

**TEZĂ DE DOCTORAT**

**UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚELE VIETII  
”ION IONESCU DE LA BRAD,, DIN IAȘI**

**ȘCOALA DOCTORALĂ DE ȘTIINȚE INGINEREȘTI  
DOMENIUL DE DOCTORAT: AGRONOMIE  
SPECIALIZAREA: EXPLOATAREA SISTEMELOR DE  
ÎMBUNĂTĂȚIRI FUNCiare**

**TEZĂ DE DOCTORAT**

**CONDUCĂTOR DE DOCTORAT,  
PROF. UNIV. DR. DANIEL BUCUR**

**DOCTORAND,  
ING. CĂTĂLINA IONELA  
PREPELIȚĂ (POPOVICI)**

**2023**

**TEZĂ DE DOCTORAT**

**UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES  
„ION IONESCU DE LA BRAD” OF IASI**

**DOCTORAL SCHOOL OF ENGINEERING SCIENCES  
DOMAIN: AGRONOMY  
SPECIALIZATION: EXPLOITATION OF LAND  
IMPROVEMENT SYSTEMS**

**DOCTORAL THESIS**

**PhD SUPERVISOR,  
PhD PROFESSOR DANIEL BUCUR**

**PhD,  
ENG. CĂTĂLINA IONELA  
PREPELIȚĂ (POPOVICI)**

**2023**

**TEZĂ DE DOCTORAT**

**UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚELE VIETII  
”ION IONESCU DE LA BRAD,, DIN IAȘI**

**ȘCOALA DOCTORALĂ DE ȘTIINȚE INGINEREȘTI  
DOMENIUL DE DOCTORAT: AGRONOMIE  
SPECIALIZAREA: EXPLOATAREA SISTEMELOR DE  
ÎMBUNĂȚIRI FUNCiare**

**TEZĂ DE DOCTORAT**

**CERCETĂRI PRIVIND EFICIENȚA AMENAJĂRII DE  
IRIGAȚIE ÎN CADRUL SC TRITICUM SRL SĂVINEȘTI,  
JUD. NEAMȚ**

**CONDUCĂTOR DE DOCTORAT,  
PROF. UNIV. DR. DANIEL BUCUR**

**DOCTORAND,  
ING. CĂTĂLINA IONELA  
PREPELIȚĂ (POPOVICI)**

**2023**

**TEZĂ DE DOCTORAT**

**UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES  
„ION IONESCU DE LA BRAD” OF IASI**

**DOCTORAL SCHOOL OF ENGINEERING SCIENCES  
DOMAIN: AGRONOMY  
SPECIALIZATION: EXPLOITATION OF LAND  
IMPROVEMENT SYSTEMS**

**DOCTORAL THESIS**

**RESEARCH ON THE EFFICIENCY OF THE IRRIGATION  
SYSTEM FROM SC TRITICUM SRL SĂVINEȘTI, NEAMȚ  
COUNTY**

**PhD SUPERVISOR,  
PhD PROFESSOR DANIEL BUCUR**

**PhD,  
ENG. CĂTĂLINA IONELA  
PREPELIȚĂ (POPOVICI)**

**2023**

# TEZĂ DE DOCTORAT

## MULȚUMIRI

*Realizarea tezei de doctorat ar fi fost dificilă fără îndrumarea persoanelor deosebite, având un grad profesional mare, contribuind și la formarea mea.*

***Domnului prof. univ. dr. Daniel Bucur (conducător științific),***

*Distinse recunoștințe și remarcabile mulțumiri pentru încrederea acordată, pe plan științific, răbdarea și profesionalismul, sprijinul și înțelegerea deplină de care a dat dovadă pe întregul stagiul doctoral.*

***Domnului prof. univ. dr. Costică Ailincăi (membrul comisiei îndrumare),***

*Mulțumiri pentru ajutorul, sprijinul, sfaturile și ideile oferite cu mărinimie, sinceritatea și răbdarea acordate pe întreaga perioadă de cercetare științifică.*

***Domnului conf. dr. Feodor Filipov (membrul comisiei îndrumare),***

*Stimă și mulțumiri, pentru sprijinul în permanență acordat, înțelepciunea de care a dat dovadă și îndrumările constante de pe tot parcursul elaborării tezei de doctorat.*

***Doamnei conf. dr. Esmeralda Ionela Chiorescu (membrul comisiei îndrumare),***

*Mulțumiri pentru sprijinul și sfaturile oferite pe întreaga perioadă de cercetare.*

*Alese mulțumiri Conducerii Universității și Conducerii Facultății care m-au sprijinit și ajutat științific și profesional pe parcursul elaborării tezei de doctorat.*

## CUPRINS

Introducere	10
Rezumat	16

### PARTEA I – STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII

1.	IMPORTANȚA AMENAJĂRILOR DE IRIGAȚII ÎN DEZVOLTAREA DURABILĂ A AGRICULTURII	24
1.1.	Realizări relevante în domeniul infrastructurii de irigație	24
1.2.	Situația actuală a amenajărilor de irigații pe plan global	27
1.3.	Stadiul actual al sectorului de irigații în România	28
1.4.	Necesitatea și oportunitatea cercetării	33
2.	CARACTERIZAREA CADRULUI NATURAL DIN JUDEȚULUI NEAMȚ	35
2.1.	Așezare și limite	35
2.2.	Caracteristici ale reliefului	38
2.3.	Caracteristici climatice	38
2.4.	Caracteristici hidrografice, hidrologice și hidrogeologice	45
2.5.	Vegetația și fauna	45
2.6.	Studiul geologic și pedologic	46

### PARTEA A II A – CONTRIBUȚIA PERSONALĂ

3.	SCOPUL, OBIECTIVELE ȘI METODA DE CERCETARE	57
3.1.	Scopul și obiectivele cercetării	57
3.2.	Metodologia cercetării și materialul utilizat	58
4.	SOLUȚII TEHNICE PENTRU EFICIENTIZAREA AMENAJĂRILOR DE IRIGAȚII DIN JUDEȚUL NEAMȚ	59
4.1.	Starea actuală a mediului și irigației în Județul Neamț	59
4.2.	Considerații privind agricultura actuală și în perspectivă	61

