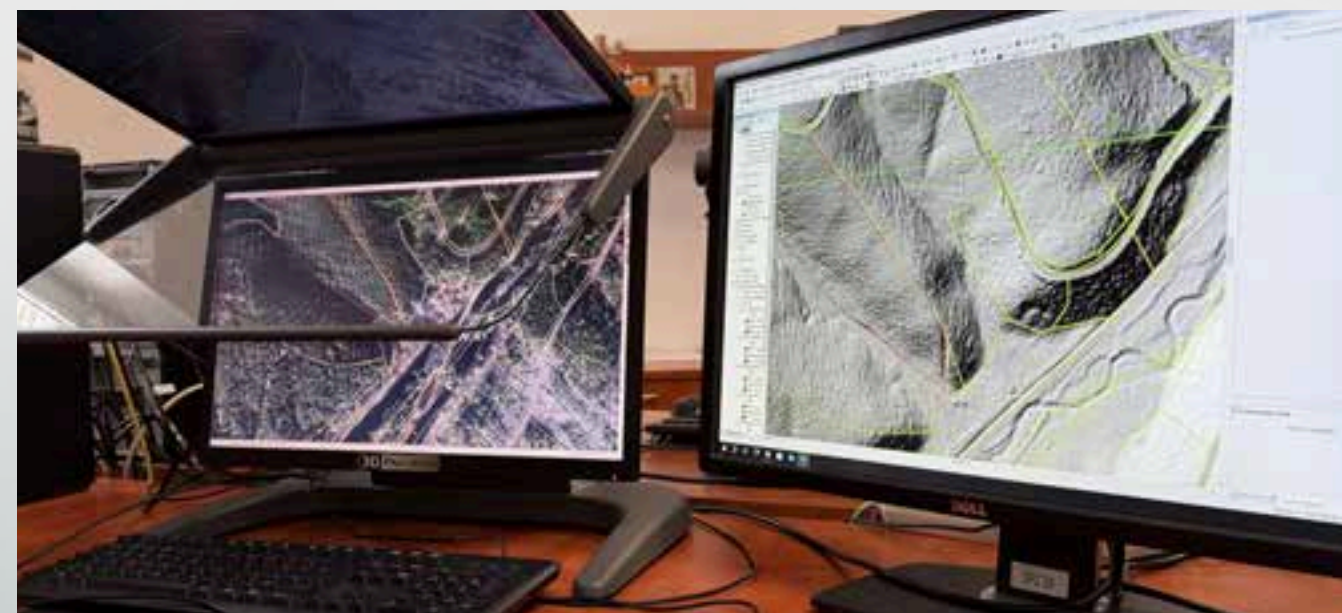
ITAPA 2013



Strategický kontext NLC

Projekt modernizácie otvára priestor pre:

- vyššiu presnosť, rýchlosť zberu a kvalitu dát,
- rozšírenie získavania údajov aj v oblasti hyperspektrálnych senzorov,
- využitie metód DPZ v poľovníctve
- zvýšenie možnosti zdieľania údajov aj mimo lesníctva,
- posun Slovenska medzi svetovú špičku v možnostiach zberu geodát.





NÁRODNÉ
LESNÍCKE
CENTRUM

02

Výsledky

Východiská situácia okolo roku 2015

Pôvodné ciele projektu (2015):

- modernizovať lesnícke mapovanie Slovenska,
- zvýšiť presnosť DTM/DSM,
- zrýchliť spracovanie ortofotomáp,
- zaviesť laserové skenovanie ako štandard,
- vybudovať dlhodobý udržateľný technologický ekosystém,
- zlepšiť dostupnosť kvalitných geodát pre zisťovanie kvalitatívnych údajov o lesných porastov

Kam sme sa dostali – kľúčové výsledky

Dnes má NLC:

- výrazne presnejší a bohatší zber dát (LiDAR až 2 MHz, multisenzorové systémy, nadir + oblique kamery),
- rýchle workflow pre spracovanie (HxMap HT condor – najvyšší throughput na trhu),
- kvalitnejšie modely terénu (<5 cm vertikálna odchýlka),
- robustnú infraštruktúru a vyškolený tím,
- pripravenosť na zber a využívanie údajov z hyperspektrálneho snímkovania a AI analýzy
- po modernizácii novými technológiami Leica, vrátane integrácie ITRES senzorov nemusí zásadne meniť metodiky a pracovné postupy spracovania produktov



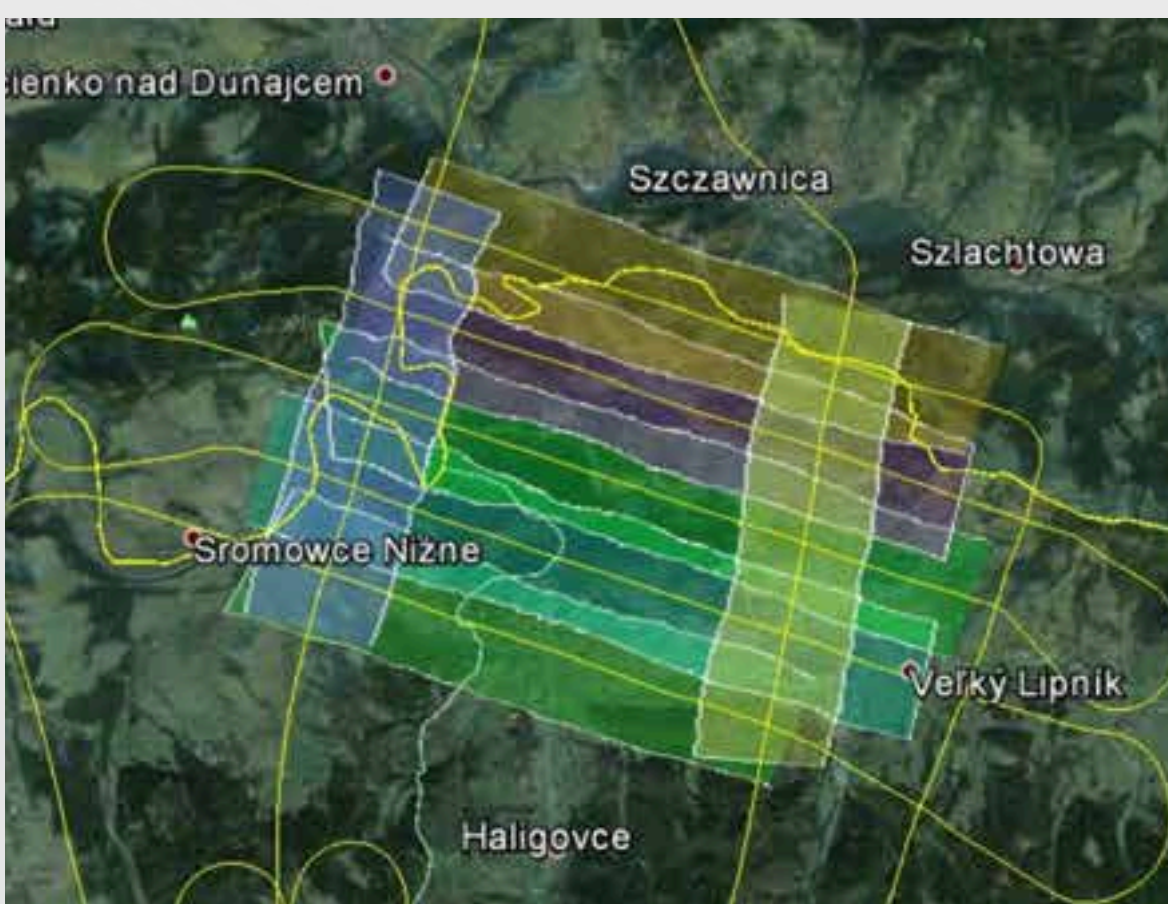
Porovnanie: Vtedy vs. dnes

- Rozlíšenie: + zvýšenie rozlíšenia snímok na 12,5 cm od roku 2026
- Presnosť: + výrazný nárast v horizontálnej a vertikálnej presnosti.
- Dátová hustota: + dramatické zvýšenie počtu bodov na m².
- Čas: + zrýchlenie kompletného workflow od zberu po finálne produkty.
- Rozsah: + možnosť multisenzorového zberu pri jednom prelete.
- Flexibilita: + efektívne mapovanie aj v náročnom lesnom teréne.



Letecké snímky s hlavními body

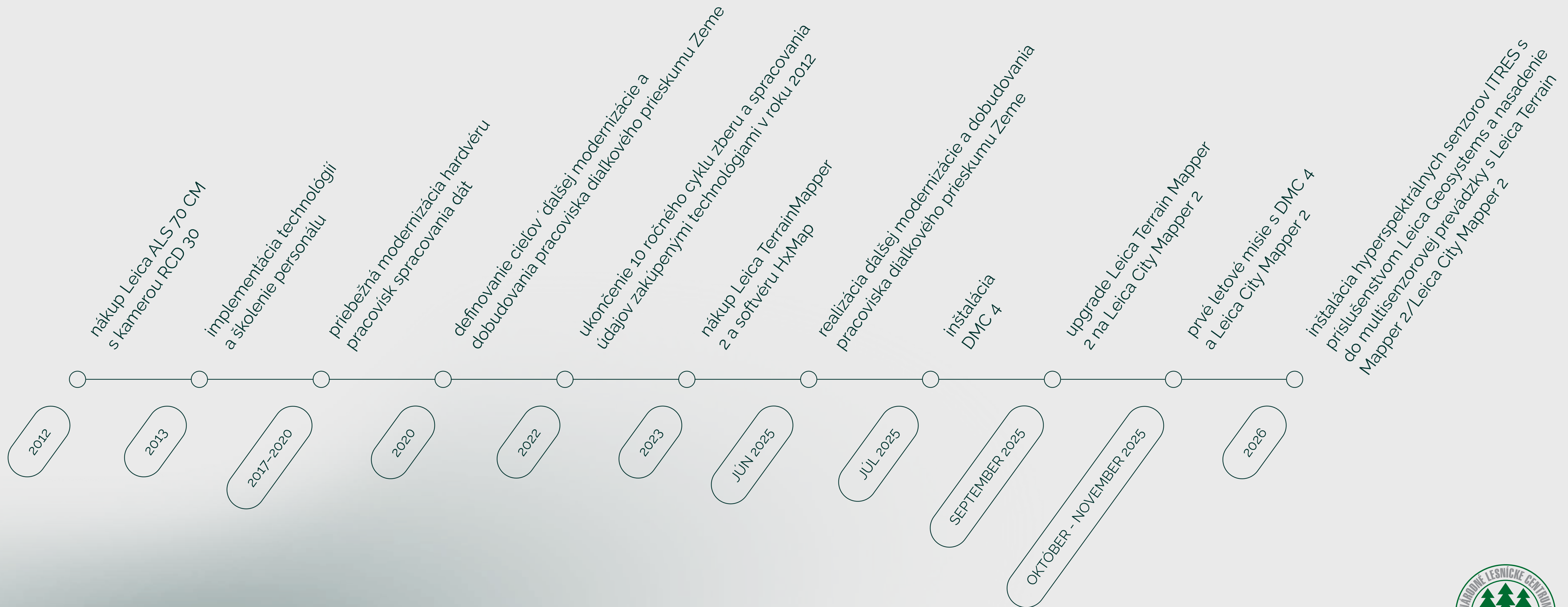
do 2022 analogové fotografie
2002 - 2022 GSD 20 cm
2023 GSD 15cm



