

DENUMIREA PROGRAMULUI NUCLEU: 2019-2022: SISTEME BIOTEHNICE INTELIGENTE PENTRU AGRICULTURA DURABILĂ - SMART-BIOTEH

DENUMIREA OBIECTIVUL O1: PN 19.10.01 - Fundamentarea științifică a proceselor din agricultură, industria alimentară și crearea de noi tehnologii, instrumente și echipamente compatibile și competitive cu aria europeană de cercetare specifică conceptului de „agricultură 4.0” în domeniul bioeconomiei

TITLUL PROIECTULUI: PN 19.10.01.02 - Cercetări privind dezvoltarea de instrumente digitale inteligente pentru interacțiunea dintre sol și organele de lucru ale mașinilor agricole și pentru conceptul "OPEN INNOVATION ECOSYSTEM"

Contractul de cercetare nr. 5N/07.02.2019

Obiectivele principale ale proiectului:

O1. Dezvoltarea de instrumente digitale inteligente pentru interacțiunea dintre sol și organele de lucru ale mașinilor agricole

O2. Dezvoltarea de instrumente digitale inteligente pentru conceptul “OPEN INNOVATION ECOSYSTEM”

PREZENTAREA OBIECTIVULUI O1

Proiectarea și exploatarea utilajelor și dispozitivelor folosite în toate domeniile tehnicii științei, la ora actuală, s-a perfecționat foarte mult prin folosirea unor mijloace informatice de acțiune rapidă și eficientă. Acum, datele necesare proiectării se accesează rapid, unele gratuit, altele contra cost (unele foarte scumpe), ca și programele software care fac munca de rutină, dar și îmbunătățiri și optimizări ulterioare. Performanțele produselor proiectării actuale și exploatarea de vârf se obțin folosind din ce în ce mai multe informații despre interacțiunea dintre utilajele și dispozitivele proiectate și mediul înconjurător, în care acestea sunt folosite pentru a satisface nevoile unei societăți umane aflată într-o cursă necontrolată a concurenței și consumului. Datele de interacțiune cu mediul înconjurător, în care produsele proiectării și fabricației se folosesc, sunt esențiale pentru creșterea performanței acestor produse, atât din punct de vedere calitativ cât și cantitativ. Creșterea preciziei acestor date, precum și introducerea în concepție și proiectare a unor aspecte noi ale relației dintre produs și mediu, a condus la obținerea unor instrumente (teoretice, computaționale și fizice) de înaltă performanță, dar care de multe ori au un cost crescut în raport cu posibilitățile utilizatorilor obișnuiți. Fie ieftine, fie scumpe aceste mijloace de estimare a interacțiunilor susnumite, au presupus investiții foarte mari, dar și riscuri în cercetare. Din această cauză, multe dispozitive experimentale sunt scumpe, împreună cu programele de calculator care le însoțesc, iar accesul la baze de date complexe este de asemenea condiționat de preturi mari. Astfel, eforturile îndreptate înspre diversificarea cunoștințelor despre interacțiunea dintre utilaje și mediu, în creșterea preciziei de estimare a intensității acestora, sunt pe deplin motivate.

Pe de altă parte, cunoașterea unui tablou cât mai complet și precis al datelor de interacțiune a utilajelor cu mediul, sunt condiții nu numai pentru creșterea performanței produselor, ci și pentru sustenabilitatea funcționării acestora (acțiuni care nu distrug mediul). În plus, cunoașterea cât mai extinsă a aspectelor fenomenului de interacțiune dintre utilaje și mediu, bineînțeles împreună cu o precizie cât mai ridicată de estimare numerică a intensităților de interacțiune, conduce la ieftinirea prețurilor de testare a produselor la încercări și în exploatare, reducând numărul și intensitatea acțiunilor de remediere și perfecționare. În acest curent de probleme ale științei și tehnicii mondiale se înscrie acest obiectiv al cărui subiect principal este reducerea costurilor și îmbunătățirea metodelor de estimare a intensității interacțiunii dintre utilajele care lucrează cu solul.

SCOPUL OBIECTIVULUI O1 consta in:

- crearea unui instrument teoretico-empiric pentru estimarea forței de rezistență întâmpinată de organele de lucru care interacționează cu solul, bazat pe experimente minimale in teren cu utilaje adecvate unei cercetări specializate (individual si in ansamblu in anumite topologii de lucru);
- crearea unei metodologii pentru determinarea datelor de interacțiune dintre organele de lucru si sol, care sa fie accesibila unei game cat mai largi de utilizatori, bazata pe experimentele care folosesc structura special construita in acest scop;
- crearea premiselor de utilizare a metodologiei in acțiuni de obținere a unor largi baze de date privind caracteristicile interacțiunii sol-organ de lucru, care astfel sa devina produse ieftine si ușor de folosit in concepția si proiectarea unor astfel de utilaje;
- investigarea unor cai de rationalizare si optimizare a regimurilor de lucru ale masinilor agricole destinate lucrarilor solului.

SITUATIA ACTUALA - OBIECTIVUL O1

In tara:

În Romania, în cadrul activităților de concepție, proiectare și experimentare a mașinilor agricole pentru lucrat solul, estimarea interacțiunilor dintre organele de lucru care lucrează în sol și sol, se utilizează preponderent teoriile din literatura de specialitate a anilor 1950-1960. Deși rezultatele obținute cu ajutorul acestor instrumente au satisfăcut cererile la momentul respectiv, începând cu anii 1970, acestea s-au dovedit a fi insuficiente in scopul optimizării acestor utilaje din punctul de vedere al procesului de lucru. Formulările literaturii de specialitate din spatiul est- european, au fost un factor de nepotrivire cu termenii moderni in care se exprimau programele de calculator care au apărut începând cu anii 1970. Trecerea, de exemplu de la rezistenta la deformare a solului si de la constanta ce dă influenta vitezei asupra rezistentei la tracțiune, de tip Goriacikin sau Letosnev, la exprimarile moderne care conțin termeni larg utilizați in geotehnica, construcții civile, limbajul teoriei corpului continuu (coeziunea si adeziunea solului, tensiuni limita de elasticitate, plasticitate, forfecare, etc.), este o condiție necesara si pentru progresul conceptiei, proiectarii si productiei de astfel de utilaje, dar si o condiție pentru o mai buna comunicare cu factorii asemănători din statele foarte dezvoltate economic.

Instrumentele si metodele de estimare a parametrilor sau constantelor de model implicate in procesele de interacțiune organ de lucru – sol, nu sunt foarte precise și necesită costuri ridicate de obținere. Inexistenta unei baze de date a unor parametri de interactiune organ de lucru – sol, cartat pe teritoriul Romaniei, care sa indice proprietati de baza ale solului, functie si de unii parametri meteorologici, reprezintă o altă argumentare a necesității proiectului. În cadrul proiectului se va crea un instrument teoretico-empiric pentru estimarea forței de rezistență întâmpinată de organele de lucru care interacționează cu solul, bazat pe experimente minimale in teren cu utilaje adecvate unei cercetări specializate.

Mentionam ca investigatia stiintifica cu baza experimentală si modelare statistica, sta la baza tuturor realizărilor industriale de mare succes, teoria singura sau insotita de foarte putine experiente avand sanse minime de reusita. Caracteristicile aleatoare ale solului si conditiile meteorologice impun realizarea unui plan experimental pe termen lung si cu un numar mare de experimente pentru a asigura un grad de incredere minim acceptabil rezultatelor.

In strainatate:

In SUA, formularea intensității forțelor de rezistenta la tracțiune s-a făcut încă din anii 30-40 ai secolului XX, in termenii mecanicii corpului continuu pentru mecanica solului, adica in termeni comuni geotehnicii, amenajărilor funciare, construcțiilor civile sau mineritului.

In Europa de Vest si USA s-a încercat corelarea penetrometriei cu predicția forței de rezistenta la tracțiune pentru pluguri, însă nu se cunosc in literatura de specialitate dispozitive de măsurare de tipul celor propuse in acest proiect si nici tehnici echivalente. Pe de alta parte, influenta unor parametri de lucru foarte importanți ai procesului de prelucrare a solului este încă incerta, de

exemplu influența vitezei de lucru și a umidității solului, sunt încă studiate intens la nivel internațional. Creșterea vitezei de lucru a adus câștiguri de productivitate, posibilă existență a unei umidități optime putând aduce câștiguri în economia de combustibili și în calitatea mediului. Din nefericire, identificarea unui optim de umiditate exact, este foarte greu de fundamentat, acesta depinzând de factori foarte importanți, care caracterizează strict local solul.

Rezultatele fundamentale, obținute în SUA și Uniunea Sovietică (acum Rusia), au fundamente solide experimentale. Formulele reprezentative folosite în practica americană au origini modele matematice statistice (mai puțin teoretice, deși există o gamă largă de formule teoretice elaborate și testate), iar în Rusia, deși aparent formulele de bază sunt teoretice, acestea conțin parametri de model care trebuie determinați experimental pentru fiecare caz concret în parte, forma globală a formulelor folosite fiind similară cu cea americană.

CONTRIBUȚIA ȘTIINȚIFICĂ/TEHNICĂ – OBIECTIV O1:

Prin natura scopurilor propuse, din punct de vedere științific, obiectivul abordează probleme nerezolvate sau rezolvate parțial în momentul de față:

- necesitatea folosirii în analiza legăturii dintre forța de rezistență la tracțiune și tensiunea de rezistență la penetrare a unui echipament pentru măsurarea forței de rezistență la deformare a solului separat pe organ de lucru, cu acțiunea simultană a mai multor organe - DMRT (dispozitiv de măsurare a forței de tracțiune pe configurații variabile);
- crearea unei metode de calcul a parametrilor de performanță ai procesului de lucru folosind *datele experimentale*, care să furnizeze exact datele cerute: forța de tracțiune pe organ, pe mașină, distribuția de forță de rezistență la tracțiune în cadrul structurii de ansamblu, etc.;
- posibilitatea generalizării informațiilor determinate (caracterizate implicit de particularitate relativ la zona pedologică și climatică în care au fost determinate);
- studiu de elaborare a unei metodologii pentru deducerea datelor asupra forței de rezistență la tracțiune din datele măsurate pe dispozitivul realizat și supus experiențelor.

Din punct de vedere tehnic, contribuția proiectului se va concretiza în dispozitivul de măsurare realizat și metodologia de deducere a forței de rezistență la tracțiune din datele măsurate.

Folosirea dispozitivului care se va realiza în cadrul acestui proiect și a metodei de calcul a rezistenței solului la deformare, va facilita câștigul de date experimentale care să poată contribui la investigații solide în problemele specificate anterior. În final impactul economic al creșterii capacității de lucru și al consumului energetic, trebuie să decida, dar, întotdeauna având în vedere, în primul rând, calitatea lucrărilor efectuate. Impactul economic se va concretiza în elaborarea unor variante constructive optime adaptate unor situații concrete.

FAZELE OBIECTIVULUI O1:

Faza 1 - Studii prospective privind stadiul actual al estimării teoretice și experimentale a forțelor de rezistență la tracțiune a echipamentelor tehnice destinate lucrărilor solului.

