

Proiecte de cercetare postdoctorală

RAPORT DE CERCETARE

DECEMBRIE 2021



Proiecte de cercetare postdoctorală
ACADEMIA OAMENILOR DE ȘTIINȚĂ DIN ROMÂNIA

RAPORT DE CERCETARE

Pentru proiectul

**Implementarea utilizării dronelor
în agricultura de mare precizie**

Director de Proiect

Conf.Dr.Ing.Dipl. Cristian Gabriel Domuța

Membru asociat al Academiei Oamenilor de Știință

Expert tehnic Judiciar Agronomie , Ministerul de Justiție



1. Descrierea proiectului

Proiectul își propune să definească o metodologie lucru pentru implementarea utilizării dronelor în agricultura de precizie. În urma analizei aparaturii existente s-a stabilit că procedura de lucru pentru utilizarea dronelor în agricultură se poate uniformiza și aplica în toate domeniile de aplicare a proiectului, fiind necesare doar inputuri tehnologice în soft-ul de interpretare a imaginilor obținute pentru a putea interpreta datele colectate.

2. Obiectiv

Obiectivul proiectului este realizarea unei tehnologii de lucru cu o dronă agricolă pentru monitorizarea culturilor agricole.

3. Dronele și utilizarea lor în agricultură

Dronele aeriene devin tot mai populare la nivel global. Mai jos detaliem o serie de alternative tehnice de furnizori de drone agricole.

Cu baza în Toulouse, Franța, Delair-Tech oferă pachete specifice industriei, care pot fi dotate cu una dintre dronele (UAV-urile) lor, DT-18 sau DT-26. La achiziționarea fiecărei drone este inclus un program de formare cu durata de cinci zile. Pachetul Crop Mapper este cel mai potrivit pentru proiectele care acoperă o suprafață mare. Pachetul vine standard conține software-ul de control al zborului Solapp (Delair) și software-ul de procesare a imaginii Pix4D mapper (în septembrie 2014 Delair-Tech a anunțat parteneriatul cu Pix4D și lansarea a șapte



noi pachete de sistem UAV). Pix4Dmapper, recunoscut pentru acuratețe, eficiență și inovație, este singurul program de procesarea imaginilor înregistrate de UAV-uri care oferă o soluție automată cu instrumente integrate și se poate folosi ușor cu SIG (Geographic Information System) și editare CAD (Computer-aided design).

Compania HoneyComb din Oregon oferă o soluție de stocare all-in-one hardware/software/date cu echipamentul lor AgDrone. Drona în sine poate fi echipată cu o serie de senzori inclusiv imagine termică, stereo-scopice și multispectrală NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). AgDrone UAS furnizează informații pentru agricultori pentru o varietate largă de probleme, inclusiv cultură, probleme de irigare, planificarea și evaluarea daunelor. Toate datele colectate de AgDrone sunt stocate pe serverele HoneyComb și pot fi accesate de pe orice calculator, dar pachetul include și o tabletă care pune la dispoziție efectiv datele achiziționate. Zborurile autonome pot fi reprezentate grafic și salvate direct pe tabletă, fără a avea nevoie de vreun alt echipament suplimentar. AgEagle (Neodesha, KS, USA) este un UAV echipat cu un înveliș compozit de fibră de sticlă și pânză din fibră de carbon deasupra unei plăci din policarbonat. Este un vehicul aerian care poate zbura în condiții de vânt de până la 20 de mile pe oră. Pachetul standard complet AgEagle include aeronava, lansatorul, camera, software-ul și formarea (pregătirea) corespunzătoare.

Un alt exemplu este drona Bee Ag, de la senseFly, care e o versiune a popularei platforme eBee, personalizată pentru a acoperi o fermă. Drona standard este dotată cu o cameră infraroșu dar, opțional, dă utilizatorilor posibilitatea de a crea hărți termice 3D ale unui câmp. Planificarea și controlul zborului cu software-ul eMotion de la senseFly (pentru PC-uri și tablete Windows) permite utilizatorilor să planifice și să simuleze un zbor înainte de decolare și apoi să monitorizeze zborul, fiind posibilă modificarea traseului în timp ce drona este în aer. Soft-ul



eMotion este, de asemenea, compatibil cu Google Earth. Lancaster Mark III, de la PrecisionHawk, un model mic de UAV autonom cu aripi fixe, cântărind doar 1.3 kg, este capabil de colectarea, cu extrem de mare rezoluție, a datelor de teledetecție.

Achiziționarea unui Lancaster include o pregătire gratuită online de 30 de minute, dar PrecisionHawk oferă opțiuni pentru formare pe unul din site-urile lor sau pot veni la utilizator. Pachetul include senzori LIDAR (tehnologie de teledetecție care măsoară distanța iluminând o țintă cu un laser și analizând lumina reflectată) și imagistică Hyperspectral, împreună cu cea termică/vizuală/multispectrală, în funcție de nevoile utilizatorului. PrecisionHawk promovează, de asemenea, „creierul” Lancaster – o inteligență artificială de bază care detectează condițiile meteorologice, pentru a crea propriul traseu optim de zbor în timp real și evaluează datele recepționate de la senzori, eliminând necesitatea unui al doilea zbor.

Compania Aerial Technology International, un furnizor cu istoric pe piața UAS, s-a implicat și ea în lumea agriculturii și a început să vândă drone personalizate multirotor, care pot fi configurate cu toate camerele și senzorii standard. Deși dronele multirotor nu au aceeași viață extinsă a bateriei ca un model cu aripi fixe, ele sunt mult mai agile și pot zbura foarte aproape de sol (acestea, de asemenea, tind să fie mult mai ieftine). În plus, ATI oferă o consultație gratuită cu fiecare cerere pe care o primește, astfel încât să puteți fi siguri că drona oferită este optimizată pentru nevoile dumneavoastră. O altă soluție multirotor de pe piață este Quad Indago a companiei Farm Intelligence. Această dronă combină pilotul automat Kestrel 3 (Procerus Kastrel Autopilot) de la Lockheed Martin și un puternic laptop ca stație la sol. De asemenea, sistemul standard include propriul Dual Band Sensor, capabil să captureze imagini din domeniul infraroșu apropiat (NIR) și cel vizibil (RGBHD) într-un singur pas.



Eticheta de preț pe Indago ar putea fi puțin intimidantă, dar este, cu siguranță, unul dintre cele mai avansate quadcoptere ce se pot cumpăra.

Drone profesionale Parrot Disco-PRO AG și Parrot Bluegrass, dedicate agriculturii, sunt disponibile în România, potrivit unui anunț al importatorului oficial Falcon Electronics. Dronele pot fi folosite pentru supravegherea culturilor mari (cereale, leguminoase, rapiță, floarea soarelui etc), a livezilor și viilor, pentru colectarea de informații despre starea plantațiilor și analizarea lor. „Toate aceste date le permit producătorilor agricoli să evalueze rapid situația din teren pentru a aplica tratamentele adecvate și pentru a reduce pagubele cauzate de boli sau dăunători”, potrivit unui comunicat al Falcon Electronics. Parrot Bluegrass, cel mai nou produs din gama de drone profesionale dedicate agriculturii are o cameră frontală, un senzor multispectral Parrot Sequoia și GPS încorporat. Camera frontală ajută fermierii să monitorizeze vizual culturile, iar senzorul Parrot Sequoia îi ajută să detecteze orice problemă privind starea acestora. Parrot Bluegrass a fost proiectat în special pentru a survola plantațiile de pe terenuri deluroase (livezi, vii, alte culturi în pantă), având o acoperire de până la 30 de hectare, la un zbor cu altitudinea de 70 de metri și o autonomie de 25 de minute.