Mračná bodov podľa jednotlivých trajektórií

2002 - 2022 priemer 2-3 body/m2
2023 min. 5 bodov/m2

Milestones Timeline





NÁRODNÉ
LESNÍCKE
CENTRUM

03

Senzory

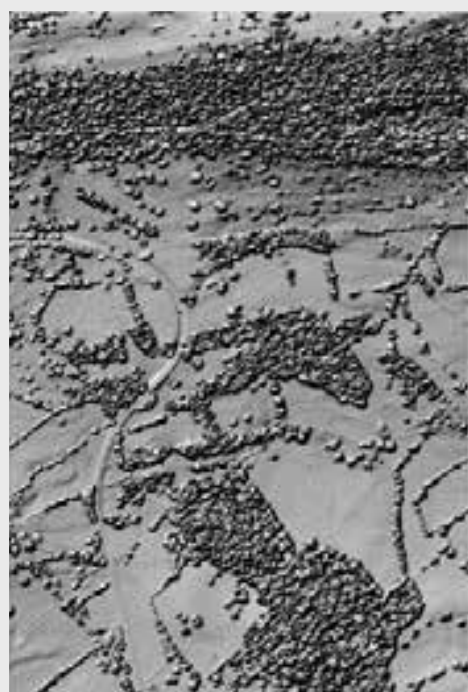
TerrainMapper-2



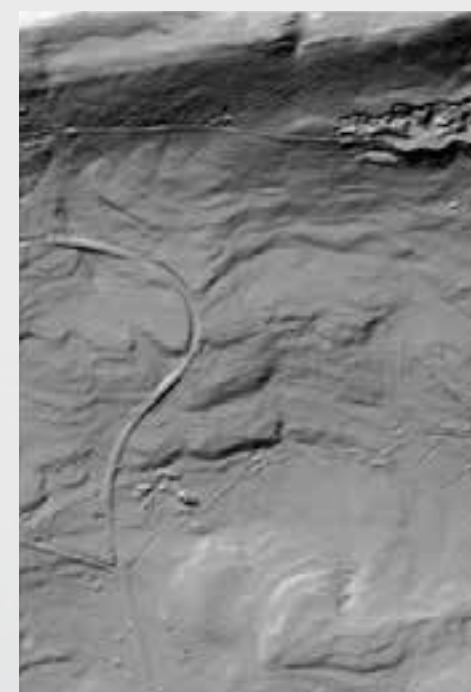
LiDAR systém optimalizovaný pre regionálne mapovanie a lesníctvo

zber údajov pre tvorbu digitálnych modelov reliéfu a povrchu

Digital Surface



Digital Terrain



Vegetation Height

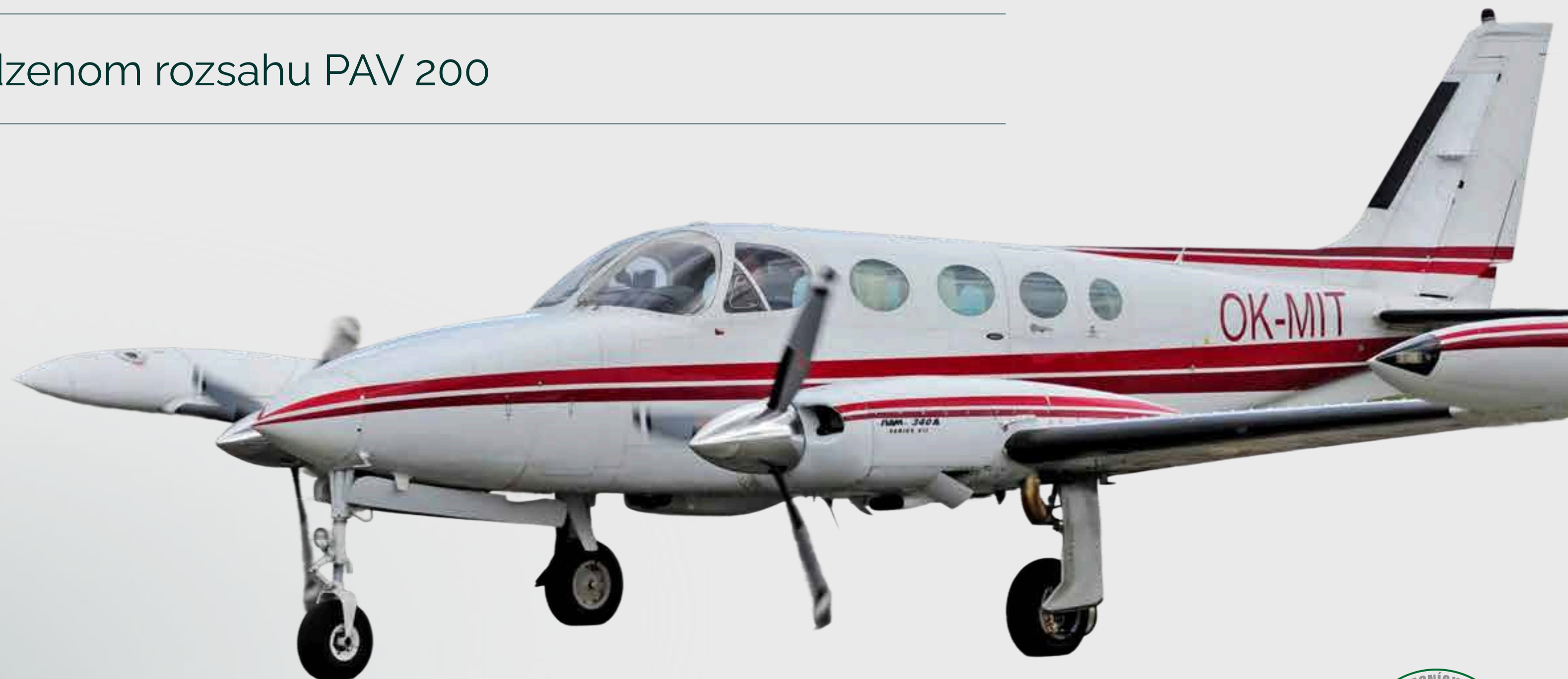


následne sú produkty využívané pre mapovanie lesných ciest a vodných tokov pred fotogrametrickým vyhodnotením, najmä pod korunami lesných porastov,

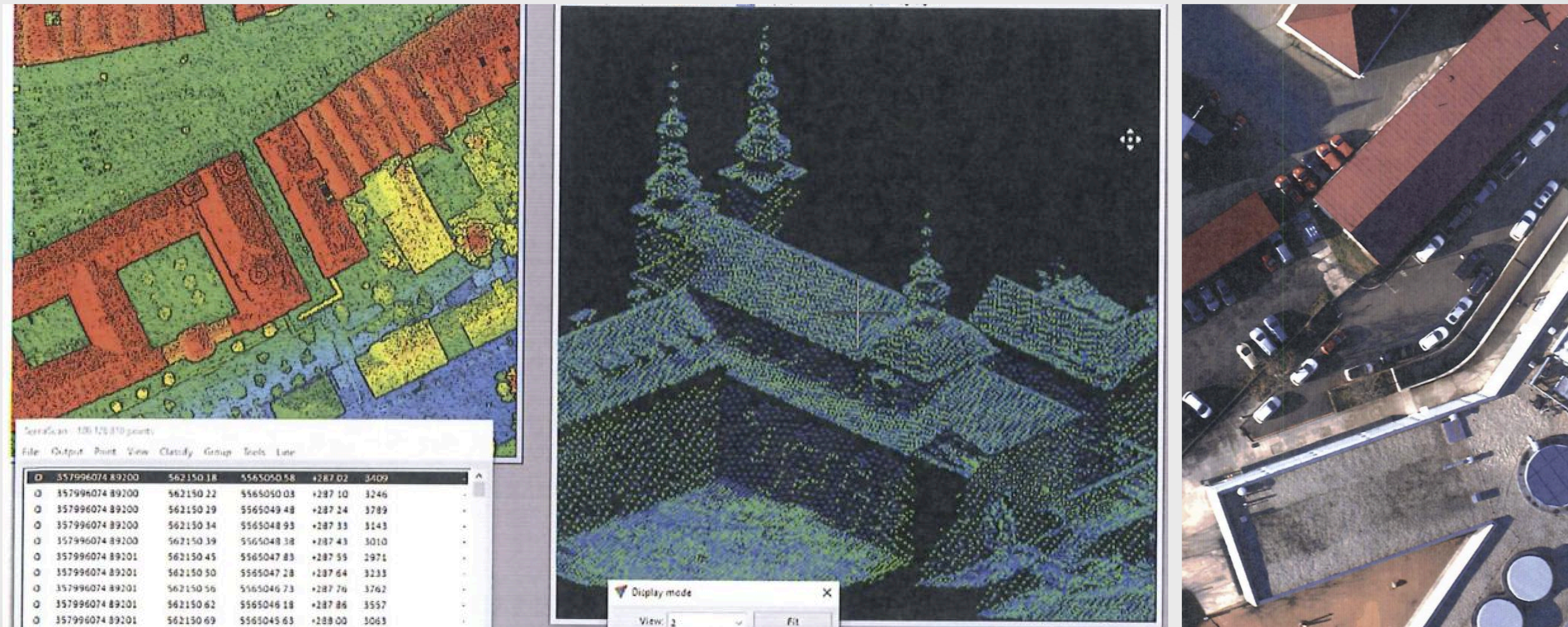
získovanie údajov dôležitých pre lesnícke plánovanie a tvorbu programov starostlivosti o lesy (lesné hospodárske plány) - výšky stromov, identifikácia jednotlivých stromov, plochy korún stromov