## TEZĂ DE DOCTORAT

4.3.	Caracteristicile tehnice principale și parametrii specifici ai obiectivului de cercetare	62
4.4.	Prezentarea schemei hidrotehnice a sistemului de irigație	68
4.5.	Descrierea componentelor principale	70
4.6.	Exploatarea și mentenanța sistemului de irigare	73
4.7.	Prezentarea suprafeței irigate	74
4.8.	Elementele tehnologice la culturile însămânțate	77
4.9.	Structura culturilor (în perioada 2019-2022)	77
4.10.	Influența irigației asupra microclimatului	82
4.11.	Influența irigației asupra consumului total de apă al culturii porumbului	84
4.12.	Influența irigației asupra producției	85
4.13.	Baza materială a societății comerciale Triticum	89
4.14.	Obiectivele societății Triticum	90
4.15.	Analiza unei alte metode de irigație	91
5.	<b>EFICIENȚA ECONOMICĂ A CULTURILOR DE PORUMB DUPĂ REABILITAREA AMENAJĂRILOR HIDROAMELIORATIVE</b>	115
5.1.	Creșterea eficacității sistemului de irigație	117
5.2.	Eficiența economică a irigației la cultura de porumb după reabilitarea amenajării de irigații	123
6.	<b>CONCLUZII, CONTRIBUȚII PERSONALE ȘI PROPUNERI</b>	130
6.1.	Concluzii	130
6.2.	Contribuții personale	131
6.3.	Propuneri	132
	Bibliografie	134
	Anexe	149

## CONTENT

Introduction	10
Abstract	16

### **PART I - THE ACTUAL STAGE OF KNOWLEDGE**

1.	THE IMPORTANCE OF IRRIGATION IN THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE	25
1.1.	Relevant achievements in the field of irrigation infrastructure	25
1.2.	The current state of globally irrigation systems	29
1.3.	The current state of the irrigation sector in Romania	30
1.4.	The necessity and opportunity of research	36
2.	CHARACTERIZATION OF THE NATURAL FRAMEWORK IN NEAMŢ COUNTY	38
2.1.	Location and limits	38
2.2.	Relief characteristics	41
2.3.	Climatic characteristics	41
2.4.	Hydrographic, hydrological and hydrogeological characteristics	48
2.5.	Vegetation and fauna	48
2.6.	Geological and pedological study	49

### **PART II A – PERSONAL CONTRIBUTION**

3.	AIM, OBJECTIVES AND METHOD	60
3.1.	The purpose and objectives of the research	60
3.2.	Research methodology and material used	61
4.	TECHNICAL SOLUTIONS FOR THE EFFICIENCY OF IRRIGATION SYSTEMS IN THE NEAMŢ COUNTY	63



# TEZĂ DE DOCTORAT

4.1.	The current state of the environment and irrigation in Neamț County	63
4.2.	Considerations for present and future agriculture	66
4.3.	The main technical characteristics and specific parameters of the research objective	66
4.4.	Schematic presentation of the irrigation system	73
4.5.	Description of the main components	75
4.6.	Irrigation system operation and maintenance	78
4.7.	Presentation of the irrigated area	79
4.8.	Technological elements of planting crops	82
4.9.	Structure of crops (during 2019-2022)	83
4.10.	The influence of irrigation on the microclimate	88
4.11.	The influence of irrigation on the total water consumption of maize culture	89
4.12.	The influence of irrigation on production	91
4.13.	The material basis of the commercial company Triticum	95
4.14.	Objectives of the Triticum Society	96
4.15.	Analysis of another irrigation method	97
5.	<b>THE ECONOMIC EFFICIENCY OF THE MAIZE CROP, AFTER THE REHABILITATION OF THE IRRIGATION SYSTEM</b>	121
5.1.	Increasing the effectiveness of the irrigation system	123
5.2.	The economic efficiency of irrigation in maize crop after the rehabilitation of the irrigation system	129
6.	<b>CONCLUSIONS, PERSONAL CONTRIBUTIONS AND MOTIONS</b>	136
6.1.	Conclusions	136
6.2.	Personal contributions	137
6.3.	Recommendations	138
	References	140
	Annexes	155

## INTRODUCERE

Caracteristicile climatice nefavorabile care afectează întinse zone fizico-geografice agricole de pe Pământ determină în sol - pentru diferite intervale de timp - o umiditate insuficientă față de cerințele biologice și tehnologice ale plantelor de cultură, a cărei consecință directă este diminuarea recoltelor. Aplicarea unui complex de lucrări de Îmbunătățiri Funciare și Hidroameliorative între care irigația ocupă un loc primordial, permite aprovizionarea dirijată și bine controlată a solului cu cantități suplimentare de apă față de aportul natural, în vederea asigurării umidității optime necesare creșterii și dezvoltării plantelor și în consecință obținerea unor producții mari și stabile.

În cadrul acestui domeniu de activitate antropică se disting atât lucrările hidrotehnice care vizează proiectarea, execuția, exploatarea și întreținerea amenajărilor de captare, aducțiune și distribuție a apei la plante, cât și lucrările specifice de exploatare agricolă exprimate, îndeosebi, prin modalitățile de umezire controlată a stratului radicular din sol, în concordanță cu cerințele plantelor de cultură. Cele două categorii de lucrări se intercondiționează astfel că, o amenajare de irigație (autonomă sau în complex) poate fi valorificată cu *maximă eficiență* numai printr-o exploatare agricolă corespunzătoare, adică prin aplicarea rațională a udărilor și prin efectuarea sistematică a tuturor lucrărilor agrofitehnice și hidropedoameliorative adecvate noilor condiții oferite de amenajarea respectivă.