Contract de cercetare nr. 5N/07.02.2019

Termen de realizare: 14.03.2019

Faza 3 - Concepție variante de dispozitive cu organe de lucru de diverse tipuri, pentru măsurarea forței de rezistență la tracțiune independent pe fiecare organ de lucru și pe scheme variate de amplasare a acestora

Contract de cercetare nr. 5N/07.02.2019-AA NR. 3/2019

Termen de realizare: 09.12.2019

Faza 5 - Modelare matematică și simularea variantelor de dispozitive cu organe de lucru în scopul rationalizării și optimizării

Contract de cercetare nr. 5N/07.02.2019-AA NR. 4/2020

Termen de realizare: 14.04.2020

Faza 7 - Realizarea unor dispozitive cu organe de lucru de diverse tipuri, pentru măsurarea forței de rezistență la tracțiune independent pe fiecare organ de lucru și pe scheme variate de amplasare a acestora

Contract de cercetare nr. 5N/07.02.2019-AA NR. 6/2021

Termen de realizare: 13.05.2021

Faza 10 - Cercetări experimentale pentru dispozitivele de lucru și măsurare realizate

Contract de cercetare nr. 5N/07.02.2019-AA NR. 8 / 2022

Termen de realizare: 12.05.2022

Faza 11 - Prelucrarea datelor experimentale și eventuale modificări ale variantelor de dispozitive realizate

Contract de cercetare nr. 5N/07.02.2019-AA NR. 9 / 2022

Termen de realizare: 14.09.2022

Faza 13 - Elaborarea de modele statistice ale rezultatelor experimentale privind interacțiunea dintre mașina de prelucrat solul și sol

Contract de cercetare nr. 5N/07.02.2019-AA NR. 10 / 2022

Termen de realizare: 13.10.2022

Faza 15 - Cercetări experimentale privind validarea rezultatelor obținute pe mașini de lucrat solul și demonstrarea funcționalității și utilității. Diseminare pe scară largă

Contract de cercetare nr. 5N/07.02.2019-AA NR. 10 / 2022

Termen de realizare: 14.11.2022

REZUMATUL FAZELOR OBIECTIVULUI O1:

FAZA 1:

Obiectivul fazei 1: Studii prospective privind stadiul actual al estimării teoretice și experimentale a forțelor de rezistență la tracțiune a echipamentelor tehnice destinate lucrărilor solului.

Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei 1:

- Studiu prospectiv
- Studiu tehnologic

Rezumatul fazei 1:

În cadrul fazei 1 s-au realizat 2 studii:

- 1) Studiu prospectiv privind stadiul actual al estimării teoretice și experimentale a forțelor de rezistență la tracțiune a echipamentelor tehnice destinate lucrărilor solului.
- 2) Studiu tehnologic privind concepția instrumentelor destinate estimării forței de rezistență la tracțiune.

Studiu prospectiv privind stadiul actual al estimării teoretice și experimentale a forțelor de rezistență la tracțiune a echipamentelor tehnice destinate lucrărilor solului

Studiul prospectiv este structurat astfel: Introducere, 3 Capitole, 10 Anexe și Bibliografie.

Introducere: Acest proiect pleacă de la câteva aspecte ale calculului unuia dintre cei mai importanți parametri ai proceselor de lucru a agregatelor agricole. Lucrările sunt dedicate agregatelor destinate lucrărilor solului, lucrare reprezentativă pentru orice exploatare agricolă. În general, aceste lucrări (arat, afanare, cultivare, frezare, prasila, etc.) sunt mari consumatoare de energie și timp de lucru. Reducerea consumurilor energetice este legată și de reducerea poluării.

Odată cu teoria clasică a interacțiunii organelor de lucru cu solul, din cauza unor utilizări excesive, prelucrarea agricolă a solului s-a văzut pusă în fața unor consecințe negative ale exceselor

de acest tip. Folosirea excesiva a araturii si exploatarea intensiva a solului a facilitat eroziunea, saracirea solului in substante organice si aparitia unor fenomene caracteristice secetei, chiar desertificarii.

De asemenea, prelucrarile mecanice ale solului, desi provoaca partial compactarea solului, dau si solutii in scopul remedierii starii solului compactat. A aparut astfel o problematica nou legata de tehnologii de cultura cu minimum de lucrari ale solului sau chiar zero lucrari ale solului.

Dezvoltarea teoriei proceselor de lucru ale masinilor agricole a urmat un curs corect dupa ce fundamentele au prins contur, indreptandu-si toate eforturile spre obtinerea de solutii simple si complexe cu caracter optimal. Sunt foarte numeroase lucrarile de specialitate care se ocupa cu gasirea unor astfel de solutii optime.

Studiu tehnologic privind conceptia instrumentelor destinate estimarii fortei de rezistenta la tractiune

Studiul tehnologic privind conceptia instrumentelor destinate estimarii fortei de rezistenta la tractiune este structurat astfel: I1) Dispozitiv de masurare a fortei de tractiune (DMFT); I2) Dispozitivul de masurare a rezistentei la tractiune necesara pentru organ de lucru unic, individual (DMRT); I3) Masina complexa de lucrat solul cu utilizare in cercetare si practica agricola (MCLS); I4) Concluzii.

Concluzii

Dispozitivul DMFT, este destinat cresterii preciziei de masurare a componentei de tractiune pura a fortei de rezistenta la tractiune opusa tractorului de utilajul agricol. Masurarea fortei de tractiune se va face cu ajutorul DMFT, dar, alternativ, se pot folosi si alte dispozitive, ocazie cu care pot fi facute studii de calibrare.

Dispozitivul DMRT, va fi folosit pentru determinarea fortei de rezistenta opuse de organul de lucru individual, pentru a fi comparat apoi cu masuratorile pe colective sau ansambluri de organe de lucru, asa cum sunt asezate acestea in formatii de lucru pe structurile portante ale masinilor agricole destinate prelucrării solului.

Masina agricola MCLS, cu caracter universal pentru lucrari agricole de prelucrare a solului este un instrument de cercetare in primul rand, destinat investigarii efectelor variatiei topologiei organelor de lucru pe structura portanta, a comportamentului fiecarui organ de lucru in ansamblu (fata de lucrul individual, estimat cu ajutorul DMRT). In al doilea rand, MCLS este ea insasi un subiect de cercetare ca masina agricola, ca performante si posibilitate de valorificare. Variantele multiple de geometrie a MCLS pun la dispozitie variante corespunzatoare de calcul, utile pentru determinarea unor formule complexe de calcul a parametrilor de performanta ai masinilor agricole functie de caracteristicile solului, culturii, masinii de tractiune, calitatilor atmosferice, etc.

Rezultatele planificate ale fazei 1 au fost realizate integral, astfel:

- **Studiu prospectiv privind stadiul actual al estimării teoretice si experimentale a forțelor de rezistenta la tractiune a echipamentelor tehnice destinate lucrarilor solului.**
- **Studiu tehnologic privind conceptia instrumentelor destinate estimarii fortei de rezistenta la tractiune.**

FAZA 3

Obiectivul fazei 3: Concepție variante de dispozitive cu organe de lucru de diverse tipuri pentru măsurarea forței de rezistență la tractiune independent pe fiecare organ de lucru și pe scheme variate de amplasare a acestora.

Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei 3:

- 1 Plan tehnic variante de dispozitive cu organe de lucru de diverse tipuri pentru măsurarea forței de rezistență la tractiune independent pe fiecare organ de lucru și pe scheme variate de amplasare a acestora.
- 1 Articol BDI

Rezumatul fazei 3:

SISTEM COMPLEX EXPERIMENTAL (SCE)

Sistemul complex experimental este conform planului tehnic realizat. (Figura 1).

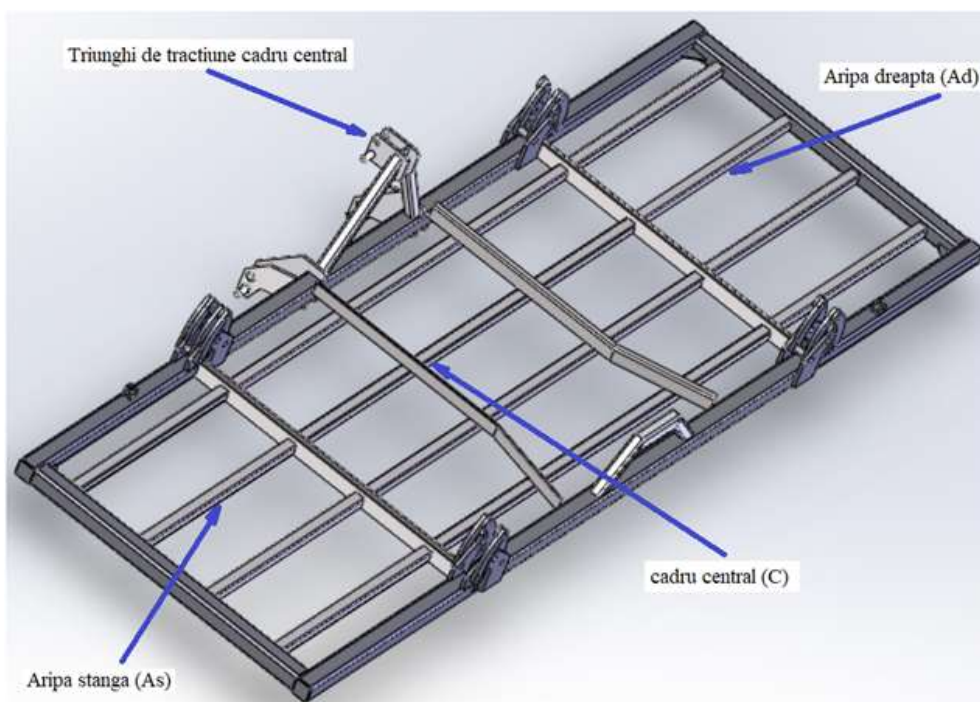


Figura 1 Structura ansamblului Cultivatorului Complex Experimental (SCE)

Activitatea de concepție desfășurată în această etapă a servit obiectivului proiectului.

Dispozitivele concepute întrunesc, după literatura științifică parcursă, elemente de noutate și inovație, ceea ce creează premisele pentru elaborarea unor propuneri de brevete de invenție (DMRT și MCLS în întregime ca mașina de lucrat solul modulată și pentru cercetare).

De asemenea, acestea facilitează studiul și estimarea introducerii unor tehnologii moderne de cultivare a solului.

Cercetarile experimentale ce se vor efectua cu aceste dispozitive pot facilita tehnologii cu minim de lucrări cu caracter inovativ și se poate studia efectul unor noi organe de lucru asupra unor culturi agricole, precum și eficiența lor economică.

Prin concepție și proiectare, sistemul complex de prelucrare a solului, SCE, se apropie de categoria structurilor numite SMART-TILL (instrument de gestionare a solului utilizat pentru a îmbunătăți practicile de câmp până la minimum de lucrări).

SCE este destinat pentru o cercetare multilaterală dar este disponibil pentru folosirea într-o tehnologie de cultură agricolă multilaterală, în sensul multiplelor lățimi de lucru posibile și organe de lucru atașabile. Prin posibilitatea de a monta organe de lucru diferite, structura dobândește o perioadă de funcționare sezonieră mai mare (acoperă mai multe lucrări), putând funcționa în formate de structură de gabarit diferit, poate fi folosită de surse de tracțiune de puteri mici și mari și poate asigura o protecție mai bună a solului la compactare. Se poate folosi pentru lucrări ale solului ușoare și medii și cu organe de lucru adecvate pentru tocarea resturilor vegetale.

În ceea ce privește cercetarea, structura SCE permite evaluarea efectului creșterii numărului de organe asupra forței de rezistență la tracțiune în aceleași condiții de mediu, poate determina efectul creșterii densității organelor de lucru în structură, poate realiza compararea rezistențelor la tracțiune produse de diferite organe de lucru.

Comparând capacitățile prevăzute ale acestei structuri, SCE și comparând cu literatura de specialitate, se constată că aceasta poate constitui subiectul unei propuneri de invenție. În aceeași situație s-ar putea afla și tehnologiile de cultură care folosesc o astfel de structură.