Parrot Bluegrass (stânga) și Parrot Disco-PRO AG



Parrot Disco-PRO AG, unul dintre primele modele de drone dedicate agriculturii lansate de Parrot, beneficiază, de asemenea, de o cameră frontală, un senzor multispectral Parrot Sequoia și GPS încorporat. Parrot Disco-PRO AG poate acoperi până la 80 de hectare, la o altitudine de 120 m și are o autonomie de până la 30 de minute. Drona este proiectată pentru a survola și analiza culturile agricole vaste de la câmpie (grâu, porumb, rapiță etc).

Informațiile înregistrate de drone pe teren sunt prelucrate și stocate în cloud, pe platforma AIRINOV FIRST+, iar fermierii primesc hărți specifice cu informații despre sănătatea culturilor.

Asociația nonguvernamentală Unmanned Vehicle Systems International, ce reprezintă producătorii și utilizatorii de drone și alte echipamente robotizate, prezice că, în cele din urmă, 80% din piața comercială de drone va fi destinată utilizării în agricultură. Pentru o vreme îndelungată agricultura era considerată o ramură tradițională a economiei. Schimbările în sector au avut loc lent, întrucât ciclurile tehnologice sunt foarte lungi, iar marja profitului, având în vedere intensitatea resurselor, e destul de mică. Tehnologiile moderne au schimbat însă pentru totdeauna fața agriculturii. De altfel, în sec. XXI folosirea dronelor este la fel de firească și indispensabilă cum a fost mecanizarea în sec. XX. În continuare vom enumera trei cele mai evidente motive pentru care dronele au șansa de a deveni atât de populare printre agricultori.

Aparatele de zbor fără pilot la bord vin în ajutorul fermierilor la supravegherea culturilor extinse. Astăzi, acestea sunt monitorizate prin intermediul sateliților, avioanelor cu echipaj uman sau într-un simplu raid pe câmp. Pentru aceasta însă e nevoie de timp și bani, mai ales că adunarea și prelucrarea îndelungată a datelor nu le permite fermierilor să intervină în timp util, înainte ca întreaga cultură să fie



compromisă. Dronele sunt capabile să colecteze și să proceseze un volum mare de informații care pot aduce beneficii importante recoltei.



Supravegherea culturilor

Aparatele de zbor pot fi echipate cu camere infraroșu, senzori de înălțime, sisteme de introducere a îngrășămintelor și de polenizare, precum și multe alte tehnologii de colectare a datelor despre starea plantelor sau de localizare a turmei ș.a.m.d. Compatibilitatea bună cu alte tehnologii utile din domeniu simplifică și ieftinește trecerea la agricultura de precizie, care permite reducerea costurilor și majorarea producției prin optimizarea utilizării resurselor și consumabilelor. De asemenea, dronele pot fi prevăzute cu camere foto și video pentru a monitoriza starea de sănătate a plantelor din locurile mai puțin accesibile din câmp sau a supraveghea turma pe durata păscutului

De obicei, fermierii analizează îndeaproape starea de sănătate a plantelor după cultivare și la recoltarea lor. Dronele fac posibilă monitorizarea culturilor pe tot parcursul ciclului de viață, astfel ca, odată semnalizate problemele, agricultorii să



intervină înainte ca întreaga cultură să fie compromisă. Datorită aparatelor de zbor fără pilot la bord, agricultorii sunt scutiți de plimbările lungi și obositoare pe care ar trebui să le facă pe câmp înarmați cu instrumente speciale de măsurare. Dronele au un înalt potențial de a optimiza producția agricolă, însă avantajul lor principal constă în simplificarea accesului la alte tehnologii, ceea ce permite atât fermierilor, cât și holdingurilor mari să cultive mai mult și să-și reducă cheltuielile.

Agricultura inteligentă: dronele agricole transformă agricultura tradițională. Dronele agricole fac rapid trecerea de la sistemul militar la agricultură, în vederea acordării sprijinului necesar fermierilor la supravegherea culturilor extinse, revoluție care contribuie la economisirea unor sume impresionante, precum și la tranziția agriculturii tradiționale spre agricultura inteligentă. În timp ce o bună parte a publicului își concentrează atenția la utilizarea recentă a dronelor în domeniul comerțului electronic, conform declarațiilor recente făcute de retailerul online Amazon, care dorește implementarea livrării produselor comandate prin intermediul dronelor comerciale, se preconizează că o mare porțiune din dronele viitorului vor intra în posesia agricultorilor, urmând să domine spațiul de deasupra terenurilor agricole. Popularitatea tot mai mare a dronelor agricole are ca și cauză creșterea gradului de tehnologizare a agriculturii, extinderea culturilor, precum și comasarea terenurilor la care se va ajunge în viitorul apropiat, agricultura tradițională lăsând locul agriculturii inteligente a viitorului. Dronele agricole reprezintă cerința de bază pentru implementarea agriculturii inteligente.