În prezent, plantarea cerealelor (cât și a altor culturi de câmp) în Nord-Estul României reprezintă un risc major, din cauza climei deosebit de secetoasă (zona este catalogată drept "polul secetei" din Europa), cu precipitații periodice reduse. Secetele atmosferice care se transformă în secete ale solului și în unele cazuri chiar în secete hidrologice, sunt în această zonă un fenomen foarte frecvent și neregulat ca desfășurare în timp. Apariția secetei diminuează randamentul, atât din punct de vedere al cantității producției cât și al calității. Prevenirea eficientă a efectelor negative ale secetei se obține prin irigarea culturii de porumb cu cantități de apă adecvate în fiecare perioadă de vegetație, corespunzător planului optim de udare.

După cum au raportat prin lucrările științifice publicate numeroși cercetători autohtoni și din străinătate, aplicarea irigației în condiții optime asigură ritmul corect de creștere și dezvoltare a plantelor prin intensificarea proceselor fiziologice, cât și o economie substanțială de apă (prin diminuarea pierderilor de apă). În consecință, *irigarea optim controlată are ca rezultat o creștere semnificativă a randamentului și stabilitatea acestuia, respectiv obținerea unor producții vegetale mari și stabile, independente de caracteristicile climatice zonale.*

O creștere a suprafeței irigate din România, reprezintă o soluție pentru asigurarea viitorului producției agricole, desigur ținându-se seama în primul rând de resursele disponibile de apă. Ca factor necesar de modernizare și competitivitate sporită a fermelor agricole, îl reprezintă în principal irigarea, ținând cont și cu

## TEZĂ DE DOCTORAT

adaptare la schimbările climatice zonale. În partea de nord-est a României, cultura de porumb, în regim irigat, a crescut cu 47,9% în intervalul 2019-2022, față de o perioadă precedentă cu același număr de ani (2015-2018), în regim neirigat.

Una dintre cauzele variației considerabile și reducerii randamentelor în anii respectivi (2015-2018) o constituie deficitul natural de apă în sol care nu a fost compensat prin aplicarea irigației. Randamentele producției de porumb din Nord-Estul României în lipsa irigației depind semnificativ de condițiile de precipitații. Ca urmare, în anii secetoși, deficitele regionale de producție au reprezentat, în medie 14% și maxim 28%.

În ceea ce privește aplicarea irigației prin picurare având conducte îngropate și prin aspersiune la culturile de porumb, aceasta facilitează fertirigarea și automatizarea avansată bazată pe o monitorizare continuă a condițiilor meteo-climatice. Tehnologia irigației prin picurare având conducte îngropate și prin aspersiune, pe lângă efectele favorabile directe asupra producției, asigură și o îmbunătățire a managementului economic al apei. Desigur, sunt studiate și alte metode de udare (scurgerea la suprafața solului, irigația localizată), care pot asigura o creștere a randamentelor.

Apa este esențială în dezvoltarea plantelor și obținerea unor producții agricole ridicate și independente de condițiile climatice. Apa asigură deplasarea nutrienților, produselor fotosintetice în interiorul plantei, transformarea substanțelor nutritive și extragerea lor din sol de sistemul radicular al plantelor. Apa este necesară germinăției, răsării și pentru multe alte funcții. În agricultura modernă, irigația este folosită în scopuri multiple. În primul rând, ea are rolul fiziologic de asigurare a apei necesare creșterii și stabilizării producțiilor agricole, în zone unde precipitațiile sunt insuficiente sau sunt distribuite neuniform în timpul vegetației. Pe lângă acest rol principal, poate fi utilizată pentru: prevenirea compromiterii recoltelor în pomicultură datorită înghețurilor sau brumelor târzii de primăvară (acest fel de irigație este cunoscută sub denumirea de irigație antigel), pregătirea în condiții bune a patului germinativ după o perioadă prelungită de secetă (situații frecvente în perioada de vară, înainte de însămânțarea celei de adoua culturi, ca și toamna, la însămânțarea grâului), epurarea biologică naturală prin utilizarea pentru irigație a apelor uzate, evitându-se astfel instalații costisitoare de epurare.

Irigația reprezintă o știință și în același timp o artă, folosită din cele mai vechi timpuri, în zone dezavantajate pluviometric, pentru asigurarea apei necesare agriculturii.

Ea s-a dezvoltat în antichitate, mai întâi în zonele aride, extinzându-se treptat și în zonele semiaride, iar, în ultimele decenii, și în zonele semi-umede. Civilizațiile din antichitate, cum au fost cele din valea fluviilor Nil, Tigru și Eufrat, Indus și Gange, Fluviului Galben, au cunoscut și realizat mari lucrări de irigație. În valea Nilului se practica irigația prin revărsare încă din jurul anului 6000 î.e.n. când a fost construit și primul baraj pe Nil, la Memphis.

## TEZĂ DE DOCTORAT

Romanii au realizat lucrări grandioase pentru aducțiunea apei potabile și de irigații, ale căror urme se văd și astăzi în Italia, Spania, Franța, Maroc, iar în America de Sud, incașii au realizat mari canale de aducțiune a apei din munții Anzi pentru irigarea câmpiei litorale. După o perioadă de stagnare sau regres în perioada evului mediu, amenajările de irigații au început să se extindă din nou de la începutul secolului XIX, ritmul de amenajare crescând treptat odată cu dezvoltarea demografică.

Suprafața irigată raportată la populație a înregistrat în secolul XX un ritm de creștere mai mare în deceniul 6, mai diminuat în deceniile 7 și 8, iar din 1980 se manifestă o scădere, care se explică prin aceea că ritmul de creștere demografică a devenit superior ritmului de creștere a suprafeței irigate.

În prezent suprafața amenajată la nivel mondial este de cca. 270 milioane ha (reprezentând cca. 1/6 din suprafața arabilă). Ea asigură însă peste 1/3 din producția agricolă mondială, iar la unele culturi, ca orezul și grâul, contribuția ajunge la 55%.

În ultimele decenii se remarcă atât dezvoltarea de noi amenajări în zonele aride și semiaride, cât și extinderea irigațiilor spre latitudini din ce în ce mai mari, mai ales în emisfera nordică, în zone cu regim pluviometric neregulat sau cu soluri nisipoase.