Rezultatele planificate ale fazei 3 au fost realizate integral, astfel:

- **1 Plan tehnic** variante de dispozitive cu organe de lucru de diverse tipuri, pentru măsurarea forței de rezistență la tracțiune independent pe fiecare organ de lucru și pe scheme variate de amplasare a acestora.
- **3 articole ISI:**
 - 1) Cardei Petru, Sfiru Raluca, Muraru Vergil, *A MATHEMATICAL MODEL FOR THE ACCUMULATION OF FATIGUE IN BARS SUBJECTED TO LATERAL VIBRATIONS*, 8th International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development, TE-RE-RD 2019, Valahia University of Târgoviște, România, 06 - 09 June 2019, Issue E3S Web Conf, Volume 112, Article Number 03002 eISSN: 2267-1242, DOI: 10.1051/e3sconf/201911203002.
 - 2) Muraru Vergil, Cristea Oana Diana, Muraru Sebastian Lucian, Dulgheru Ana, Berevoianu Bogdan, *OPEN INNOVATION IN AGRO-FOOD CLUSTERS IN ROMANIA*, Proceedings of „6th International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences & Art SGEM 2019”, Albena, Bulgaria, Vol. 6, Issue 2, ISSN 2682-9959, ISBN 978-619-7408-92-8, pag. 685 – 682;
 - 3) Muraru – Ionel Cornelia, Muraru Vergil, Leucuta Christina, Condruz Paula, Berevoianu Bogdan, *THE ENTREPRENEURSHIP IN ROMANIA IN THE CONTEXT OF SMART SPECIALIZATION*, Proceedings of „6th International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences & Art SGEM 2019”, Albena, Bulgaria, Vol. 6, Issue 2, ISSN 2682-9959, ISBN 978-619-7408-92-8, pag. 781 – 787.

FAZA 5:

Obiectivul fazei 5:

Modelare matematică și simularea variantelor de dispozitive cu organe de lucru în scopul raționalizării și optimizării..

Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei 5:

- 1 Articol BDI
- 4 Modele matematice minim
- 1 Metodologie

Rezumatul fazei 5:

Pentru această etapă era prevăzută realizarea a patru modele matematice structurale pentru componentele CCE sau pentru întreaga structură și o metodologie de lucru ca o concluzie a procedeelelor și metodelor de construcție și analiză folosite. De asemenea, era propusă realizarea unui articol BDI.

S-au realizat șase modele matematice structurale și metodologia dorită.

iar metodologia se numește: **Metodologia de analiză și simulare structurală.**

Articolele realizate și propuse spre publicare la diverse conferințe în timpul desfășurării acestei etape sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1 Articole științifice concepute și trimise spre publicare la conferințe științifice cotate ISI definitivitate pe perioada de timp a acestei etape a proiectului.

A1	Petru Cardei, Vergil Muraru, Bogdan Berevoianu, Sebastian Muraru, <i>DRAFT FORCE ON SOIL TILLAGE, MODEL TESTS AND RELATIVE ORDERING</i> (propusa la 19 th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, 20-22.05.2020, Jelgava, Latvia);
A2	Petru Cardei, Paula Condruz, Raluca Sfiru, Cornelia Muraru, <i>TESTS FOR PHYSICAL LAWS OF THE DRAFT FORCE GENERATED IN THE TILLAGE OPERATIONS</i> (propusa la 19 th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, 20-22.05.2020, Jelgava, Latvia);

A3	Petru Cardei, Raluca Sfiru, Sebastian Muraru, Paula Condruz, SOIL MOISTURE INFLUENCE IN THE SOIL TILLAGE OPERATIONS (propusa la TE-RE-RD 9 th International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development, 28-29 May 2020, Constanta, Romania);
A4	Petru Cardei, Sebastian Muraru, Cornelia Muraru, Raluca Sfiru, VALIDATION AND ORDERING TEST FOR AN FORMULA OF SOIL TILLAGE DRAFT FORCE, EXTENDED TO THE DEPENDENCE ON SOIL MOISTURE (propusa la 7 th International Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering (EE&AE), 11-13 June 2020, Ruse, Bulgaria).

CONCLUZII

Lucrările acestei etape au constat în cercetarea post-conceptie, post-proiectare și pre-execuție a structurii cultivatorului complex destinat cercetărilor experimentale CCE, asupra interacțiunii dintre mașina agricolă destinată lucrărilor solului și sol. Modelele matematice pentru studiul unei astfel de structuri sunt astăzi, aproape fără excepție, modele matematice structurale, cu referință la structura portantă. Modelarea contactului dintre organele de lucru și sol este abordată în cele patru articole ale acestei etape și constă în modele clasice, fie de ierarhizare, fie modificate prin considerarea unor parametri ai solului neimplicați până acum direct în formulele clasice.

Rezultatele planificate ale fazei 5 au fost realizate integral și chiar depășite, astfel:

Denumire rezultate	Rezulate propuse	Rezultate realizate	Decriere rezultate
Articole	1	4	<ol style="list-style-type: none"> 1) Petru Cardei, Vergil Muraru, Bogdan Berevoianu, Sebastian Muraru, DRAFT FORCE ON SOIL TILLAGE, MODEL TESTS AND RELATIVE ORDERING (propusă la 19th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, 20-22.05.2020, Jelgava, Latvia); 2) Petru Cardei, Paula Condruz, Raluca Sfiru, Cornelia Muraru, TESTS FOR PHYSICAL LAWS OF THE DRAFT FORCE GENERATED IN THE TILLAGE OPERATIONS (propusă la 19th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, 20-22.05.2020, Jelgava, Latvia); 3) Petru Cardei, Raluca Sfiru, Sebastian Muraru, Paula Condruz, SOIL MOISTURE INFLUENCE IN THE SOIL TILLAGE OPERATIONS (propusă la TE-RE-RD 9th International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development, 28-29 May 2020, Constanta); 4) Petru Cardei, Sebastian Muraru, Cornelia Muraru, Raluca Sfiru, VALIDATION AND ORDERING TEST FOR AN FORMULA OF SOIL TILLAGE DRAFT FORCE, EXTENDED TO THE DEPENDENCE ON SOIL MOISTURE (propusă la 7th International Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering (EE&AE), 11-13 June 2020, Ruse, Bulgaria).
Modele matematice (structurale)	4	6	<ol style="list-style-type: none"> 1) M1 - Model structural cu elemente finite de tip BEAM3D a structurii centrale, C, a mașinii de lucrat solul, CCE

Denumire rezultate	Rezulate propuse	Rezultate realizate	Decriere rezultate
			2) M2 - Model structural cu elemente finite de tip SOLID pentru aripa dreaptă, Ad, a structurii CCE 3) M3 - Model structural cu elemente finite de tip SOLID pentru aripa stangă, As, a structurii CCE 4) M4 - Model structural cu elemente finite de tip SOLID pentru corpul central, C, al structurii CCE 5) M5 - Model structural cu elemente finite de tip SOLID pentru intreaga structură portantă CCE 6) M6 - Model structural al suportului de lucru in formă de arc spiral cu elemente finite de tip SOLID
Metodologie	1	1	Metodologia de analiză și simulare structurală.

FAZA 7

Obiectivul fazei 7: Realizarea unor dispozitive cu organe de lucru de diverse tipuri, pentru măsurarea forței de rezistența la tracțiune independent pe fiecare organ de lucru și pe scheme variate de amplasare a acestora.

Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei 7:

- 1 Proiect de executie (plan tehnic)
- 1 Model funcțional - Dispozitiv cu organe de lucru de tip cizel pentru masurare forta de rezistența la tranctiune independent pe fiecare organ de lucru, echipat cu dispozitive concepute pentru masurare separata
- 1 Articol BDI

Rezumatul fazei 7:

Proiect de executie

S-a realizat proiectul de executie pentru model funcțional - Dispozitiv cu organe de lucru de tip cizel pentru masurare forta de rezistența la tranctiune independent pe fiecare organ de lucru, echipat cu dispozitive concepute pentru masurare separata, care este destinat pentru cercetări complexe a mașinilor agricole in interactiunea cu solul.

Modelul functional realizat cu, elemente de noutate și inovație au condus la elaborarea unei cereri de brevet de inventie

Cercetarile experimentale ce se vor efectua cu aceste dispozitive pot facilita tehnologii cu minim de lucrări cu caracter inovativ și se poate studia efectul unor noi organe de lucru asupra unor culturi agricole, precum și eficiența lor economică.

Rezultatele planificate ale fazei 7 au fost realizate integral, astfel:

Denumire rezultate	Rezulate propuse	Rezultate realizate	Decriere rezultate
Proiect de executie (plan tehnic)	1	1	Plan tehnic – Dispozitiv cu organe de lucru de tip cizel pentru masurare forta de rezistența la tranctiune independent pe fiecare organ de lucru, echipat cu dispozitive concepute pentru masurare separate
Model funcțional	1	1	Dispozitiv cu organe de lucru de tip cizel pentru masurare forta de rezistența la tranctiune independent pe fiecare organ de lucru, echipat cu 9 dispozitive concepute pentru masurare separata

Denumire rezultate	Rezulate propuse	Rezultate realizate	Decriere rezultate
Articol BDI	1	2 - articole ISI	1) Petru Cardei, Radu Ciuperca, Adriana Muscalu, Sebastian Muraru, <i>PLANTING ERRORS IN THE EXPLOITATION OF SEEDLING PLANTERS, CAUSES AND IMPROVEMENT SOLUTIONS</i> , Proceedings of the 48 th International Symposium ACTUAL TASKS ON AGRICULTURAL ENGINEERING, Zagreb, Croatia, 2 nd – 4 th March 2021, ISSN 1848-4425, pp. 219 – 228 2) Petru Cardei, Sorin Șt. Biris, Sebastian Muraru, Marius Oprescu, <i>CONSEQUENCES OF MODELING THE DRAFT TILLAGE FORCE ON THE DYNAMICS OF THE SOIL TILLAGE AGRICULTURAL MACHINERY</i> , Engineering for Rural Development, 26.-28.05.2021, Jelgava, Latvia
Cerere de brevet de invenție	0	1	„STRUCTURĂ PORTANTĂ MODULATĂ PENTRU UTILAJE AGRICOLE”, Nr. Inregistrare OSIM A-00658 din 21.10.2020, autori: Muraru Vergil Marian. Cârdei Petru, Muraru Sebastian, Muraru-Ionel Cornelia, Condruz Paula

FAZA 10

Obiectivul fazei 10: Raport de experimentare (procedură de încercări) și buletine de încercări

Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei 10:

- 1 Raport de experimentare (procedură de încercări)
- 5 Buletine de încercări minim

Rezumatul fazei 10:

În cadrul fazei 10 s-au efectuat cercetări experimentale pe baza unei **proceduri de încercare** elaborate asupra dispozitivelor realizate, în urma cărora s-au obținut **raportul de experimentare** cu rezultate stocate electronic și 6 buletine de încercări.

Dispozitivele realizate s-au constituit într-o structură modulară complexă, echipată cu organe de lucru pentru prelucrarea solului, denumită MCSL (Mașină Complexă de Prelucrare a Solului).