Proiecte de cercetare postdoctorală

RAPORT DE CERCETARE

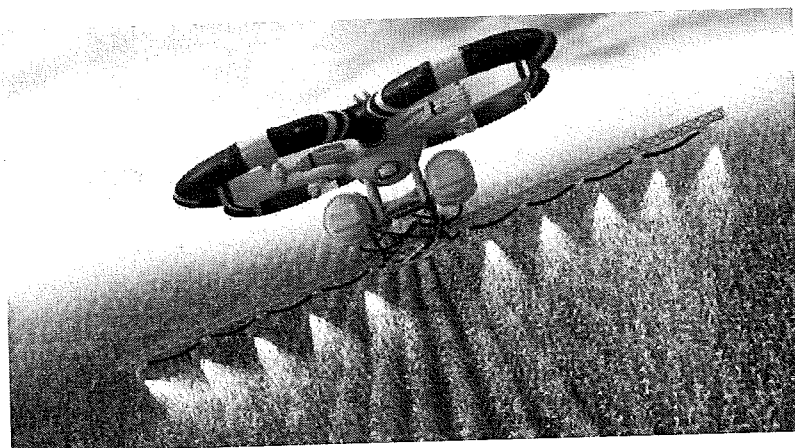
DECEMBRIE 2021



Prelucrarea culturilor



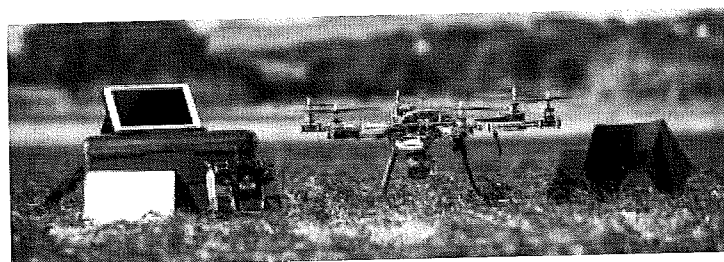
Investigarea plantațiilor multianuale



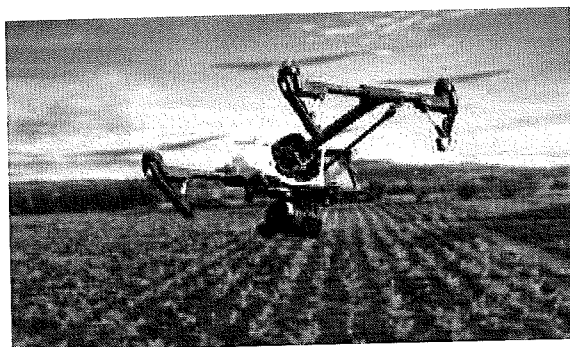
Prelucrarea cu erbicide



Prelucrarea cu insecticide a viței de vie



Model de echipament pentru investigarea culturilor agricole



Drona în lucru

Dronele agricole vor avea un impact semnificativ și de lungă durată în agricultura viitorului, având nevoie să fie modernizate cu dispozitive suplimentare pentru a colecta mai multe informații, cum ar fi senzori termici pentru a identifica semnele precoce de stres la plante, care pot fi ulterior rulate, analizate și utilizate de către agricultori.

Utilizarea dronelor în agricultură pentru supravegherea culturilor poate influența major productivitatea acestora și minimiza costurile de monitorizare a culturilor prin alte tehnologii.

Datele culese de drone se traduc în informații utile și ușor de înțeles pentru fermieri datorită unor algoritmi specifici. Unele dintre informațiile oferite de aceste imagini sunt:

- densitatea plantelor: numărul și dimensiunea plantelor, statisticile lotului agricol, parcele compromise sau neînsămânțate corespunzător
- indicii vegetativi: volumul frunzelor, detectarea anomaliilor, eficacitatea tratamentului, infestări, influența factorilor meteorologici etc.
- necesarul de apă al plantelor și daunele cauzate de secetă.

Dronele agricole asigură o monitorizare permanentă în câmp a culturii de la plantare până la recoltare.



Dronele pot ajuta agricultorii să-și optimizeze utilizarea de inputuri (semințe, îngrășăminte, irigații), să reacționeze mai rapid la amenințări (buruieni, boli și dăunători), să economisească timpul alocat verificărilor la fața locului (validarea tratamentelor sau a altor acțiuni întreprinse), să îmbunătățească aplicarea variabilă, pe zone, a tratamentelor de fertilizare/de protecție a plantelor pentru fiecare cultură în parte sau să estimeze în timp real randamentele recoltelor.

Imaginile de înaltă rezoluție și datele preluate de drona care survolează terenul agricol sunt colectate și transmise direct în cloud-ul/software-ul pus la dispoziția clientului. Grație acestor date, utilizatorul poate selecta informațiile dorite și poate crea hărți de tratament diferite, în funcție de operațiunea pe care fermierul dorește să o efectueze pe teren. Hărțile pot fi apoi încărcate pe echipamentele agricole, care vor ajusta în mod corespunzător cantitatea de materii prime (semințe, îngrășăminte, pesticide) care trebuie aplicată în teren.

Prețul unei drone standard pentru uz public începe de la 1.300 €. În sectorul agricol, dronele mici fără tehnologii avansate pot fi achiziționate de la 2.000-3.000 €. Dronele de tip aripă fixă cu funcții clasice pot fi achiziționate de la circa 3.000-5.000 €, iar prețul dronelor speciale dotate cu tehnologii superioare utilizate exclusiv pentru agricultură începe de la 20 000 €.



Dronă agricolă



Printre beneficiile utilizării dronelor în agricultură pot fi enumerate:

- mărirea randamentului culturilor agricole;
- limitarea pierderilor prin identificarea problemelor apărute în culturile agricole în timp util;
- economisirea timpului;
- monitorizarea întregii culturi;
- maximizarea randamentului privind realizarea investițiilor viitoare;
- accesul la informațiile de care aveți nevoie în timp util pentru intervenție rapidă;
- ușurința utilizării acestei tehnologii;
- cartografierea integrată a terenurilor agricole;
- stabilirea cu exactitate a hotarelor culturilor;
- recepționarea imediată a informațiilor legate de starea de sănătate a culturilor prin intermediul funcțiilor cu care sunt echipate dronele agricole;
- mecanismele de siguranță în exploatarea dronelor impun întotdeauna revenirea la locația originală de decolare.

4. Tehnologia de utilizare a dronelor în agricultură

Tehnologia de bază folosită în agricultură, indiferent de care ramură a acesteia vorbim este aceea de analiză spectrală a culturilor folosind dronele agricole. Principiul de bază al acestei tehnologii este acela al zborului de survol în care drona colectează date legate de cultură și ulterior aceste date sunt interpretate folosind un software specializat.



În cadrul proiectului s-a folosit o dronă de survol DJI Mavic Air 2 cu următoarele coordonate tehnice :

Specificatii

Inaltime	77
Latime	253
Lungime	183
Greutate	570
Material	Plastic
Functii	ActiveTrack, QuickShot
Senzori	Fata, Spate, Jos
Conectivitate	Ocusync 2.0
Stare De Asamblare	Asamblat
Culoare	Gri
Distanța Maxima De Operare	6
Altitudine Maxima	500
Autonomie Timp Zbor	34
Unghi Maxim De Inclinare	35
Viteza Maxima	68
Viteza Maxima De Urcare	4 m/s



Viteza Maxima De Coborare	3 m/s
Acuratete De Planere	Vertical: ± 0.1 m (with vision positioning) ± 0.5 m (with GPS positioning) Horizontal: ± 0.1 m (with vision positioning) ± 1.5 m (with GPS positioning)
Temperatura De Operare	-10° to 40°C
Capacitate Card De Memorie	256
Rezolutie Senzor	48
Tip Senzor	CMOS
Dimensiune Senzor	1/2"
Diafragma	f/2.8
Rezolutie Imagine	8000$\times$6000
Rezolutie Video	4K
Format Inregistrare Video	MP4/MOV (H.264/MPEG-4 AVC, H.265/HEVC)
Tip Slot Memorie	MicroSD
Format Fisier Imagine	JPEG/DNG (RAW)
Functii Camera	Single, Burst, AEB, Smart Photo, HDR Panorama
FPS	60



FPS Rezolutie Maxima	60
Stabilizare Video	Gimbal 3 Axe
Sensibilitate ISO	100-6400
Zoom Optic	Nu
Zoom Digital	Da
Tip Focusare	Fix
Capacitate Stocare	8
Autonomie Acumulator	3500 mAh
Voltaj Acumulator	11.55 V
Tip Acumulator	LiPo 3S
Tip GPS	GPS+GLONASS
Raza Maxima Semnal	6
Frecventa De Operare	2.400-2.4835 GHz 5.725-5.850 GHz
Autonomie Baterie	5200 mAh
Suport Dizpozitiv Mobile	Da

Echipamentul folosit pentru scanarea suprafețelor a avut următoarele caracteristici :

- camera foto Mapyr 3
- Mission Planner instalat pe laptop
- Agisoft Metashape Standard Edition 1.6.