Inštalácia senzorov a ich konfigurácia

- inštalovaný v “reverse” konfigurácii + wedge 3° v lietadle Cessna 340
- použitie 2 ks Pod adapter alebo PodLifter - viac sa využíva s PodAdapterom
- kompenzácia náklonov v obmedzenom rozsahu PAV 200







Príklad spracovaného obrázka

Leica DMC-4



Leica DMC-4

Digitálna multispektrálna meračská kamera s extrémnou efektivitou snímkovania. Rýchle a efektívne snímkovanie pre:

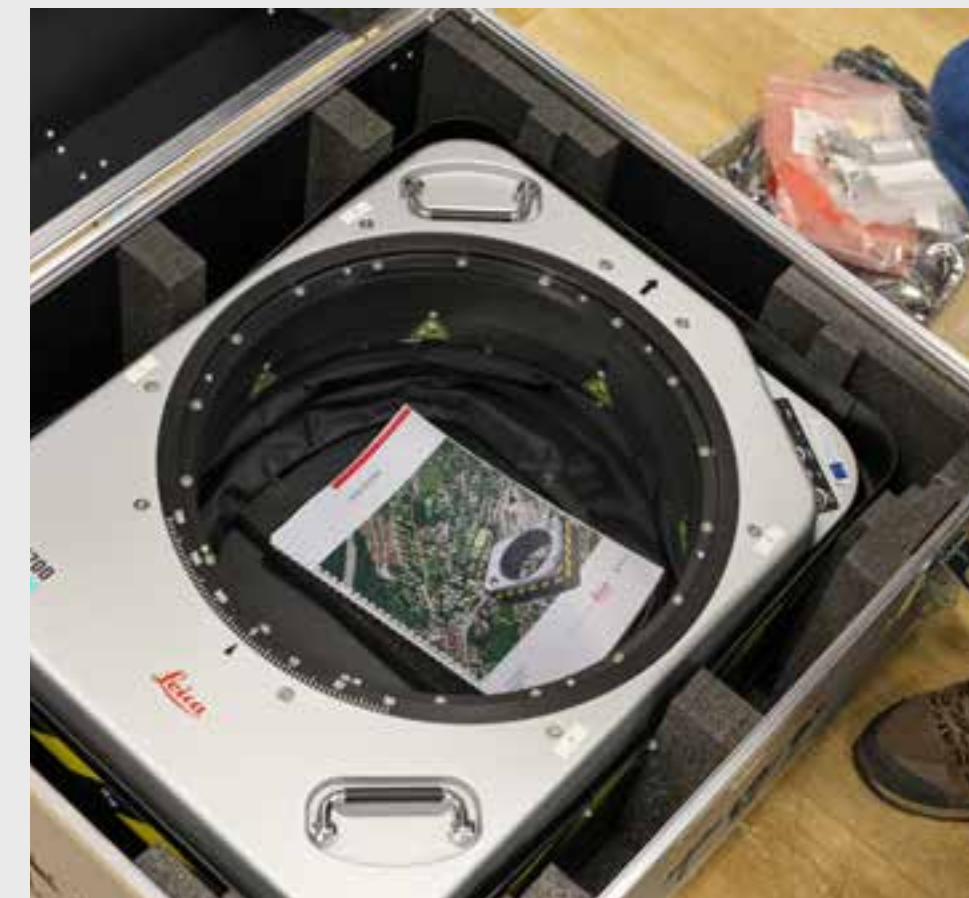
- tvorbu ortofotomozaiky SR,
- výkon kontroly na mieste pre čerpanie dotácií poskytovaných poľnohospodárom prostredníctvom Pôdohospodárskej platobnej agentúry

Po posúdení prvých získaných leteckých meračských snímok Geodetickým a kartografickým ústavom v Bratislave potvrdená vysoká kvalita dosiahnutých výsledkov aj pri letoch nad 3000 m n.m. (AGL)

Inštalácia senzorov

- jednoduchá a bezproblémová inštalácia kamery
- inštalovaná ako "forward" tak "reverse" konfigurácii + wedge 3°
v lietadle Cessna 340 reverse konfigurácia
- kompenzácia náklonov bez obmedzení a v plnom rozsahu PAV 200

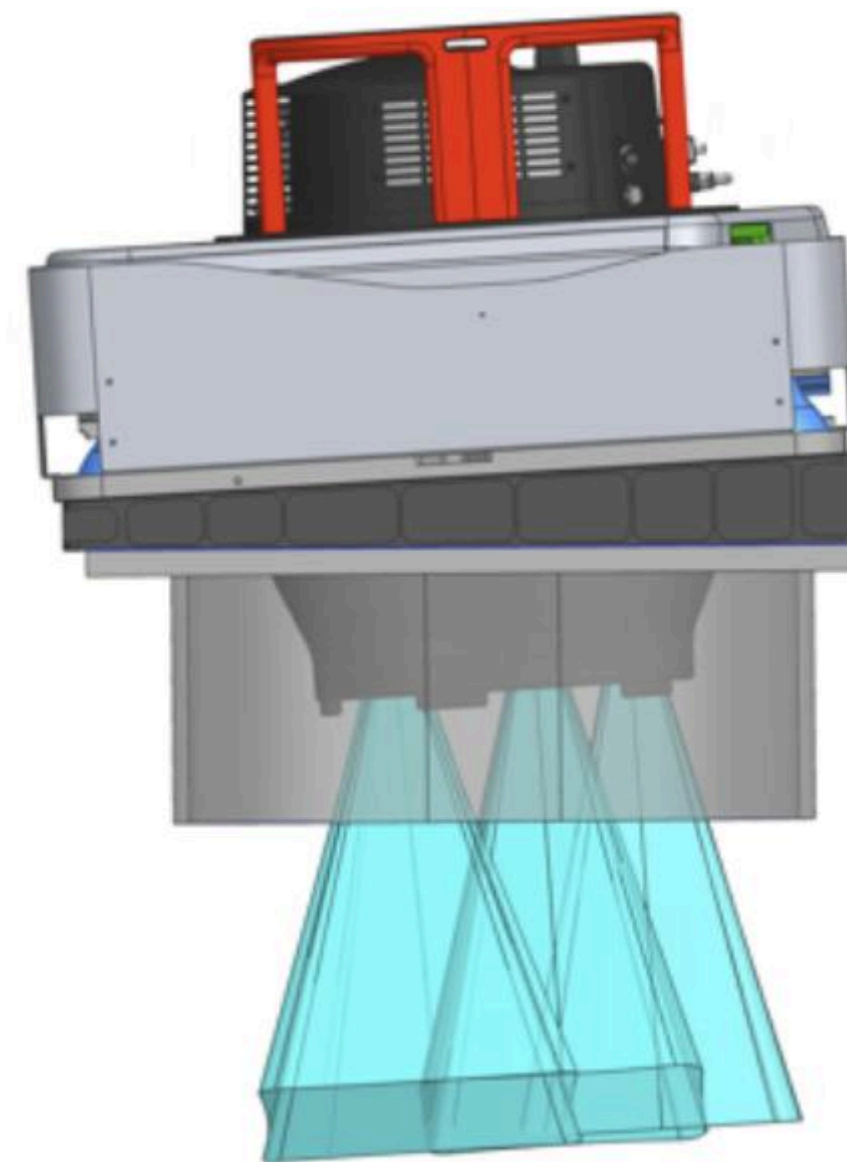




OK-MIT

DMC-4

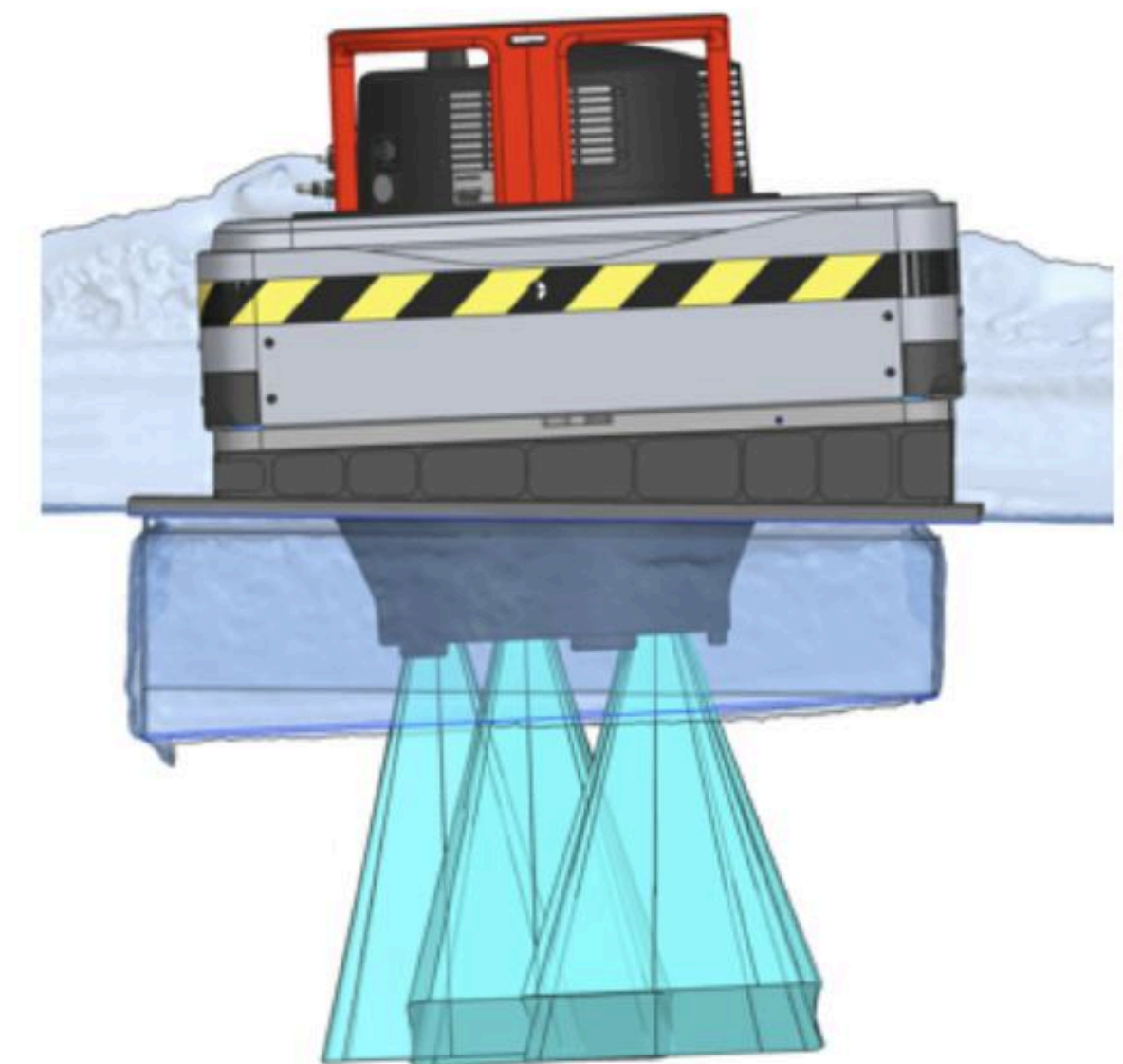
PITCH	+6/-8
ROLL	+/-7
DRIFT	+/-30
POD ADAPTER 50MM	0
PODLIFTER	n/a
3 DEG WEDGE	yes /optional
ORIENTATION	Forward or reverse