Rezultatele planificate ale fazei 10 au fost realizate integral, astfel:

Denumire rezultate	Rezulate propuse	Rezultate realizate	Decriere rezultate
Raport de experimentare	1	1	Raport de experimentare
Procedura de incercari	1	1	Procedura de incercari
Buletine de incercari	Minim 5	6	1) Buletin de incercare nr. 1 din 28.04.2022 <i>Produs:</i> Dispozitive de lucrat solul pentru măsurari a forței de rezistența la tracțiune <i>Dimensiuni:</i> - latime de lucru: 4 m - în stare pliată: 2 m

Denumire rezultate	Rezulate propuse	Rezultate realizate	Decriere rezultate
			<p><i>cod fisier inregistrare: T3_R3_1500rpm</i> 2) Buletin de incercare nr. 2 din 28.04.2022 <i>Produs: Dispozitive de lucrat solul pentru măsurari a forței de rezistența la tracțiune</i> <i>Dimensiuni:</i> - latime de lucru: 4 m - în stare pliată: 2 m <i>cod fisier inregistrare: T3_R3_2300rpm</i> 3) Buletin de incercare nr. 3 din 28.04.2022 <i>Produs: Dispozitive de lucrat solul pentru măsurari a forței de rezistența la tracțiune</i> <i>Dimensiuni:</i> - latime de lucru: 4 m - în stare pliată: 2 m <i>cod fisier inregistrare: T1_R2_2600rpm</i> 4) Buletin de incercare nr. 4 din 28.04.2022 <i>Produs: Dispozitive de lucrat solul pentru măsurari a forței de rezistența la tracțiune</i> <i>Dimensiuni: latime de lucru: 2 m;</i> <i>cod fisier inregistrare:</i> proba1_centru_v2_ridicatatext 5) Buletin de incercare nr. 5 din 28.04.2022 <i>Produs: Dispozitive de lucrat solul pentru măsurari a forței de rezistența la tracțiune</i> <i>Dimensiuni: - latime de lucru 2 m;</i> <i>cod fisier inregistrare:</i> proba1_centru_v4_ridicattext 6) Buletin de incercare nr. 6 din 28.04.2022 <i>Produs: Dispozitive de lucrat solul pentru măsurari a forței de rezistența la tracțiune</i> <i>Dimensiuni: - latime de lucru 2 m;</i> <i>cod fisier inregistrare:</i> proba1_centru_v4_ridicattext</p>

Exemplu de buletin de incercari:

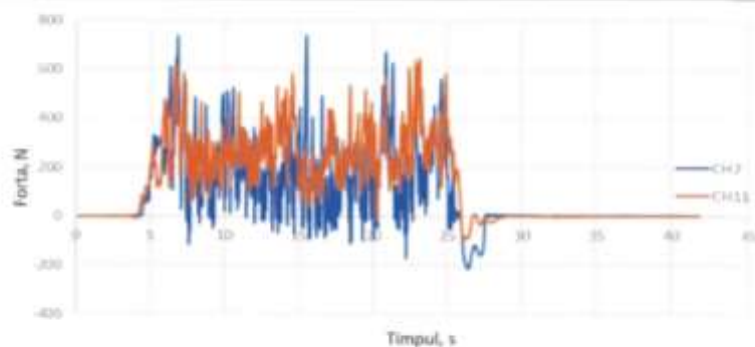


Fig. B6.1 Înregistrare a forțelor de rezistență la tracțiune pe canalele 7, 11, corespunzătoare marciilor fizic amplasate ca în fig. 2.5.1 din procedura

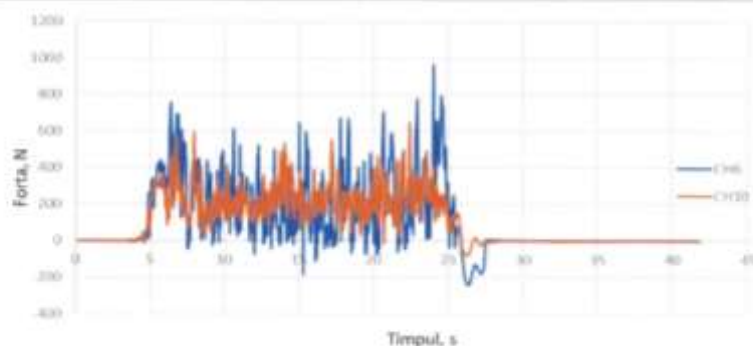


Fig. B6.2 Înregistrare a forțelor de rezistență la tracțiune pe canalele 6, 10, corespunzătoare marciilor fizic amplasate ca în fig. 2.5.1 din procedura

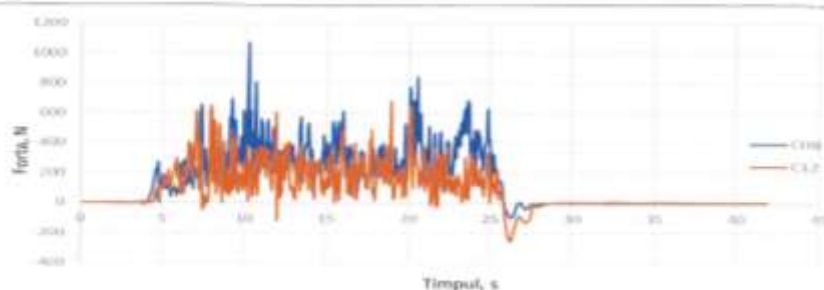


Fig. B6.3 Înregistrare a forțelor de rezistență la tracțiune pe canalele 8, 12, corespunzătoare marciilor fizic amplasate ca în fig. 2.5.1 din procedura

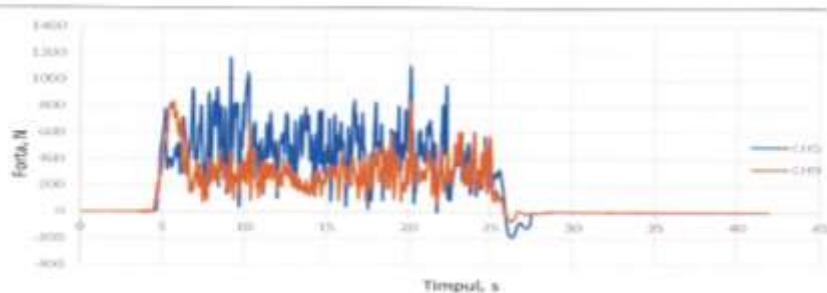


Fig. B6.4 Înregistrare a forțelor de rezistență la tracțiune pe canalele 5, 9, corespunzătoare marciilor fizic amplasate ca în fig. 2.5.1 din procedura

FAZA 11:

Obiectivul fazei 11:

- Prelucrarea datelor experimentale
- 1 articol BDI

Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei 11:

- Prelucrarea datelor experimentale
- 1 articol BDI

Rezumatul fazei 11:

Această etapă are ca subiect principal *prelucrarea datelor obținute în activitatea experimentală descrisă în raportul precedent* (corespunzător etapei precedente a proiectului). Necesitatea acestei etape are la bază două motive. Primul este numărul mare de înregistrări care au un caracter în mare parte aleator. Al doilea motiv este legat de faptul că, experiențele au fost foarte reduse ca tipuri de măsuratori pe structura de bază folosită în activitatea de experimentare.

În ceea ce privește numărul mare de înregistrări, ca mărime, fiecare dintre acestea sunt secvențe digitale ce conțin între 3000 și 7000 de eşantioane (176 (structura cu lățimea de lucru de 4 m) + 91 (structura cu lățimea de lucru de 2 m) + 96 (structura cu lățimea de lucru de 1 m) = 363 înregistrări digitale). Fiecare dintre aceste secvențe conține și defecte de înregistrare, care trebuie eliminate, o secvență principală pe care se determină caracteristicile statistice de bază, secvență al cărei eşantion de start și de final trebuie identificate.

Datele înregistrate în aceste experimente, în afara înregistrărilor sus-menționate, conțin timpii de lucru cronometrați între bornele convenționale (amplasate la distanța de 30 m, cu pauză de 10 m între ele), precum și date de mediu: rezistența la penetrare a solului, umiditatea solului, adâncimea de lucru, cantitatea specifică de resturi vegetale.

Prelucrarea datelor experimentale s-a făcut ținând seama de forma acestora și de rezultatele care se doresc a fi obținute, în primul rând din rezultatele experimentale. Procesarea datelor experimentale conține două direcții distincte de care trebuie ținut seama atunci când ne propunem să obținem rezultate finale cât mai complete.

O categorie de date experimentale foarte frecvent întâlnită este formată din înregistrări ale unor semnale electrice în timp, direct pe suport magnetic. Acesta este și cazul experimentelor care formează subiectul activității de procesare a datelor, descrisă în acest raport.

O altă categorie de date experimentale o formează datele numerice care pot fi înregistrate electronic sau stocate pe alte suporturi (hârtie, de exemplu).

În continuare se prezintă rezultatele prelucrării datelor experimentale pentru un set de date.

Prelucrarea datelor experimentale pentru substructura MCLS cu lățimea de lucru 1 m

Codul experimentului: T1_R2_2400rpmtxt.txt

Secvența principală selectată pentru prelucrarea înregistrărilor acestui experiment se obține prin tăierea capetelor care conțin secvențele tranzitorii de plecare și oprire, de la secunda 25 până la secunda 65.

Reprezentarea grafică a variației în timp a forțelor la cele 12 organe de lucru ale substructurii cu lățimea de lucru de 1 m (Fig. 1), peste toate eşantioanele culese poate fi observată în Fig. 2.



Fig. 1 Verificarea funcționalității în lucru a variantei cu lățime maximă, respectiv minimă de lucru a structurii MLCS.

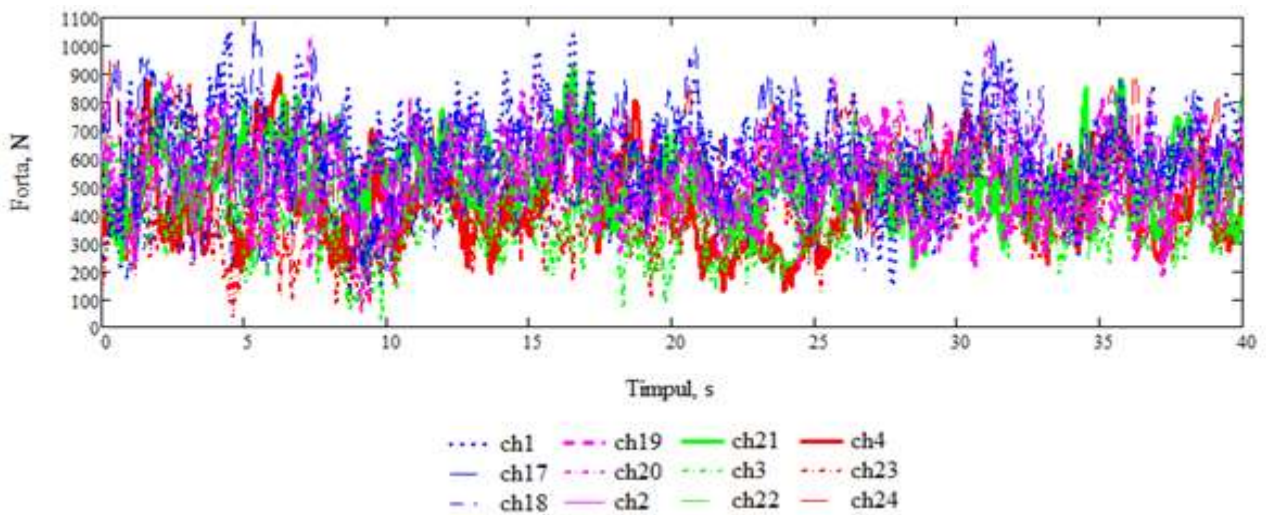


Fig. 2 Variația în timp a forțelor ipotetice la fiecare organ de lucru al substructurii cu lățimea de lucru de 1 m.

Pentru a pune în evidență mai bine variația forțelor de rezistență la tracțiune generate de interacțiunea dintre acestea și sol, se face netezirea semnalului prin mediere la 100 de eșantioane.