În cadrul proiectului s-au realizat mapări în 2 locații :

- I. În cadrul exploatației agricole deținute de SC Er Agro Germ SRL în Săcuieni, județul Bihor, la cultura de porumb, înainte, în timpul și post recoltare

Tehnologia de lucru a fost :

- s-a ridicat în survol drona echipată cu camera foto Mapyr 3 pentru a prelua date de deasupra culturilor monitorizate
- s-au realizat puncte intermediare din aproximativ 50 în 50 m pentru a asigura o acoperire uniformă și rectilinie a suprafeței cartate.

Mai jos sunt câteva aspecte înregistrate de dronă în Noiembrie 2021 :

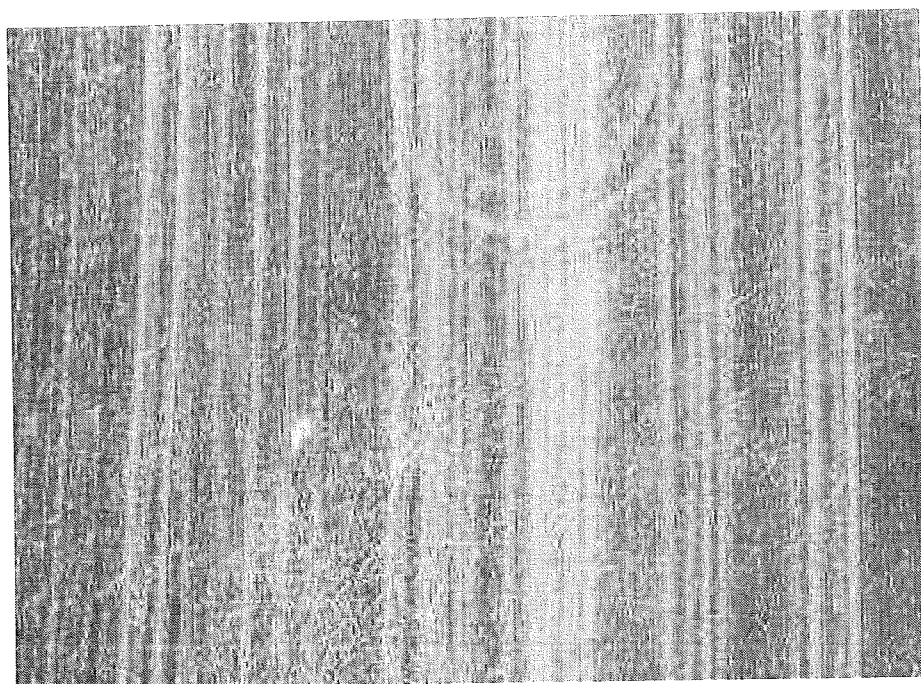


Proiecte de cercetare postdoctorală

RAPORT DE CERCETARE

DECEMBRIE 2021





Rezultate obținute la cultura de porumb

Avantajele folosirii dronei în cultura de porumb, la etapa de recoltat nu sunt la fel de mari ca și în vegetație. În faza fiziologică în care se afla porumbul în luna noiembrie nu am putut să colectăm indici legat de starea porumbului, dar survolul cu drona a permis o serie de îmbunătățiri în agrotehnică recoltării porumbului, după cum urmează :

- Permite o foarte bună evaluare a progresului campaniei de recoltare
- Permite evidențierea golurilor de vegetație
- Permite evidențierea zonelor cu băltiri sau eroziune

Pe lângă aceste beneficii la recoltat tehnologia dronelor va genera pe durata anului agricol următoarele beneficii :



- Va permite monitorizarea pregătirii terenului, se pot monitoriza bălțirile sau eroziunea, ebenutalii torenți care se pot forma
- Permite monitorizarea semănatului, uniformitatea răsăritului, dezvoltarea fiziologică
- Permite monitorizarea din punct de vedere fiziologic a culturii precum și controlul bolilor și al dăunătorilor
- Hărțile NVDI sunt esențiale în determinarea nivelului de dezvoltare și aprovizionare cu elemente nutritive al culturii de porumb

II. A doua locație în care s-au realizat mapări a fost în plantația viticolă deținută de către SC Gentis Prest SRL. Plantația este localizată în comuna Sâniob, județul Bihor. Mapările s-au realizat în lunile Septembrie , Octombrie și Noiembrie la soiurile Merlot, Riesling și Fetească Regală.

S-au surprins ultimele etape de maturare a soiurilor înainte de recoltat și s-au efectuat mapări după recoltat pentru a se constata carențe în aprovizionarea cu elemente nutritive post recoltă.

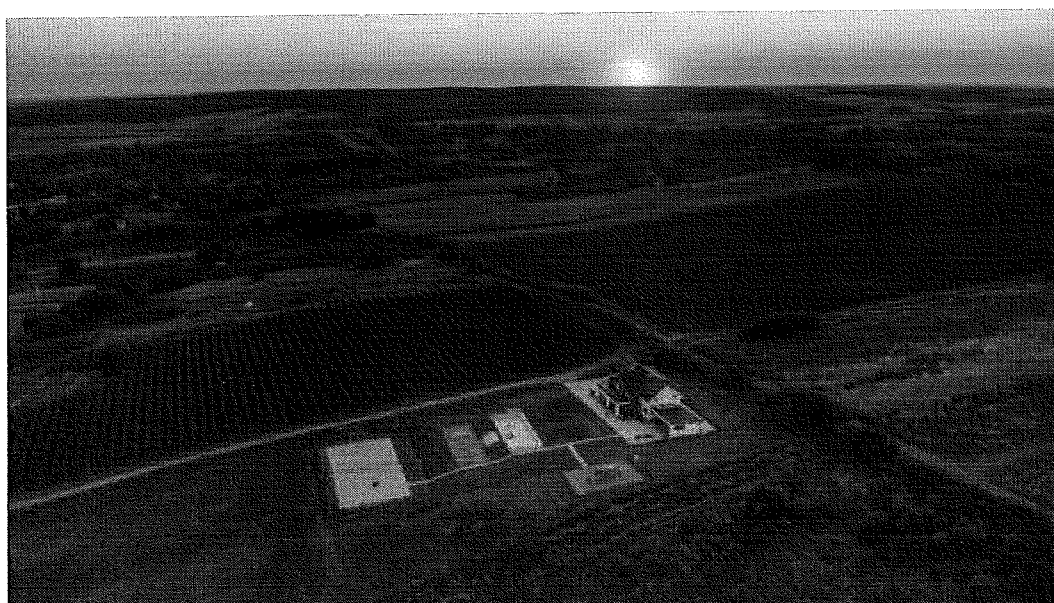
Succesiunea etapelor în tehnologia de lucru a fost :

- s-a ridicat în survol drona echipată cu camera foto Mapyr 3 pentru a prelua date de deasupra culturilor monitorizate
- s-au realizat puncte intermediare din aproximativ 50 în 50 m pentru a asigura o acoperire uniformă și rectilinie a suprafeței cartate.