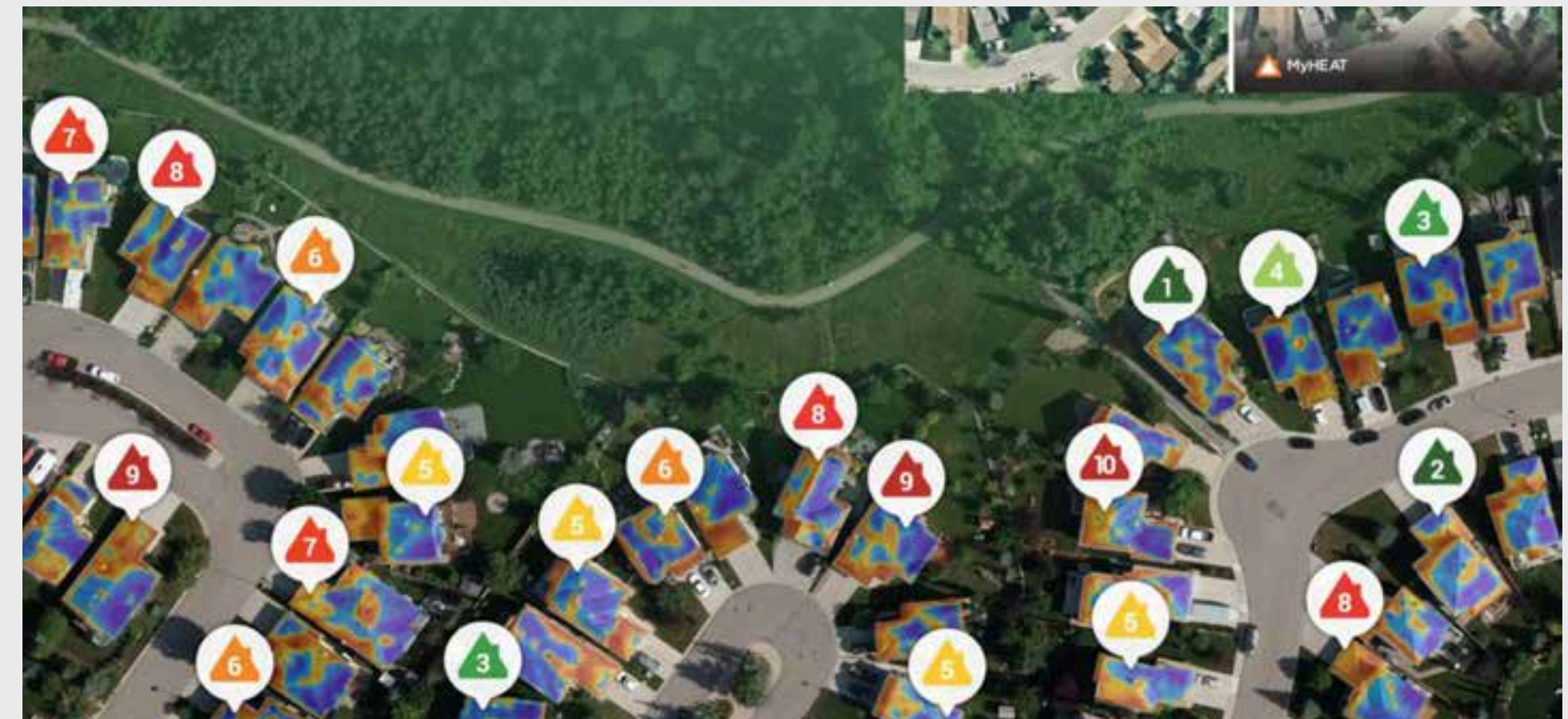
OM-LAS

DMC-4

PITCH	+6/-8
ROLL	+/-7
DRIFT	+/-30
POD ADAPTER 50MM	1x 50mm (if PAV 3 deg wedge not used)
PODLIFTER	n/a
3 DEG WEDGE	yes /optional
ORIENTATION	Forward or reverse



TABI1800 – letecký termálny senzor (LWIR)



TABl1800 – letecký termálny senzor (LWIR)

Charakteristika technológie:

TABl1800 je letecký širokougľý termálny zobrazovací senzor v pásme LWIR, určený na presné snímanie povrchových teplôt a teplotných anomálií z lietadla.

Vyznačuje sa vysokým tepelným rozlíšením, širokým záberom (40° FOV) a nízkym šumom, vďaka čomu umožňuje efektívne mapovanie veľkých území pri nižšom počte letov.

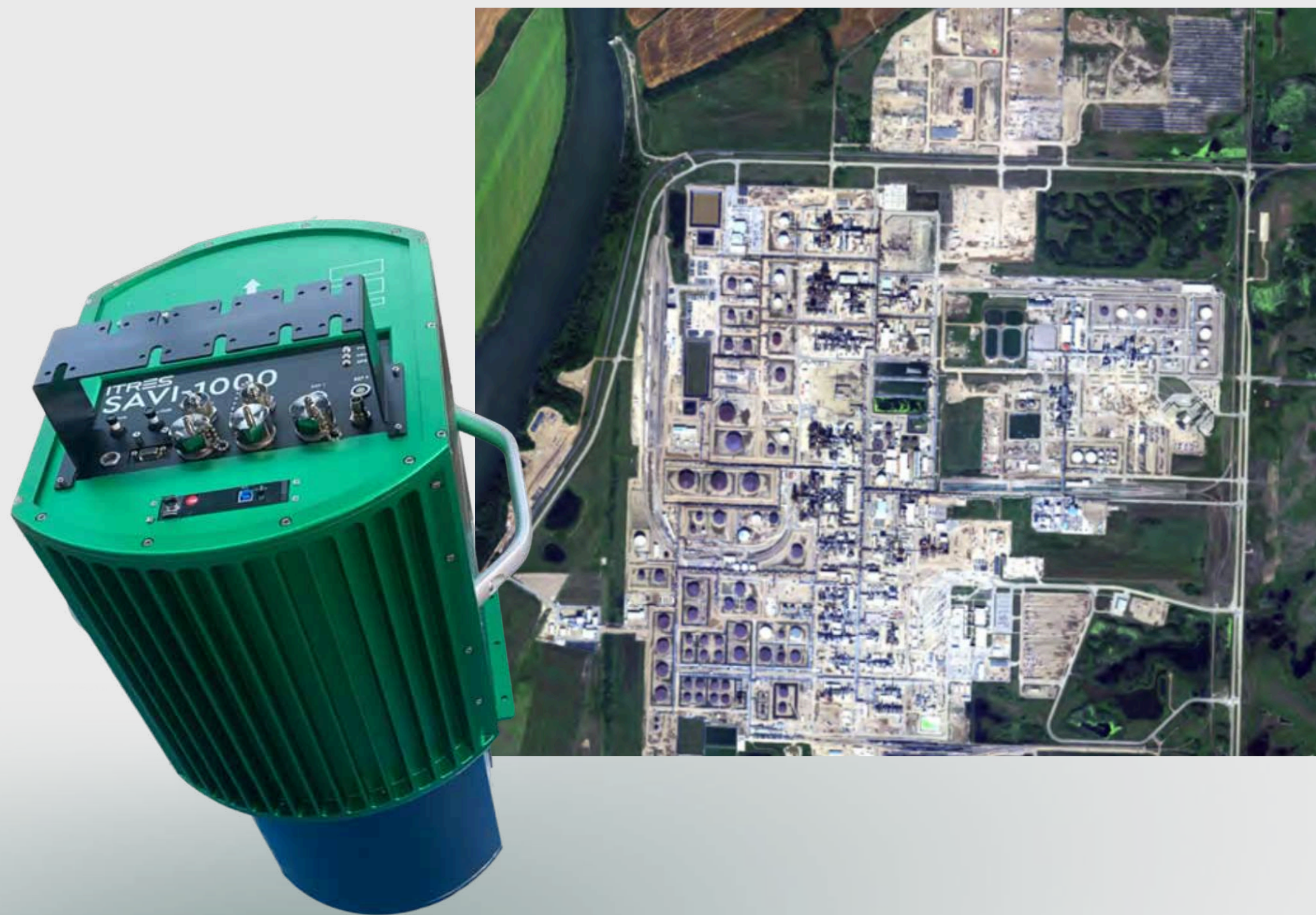
TABI1800 – letecký termálny senzor (LWIR)

Prínos pre NLC

Zaradením termálneho senzora TABI 1800 získava NLC možnosť:

- uplatnenie nových objektívnych metód zisťovania početnosti zveri
- monitoring zdravotného stavu lesov (stres, sucho)
- mapovanie vlhkosti pôdy
- podpora krízového riadenia a mimoriadnych udalostí - lesné požiare - kontrola ich uhasenia
- posilniť výskumné kapacity v oblasti dopadu klimatických zmien, hydrológie a vitality lesa

SAVI 1000 – hyperspektrálny VNIR–SWIR senzor



SAVI 1000 – hyperspektrálny VNIR–SWIR senzor

Charakteristika technológie:

SAVI 1000 je vedecký hyperspektrálny senzor pokrývajúci kontinuálne spektrálne pásmo od 0,4 do 2,5 μm (VIS - VNIR - SWIR) pomocou jediného detektora.

Umožňuje snímať 256 spektrálnych kanálov pri zachovaní jednotného geometrického rozlíšenia naprieč celým spektrálnym rozsahom.