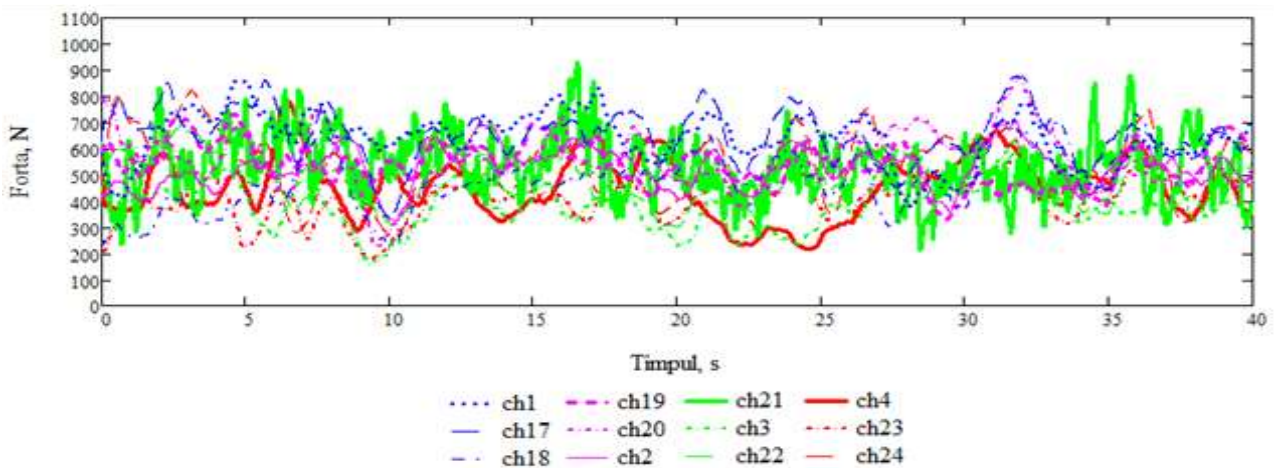


Fig. 3 Variația în timp a forțelor ipotetice la fiecare organ de lucru al substructurii cu lățimea de lucru de 1 m, mediată la 100 de eșantioane.

În tabelul 1 sunt scrise secvențele de 10 frecvențe principale prezente în semnalele înregistrate de senzorii de deformare lipiți pe suportii celor 12 organe de lucru ale substructurii MCLS cu lățimea de lucru 1 m.

Pe primul rând al tabelului sunt prezentate codurile fiecărui canal de înregistrare, în corespondență cu codarea din Fig. 2.

Tabelul 1 Primele 10 frecvențe principale prezente în semnalele înregistrate de senzorii de deformare lipiți pe suportii celor 12 organe de lucru ale substructurii MCLS cu lățimea de lucru 1 m.

ch4	ch23	ch24	ch21	ch3	ch22	ch19	ch20	ch2	ch1	ch17	ch18
0.223	0.074	0.223	0.074	0.223	0.223	0.074	0.223	0.742	0.074	0.223	0.371
0.297	0.742	1.187	0.297	0.593	0.742	0.223	0.742	0.593	0.519	0.964	0.074
0.148	0.371	0.964	0.816	0.074	0.964	0.148	2.077	0.148	0.297	1.113	0.148
0.593	1.261	0.742	0.668	0.89	0.668	0.742	0.074	0.964	0.445	0.89	0.223
0.742	1.187	0.074	0.964	0.742	0.593	1.632	0.89	0.668	2.077	0.742	1.261
0.816	0.223	1.113	0.593	0.148	0.297	2.077	1.113	1.187	0.593	0.519	0.964
0.519	0.519	1.261	1.484	1.929	0.074	0.964	0.593	0.297	1.113	0.297	0.445
1.113	0.816	0.297	1.409	2.003	1.113	1.409	0.445	0.371	0.371	1.187	0.742
1.409	0.148	0.668	2.3	1.113	1.187	0.816	3.042	0.445	0.964	0.371	1.187
1.187	1.484	1.409	1.261	0.371	1.855	0.297	3.932	1.113	1.929	2.522	1.113

În tabelul 2 sunt scrise valorile medii ale forțelor de rezistență la tracțiune pe organ de lucru și pe linie de organe de lucru pentru substructura cu lățimea de lucru de 1 m a MCLS.

De asemenea, este dată distribuția senzorilor de deformare pe linii și coloane (cu precizarea că aceștia nu sunt aliniați pe verticală ca în tabel, ci sunt deplasați diagonal, pentru ca organele de lucru și suportii organelor de lucru să poată evacua mai ușor resturile vegetale de pe câmp). Etichetele senzorilor sunt în concordanță cu cele ce se pot observa în Fig. 2.

Tabelul 2 Valorile medii ale forțelor de rezistență la tracțiune pe organ de lucru și pe linie de organe de lucru pentru substructura cu lățimea de lucru de 1 m a MCLS.

	Tractor			Tractor			Forța medie pe linie, N
	Etichete senzori și canale			Forța medie pe organ de lucru, N			
Linia 1	4	23	24	453.124	410.584	537.523	467.077
Linia 2	21	3	22	536.507	385.602	483.493	468.534
Linia 3	19	20	2	541.699	552.885	532.069	542.218
Linia 4	1	17	18	644.269	650.431	493.188	595.963

Forța medie peste toate organele de lucru (o medie a mediilor) are valoarea 518 N, ceea ce ținând seama de cele 12 organe de lucru, corespunde la o forță totală de rezistență la tracțiune cu valoarea 6221 N. Experiența s-a desfășurat cu o valoare medie a vitezei de lucru 0.789474 m/s.

Pentru a face o comparație între intensitățile vibrațiilor organelor de lucru ale substructurii MCLS cu lățimea de lucru de 1 m, se calculează un indice normal al împrăștierii valorilor în jurul mediei, după formula:

$$i_v = \frac{Fm_{i,j} - \min(Fm)}{\max(Fm) - \min(Fm)} \quad (1)$$

în care Fm este vectorul forțelor medii care apar în coloanele 5, 6 și 7 ale tabelului 2. Măsura (1) a împrăștierii valorilor medii ale forțelor de rezistență la tracțiune pe organ de lucru este o măsură pentru compararea acestei împrăștieri relativ la poziția pe structura portantă a organelor de lucru și suportilor acestora, nu o măsură a împrăștierii în secvența temporală, pentru care ar trebui folosită abaterea medie standard în secvențele înregistrate. Această ultimă măsură a împrăștierii este subiectul unei analize statistice descriptive inclusă în etapa următoare a proiectului.

În tabelul 3 sunt scrise măsurile împrăștierii valorilor forței de rezistență la tracțiune generată de fiecare organ de lucru al substructurii MCLS cu lățimea de lucru de 1 m, într-un sistem similar cu valorile medii ale acelorași forțe, așa cum este descris la tabelul 2.

Tabelul 3 Valorile împrăștierilor forțelor de rezistență la tracțiune pe organ de lucru și pe linie de organe de lucru pentru substructura cu lățimea de lucru de 1 m a MCLS, date prin indicii de vibrație, i_v , definit în formula (1).

	Tractor			Tractor			Forța medie pe linie, N
	Etichete senzori și canale			Forța medie pe organ de lucru, N			
Linia 1	4	23	24	0.255	0.094	0.574	0.308
Linia 2	21	3	22	0.57	0	0.37	0.313
Linia 3	19	20	2	0.589	0.632	0.553	0.591
Linia 4	1	17	18	0.977	1	0.406	0.794

Corelația variațiilor forțelor corespunzătoare fiecărui organ de lucru cu toate celelalte organe este dată sub forma matricii corelațiilor forțelor, tabelul 4.

Tabelul 4 Matricea corelațiilor variațiilor forțelor de rezistență la tracțiune generate de organele de lucru ale substructurii MCLS cu lățimea de lucru de 1 m.

1	0.143	-0.053	0.317	0.21	0.006	0.101	0.17	0.024	0.072	0.105	0.064
0.143	1	0.323	-0.157	0.193	0.298	-0.031	0.192	0.204	-0.031	0.238	0.25
-0.053	0.323	1	-0.119	0.224	0.645	0.08	0.3	0.314	0.034	0.403	0.117
0.317	-0.157	-0.119	1	0.038	-0.038	0.409	0.035	0.161	0.370	0.149	0.071
0.21	0.193	0.224	0.038	1	0.241	0.123	0.434	0.213	0.006	0.145	0.062
0.006	0.298	0.645	-0.038	0.241	1	0.195	0.297	0.394	0.176	0.356	0.097
0.101	-0.031	0.08	0.409	0.123	0.195	1	0.043	0.091	0.502	0.171	-0.051
0.170	0.192	0.3	0.035	0.434	0.297	0.043	1	0.299	0.196	0.401	0.251
0.024	0.204	0.314	0.161	0.213	0.394	0.091	0.299	1	0.192	0.363	0.364
0.072	-0.031	0.034	0.370	0.006	0.176	0.502	0.196	0.192	1	0.404	0.092
0.105	0.238	0.403	0.149	0.145	0.356	0.171	0.401	0.363	0.404	1	0.32
0.064	0.25	0.117	0.071	0.062	0.097	-0.051	0.251	0.364	0.092	0.32	1

Valoarea maximă a matricii corelațiilor este 0.645 cele două canale (respectiv organe) corelate la acest nivel fiind ch23 și ch3, adică organele centrale de pe liniile 1 și 2 după tractor (atenție acestea nu sunt alinierte, adică nu se găsesc pe aceeași dreaptă paralelă cu direcția de înaintare a agregatului !).

CONCLUZII

Etapa de prelucrare a datelor experimentale pentru echipamentul MCLS a avut scopuri bine definite:

- verificarea realizării performanțelor dorite prin analiza statistică a datelor experimentale;
- estimarea serviciilor de cercetare pe care echipamentul MCLS este capabil să le satisfacă;
- estimarea necesarului de calcul preliminar în activitatea de cercetare preliminară folosind echipamentul MCLS;
- identificarea unor căi de îmbunătățire a performanțelor echipamentului MCLS și a posibilităților de utilizare în producție a acestuia;
- emiterea unor observații preliminare ca ipoteze la etapa de modelare statistică și modelare matematică ce urmează acestei etape.

C1) Estimarea forțelor de rezistență la tracțiune generate de interacțiunea dintre organul de lucru și sol a fost demonstrată în experimente și prelucrarea datelor.

C2) Estimarea forței totale de rezistență la tracțiune generată de cele trei variante de lucru ale MCLS este unul dintre serviciile cele mai importante ale agregatului tractor – MCLS. Pentru aceasta este obligatorie măsurarea acestei forțe cu un element de măsurare global: o ramă tensometrică, o

doză sau un sistem de doze tensometrice între tractor și variantele MCLS, sau măsurarea forței de rezistență la tracțiune cu două tractoare (tractor suplimentar). Modul de estimare numai prin multiplicarea valorii medii a forței de rezistență la tracțiune pe organ de lucru, neglijează frecarea roților de limitare a adâncimii de lucru cu solul, în afară de eroarea ce se face considerând media pe organele de lucru măsurate.

C3) Comportamentul diverselor organe de lucru în procesarea solului cu variantele MCLS, deoarece, așa cum am arătat în rapoartele precedente, pe oricare dintre variante se poate monta o gamă variată de organe de lucru;

C4) Echipamentul MCLS poate efectua cercetări complexe de optimizare experimentală sau teoretico-empirică a regimului de lucru a unor agregate de acest tip. Funcțiile obiectiv vizate sunt:

- forța de rezistență tracțiune,
- consumul de combustibil,
- uniformitatea adâncimii și lățimii de lucru,
- gradul de mărunțire a solului,
- gradul de eliminare a resturilor vegetale.

Pentru parametrii de optimizare, se pot folosi:

- viteza de lucru,
- lățimea de lucru,
- adâncimea de lucru,
- tipul organelor de lucru,
- umiditatea solului,
- distribuția organelor de lucru pe structura portantă,
- sursa de putere.