În ceea ce privește dezvoltarea în perspectivă, se apreciază că pentru a asigura cerințele de hrană la nivelul ritmului de creștere demografică, suprafața irigată ar trebui să crească anual cu un ritm de 0,8%.

## INTRODUCTION

The unfavorable climatic characteristics that affect extensive physical-geographical agricultural areas on Earth cause in the soil - for different periods of time - insufficient moisture compared to the biological and technological requirements of crop plants, the direct consequence of which is the reduction of crops. The application of a complex of Land Improvements and Hydromelioration works, among which irrigation occupies a primary place, allows the directed and well-controlled supply of the soil with additional amounts of water compared to the natural supply, in order to ensure the optimal humidity necessary for the growth and development of plants and, consequently, obtaining large and stable productions.

Within this field of anthropic activity, we can distinguish both the hydrotechnical works aimed at the design, execution, operation and maintenance of facilities for capturing, adducing and distributing water to plants, as well as the specific works of agricultural exploitation expressed, in particular, through the methods of controlled moistening of the root layer in the soil, in accordance with the requirements of the crop plants. The two categories of works are interconnected in such a way that an irrigation arrangement (autonomous or in complex) can be exploited with maximum efficiency only through a suitable agricultural operation, i.e. through the rational application of irrigation and through the systematic performance of all agrophytotechnical and hydropedo-ameliorative works appropriate to the new conditions offered by the respective arrangement.

At present, the planting of cereals (as well as other field crops) in the North-East of Romania represents a major risk, due to the particularly dry climate (the area is classified as the "drought pole" in Europe), with low periodic precipitation. Atmospheric droughts that turn into soil droughts and in some cases even hydrological droughts are a very frequent and irregular phenomenon in this area. The occurrence of drought reduces yield, both in terms of production quantity and quality. Effective prevention of the negative effects of drought is achieved by irrigating the maize crop with adequate amounts of water in each growing season, corresponding to the optimal watering plan.

As reported by numerous domestic and foreign researchers in published scientific works, the application of irrigation in optimal conditions ensures the correct rate of growth and development of plants by intensifying physiological processes, as well as a substantial saving of water (by reducing water losses). As a result, optimally controlled irrigation results in a significant increase in yield and its stability, obtaining large and stable plant productions, independent of regional climatic characteristics.

An increase in the irrigated area in Romania is a solution for ensuring the future of agricultural production, of course taking into account the available water resources. As a necessary factor for the modernization and increased competitiveness

of agricultural farms, it is mainly represented by irrigation, taking into account and adapting to regional climate changes. In the north-eastern part of Romania, the maize crop, under irrigated regime, increased by 47.9% in the period 2019-2022, compared to a previous period of the same number of years (2015-2018), under non-irrigated regime.

One of the causes of the considerable variation and reduction of yields in the respective years (2015-2018) is the natural water deficit in the soil that was not compensated by the application of irrigation. Maize production yields in North-East Romania in the absence of irrigation depend significantly on rainfall conditions. As a result, in dry years, regional production deficits represented, on average, 14% and a maximum of 28%.

Regarding the application of sprinkler irrigation to maize crops, it facilitates fertigation and advanced automation based on continuous monitoring of weather conditions. Sprinkler irrigation technology, in addition to the direct favorable effects on production, also ensures an improvement in the economic management of water. Of course, other watering methods are being studied (drainage on the soil surface, localized irrigation), which can ensure an increase in yields.

Water is essential in the development of plants and obtaining high agricultural productions independent of climatic conditions. Water ensures the movement of nutrients, photosynthetic products inside the plant, the transformation of nutrients and their extraction from the soil by the plant's root system. Water is necessary for germination, emergence and for many other functions. In modern agriculture, irrigation is used for multiple purposes. First of all, it has the physiological role of ensuring the water necessary for the growth and stabilization of agricultural production, in areas where precipitation is insufficient or unevenly distributed during the growing season. In addition to this main role, it can be used for: preventing crop compromise in fruit growing due to frosts or late spring frosts (this type of irrigation is known as anti-freeze irrigation), preparing the seed bed in good conditions after a prolonged period of drought (frequent situations during the summer period, before sowing the second crop, as well as in autumn, when sowing wheat), natural biological purification by using waste water for irrigation, thus avoiding expensive purification installations.

Irrigation is a science and at the same time an art, used since ancient times, in areas with poor rainfall, to ensure the water needed for agriculture. It developed in antiquity, first in arid areas, gradually expanding also in semi-arid areas, and, in the last decades, in semi-humid areas as well. Ancient civilizations, such as those in the Nile, Tigris and Euphrates, Indus and Ganges, Yellow River valleys, knew and realized great irrigation works. Overflow irrigation was practiced in the Nile valley since around 6000 BCE. when the first dam on the Nile was built, in Memphis.

The Romans carried out grandiose works for the supply of drinking and

## TEZĂ DE DOCTORAT

irrigation water, the traces of which can still be seen today in Italy, Spain, France, Morocco, and in South America, the Incas made large canals for the supply of water from the Andes mountains for the irrigation of the plains coastline. After a period of stagnation or regression during the Middle Ages, irrigation facilities began to expand again from the beginning of the 19th century, the rate of development gradually increasing with the demographic development.

In the 20th century, the irrigated surface in relation to the population recorded a higher growth rate in the 6th decade, more decreased in the 7th and 8th decades, and since 1980 there has been a decrease, which is explained by the fact that the rate of demographic growth became higher than the rate of increasing the irrigated surface.

Currently, the landscaped area worldwide is approx. 270 million ha (representing approx. 1/6 of the arable surface). However, it provides more than 1/3 of the world's agricultural production, and for some crops, such as rice and wheat, the contribution reaches 55%. In the last decades, both the development of new facilities in arid and semi-arid areas, as well as the expansion of irrigation to higher and higher latitudes, especially in the northern hemisphere, in areas with irregular rainfall regime or sandy soils, can be noted.

Regarding the development in perspective, it is estimated that in order to ensure the food requirements at the level of the demographic growth rate, the irrigated area should increase annually with a rate of 0.8%.