- punctele colectate de către cameră au fost descărcate în Agisoft Scan unde s-au introdus fotografiile realizate cu camera multispectrală.
- pozele selectate au fost triate pentru a elimina pozele care nu au geolocația activată sau care au o calitate proastă
- pentru a putea prelucra pozele s-a selectat modul care permite geolocalizarea acestora.

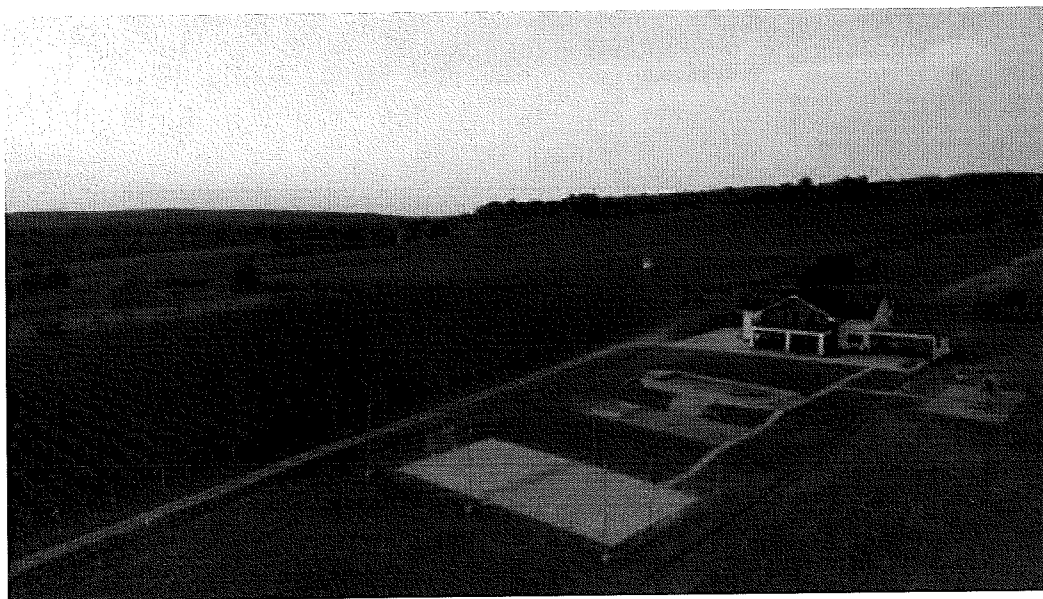
Imagini realizate înainte de recoltat, pe parcursul lunilor Septembrie - Octombrie , Noiembrie 2021.