Rezultatele planificate ale fazei 11 au fost realizate integral, astfel:

Denumire rezultate	Rezultate propuse	Rezultate realizate	Decriere rezultate
Articol BDI	1 BDI	1 ISI	1. Vergil MURARU, Petru CÂRDEI, Sebastian MURARU, Cornelia MURARU-IONEL, Paula CONDRUZ, Raluca SFIRU “DEVICE WITH CHISEL-TYPE WORKING PARTS FOR MEASURING THE TENSION STRENGTH INDEPENDENTLY ON EACH WORKING PART OR VARIOUS GROUPS OF WORKING PARTS” - AGROLIFE SCIENTIFIC JOURNAL, ISSN / Eissn: 2285-5718/2286-0126

FAZA 13:

Obiectivul fazei 13:

- Elaborarea de modele statistice
- 1 articol ISI

Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei 13:

- Elaborarea de modele statistice
- 1 articol ISI

Rezumatul fazei 13:

În această etapă se realizează analiza statistică descriptivă și prelucrarea semnalelor înregistrate la cercetarea experimentală. Elementul de bază va fi analiza statistică inferențială, care va conduce la rezultate generalizate și modelare statistică.

Statistica descriptivă reprezintă setul de metode statistice care descriu și / sau caracterizează un grup de date. Statistica descriptivă furnizează o mulțime de caracteristici statistice, astfel încât, datele prelucrate pot fi analizate și interpretate. Metodele statisticii descriptive permit:

- determinarea tendinței centrale a unei variabile: medie aritmetică, mediană sau mod.
- determinarea variabilității unei variabile: abatere standard, varianță, intervale.
- determinarea distribuției unei variabile: histograma frecvenței, distribuția normală.

Statisticile inferențiale urmăresc deducerea și tragerea concluziilor cu privire la situații generale dincolo de setul de date analizat.

Tabelul 1 Explicații asupra analizei statistice descriptive și inferențiale

	Statisticile descriptive	Statistici deduse
Definiție	Metode utilizate pentru a rezuma caracteristicile cheie ale datelor cunoscute.	Metode care implică utilizarea datelor eșantionului pentru a face generalizări sau inferențe despre o populație.
Obiective	Caracterizează un grup de date Examinează tendințele sau distribuțiile	Examinează diferențele dintre grupuri. Examinează dacă variabilele sunt asociate. Compară mediile între grupuri. Prezice o variabilă de la alta.
Metode de analiză	<u>Măsurile ale tendinței centrale:</u> Media Mediana Moda <u>Măsurile de variabilitate:</u> Varianța Deviație standard Rang Frecvență	testul t Analiza variației Corelație Regresia

Din categoria analizei statistice inferențiale fac parte numeroase cercetări legate de procesele de lucru ale agregatelor agricole destinate procesării solului. În cercetările noastre am elaborat noi instrumente statistice care ajută la ierarhizarea intensității dependenței dintre parametrii unui sistem și la optimizarea regresiiilor obținute folosind acești parametri.

Analiza de regresie este un instrument de modelare statistică, folosit pentru a determina un model al legăturilor care se stabilesc între perechi (sau n-upluri) de date numerice. Termenul „regresie” (din latină *regressio*) a fost introdus în statistică de Francis Galton.

Modelul este reprezentat grafic printr-o linie sau curbă care unește cel mai bine datele, reprezentate prin puncte. Rezultatele unei analize de regresie sunt o ecuație de regresie pentru linia sau curba corespunzătoare, o valoare a unui coeficient r^2 care indică cât de bine sunt ajustate datele cu modelul și alte valori statistice care indică cât de bine se potrivește modelul cu datele.

Principalele tipuri de regresie folosite în analiza datelor experimentale sunt:

- *Regresia liniară* identifică dreapta care aproximează cel mai bine datele dintr-o diagramă de dispersie.
- *Regresia polinomială* identifică polinomul de grad dat care aproximează cel mai bine datele.
- *Regresia neliniară* determină curba care aproximează cel mai bine datele.
- *Regresia multiplă* (poate fi liniară sau neliniară) se folosește în cazul unui număr de mai multe variabile independente care afectează o variabilă dependentă.

Toate testele de ipoteze statistice și toți estimatorii statistici sunt derivați prin modele statistice. Mai general, modelele statistice fac parte din fundamentul inferenței statistice.

Statistica inferențială ajută la dezvoltarea unei bune înțelegeri a datelor prin analiza eșantioanelor obținute din acestea, precum și la realizarea generalizărilor despre date prin utilizarea diferitelor teste și instrumente analitice. Pentru a alege eșantioane aleatorii care vor reprezenta

datele cu acuratețe sunt utilizate multe tehnici de eșantionare. Unele dintre metodele importante sunt eșantionarea aleatorie simplă, eșantionarea stratificată, eșantionarea în cluster și tehnicile de eșantionare sistematică.

Statistica inferențială poate fi definită ca un domeniu al statisticilor care utilizează instrumente analitice pentru a trage concluzii despre o populație prin examinarea eșantioanelor aleatorii. Scopul statisticii inferențiale este de a face generalizări despre o populație. În statisticile inferențiale, o statistică este luată din datele eșantionului (de exemplu, media eșantionului) care au folosit pentru a face inferențe despre parametrul populației (de exemplu, media populației).

Statisticile inferențiale pot fi clasificate în testarea ipotezelor și analiza de regresie. Testarea ipotezelor include, de asemenea, utilizarea intervalelor de încredere pentru a testa parametrii unei populații.

Testarea ipotezelor include:

- Testul Z,
- Testul F,
- Testul T,
- Testul ANOVA,
- Semnificația Wilcoxon,
- Testul Rang,
- Testul Mann-Whiney,
- Testul U.

Analiza de regresie include:

- Regresia liniară,
- Regresia nominală,
- Regresia logistică.
- Regresia ordinală.

Regresii polinomiale pentru dependența forței medii individuale de rezistență la tracțiune pe organ de lucru și viteza de lucru

Tabelul 2 Rezultatele analizei de regresie liniară polinomială de gradul II (parabolică) pentru datele experimentale ale variantei MCLS cu lățimea de lucru 1 m.

Termen	coeficient	Eroarea st.	ci min. 95%	ci max. 95%	Factor infl. Var.	t	p
v^0	427.268	58.719	264.238	590.297	-	7.277	0.000
v^1	127.196	87.528	-115.82	370.212	55.754	1.453	0.13
v^2	-52.336	28.98	-132.797	28.125	55.754	-1.806	0.084

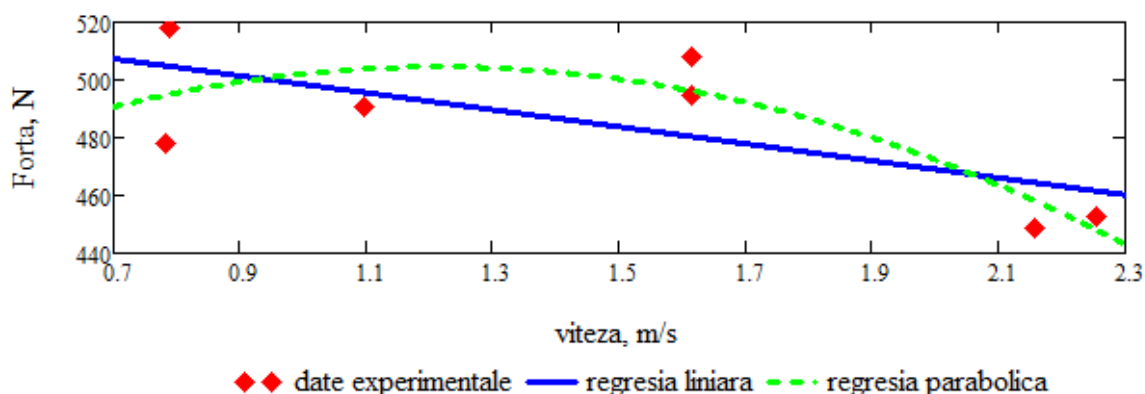


Fig. 1 Datele experimentale și curbele de regresie liniară și parabolică pentru datele experimentale ale variantei cu lățimea de lucru 1 m a MCLS.

Regresii polinomiale pentru varianta cu lățimea de lucru 2 m a MCLS

Tabelul 3 Rezultatele analizei de regresie liniară polinomială de gradul II (parabolică) pentru datele experimentale ale variantei MCLS cu lățimea de lucru 2 m.

Termen	coeficient	Eroarea st.	ci min. 95%	ci max. 95%	Factor infl. Var.	t	p
v^0	-342.140	211.879	-930.409	246.129	-	-1.615	0.107
v^1	542.404	288.068	-257.401	1342.209	42.248	1.883	0.077
v^2	-112.79	88.4	-358.227	132.647	42.248	-1.276	0.160

Ecuția regresiei parabolice în cazul variantei MCLS cu lățimea de lucru 2 m, este:

$$R(v) = -342.14 + 542.404v - 112.79v^2$$

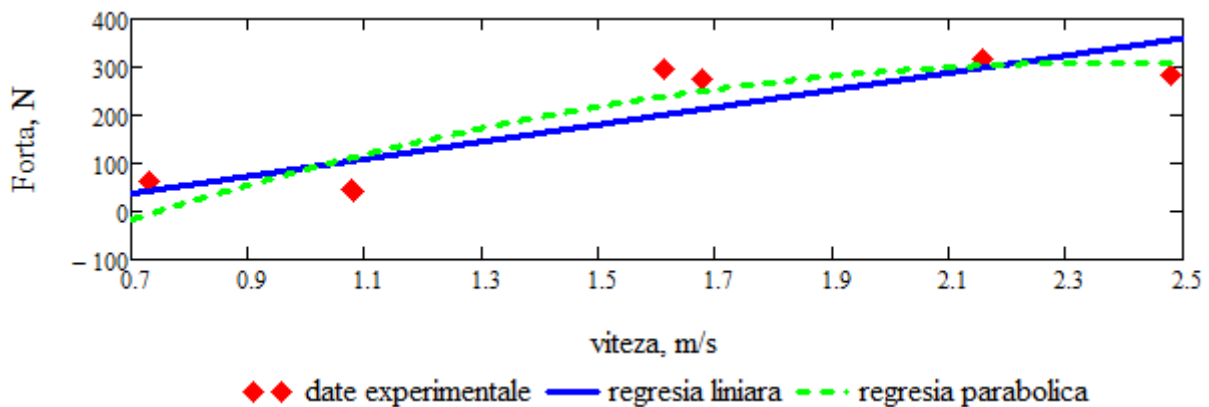


Fig. 2 Datele experimentale și curbele de regresie liniară și parabolică pentru datele experimentale ale variantei cu lățimea de lucru 2 m a MCLS.

Regresia multiplă pătratică (parabolică)

Tabelul 4 Rezultatele analizei de regresie liniară polinomială de gradul II (parabolică) pentru datele experimentale ale variantei MCLS cu lățimea de lucru 4 m.

Termen	coeficient	Eroarea st.	ci min. 95%	ci max. 95%	Factor infl. Var.	t	p
Termen liber	9816.129	1489350520.367	-3318469942.5	3318489574.785	NaN	0	0.389
B	-165.021	NaN	NaN	NaN	1.287e15	NaN	NaN
a	-149622.49	47599120375.353	-106057599051.	106057299806.196	1.053e13	-0	0.389
v	722.402	934.55	-1359.905	2804.709	2331.297	0.773	0.283
Ba	64.896	17012553643.113	-37906331678.8	37906331808.617	NaN	0	0.389
Bv	-26.504	52.604	-143.713	90.706	124.608	-0.504	0.339
av	-3890.47	4921.283	-14855.772	7074.832	1203.963	-0.791	0.279
B^2	22.567	473843641.715	-1055789405.30	1055789450.438	NaN	0	0.389
a^2	586523.887	278768620288.886	-621134607056.	621135780104.161	$8.578 \cdot 10^{13}$	0	0.389
v^2	-47.369	64.711	-191.554	96.816	110.177	-0.732	0.292

Ecuția regresiei pătratice multivariate, pentru toate variantele MCLS, este:

$$R(B, a, v) = 9816.129 - 165.021B - 149622.49a + 722.402v + 64.896Ba - 26.504Bv - 3890.47av + 22.567B^2 + 586523.887a^2 - 47.369v^2 \quad (13)$$

Concluzii

Principalele concluzii ale cercetărilor de statistică inferențială se referă la *existența unor regresii acceptabile* din punctul de vedere al estimatorilor statistici principali, la *posibilitatea de a ordona* lista de formule date de regresii statistice, conform performanțelor modelelor matematice date de aceste formule, la *estimarea intervalelor de încredere* pentru predicțiile obținute cu relațiile date de regresii, la *semnificația și măsura în care explică variația datelor experimentale* diverși termeni ai regresiiilor și regresiiile.