## REZUMAT

*Cuvinte cheie: sistem de irigație, subsolier, porumb, eficientizare economică.*

Alegerea culturii, pregătirea solului, prepararea patului germinativ, adaptarea metodei de irigație la cultură și sol, monitorizarea culturii pe întreaga perioadă de vegetație și adaptarea normei de irigație în funcție de schimbările climatice, sunt câteva din etapele de obținere a unei culturi agricole suficiente pentru asigurarea hranei populației și pentru obținerea unei eficiențe economice dorite.

Teza de doctorat denumită „*Cercetări privind eficiența amenajărilor de irigație din cadrul sc Triticum srl Săvinești, jud. Neamț*” a fost elaborată cu scopul de a descoperi cea mai potrivită metoda de irigație pentru o cultură clasică de porumb, aflată într-o zonă cu umiditate ridicată și cu temperaturi care variază foarte mult într-un timp foarte scurt.

În condițiile actuale, când perioadele de secetă dintr-un an sunt din ce în ce mai frecvente, se întâmpină foarte mari dificultăți în adaptarea unei metode de irigație la o anumită cultură. Dar prin testarea diferitelor metode de irigație, în diferite condiții meteorologice se obține o corelare/conexiune benefică între un sistem de irigație fiabil și o productivitate sporită a culturii.

Fiabilitatea unui sistem de irigație este dată de o realizare corectă a acestuia, având componentele necesare pentru o funcționare corectă, realizându-se toate operațiile de reparare și întreținere (mentenanță), pentru o funcționalitate îndelungată și fără prea multe costuri.

Productivitatea dorită a unei culturi, o obținem doar dacă urmăm pașii necesari dezvoltării plantei, mai exact spus, oferim plantei exact ceea ce ne cere în cantitățile dorite de aceasta. Deci în primul rând, atunci când ne alegem o cultură, pe urma căreia ne dorim un profit mare, trebuie să analizăm foarte bine planta și să-i satisfacem toate necesitățile, din toate punctele de vedere (necesar de apă în perioadele de vegetație, îngrășământ, etc.).

Pentru fiecare teren arabil, se efectuează analize geotehnice și pedologice, pentru a cunoaște structura pământului și substanțele existente în acesta, iar ulterior să se poată suplimenta, dacă este necesar, cu nutrienți utili dezvoltării plantelor care urmează a fi cultivate.

În vederea atingerii obiectivelor propuse, am efectuat o serie de activități, printre care: stabilirea unui plan de lucru, crearea câmpului experimental cu o cultură clasică de porumb, aplicarea în întregime a tuturor procedurilor tehnologice stabilite inițial, prelevarea probelor de sol, urmate de o analiză în situ și în laborator, cu privire la starea fizică a solului, determinarea caracteristicilor de producție și analiza dinamicii acesteia și nu în ultimul rând analiza rezultatelor obținute și fundamentarea implementării variantei tehnologice adaptate la condițiile din teren.

Cercetarea a fost efectuată în cadrul județului Neamț, la societatea Triticum



## TEZĂ DE DOCTORAT

srl, mai exact în localitatea Săvinești. Terenul pe care s-au realizat experiențele se caracterizează printr-o pantă de aproximativ 15% și este un sol de tip cernoziom cambic, având un pH slab acid, cu o valoare de 6,5, cu un conținut în humus cu valori cuprinse între 3,5 și 4,2 % , aprovizionarea în azot este mijlocie iar conținutul de potasiu și fosfor au valori potrivite culturii. Experiențele au fost prelevate de pe cele 60 de hectare, luate aleatoriu.

Teza de doctorat este compusă din două părți și cuprinde șase capitole. În prima parte sunt prezentate cercetările cu privire la stadiul actual al cunoașterii până în prezent, cu privire la tema luată în studiu.

Partea a doua cuprinde cadrul natural în care s-au efectuat cercetările, materialul utilizat și metoda de cercetare, precum și rezultatele proprii urmate de concluzii și recomandări

Capitolul I, *"Importanța amenajărilor de irigații în dezvoltarea durabilă a agriculturii"* – cuprinde date cu privire la realizări relevante în domeniul infrastructurii de irigație, situația actuală a amenajărilor de irigații pe plan global, stadiul actual al sectorului de irigații în România și necesitatea și oportunitatea cercetării.

Capitolul II, *"Caracterizarea cadrului natural din județului Neamț"* – cuprinde stadiul actual al cunoașterii cu referire la locație și limite, ale județului Neamț, caracteristici ale reliefului, caracteristici climatice, caracteristici hidrografice, hidrologice și hidrogeologice, aspecte privind vegetația și fauna, urmat de studiul geologic și pedologic.

Capitolul III, *"Scopul, obiectivele și metoda de cercetare"* – cuprinzând metodologia cercetării și materialul utilizat.

Capitolul IV, *"Soluții tehnice pentru eficientizarea amenajărilor de irigații din județul Neamț"* – care cuprinde starea actuală a mediului și irigației în județul Neamț, considerații privind agricultura actuală și în perspectivă, caracteristicile tehnice principale și parametrii specifici ai obiectivului de cercetare, prezentarea diagramei schematice a sistemului de irigație, descrierea componentelor principale, exploatarea și mentenanța sistemului de irigare, prezentarea suprafeței irigate, elementele tehnologice la culturile însămânțate, clasificarea categoriilor de culturi (în perioada 2019-2022), influența irigației asupra microclimatului, influența irigației asupra consumului total de apă al culturii porumbului, influența irigației asupra producției, baza materială a societății comerciale Triticum, obiectivele societății Triticum urmat de analiza unei alte metode de irigație, cu scopul de a afla care din aceste metode este mai eficientă, pentru cultura de porumb.

În vederea cercetării, am remarcat problemele existente în ambele metode studiate, în urma unor proceduri s-au efectuat remedieri, prin înlocuire sau reparație și s-a ajuns la repunerea în funcțiune a sistemelor de irigație, adaptându-le la cerințele culturii.