Proiecte de cercetare postdoctorală

RAPORT DE CERCETARE

DECEMBRIE 2021



Proiecte de cercetare postdoctorală

RAPORT DE CERCETARE

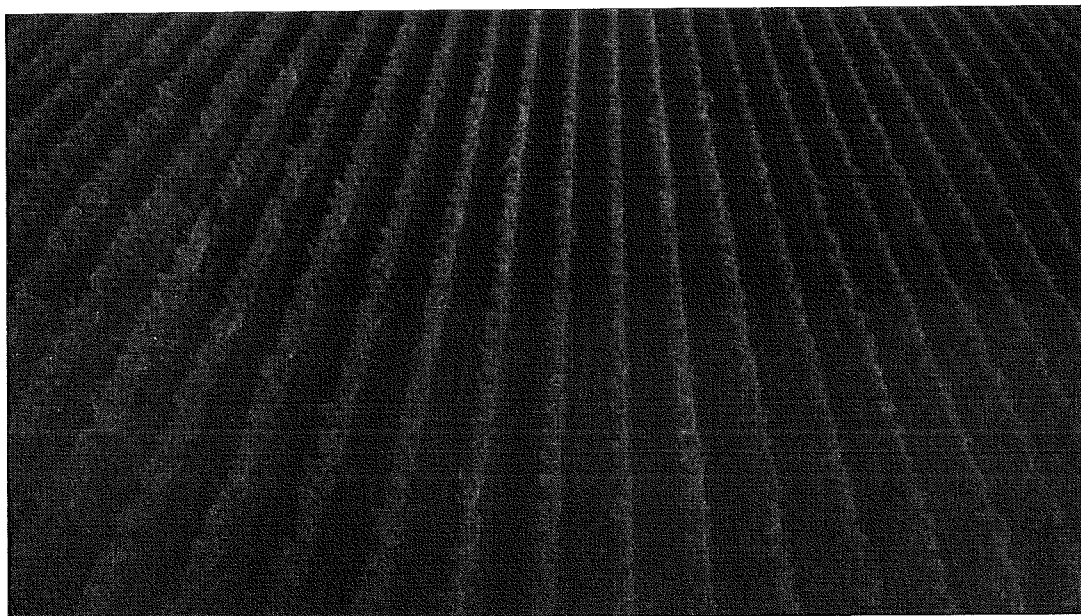
DECEMBRIE 2021



Proiecte de cercetare postdoctorală

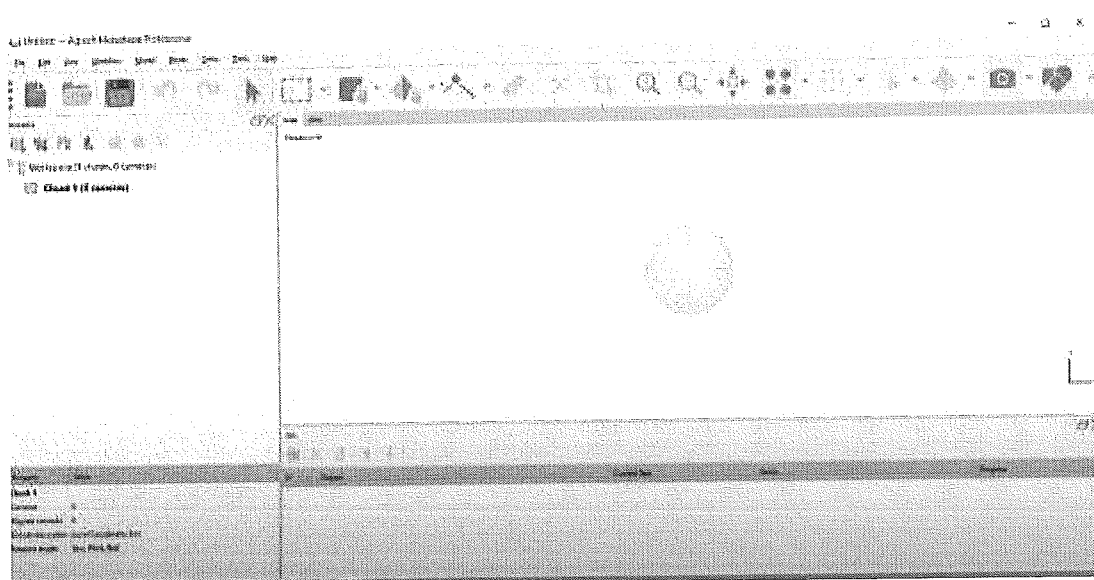
RAPORT DE CERCETARE

DECEMBRIE 2021

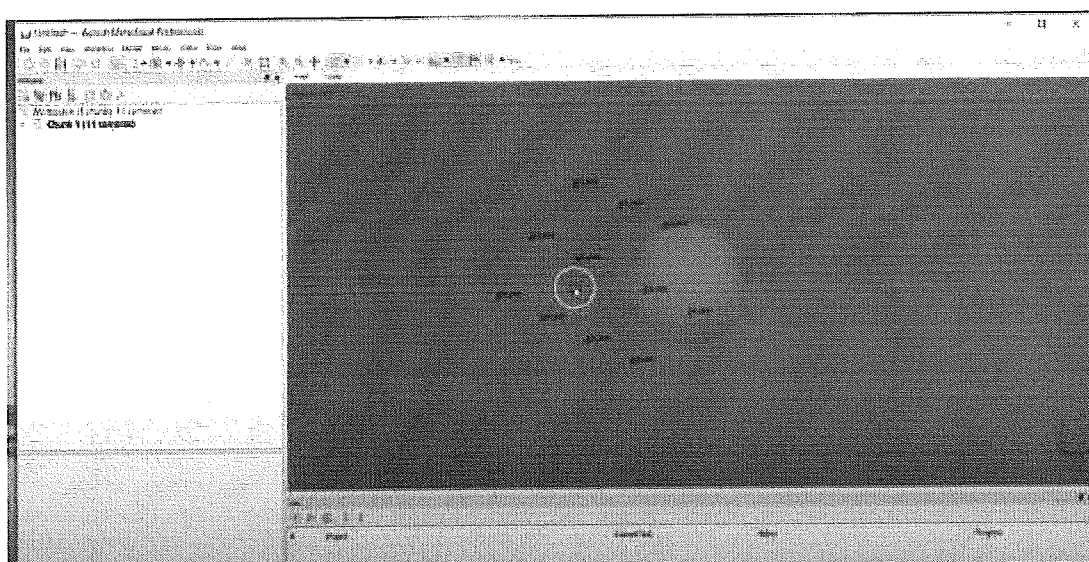




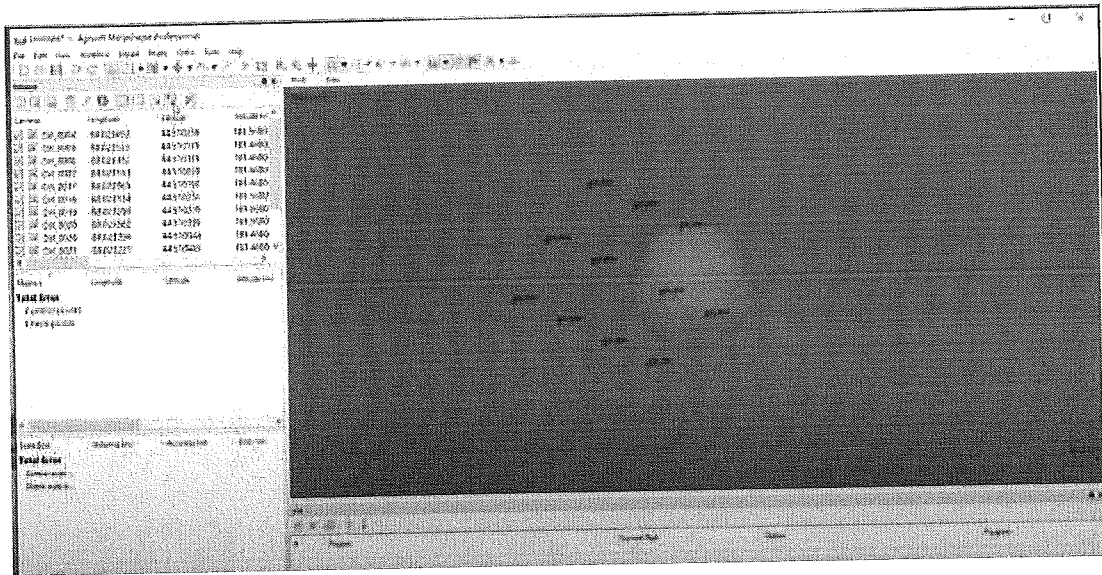
Mai jos sunt prezentate etapele de editare a pozelor mapate :