SAVI1000 umožňuje detailnú materiálovú a spektrálnu analýzu krajiny:



SAVI 1000 – hyperspektrálny VNIR–SWIR senzor

Prínos pre NLC

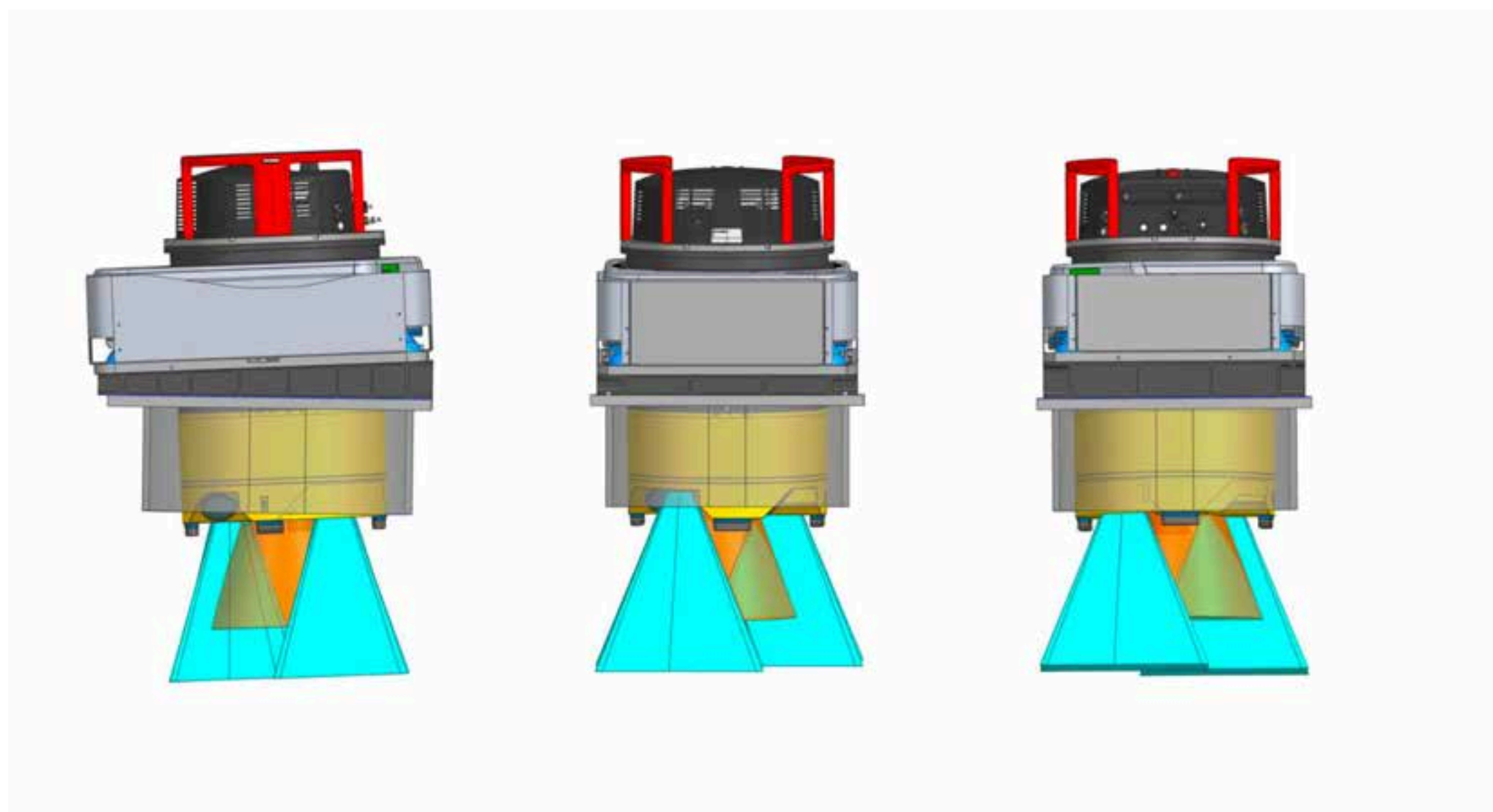
Hyperspektrálny senzor SAVI1000 zásadne rozširuje možnosti NLC:

- prechod od „mapovania - tvorby máp“ k interpretácii kvalitatívnych charakteristík slovenských lesov
- prepojenie LiDAR geometrie + hyperspektrálnych vlastností, klasifikácia druhov vegetácie a drevín
- hodnotenie zdravotného stavu porastov
- detekcia inváznych druhov
- monitoring vodných plôch a znečistenia
- v spolupráci s ITRES expertami vytvorenie unikátneho dátového základu (knižníc) v rámci Slovenska aj strednej Európy.

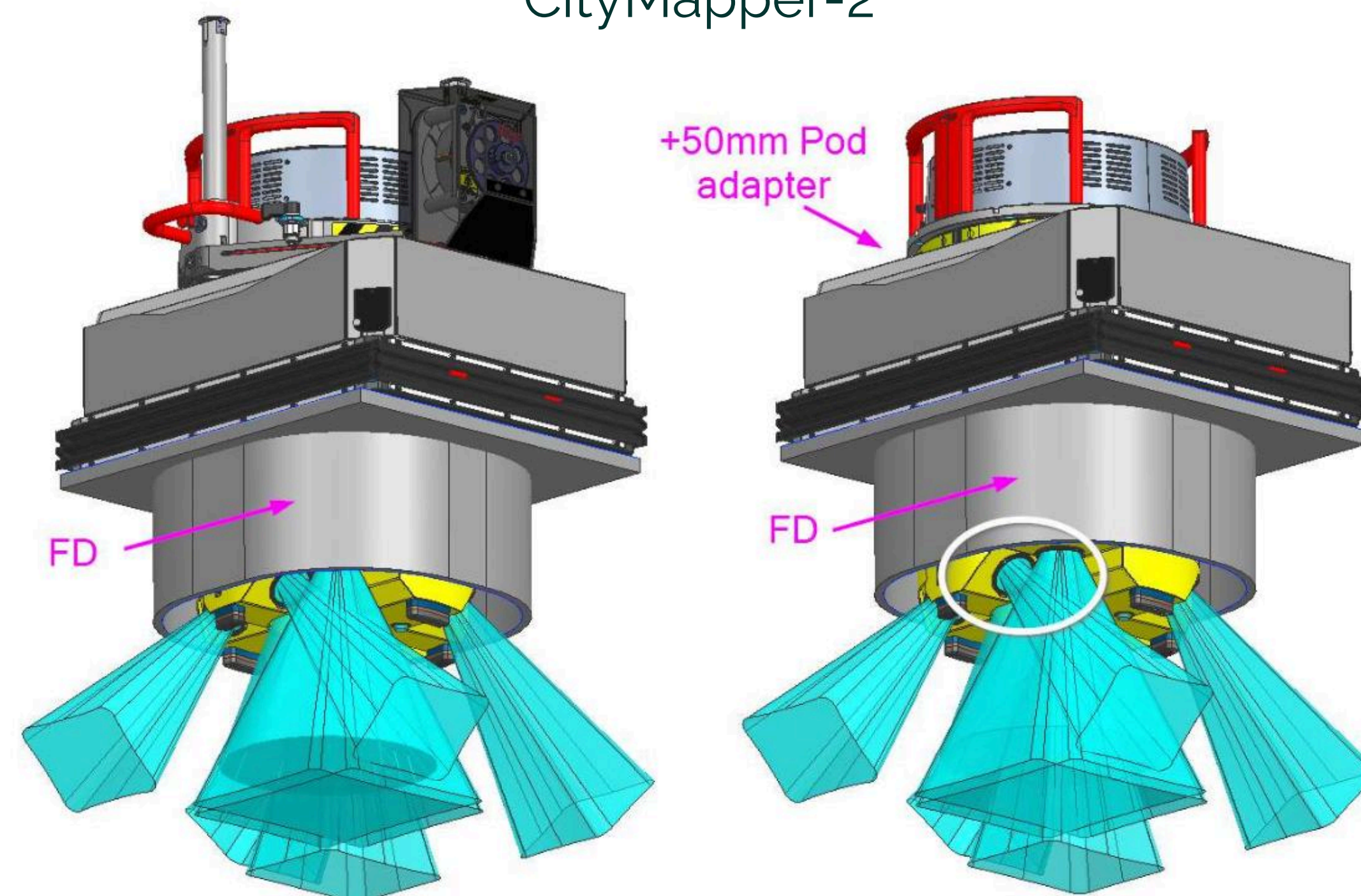


Upgrade Terrain Mapper 2 na CityMapper-2

Terrain Mapper 2



CityMapper-2



Upgrade Terrain Mapper 2 na CityMapper-2

Hybridný multisenzor vhodný pre mestské mapovanie.

- vybočuje z potrieb lesného hospodárstva
- v spolupráci s inými rezortnými organizáciami však umožňuje efektívne zabezpečenie potrieb Úradu geodézie, kartografie a katastra SR, Úradu pre územné plánovanie SR pri mapovaní miest SR, Armády SR - vzájomná spolupráca príslušných ministerstiev a nimi zriadených organizácií
- synergické využitie kapacít existujúceho pracoviska, neskôr koncipovaného ako centrum diaľkového prieskumu Zeme bez potreby vynakladania ďalších finančne náročných investícií - súlad s vládou schválenými dokumentami revízie výdavkov a konsolidačných opatrení smerujúcim k efektívnemu vynakladaniu prostriedkov štátu.



**GEODETICKÝ A KARTOGRAFICKÝ
ÚSTAV BRATISLAVA**



- Vymenená RGB NADIR kamera s objektívom D69.70/4.0 71 mm Lens za D69.112/4.0 112 mm Lens - objektívy sú vymeniteľné (Exchangeable)
- inštalovaný vo "forward" konfigurácii + wedge 3° v lietadle Cessna 404 Titan
- použitie PodLifter nevyhnutné
- kompenzácia náklonov v min. obmedzenom rozsahu PAV 200





Dodávateľ technológie pre projekt

Národné lesnícke centrum si prenajíma lietadlá a dlhodobo spolupracuje so spoločnosťou Photomap Košice resp. jej dcérskou spoločnosťou Aerimap v Hradci Králové



PHOTOMAP

AERIMAP
POWERED BY PHOTOMAP

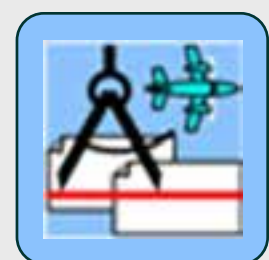


Pre nosič OK-MIT, OM-LAS, OK-GEO:

- pripravené Pre-installation review
- Inštalácia senzorov s využitým gyrostabilizačného zariadenia PAV 200 vo “forward” aj „reverse“ orientácii
- 3° wedge koriguje letový pitch a minimalizuje drift
- testované scenáre nepreukazujú vignetting v prevádzkových uhloch

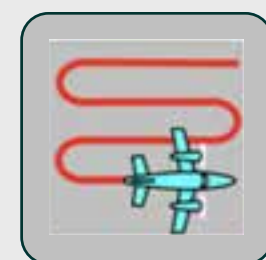
Softvér – HxMap / RealTerrain / MissionPro

NLC využíva jednotný multisenzorový workflow Leica Geosystems:



MissionPro

plánovanie letov,
optimalizácia trás.