Capitolul V, *"Eficiența economică a culturilor de porumb după reabilitarea"*

*amenajărilor hidroameliorative*” – cuprinde creșterea eficacității sistemului de irigație și eficiența economică a irigației la cultura de porumb după reabilitarea amenajării de irigații.

Pentru a determina consumul de apă pentru cultura de porumb folosind un sistem de irigare prin picurare având conducte îngropate și prin aspersiune, trebuie luate în considerare mai mulți factori, cum ar fi tipul de sol, stadiul de dezvoltare a plantelor, temperatura și umiditatea aerului, precum și cantitatea de precipitații din ultima perioadă.

În general, se recomandă ca porumbul să primească între 25 și 50 mm de apă pe săptămână. În cazul irigației prin aspersiune, cantitatea de apă poate varia în funcție de condițiile meteorologice și de stadiul de dezvoltare a plantelor. Pentru a măsura câtă apă s-a aplicat, se poate utiliza un pluviometru sau se poate seta un sistem de irigare cu senzori de umiditate care să ajute la măsurarea cantității de apă aplicată în timp real, în acest caz am utilizat ambele metode. De asemenea, se poate monitoriza starea solului, prin ajustarea cantității de apă în funcție de nevoile culturii. În cazul metodei de irigație prin picurare având conductele îngropate, nu depindem foarte mult de condițiile climatice, deoarece apa administrată plantei, este amplasată direct la sistemul radicular.

Investițiile în amenajările de irigații au impact favorabil asupra mediului, în perioada de secetă, crează un microclimat mai umed în zona irigată, combate aridizarea, reduce pierderile de apă, iar o dată cu acestea se reduce consumul de resurse de energie electrică și apă. Timp de 4 ani (2019-2022) a fost urmărită și analizată cultura de porumb în regim neirigat și irigat.

În țara noastră *există riscuri considerabile față de schimbările climatice*, efectele fiind în mod clar determinate de modificările regimului de temperatură și a precipitațiilor.

## ABSTRACT

*Key words: irrigation system, subterrani, economic efficiency.*

Choosing the crop, preparing the soil, preparing the seedbed, adapting the irrigation method to the crop and soil, monitoring the crop throughout the growing season and adapting the irrigation rate according to climate changes, are some of the stages of obtaining an agricultural crop sufficient to ensure food for the population and to achieve a desired economic efficiency.

The doctoral thesis named "Research on the efficiency of irrigation arrangements within Triticum Săvinești, Neamț county" was developed with the aim of discovering the most suitable irrigation method for a classic maize crop, located in a humid area high and with temperatures that vary a lot in a very short time.

In the present conditions, when periods of drought of a year are more and more frequent, great difficulties are encountered in adapting an irrigation method to a particular crop. But by testing different irrigation methods, under different weather conditions a beneficial correlation/connection is obtained between a reliable irrigation system and increased crop productivity.

The reliability of an irrigation system is given by its correct realization, having the necessary components for a correct operation, carrying out all the repair and maintenance (maintenance) operations, for a long functionality and without too many costs.

The desired productivity of a crop can only be obtained if we follow the steps necessary for the development of the plant, more precisely, we give the plant exactly what it asks for in the quantities it wants. So first of all, when we choose a crop, from which we want a large profit, we must analyze the plant very well and satisfy all its needs, from all points of view (need for water during the vegetation periods, fertilizer, etc.).

For each arable land, geotechnical and pedological analyzes are carried out, in order to know the structure of the land and the substances existing in it, and later to be able to supplement it, if necessary, with nutrients useful for the development of the plants to be cultivated.

In order to achieve the proposed objectives, we carried out a series of activities, including: establishing a work plan, creating the experimental field with a classic maize crop, fully applying all the technological procedures initially established, taking soil samples, followed by a analysis in situ and in the laboratory, regarding the physical state of the soil, the determination of the production characteristics and the analysis of its dynamics, and last but not least the analysis of the results obtained and the substantiation of the implementation of the technological variant adapted to the conditions in the field.

## TEZĂ DE DOCTORAT

The research was carried out in the Neamț county, at the company Triticum, more precisely in the town of Săvinești. The land on which the experiments were carried out is characterized by a slope of approximately 15% and is a cambic chernozem type soil, having a slightly acidic pH, with a value of 6.5, with a humus content with values between 3.5 and 4.2%, the supply of nitrogen is medium and the content of potassium and phosphorus have suitable values for the culture. The experiences were taken from the 60 hectares, taken at random.

The doctoral thesis is composed of two parts and comprises six chapters. In the first part, research is presented regarding the current state of knowledge up to now, regarding the topic under study.

The second part includes the natural setting in which the research was carried out, the material used and the research method, as well as the own results followed by conclusions and recommendations

Chapter I, "The importance of irrigation facilities in the sustainable development of agriculture" - includes data on relevant achievements in the field of irrigation infrastructure, the current situation of irrigation facilities globally, the current state of the irrigation sector in Romania and the necessity and opportunity research.

Chapter II, "Characterization of the natural environment in Neamț county" - includes the current state of knowledge with reference to the settlement and boundaries of Neamț county, with features of the relief, climatic characteristics, hydrographic, hydrological and hydrogeological characteristics, aspects regarding vegetation and fauna, followed by the geological and pedological study.

Chapter III, "Purpose, objectives and research method" - including the research methodology and the material used.

Chapter IV, "Technical solutions for the efficiency of irrigation facilities in Neamț county" - which includes the current state of the environment and irrigation in Neamț county, considerations regarding current and prospective agriculture, the main technical characteristics and specific parameters of the research objective, the presentation of the schematic diagram of the irrigation system, the description of the main components, the operation and maintenance of the irrigation system, the presentation of the irrigated surface, the technological elements of the sown crops, the classification of the crop categories (in the period 2019-2022), the influence of irrigation on the microclimate, the influence of irrigation on the total water consumption of the maize culture, the influence of irrigation on the production, the material base of the Triticum commercial company, the objectives of the Triticum company followed by the analysis of another irrigation method, with the aim of finding out which of these methods is more effective for maize culture.