- Chiar dacă predictorii (variabilele independente: adâncimea, lățimea și viteza de lucru), au valori puține (adâncimea numai trei, lățimea trei prin construcție, viteza are peste două zeci de valori diferite), se poate afirma, conform testelor statistice ale regresiiilor considerate, că există regresii statistice care reprezintă legături strânse între variabila dependentă (forța medie individuală de rezistență la tracțiune pentru un organ de lucru) și predictorii mai sus enumerați. Au fost testate aproape 40 de regresii, incluzând obligatoriu pe cele liniare (cerința de origine statistică, dar nu numai, întrucât în literatura de specialitate a ultimilor ani, în disperare de cauză, specialiștii în procesarea mecanică a solului au apelat și la aceste tehnici statistice pentru a îmbunătăți capacitatea de predicție a formulelor lor). Printre aceste regresii am inclus legea lui Goriacikin, legea de tip ASABE, precum și o lege de puteri, compactă sub forma de produs de puteri, care lucrează cu caracteristicile mecanice ale solului folosite curent în construcții civile, geologie și geofizică, precum și o caracteristică geometrică esențială a organului de lucru.

- Formulele (modelele matematice astfel găsite) au fost ierarhizate după diferite criterii: valorile coeficientului de determinare, valorile coeficientului de determinare ajustat, valoarea preciziei definite în această lucrare și valoarea coeficientului de corelație Pearson. De asemenea, drept criterii de selecție au fost folosiți și parametri globali de tip normă euclidiană.

- Influența vitezei de lucru, v , este mică în calculul forței medii individuale de rezistență la tracțiune corespunzătoare unui organ de lucru. Una dintre cele mai corecte explicații ar fi că viteza limită de la care începând, forța de tracțiune medie individuală depinde intens de viteza de lucru, nu a fost atinsă. În experimentele noastre nu am putut atinge viteze mai mari decât cele maxime atinse din două motive: primul, este acela că nu avem sursa de putere disponibilă, al doilea, poate mai important, este, ca la viteze mai mari decât jumătatea intervalului de viteze de lucru acoperit, mașina de procesat solul lucra cu salturi evidente, ceea ce presupune pierderea controlului asupra adâncimii de lucru. Adâncimea de lucru este un parametru de calitate al lucrării, dar și un predictor extrem de important, pentru a cărui monitorizare nu am avut mijloace, aceasta fiind măsurată aleator numai în primele două-trei experiențe. Asadar, viteza de lucru este sever limitată de realizarea adâncimii de lucru cerute și încă și mai mult limitată, atunci când planeitatea terenului agricol nu este suficient de bună (cum a fost în cazul nostru, prezentând deformări remanente de la lucrări precedente).

- În general, puține dintre formulele propuse și testate prin intermediul instrumentelor statisticii inferențiale, pot fi considerate rezonabile din punct de vedere al dimensiunii fizice. Astfel de formule sunt acceptate în lumea științifică actuală, chiar în domeniul strict specializat al cercetătorilor fenomenului interacțiunii dintre sol și organele de lucru ale unor mașini agricole sau de altă destinație (construcții civile, geologie, geotehnică, etc.), care abordează subiectul din punct de vedere empiric.

- Problema intervalelor de încredere a predicțiilor realizate prin regresiiile liniare și neliniare este analizată în detaliu.

- Mașina realizată în cadrul proiectului are dublă funcționalitate: este aptă să lucreze în condiții de cercetare, în condiții de producție și în condiții mixte. În condiții de producție și mixte se recomandă atașarea la spatele MCLS a unor tăvălugi, grape sau sistem de nivelare de alt tip.

Printre serviciile de cercetare pe care mașina le poate realiza sunt:

- îmbunătățirea experimentală (în caz ideal optimizarea) regimurilor de lucru în diverse configurații (trei adâncimi de lucru cu surse de putere de două tipuri);

- îmbunătățirea experimentală (în caz ideal optimizarea) regimurilor de lucru în diverse configurații (cu o gamă largă de organe de lucru montabile pe fiecare variantă de lucru a MCLS);
- determinarea efectului vitezei de lucru asupra consumului energetic și mai ales asupra calității lucrării efectuate (în special variația adâncimii de lucru, gradul de mărunțire a solului, eliminarea resturilor vegetale);
- studiul efectelor umidității solului asupra parametrilor energetici și de calitate ai lucrării (cu toate variantele de lucru și configurațiile gamei de organe de lucru posibile);
- atenuarea efectelor dinamice (vibrațiilor) asupra parametrilor de calitate ai lucrării în contextul creșterii productivității și reducerii consumurilor energetice.

Rezultatele planificate ale fazei 13 au fost realizate integral, astfel:

Denumire rezultate	Rezultate propuse	Rezultate realizate	Decriere rezultate
Articol ISI	1 ISI	1 ISI	1. Vergil MURARU, Petru CÂRDEI, Sebastian MURARU, Cornelia MURARU-IONEL, Paula CONDRUZ, Raluca SFIRU “DEVICE WITH CHISEL-TYPE WORKING PARTS FOR MEASURING THE TENSION STRENGTH INDEPENDENTLY ON EACH WORKING PART OR VARIOUS GROUPS OF WORKING PARTS” , SCIENTIFIC PAPERS SERIES A. AGRONOMY, Volume LXV, No. 1, 2022, pp. 672-680, ISSN 2285-5785; ISSN CD-ROM 2285-5793; ISSN Online 2285-5807; ISSN-L 2285-5785, University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest Faculty of Agriculture, https://agronomyjournal.usamv.ro/pdf/2022/issue_1/vol2022_1.pdf
		1 BDI	1. Petru CARDEI, “STATISTICAL TOOL TO ESTIMATE AND OPTIMIZE THE INTENSITY OF THE DEPENDENCE BETWEEN THE PARAMETERS OF A DYNAMIC SYSTEM” , Published: 3 June 2022 by World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS), in WSEAS TRANSACTIONS ON COMPUTERS, Volume 21, pp 165-170; E-ISSN: 2224-2872, https://doi.org/10.37394/23205.2022.21.21 ; https://www.scilit.net/article/3c32cb44861d0df0453dc3894c6628c2 https://wseas.com/journals/computers/2022/a425105-018(2022).pdf

FAZA 15:

Obiectivul fazei 15:

- 1 Metodologie
- 1 Serviciu omologat
- 1 Produs omologat
- 1 Articol ISI

- 1 Cerere brevet de invenție
- 1 Ghid utilizare dispozitive
- 1 Manual tehnic dispozitive
- 1 Raport demonstrare
- 1 Film obiectiv 1
- 1 Fișă tehnică obiectiv 1
- 1 Poster obiectiv 1
- 1 Pliant obiectiv 1
- 1 CD-ROM/stick obiectiv 1

Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei 15:

1 Metodologie; 1 Serviciu omologat; 1 Produs omologat; 1 Articol ISI; 1 Cerere brevet de invenție; 1 Ghid utilizare dispozitive; 1 Manual tehnic dispozitive; 1 Raport demonstrare; 1 Film obiectiv 1; 1 Fișă tehnică obiectiv 1; 1 Poster obiectiv 1; 1 Pliant obiectiv 1; 1 CD-ROM/stick obiectiv 1

Rezumatul fazei 15:

În cadrul etapei au fost analizate în detaliu și prelucrate datele experimentale pentru validarea rezultatelor obținute pe mașina de lucrat solul și demonstrarea funcționalității și utilității.

În continuare se prezintă analize și prelucrări de date experimentale pentru diverse configurații ale Mașinii Complexe pentru Lucrat Solul (MCLS). Se menționează faptul că, au fost analizate toate configurațiile posibile ale echipamentului în vederea validării.

Aripa laterală stânga, varianta MCLS cu lățimea de lucru 1 m

Distribuția senzorilor de deformație pe aripa stângă a mașinii MCLS (cu codarea canalelor) se poate observa în fig. 1.

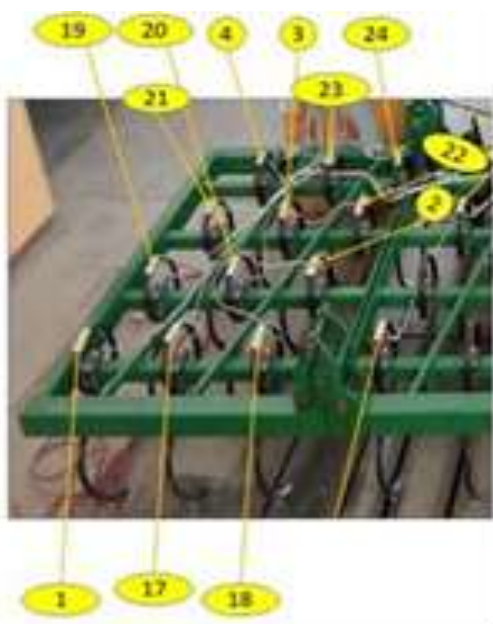


Fig. 1 - Numerotarea senzorilor de deformație de pe substructură, numărul corespunde cu canalul de transfer la dispozitivul de achiziție a datelor.



Fig. 2 - Substructura cu lățimea de lucru de 1 m (aripa stângă a MCLS) în lucru, măsurarea cu ajutorul senzorilor de deformație.

Caracteristicile principale ale celor șapte experimente efectuate cu varianta cu lățimea de lucru 1 m a MCLS și caracteristicile experimentale principale sunt date în tabelul 1.

Tabelul 1

Experimente desfășurate cu substructura (aripa stângă) MCLS cu lățimea de lucru de 1 m

Lățimea de lucru, m	Adâncimea de lucru, m	Forța de rezistență la tracțiune pe organ de lucru, N	Forța totală de rezistență la tracțiune, N	Viteza de lucru, m/s	Cod experiment
1	0.1...0.15*	518	6221	0.789473684	T1_R2_2400rpmtxt
1	0.1...0.15*	478	5741	0.781250000	T2_R2_1500rpmtxt
1	0.1...0.15*	508	6102	1.612903226	T2_R2_2700rpmtxt
1	0.1...0.15*	495	5946	1.612903226	T2_R3_1500rpmtxt
1	0.1...0.15*	453	5432	2.255639098	T2_R3_2000rpmtxt
1	0.1...0.15*	449	5385	2.158273381	T3_R2_1500rpmtxt
1	0.1...0.15*	491	5898	1.094890511	T1_R3_1500rpmtxt

Validarea prezentată în acest capitol se referă numai la distribuția solicitărilor (încărcărilor) pe organele de lucru ale variantelor de lucru ale mașinii MCLS. Pentru aceasta, deformațiile măsurate au fost transformate în forțe prin operația de calibrare, după care au fost sumate pe fiecare canal și înmulțite cu deplasarea (distanța fixa de 30 m, parcursă cu viteză constantă). Rezultatele au fost exprimate în MJ pentru fiecare organ de lucru.

Rezultatele s-au reprezentat grafic și s-a făcut analiza statistică a distribuției încărcărilor pe aripă. Pentru aripa stânga s-a măsurat deformația specifică pe fiecare organ de lucru, ceea ce, pentru stucturile de lățime superioară nu a mai fost posibil din cauza limitării numărului de canale de înregistrare simultană.

Experimentul 1

Caracteristicile principale ale solicitărilor în cazul experimentului 1 cu codul „T1_R2_2400rpmtxt.txt” sunt date în tabelul 1. În tabelul 2 sunt date valorile încărcărilor energetice pe fiecare organ de lucru al substructurii cu lățimea de 1 m a MCLS, în experimentul cu codul deja specificat.