FlightPro

zber údajov
počas letu



HxMap

waterfall spracovanie LiDAR +
RGB/NIR dát zo senzorov Leica
Geosystems.

Softvér – HxMap / RealTerrain / MissionPro

Skúsenosti NLC oproti produktom tretích strán:

- náročné na knowledge - dôraz na školenia expertov
- +/- časté vydávanie nových verzií spôsobené stálymi vylepšeniami alebo odstraňovaním bagov
- náročné na diskovú kapacitu
- možnosť automatizácie procesov
- podpora

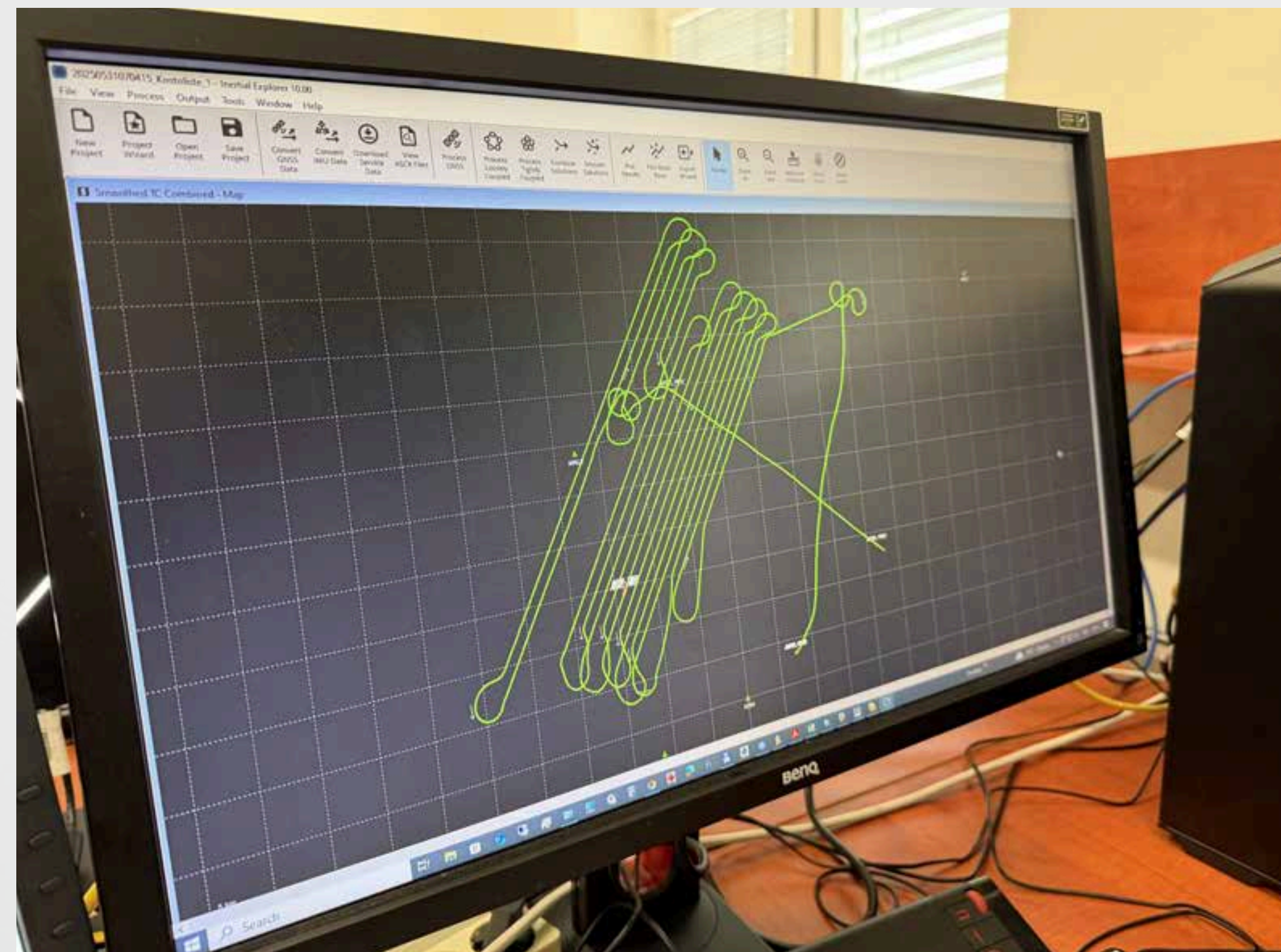
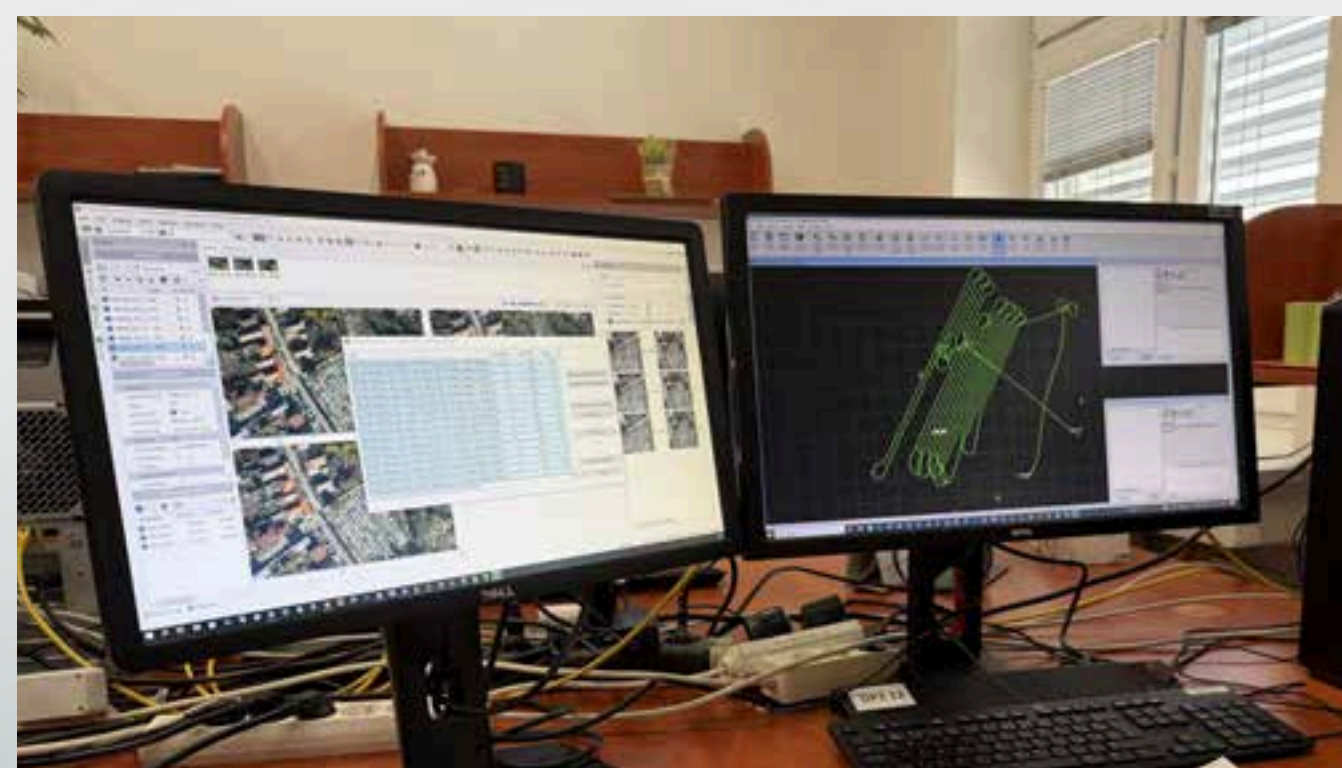
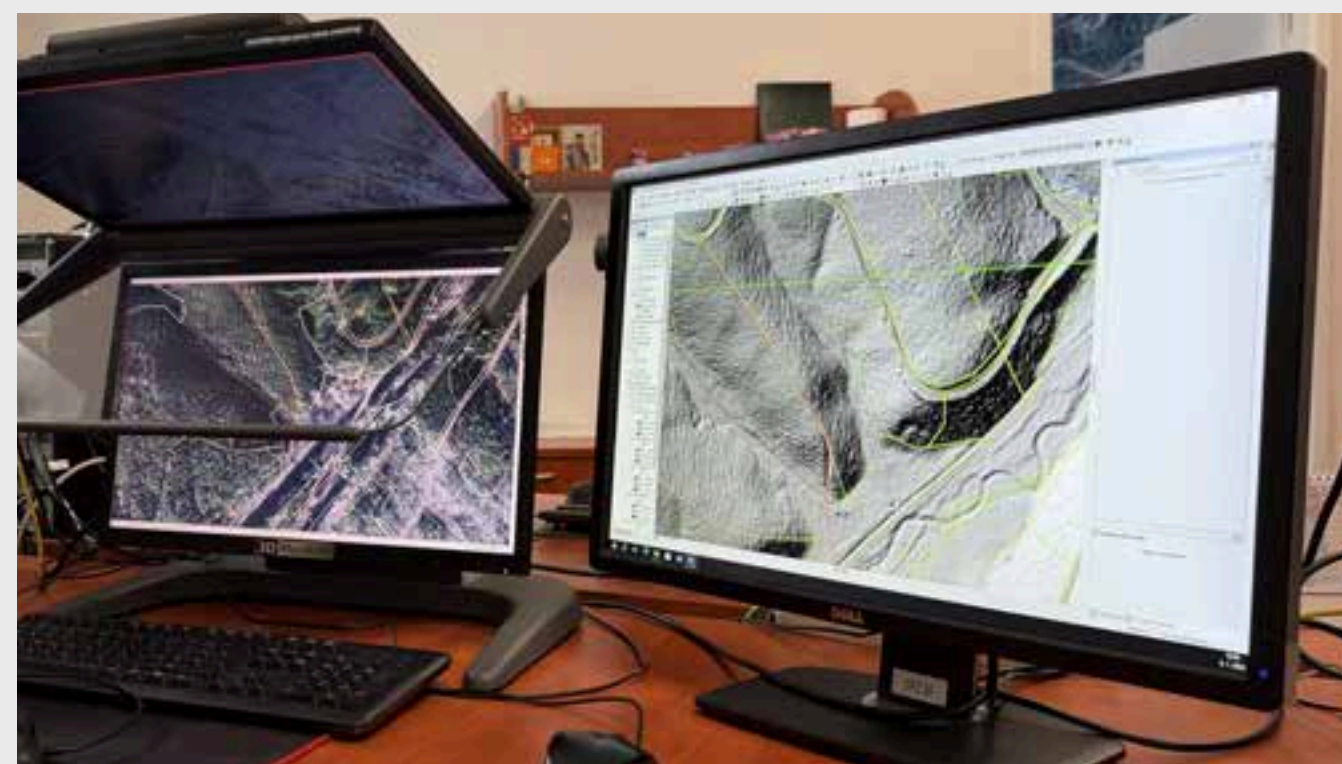
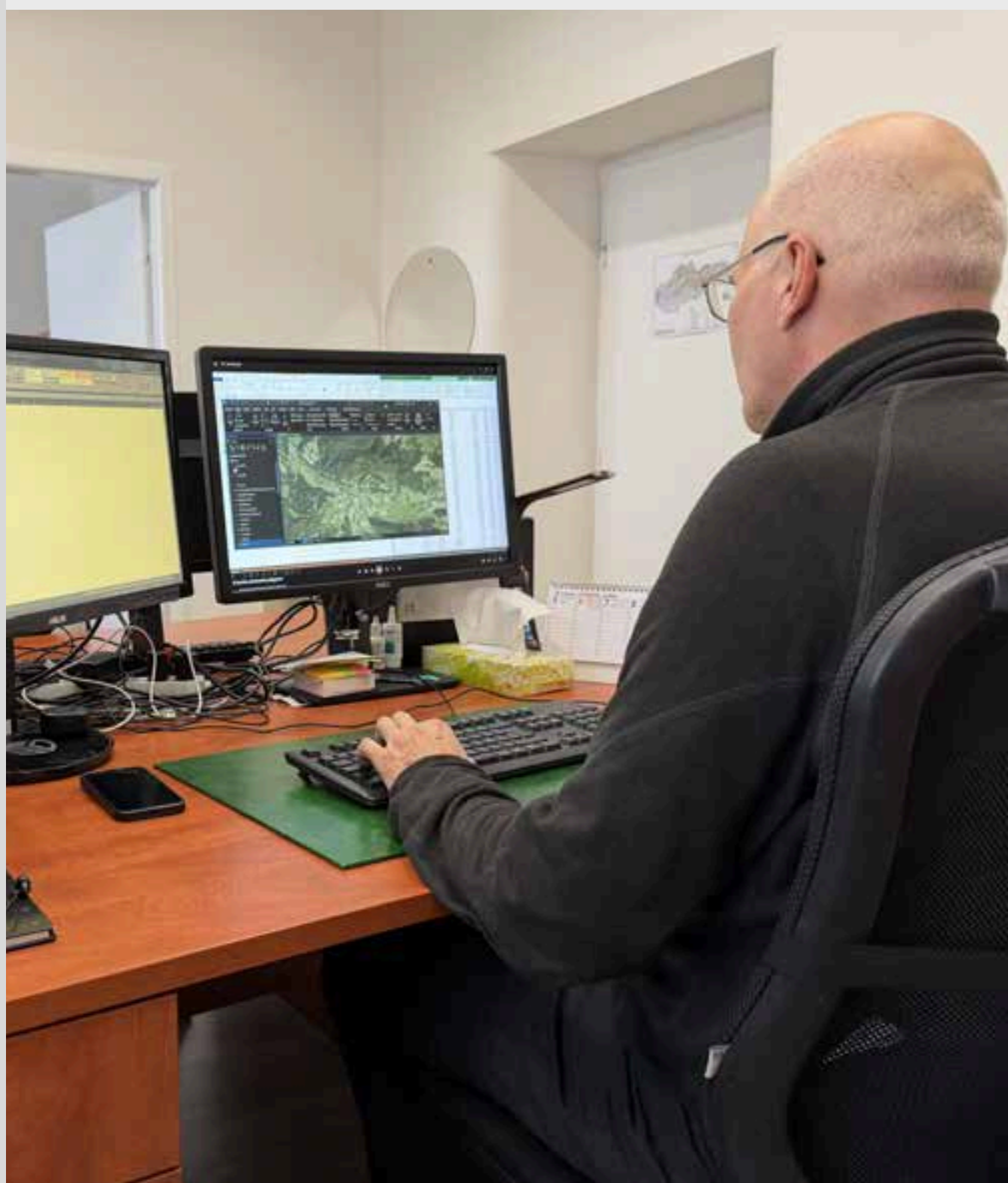