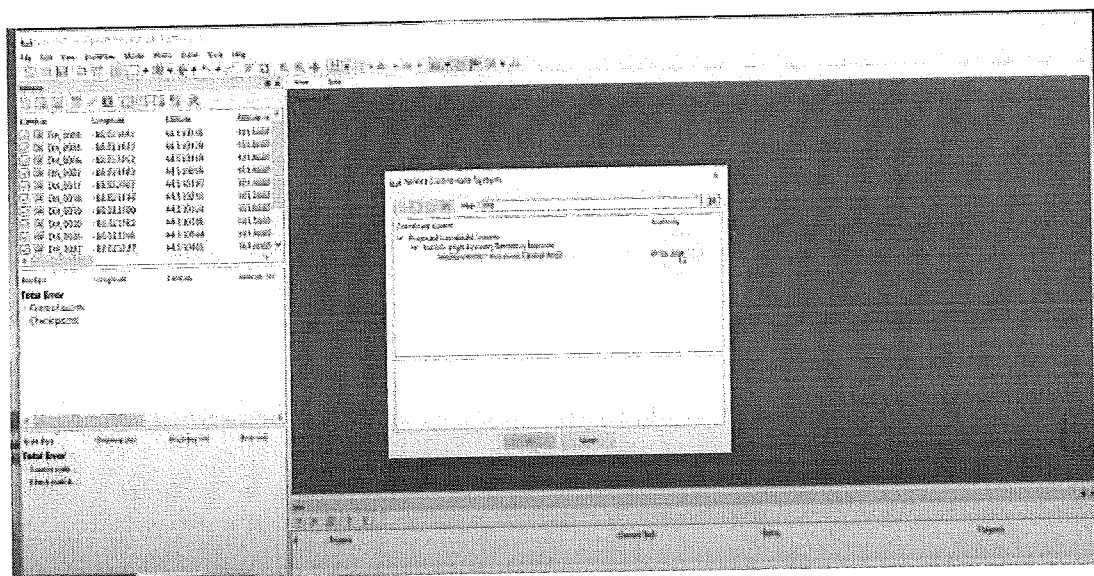
Captura din Agisoft la deschidere



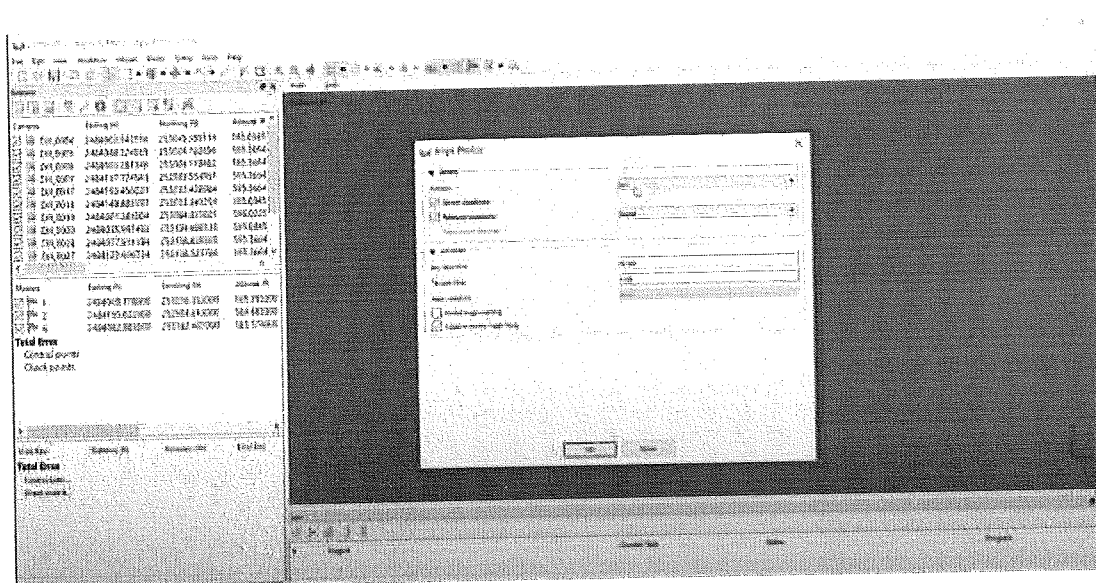
Introducerea punctelor de fotografie



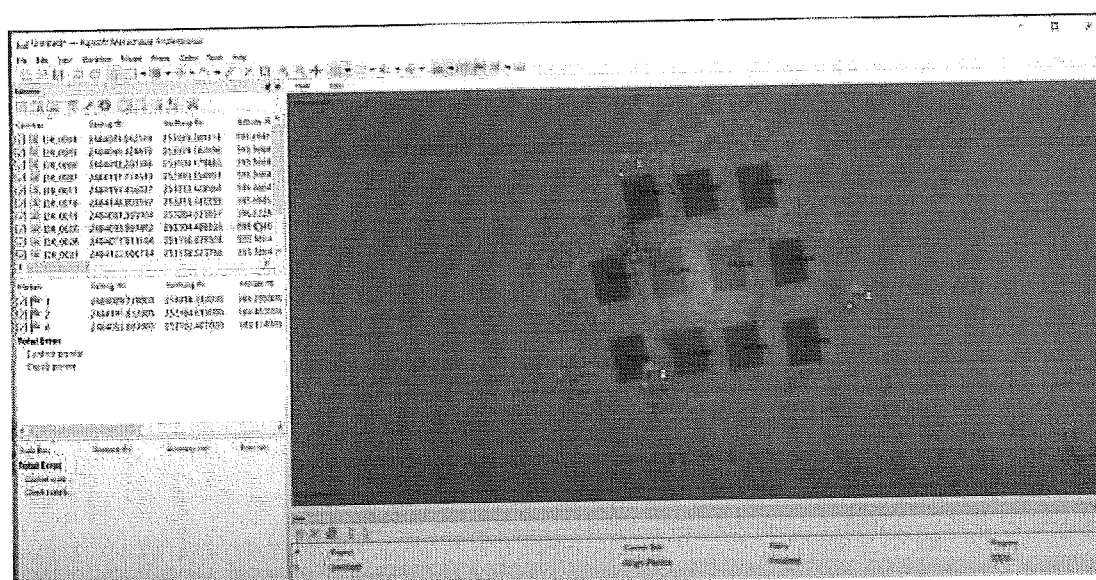
Se introduce meniul de refference cu definirea locației în sistem de coordante geolocalizate :



Se vor alinia pozele la densitate și rezoluție mare :



Se va utiliza comanda de generare puncte din meniu :



[illegible]

The image is a composite of several elements. On the right side, there is a large, dark, grainy photograph of a person's face, which appears to be a mugshot or a surveillance photo. The person has dark hair and is looking directly at the camera. On the left side, there are several data tables and a timeline. The top table has four columns: 'Date', 'Time', 'Location', and 'Status'. Below it is a table with two columns: 'Date' and 'Time'. The middle table has four columns: 'Date', 'Time', 'Location', and 'Status'. The bottom table has four columns: 'Date', 'Time', 'Location', and 'Status'. The timeline at the bottom shows a sequence of events with dates and times. The overall image has a dark, grainy appearance, suggesting it might be a scan of a document or a photograph of a screen.



Harta NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) este o transformare nonlinară a benzilor vizibil (RED) și infraroșu apropiat (NIR) obținută prin folosirea comenzii „Tools – Set Raster Transform”.

O alternativă la Agisoft este Pix4Dmapper care folosește aceleași concepte de transpunere de fotografii cu puncte specifice în hărți 2D sau 3D cu evidențierea vegetației.

Softurile permit calcularea indicatorilor de vegetație, permit interpretarea stării de aprovizionare cu nutrienți și permit localizarea zonelor cu infecții patogene sau atacuri de boli sau dăunători.

În urma utilizării dronei s-au constatat următoarele aspecte :

- s-au identificat o serie de torenți a căror amploare nu era evidentă până la evidențierea acestora cu drona
- s-a putut determina stadiul fizic al impactului folosirii frezei în pregătirea terenului, aceasta producând pe alocuri coroborat cu existența torentului eroziunea de suprafață
- s-au identificat zone cu curențe în alimentarea cu P și K la soiurile de Riesling și Merlot, aceste curențe manifestându-se printr-o schimbare a culorii sistemului foliar în verde vâlbui la Soiul Riesling și roșu la Merlot
- hărțile NVDI arată exact zonele cu cea mai mare curență de microelemente și care au schimbări fundamentale ale culorii sistemului foliar.
- De asemenea hărțile NVDI permit identificarea zonelor unde există exces de umiditate la nivelul solului.

Dronele viticole reprezintă o unealtă extrem de utilă pentru fermieri care pot realiza o radiografie mult mai corectă și exactă a culturilor decât prin inspecția vizuală folosind hărțile NVDI, NIR și hărțile aeriene de ansamblu.



5. Rezultate obținute ale proiectului

În urma implementării proiectului s-a realizat o tehnologie de lucru cu o dronă agricolă pentru monitorizarea culturilor agricole.

Sintetizată procedura are următorii pași aplicabili la toate culturile :

1. Pregătirea dronei cu o cameră de captare imagini geolocalizate
2. Ridicarea dronei de survol
3. Fotografierea unor puncte intermediare cu evidențierea conturului parcelei vizate
4. Realizarea survolului
5. Coborârea dronei de survol
6. Descarcarea fotografiilor în softul de prelucrare a fotografiilor
7. Editarea și generare hărților spectrale
8. Interpretarea hărților spectrale
9. Aplicarea măsurilor care se impun

Respectarea acestor pași asigură o culegere optimă de date și obținerea unui rezultat semnificativ favorabil din punct de vedere al agrothenicii care este necesară în funcție de fiecare moment de dezvoltare vegetativă folosind dronele și programele de interpretare a imaginilor colectate.