In view of the research, I noted the existing problems in both methods studied, following some procedures, remedial measures were carried out, by replacement or repair, and the irrigation systems were brought back into operation,

adapting them to the requirements of the crop.

Chapter V, "Economic efficiency of maize crops after the rehabilitation of hydro-improvement facilities" - includes the increase in the effectiveness of the irrigation system and the economic efficiency of irrigation for the maize crop after the rehabilitation of the irrigation facilities.

To determine the water consumption for maize crop using subterranean and irrigation system, several factors must be considered such as soil type, stage of plant development, air temperature and humidity, and amount of recent rainfall.

In general, it is recommended that maize receives between 25 and 50 mm of water per week. In the case of sprinkler irrigation, the amount of water can vary depending on weather conditions and the stage of plant development. To measure how much water has been applied, a rain gauge can be used or an irrigation system can be set up with moisture sensors to help measure the amount of water applied in real time, in this case we used both methods. It is also possible to monitor the condition of the soil, by adjusting the amount of water according to the needs of the crop. In the case of the subterranean irrigation method, we do not depend much on the climatic conditions, because the water administered to the plant is placed directly at the root system.

Investments in irrigation facilities have a favorable impact on the environment, during the drought, it creates a wetter microclimate in the irrigated area, combats aridification, reduces water losses, and together with this, the consumption of electricity and water resources is reduced. For 4 years (2019-2022) the maize crop in non-irrigated and irrigated conditions was followed and analyzed. The economic analysis methodology used was based on elements of material and labor costs.

In our country there are considerable risks to climate change, the effects being clearly determined by changes in the temperature regime and precipitation. Irrigation has the main purpose of completing the moisture deficit of the soils affected by this phenomenon, as well as of the soils in less arid areas with an unfavorable distribution of precipitation during the various periods of plant development.

Completing the moisture deficit is achieved by providing the depth of the active layer with the quantities of water necessary to increase soil moisture, during the growing season or outside of it. These measures are undertaken to ensure stable and safe agricultural productions, and to maintain or even improve the characteristics of the soils by complementing them with other appropriate agrotechnical methods.

The choice of the optimal irrigation method is made taking into account the soil conditions, the topography of the land and the type of culture. The aspects addressed in this thesis, i.e. irrigation works, have as their object of study the efficiency of exploitation and maintenance of hydrotechnical works related to the rehabilitation, conservation and protection of soil quality.

## **TEZĂ DE DOCTORAT**

The quantities of water needed by agricultural crops, in the process of growth and fruiting, leads to ensuring the obtaining of stable and safe productions. They must also be ensured in cases where the plants cannot develop because the water from natural precipitation or from the groundwater does not exist or is not sufficient.

Thus, through the use of local water sources and the use of modern technologies, it is possible to supplement the plant's water needs, contributing to the increase in irrigation efficiency, to the achievement of a sustainable and environmentally friendly agriculture.

**PARTEA I**  
**STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII**

***FIRST PART***  
***THE ACTUAL STAGE OF KNOWLEDGE***

### **1. IMPORTANȚA AMENAJĂRILOR DE IRIGAȚII ÎN DEZVOLTAREA DURABILĂ A AGRICULTURII**

#### **1. THE IMPORTANCE OF IRRIGATION IN THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE**

##### **1.1. Realizări relevante în domeniul infrastructurii de irigație**

Încălzirea globală evidențiază o realizare internațională între anii 1881 și 2005, încălzire diferențiată pe zone, cu o întindere mai mare pentru partea nordică. Perioada cu temperaturi foarte ridicate, a fost între anii 1988 și 2006, pe o perioadă de 124 ani pe care s-au făcut studii. Anul 2005 fiind extrem călduros, cu o temperatură globală medie de 14,77 °C începând din anul 1880, iar anii 2006 și 2012 au fost și ei cu temperaturi ridicate. Totodată s-a extins seceta și lipsa apei.

Agricultura irigată este necesară, oportună și utilă, fiind justificată ca urmare a modificărilor climatice inevitabile care se așteaptă în perioada imediat următoare. Agricultura în cadrul amenajărilor de irigație, trebuie imperativ să se transforme în unul dintre utilizatorii de apă cei mai însemnați. Cei mai importanți factori în realizarea unor valori ale producției agricole ridicate și stabile sunt următorii: genetici (capacitatea genetică a plantelor), îngrășămintele (organice și minerale), apa (precipitații și irigații complementare), pedologici și climatici. În ultimii ani, pe parcursul aceluiași an, intervalele cu ploi abundente dar de scurtă durată (excesul de apă sufocând plantele și afectându-le iremediabil), alternează cu perioade secetoase lungi când plantele nu primesc apă suficientă, fie la răsărire (în faza incipientă de vegetație), fie în cea de dezvoltare, sau de fructificare. Irigațiile constituie de asemenea unul din principalele mijloace prin care se poate pune în valoare forța de muncă disponibilă și care creează premisele pentru obținerea unor bunuri corespunzătoare cantitativ și calitativ, necesare vieții în general cât și în perioadele secetoase care sunt tot mai dure și mai extinse.

Culturile agricole necesită cantități diferite de apă în fiecare fază a procesul de dezvoltare și fructificare pentru obținerea de producții eficiente și stabile. În cele mai numeroase situații plântuțele au o dezvoltare necorespunzătoare cerințelor, deoarece apa provenită din precipitații sau freatice nu este suficientă, sau nu satisface calitatea necesară pentru a asigura evoluția acestora. Întregirea necesarului de apă la plantă prin diverse maniere de irigație, se realizează din sursele locale de apă existente și prin utilizarea de metode tehnologice noi și adecvate de aplicare a udării la plantă, precum și prin adoptarea unor tehnologii combinate, care contribuie substanțial la creșterea eficacității irigației și la promovarea unei agriculturi sustenabile și durabile care să satisfacă toate cerințele.