Inertial Explorer
výpočet presnej trajektórie letu



HT CONDOR
distribučné spracovanie

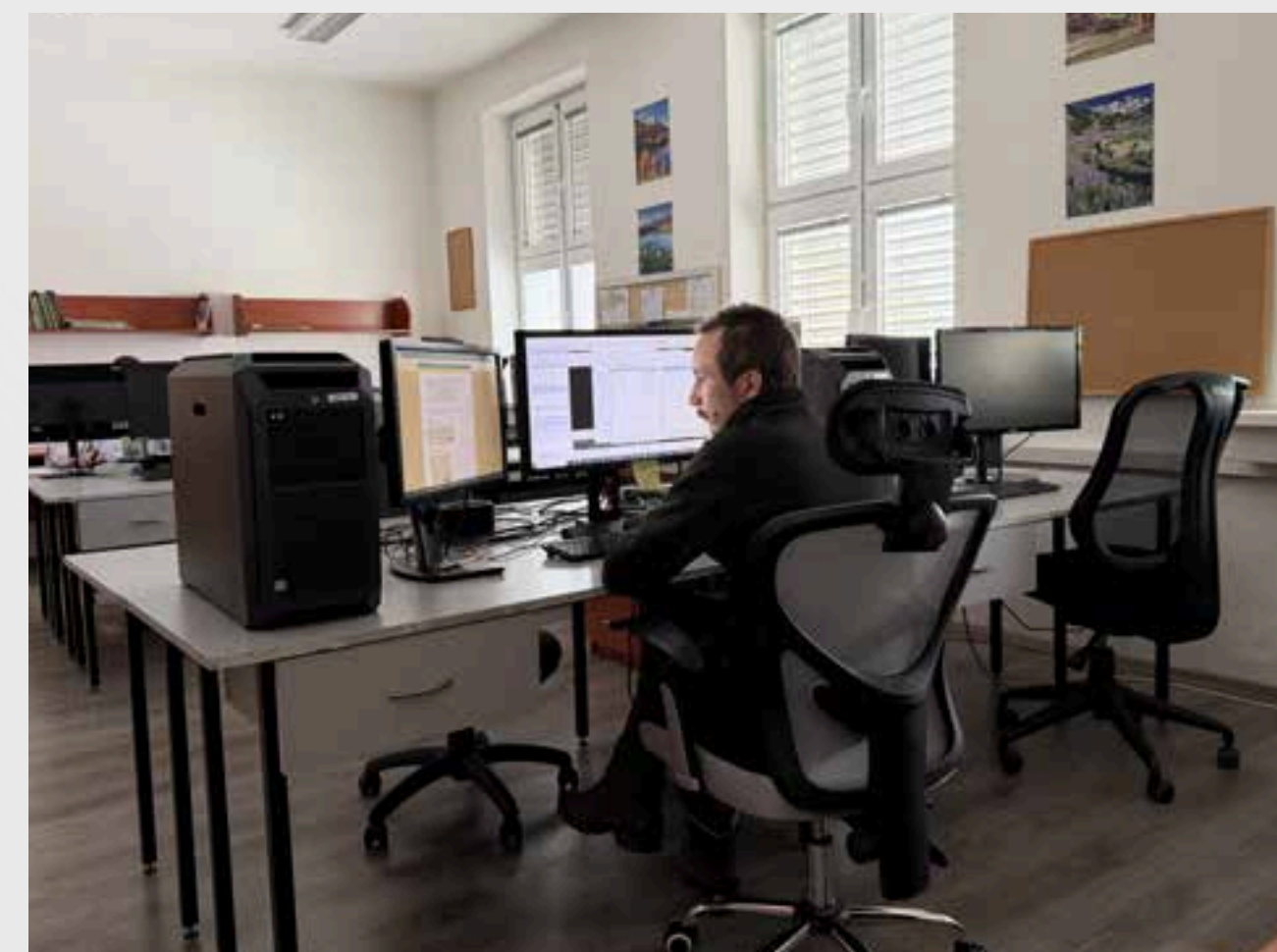
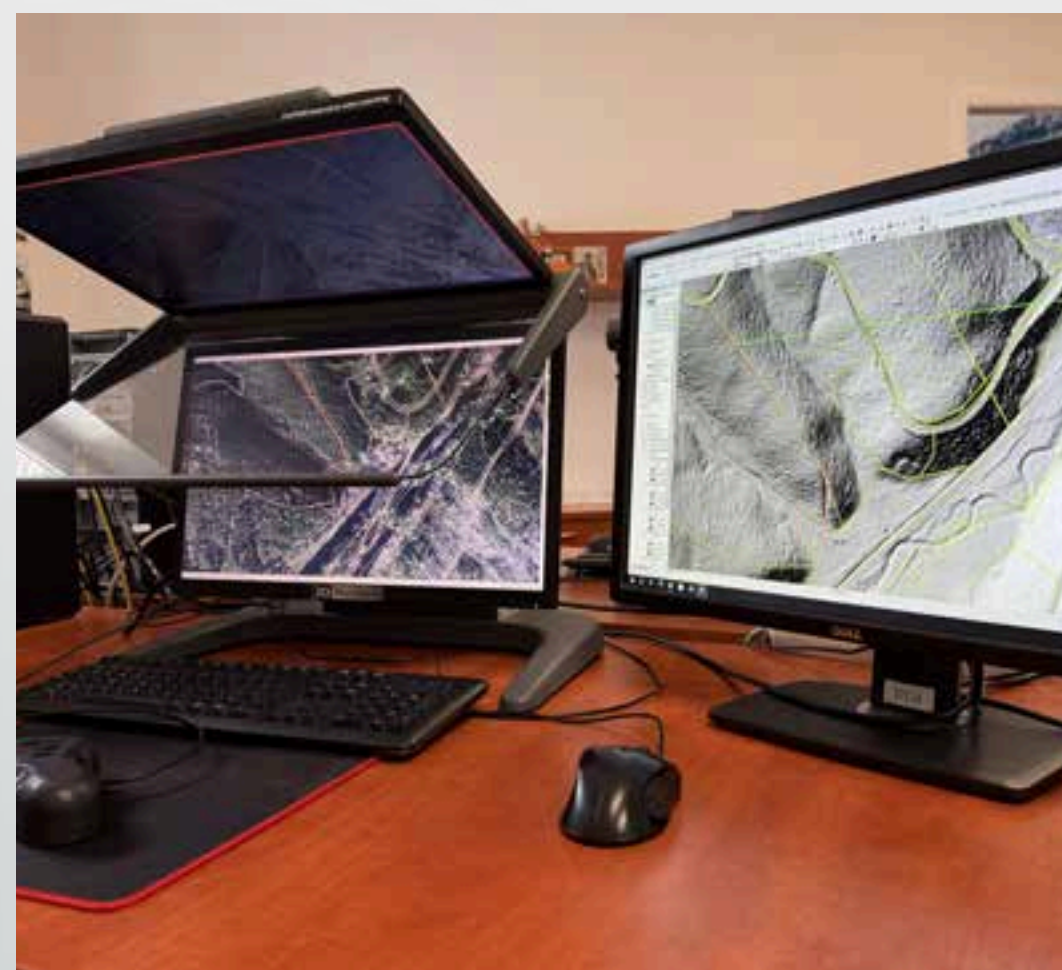
Softvér – HxMap / RealTerrain / MissionPro