Tabelul 2

Valorile încărcărilor energetice pe fiecare organ de lucru al substructurii cu lățimea de 1 m a MCLS

Canalul	Energia de încărcare totală pe experimentul cod „T1_R2_2400rpmtxt.txt”
CH4	54.388
CH23	49.282
CH24	64.519
CH21	64.397
CH3	46.284
CH22	58.034
CH19	65.02
CH20	66.363
CH2	63.864
CH1	77.332
CH17	78.071
CH18	59.197

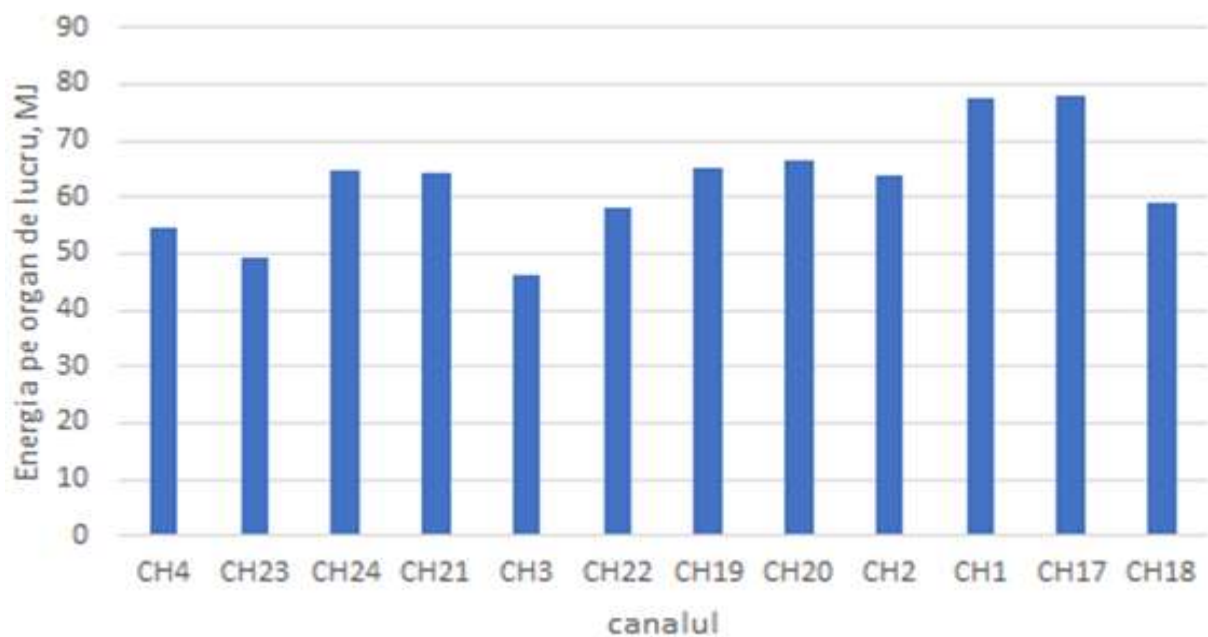


Fig. 3 - Reprezentarea grafică a distribuției încărcării energetice pe organ de lucru.

Pentru experimentul cu codul *T1_R2_2400rpmtxt.txt*, ținând seama că valoarea medie a încărcării energetice este 62.229 MJ, volumul datelor este 12, iar abaterea medie standard este 9.661, intervalul de încredere 95 %, este [56.09069, 68.36731].

Pentru experimentul cu codul *T1_R2_2400rpmtxt.txt*, ținând seama că valoarea medie a încărcării energetice este 62.229 MJ, volumul datelor este 12, iar abaterea medie standard este 9.661, intervalul de încredere 95 %, este [56.09069, 68.36731].

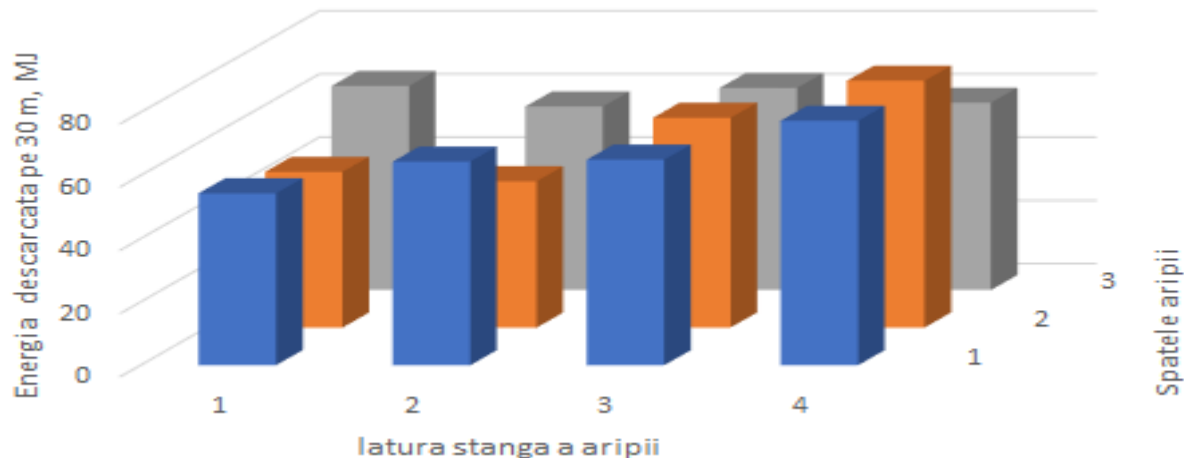


Fig. 4 - Reprezentarea grafică 3D a distribuției încărcării energetice pe organ de lucru, tractorul fiind la partea din stânga a figurii.

Tabelul 3

Rezultatele analizei statistice descriptive, așa cum sunt furnizate de programul MS Office Excel

Descriptor statistic	Valoarea
Mean	62.22925
Standard Error	2.78892143
Median	64.1305
Mode	-
Standard Deviation	9.661107231
Sample Variance	93.33699293
Kurtosis	-0.192680737

Skewness	0.088450862
Range	31.787
Minimum	46.284
Maximum	78.071
Sum	746.751
Count	12
Largest(1)	78.071
Smallest(1)	46.284
Confidence Level(95.0%)	6.138374681

Tabelul 4

Ordinea descrescătoare a canalelor după solicitarea energetică individuală pe experiment

Canalul (organul)	Energie, MJ
CH17	78.071
CH1	77.332
CH20	66.363
CH19	65.02
CH24	64.519
CH21	64.397
CH2	63.864
CH18	59.197
CH22	58.034
CH4	54.388
CH23	49.282
CH3	46.284

CONCLUZII

În cadrul proiectului s-a conceput și a realizat o mașină de tip multifuncțional pentru lucrat solul cu utilizare de bază în cercetare și cu posibilitatea de utilizare în exploatare, atunci când nu este folosită în activități de cercetare.

Principalele concluzii ale proiectului sunt:

C1) S-a conceput, proiectat și realizat o structură portantă multifuncțională pentru Mașina de Lucrat Solul (MCLS), care are trei variante principale de funcționare, cu lățimi de lucru diferite: 1 m, 2 m și 4 m. Variante suplimentare se obțin montând pe structura portantă diferite tipuri de organe de lucru, aranjate în diferite configurații;

C2) Mașina MCLS poate fi folosită în cercetarea regimurilor de lucru ale mașinilor de lucrat solul, pentru abordarea unui număr mare de probleme;

C3) Mașina MCLS poate fi folosită în toate variante sale în exploatarea de fermă, montând pe structura portantă organele de lucru dorite sau disponibile. Folosirea la lucrările de pregătire a patului germinativ este condiționată de montarea la spatele structurii a unor elemente de mărunțire suplimentară (tavălugi, grape, etc.).

C4) Mașina MCLS a fost validată prin experimentele desfășurate. Astfel, senzorii folosiți sunt senzorii de deformație. Este posibilă utilizarea de noi instrumente de măsurare care vor fi achiziționate. Metodologia de lucru se bazează pe senzori (senzori de deformație).

C5) S-a pus în aplicare o metodă de procesare statistică (descriptivă și inferențială) prin care se obțin principalele evaluări asupra capacităților actuale ale mașinii MCLS. Instrumentele statistice pentru procesarea datelor experimentale sunt descrise în primul capitol al prezentului raport. Interpretarea rezultatelor statistice scoate în evidență calitățile structurii și rezultatelor acesteia.

Rezultatele planificate ale fazei 15 au fost realizate integral, astfel:

Denumire rezultate	Rezultate propuse	Rezultate realizate	Decriere rezultate
Metodologie	1	1	Metodologie privind Mașina Complexă pentru Lucrat Solul - (MCSL)
Serviciu omologat	1	1	Serviciu omologat privind Mașina Complexă pentru Lucrat Solul - (MCSL)
Produs omologat	1	1	Produs omologat privind Mașina Complexă pentru Lucrat Solul - (MCSL)
Cerere brevet de invenție	1	1	Cerere brevet de invenție: Muraru Vergil Marian, Cârdei Petru, Muraru Sebastian, Muraru-Ionel Cornelia, Condruz Paula “STRUCTURĂ PORTANTĂ MODULATĂ PENTRU UTILAJE AGRICOLE” , Nr. Inregistrare OSIM A-00658 21.10.2020
Ghid utilizare dispozitive	1	1	Ghid utilizare dispozitive privind Mașina Complexă pentru Lucrat Solul - (MCSL)
Manual tehnic dispozitive	1	1	Manual tehnic dispozitive privind Mașina Complexă pentru Lucrat Solul - (MCSL)
Raport demonstrare	1	1	Raport demonstrare privind Mașina Complexă pentru Lucrat Solul - (MCSL)
Film obiectiv 1	1	1	Film demonstrativ cu testarea în câmp a Mașinii pentru Lucrat Solul - (MCSL)
Fisa tehnica obiectiv 1	1	1	Fișă tehnică obiectiv 1 - Mașina pentru Lucrat Solul - (MCSL)
Poster obiectiv 1	1	1	Poster A0 – Mașina Complexă pentru Lucrat Solul- (MCSL)
Pliant obiectiv 1	1	1	Pliant A4 - Mașina Complexă pentru Lucrat Solul - (MCSL)
CD-ROM/stick obiectiv 1	1	1	CD-ROM – Obiectiv 1 - Mașina Complexă pentru Lucrat Solul (MCSL)
Articole BDI	0	1	1) Petru CARDEI, “ALTERNATIVE REPRESENTATIONS OF SOME ARITHMETIC FUNCTIONS” , Published: 9 May 2022, by World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS), in PROOF, References: 3, PROOF, Volume 2, pp 115-122, E-ISSN: 2732-9941, https://doi.org/10.37394/232020.2022.2.14 ; accesibil din https://www.scilit.net/
Articol ISI	1	1	1) Vergil MURARU, Petru CÂRDEI, Sebastian MURARU, Cornelia MURARU-IONEL, Paula CONDRUZ, Raluca SFIRU “DEVICE WITH CHISEL-TYPE WORKING PARTS FOR MEASURING THE TENSION STRENGTH INDEPENDENTLY ON EACH WORKING PART OR VARIOUS

Denumire rezultate	Rezultate propuse	Rezultate realizate	Decriere rezultate
			<p><i>GROUPS OF WORKING PARTS</i>", SCIENTIFIC PAPERS SERIES A. AGRONOMY, Volume LXV, No. 1, 2022, pp. 672-680, ISSN 2285-5785; ISSN CD-ROM 2285-5793; ISSN Online 2285-5807; ISSN-L 2285-5785, University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest Faculty of Agriculture, https://agronomyjournal.usamv.ro/pdf/2022/issue_1/vol2022_1.pdf</p>