Rezultatele specifice se referă la multiplicarea acestui mod de lucru pe 2 paliere extrem de importante în agricultura zilelor noastre :



- Culturi de Câmp
- Viticultură

Tehnologia descrisă mai sus permite obținerea unei radiografii a stării de vegetație, a controlului dăunătorilor precum și posibilitatea de alege măsurile agrotehnice sau fitosanitare care se impun. Tehnologia permite o excelentă acoperire a solurilor vizate, timpul necesar pentru un survol fiind de 15 minute pe hectar, timp infinit mai mic decât orice inspecție în câmp. Inspecția vizuală a câmpului sau livezii nu va putea fi comparată niciodată cu perspectiva aeriană.

5.1 Rezultate obținute la cultura de porumb

Avantajele folosirii dronei în cultura de porumb, la etapa de recoltat nu sunt la fel de mari ca și în vegetație. În faza fiziologică în care se afla porumbul în luna noiembrie nu am putut să colectăm indici legat de starea porumbului, dar survolul cu drona a permis o serie de îmbunătățiri în agrotehnică recoltării porumbului, după cum urmează :

- Permite o foarte bună evaluare a progresului campaniei de recoltare
- Permite evidențierea golurilor de vegetație
- Permite evidențierea zonelor cu băltiri sau eroziune

Pe lângă aceste beneficii la recoltat tehnologia dronelor va genera pe durata anului agricol următoarele beneficii :

- Va permite monitorizarea pregătirii terenului, se pot monitoriza bălțirile sau eroziunea, ebenutalii torenți care se pot forma



- Permite monitorizarea semănatului, uniformitatea răsăritului, dezvoltarea fiziologică
- Permite monitorizarea din punct de vedere fiziologic a culturii precum și controlul bolilor și al dăunătorilor
- Hărțile NVDI sunt esențiale în determinarea nivelului de dezvoltare și aprovionare cu elemente nutritive al culturii de porumb

5.2 Rezultate obținute la cultura de viță

- s-au identificat o serie de torenți a căror amploare nu era evidentă până la evidențierea acestora cu drona
- s-a putut determina stadiul fizic al impactului folosirii frezei în pregătirea terenului, aceasta producând pe alocuri coroborat cu existența torentului eroziunea de suprafață
- s-au identificat zone cu carențe în alimentarea cu P și K la soiurile de Riesling și Merlot, aceste carențe manifestându-se printr-o schimbare a culorii sistemului foliar în verde vălbui la Soiul Riesling și roșu la Merlot
- hărțile NVDI arată exact zonele cu cea mai mare carență de microelemente și care au schimbări fundamentale ale culorii sistemului foliar.
- De asemenea hărțile NVDI permit identificarea zonelor unde există exces de umiditate la nivelul solului.

Dronele viticole reprezintă o unealtă extrem de utilă pentru fermieri care pot realiza o radiografie mult mai corectă și exactă a culturilor decât prin inspecția vizuală folosind hărțile NVDI, NIR și hărțile aeriene de ansamblu.



6. Publicații / patente estimate

În urma implementării proiectului estimăm realizarea următoarelor publicații :

1. În decursul anului 2022 vom publica un suport de curs pentru utilizarea dronelor.
2. În decursul anului 2022 vom transmite spre publicare un articol într-o publicație cotate ISI Thomas Reuters
3. În decursul anului 2022 vom transmite spre publicare trei articole în publicații indexate BDI
4. În decursul anului 2022 vom participa la o Conferința Națională/ Internațională cu 2 lucrări
5. În urma implementării acestui proiect voi propune AOȘR înființarea unui Centru de Cercetare pentru Viticultură Biologică în cadrul exploatarei pe care o dețin și o conduc.

Cu deosebit respect ,

Director de Proiect

Conf.Dr.Ing.Dipl. Cristian Gabriel Domuta

Membru asociat al Academiei Oamenilor de Știință

Expert tehnic Judiciar Agronomie , Ministerul de Justiție

**Cristian
-Gabriel
Domuta**

Semnat digital
de Cristian-
Gabriel Domuta
Data:
2021.12.11
12:28:29 +02'00'



Bibliografie

1. S. Rachmawati et al., "Application of Drone Technology for Mapping and Monitoring of Corn Agricultural Land," 2021 International Conference on ICT for Smart Society (ICISS), 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICISS53185.2021.9533231.
2. Mapping and 3D modelling using quadrotor drone and GIS software Widodo Budiharto^{1*} , Edy Irwansyah¹ , Jarot S. Suroso² , Andry Chowanda¹ , Heri Ngarianto¹ and Alexander Agung Santoso Gunawan
3. A Comparative Study on Application of Unmanned Aerial Vehicle Systems in Agriculture Mohammad Fatin Fatihur Rahman , Shurui Fan , Yan Zhang * and Lei Chen
4. Linaza, M.T.; Posada, J.; Bund, J.; Eisert, P.; Quartulli, M.; Döllner, J.; Pagani, A.; G. Olaizola, I.; Barriguinha, A.; Moysiadis, T.; Lucat, L. Data-Driven Artificial Intelligence Applications for Sustainable Precision Agriculture. *Agronomy* 2021, 11,1227.
<https://doi.org/10.3390/agronomy11061227>
5. Bhawesh Sah, Rohit Gupta & Dana Bani-Hani (2021) Analysis of barriers to implement drone logistics, International Journal of Logistics Research and Applications, 24:6, 531-550, DOI: [10.1080/13675567.2020.1782862](https://doi.org/10.1080/13675567.2020.1782862)
6. Pasquale DAPONTE, Florentin PALADI, Tatiana BULIMAGA (coordonatori) Natalia NEDEOGLO, Corneliu ROTARU, Anton DANICI, Valeriu SEINIC, Veaceslav SPRINCEAN, Constantin VOZIAN, Valeriu CAZAN, Ion CORCIMARI, Eugenia CEBOTARU , SUPORT DE CURS, EDUCAȚIE PENTRU DRONE , Chișinău, 2019, Universitatea de Stat din Moldova, ISBN 978-9975-142-85-4.



7. Andrés Montes de Oca, Gerardo Flores, The AgriQ: A low-cost unmanned aerial system for precision agriculture, Expert Systems with Applications, Volume 182, 2021, 115163, ISSN 0957-4174, <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.115163>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417421006047>)
8. Kangunde, V., Jamisola, R.S. & Theophilus, E.K. A review on drones controlled in real-time. *Int. J. Dynam. Control* 9, 1832–1846 (2021). <https://doi.org/10.1007/s40435-020-00737-5>,
9. Chaurasia, R. and Mohindru, V. (2021). Unmanned Aerial Vehicle (UAV): A Comprehensive Survey. In *Unmanned Aerial Vehicles for Internet of Things (IoT)* (eds V. Mohindru, Y. Singh, R. Bhatt and A.K. Gupta). <https://doi.org/10.1002/9781119769170.ch1>
10. Joyce, K.E.; Anderson, K.; Bartolo, R.E. Of Course We Fly Unmanned - We're Women! *Drones* **2021**, 5, 21, <https://doi.org/10.3390/drones5010021>