Pracoviská NLC – Zvolen

Centrum pre spracovanie geodát disponuje:

- výkonnými servermi a modernými dátovými úložiskami
- automatická archivácia na pripojenú páskovú jednotku





NÁRODNÉ
LESNÍCKE
CENTRUM

04

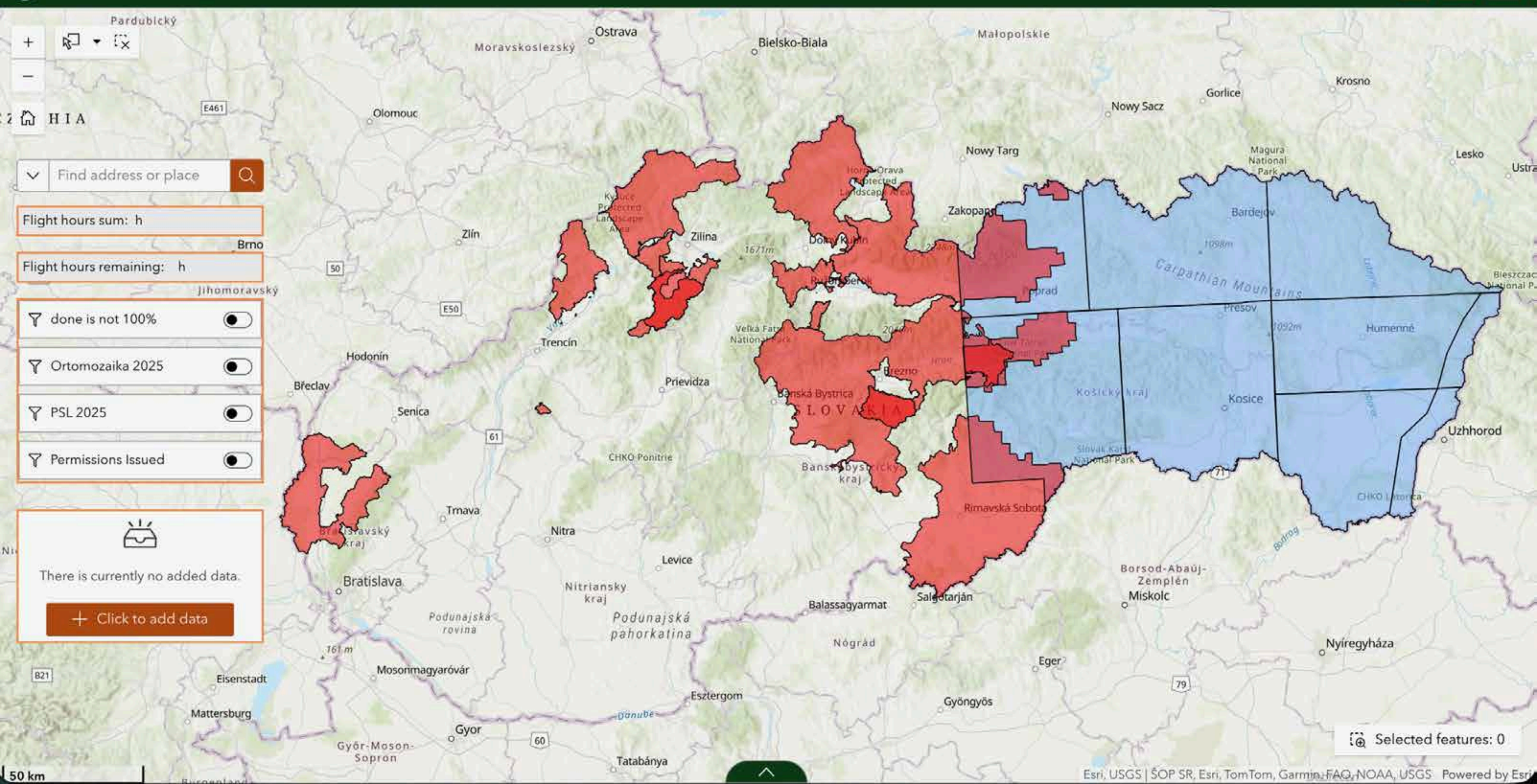
Použitie a vízia

Kde sme teraz (stav implementácie)

- dokončená inštalácia senzorov Leica Geosystems na nosiči,
- testovacie lety a kalibrácie
- nasadené do ostrej prevádzky - uskutočnené ostré letové misie a spracované dáta
- funkčný softvérový ekosystém s využitím distribučného spracovania
- workflow pripravené na multisenzorové projekty
- operátori vyškolení na nové technológie

V roku 2026 pokračujeme s inštaláciou, testovacími letmi so senzormi ITRES integrovanými do príslušenstva Leica Geosystems, ich nasadením do prevádzky, spracovaním dát a školeniami personálu.





Selected features: 0

Priebežné výsledky nasadenia

- extrémne rýchle spracovanie v HxMap pri dodržaní odporúčaných postupov pri zbere údajov
- vysoká presnosť v členitom reliéfe
- integrácia systémov umožňuje veľmi rýchlu výmenu a nasadenie rôznych senzorov
- pripravenosť pre veľké celoslovenské mapovanie - zmena trojročného cyklu tvorby ortofotomozaiky SR na dvojročný
- zaradenie hyperspektrálneho senzoru zásadne a bezprecedentne rozširuje portfólio získavaných údajov o lesoch na úroveň určenia druhu dreviny
- integrácia výstupov hyperspektrálneho VNIR + SWIR senzora do metodík tvorby programov starostlivosti o lesy a moderného hospodársko úpravnického plánovania
- integrácia termálneho senzora LWIR - nové spôsoby sčítavania stavu zveri, identifikácia počiatočných štádií zmeny zdravotného stavu lesov

Kde budeme v budúcnosti

Budúci technologický stav:

- dôležitý zdroj údajov pre monitoring stavu lesov a ďalšie modelovanie zdravotného stavu lesa, šírenia poškodenia a zmien v čase
- multisenzorové AI analýzy (LiDAR + RGB + hyperspektrum)
- ešte presnejšie a komplexnejšie mapovanie krajiny
- publikovanie údajov a produktov prostredníctvom modernizovaného lesníckeho DPZ portálu postavného nad technológiou Hexagon ERDAS APOLLO Professional
- medzinárodná vedecká spolupráca a využitie dát pre široké spektrum užívateľov nielen v oblasti lesného hospodárstva - armáda, doprava, ochrana prírody

Vízia pre Slovensko

Slovensko získa:

- najpresnejší a najkomplexnejší dataset o krajine vo svojej histórii
- nástroje pre lepšie plánovanie, rozhodovanie a manažment zdrojov
- multiužívateľsky systém, ktorý bude slúžiť na vedecké, hospodárske aj spoločenské účely



NÁRODNÉ
LESNÍCKE
CENTRUM

05

Záver

NLC systematicky buduje infraštruktúru, ktorá posúva Slovensko do novej éry efektívneho a presného mapovania. Technológie, ktoré zabezpečujú presné dáta dnes, otvárajú priestor pre inovácie zajtra.



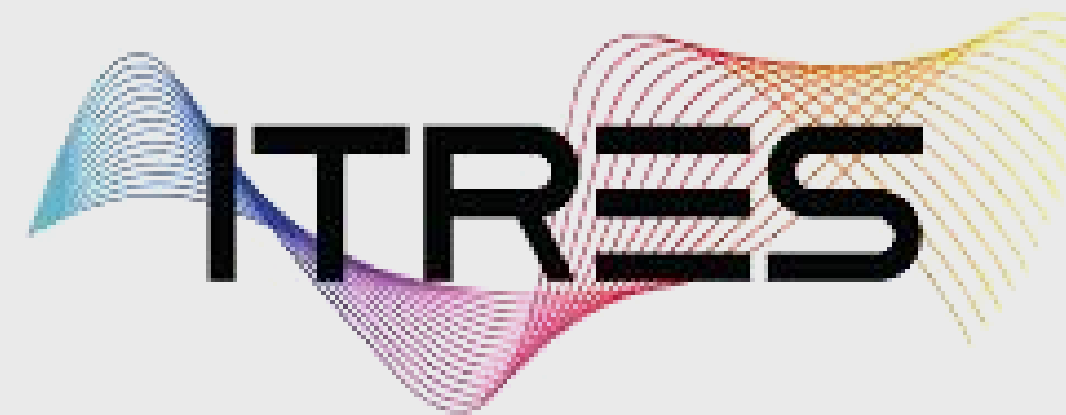
Malé mesto Zvolen v srdci Slovenska nesie hrdé
pomenovanie **HLAVNÉ MESTO LESNÍCTVA**
Dnes však ak už môžeme smelo povedať, že na
Slovensku je zároveň aj hlavným mestom
DIAĽKOVÉHO PRIESKUMU ZEME



NÁRODNÉ
LESNÍCKE
CENTRUM

06

PodĎakovanie





NÁRODNÉ
LESNÍCKE
CENTRUM

07

Ďakujem
za pozornosť



**NÁRODNÉ
LESNÍCKE
CENTRUM**