Până la mijlocul secolului al XX-lea, irigațiile (în special la culturile de



porumb) se realizau în special prin scurgere la suprafața solului, îndeosebi prin inundare controlată. După Al Doilea Război Mondial s-au adoptat și extins irigațiile prin aspersiune care s-au diversificat și dezvoltat, fiind posibile datorită folosirii pompelor de mare putere, care reușeau să asigure o presiune sporită a apei în sistem și debitele necesare la toți consumatorii. S-a urmărit o distribuție echitabilă a apei și o taxare după consumul real, cât și o uniformizare a livrării apei în câmp nedăunătoare plantelor cultivate. În ultimii ani s-a extins irigația localizată, prin picurare și subirigație, atât la culturile pomicole și horti-viticole cât și la culturi mari, iar recent se impune și irigația de precizie. Etapele ce sunt în măsură să prevină viitoare crize alimentare mondiale, ar trebui să includă rețele social-politice și financiar-economice reale și sigure. Seceta a fost considerată ca factor natural limitativ al recoltei încă de pe la mijlocul secolului al XIX-lea, cel puțin pentru marile zone agricole din Câmpia Dunării și Dobrogei. Evenimentele istorice, politice, socio-economice, influențează și condiționează dezvoltarea, împiedicarea sau cel puțin amânarea cu mai multe decenii a evoluției irigațiilor în România.

Totalitatea lucrărilor de îmbunătățiri funciare în corelare atentă cu lucrările agricole specifice și hidroameliorative aplicate la timp și adecvat fiecărei situații, contribuie substanțial la creșterea și intensificarea resursei funciare și determină mărirea capacităților de producție și dezvoltarea bazei de materii prime, în unul din cele mai vitale domenii economice - **agricultura**.

În cadrul proiectelor de hidroameliorații, amenajările și sistemele de irigații ocupă un loc aparte, în primul rând prin amploarea lor. În mod practic, amenajările pentru irigații coincid cu zonele care conțin solurile cele mai fertile, dar și cu deficitul de umiditate cel mai mare. Irigațiile reprezintă principala cale de modernizare a agriculturii, de intensificare și de creștere a producției, deși, cauze multiple diferite - începând cu punerea în funcțiune a lucrărilor executate și până la exploatarea intensivă a amenajărilor hidro-agricole -, au condus în general la obținerea unor rezultate tehnice și economice inferioare nivelului scontat în faza de proiectare.

Amenajările de îmbunătățiri funciare și de hidroameliorații sunt obiective economice și sociale de importanță strategică semnificativă. Marile proiecte complexe de îmbunătățiri funciare și în primul rând cele de irigații au fost realizate în perioada 1970 - 1990 și ca programe sociale, acestea având ca obiectiv nu numai siguranța alimentară a populației, dar și dezvoltarea colaterală a unor zone cu un accentuat caracter rural, a căror economie depindea de calitatea resursei funciare.

Accentuarea și diversificarea activității economice în zonele respective, urmarea în acea etapă nu numai amplificarea și dezvoltarea aportului acestora la crearea bunului global al agriculturii, dar și o reabilitare apreciabilă și specializare a gradului de folosire a forței de muncă, atât prin utilizarea cât mai completă și complexă a forței de muncă excesive existentă în zona rurală la acea vreme, cât și prin ocuparea unui număr sporit de locuri de muncă, cu investiții mult mai mici decât în alte ramuri ale economiei naționale.

## TEZĂ DE DOCTORAT

Dezvoltarea sistemului de agricultură în regim irigat a favorizat extinderea unor activități economice în legătură cu sectorul secundar cât și cel al serviciilor specifice zonei rurale agricole, industria materialelor de construcții, industria de mașini agricole etc. În domeniul serviciilor, organizarea *rețelei naționale de întreținere și exploatare a lucrărilor de îmbunătățiri funciare*, a contribuit în egală măsură la creșterea gradului de ocupare a forței de muncă, a capacităților de producție nou-create în industria de amonte și aval (Lup A., 1997).

Influența favorabilă a desfășurării programului național de îmbunătățiri funciare în agricultură, dar mai ales al irigațiilor asupra numeroaselor și importantelor sectoare economice, nu a fost niciodată evaluat, dar trebuie să fi fost importantă pentru politica de la vremea aceea, ținând seama de volumul și ritmul alert cu care s-au executat lucrările, cât și de investițiile uriașe care au fost implicate. În mai puțin de 30 de ani s-au realizat lucrări complexe pe o suprafață totală de peste 8 milioane de hectare, din care circa 3 milioane de hectare pentru irigații.

O apreciere a unității fizice a volumului de lucrări înglobat în amenajările hidroameliorative în acea perioadă, evidențiază peste 18000 km de canale deschise, circa 63000 km de conducte îngropate, 4019 stații de pompare și aproape 23000 de lucrări hidrotehnice în ansamblu (Lup A., 1997).

În prezent, rolul și locul irigațiilor în agricultură constituie o mare dificultate ce nu poate fi abordată și rezolvată în afara politicii economice naționale și directivelor europene. Tranziția la economia de piață face ca nici un compartiment al activității productive să nu mai poată fi *evaluat altfel decât prin intermediul unor indicatori de eficiență economică*. Irigațiile trebuie să contribuie efectiv nu numai la o creștere importantă a randamentelor și a stabilității recoltelor, dar și la asigurarea unui grad acceptabil de beneficii la nivelul exploatației agricole.

Pe plan național ne găsim în fața unei remarcabile capacități de producție de care țara dispune, care, folosită chibzuit, ar putea ajuta într-o foarte mare măsură, la ridicarea nivelului tehnic al agriculturii actuale, precum și la creșterea veniturilor populației ocupate în acest sector, ceea ce ar atrage revenirea în țară a populației. Pe de altă parte, printr-o participare mai activă la o serie de activități economice secundare, în amonte și în aval, agricultura irigată produce un impact favorabil asupra întregii vieți economice și sociale din România.

Eforturile pe care le face statul în prezent, în mod direct, pentru pomparea și distribuția apei pe suprafețe irigate din ce în ce mai mari, deși se ridică la sume considerabile, nu sunt suficiente. O mare parte din cheltuielile adiționale pentru irigarea culturilor - chiar în condițiile unei puternice subvenționări de către stat a costului apei - revin producătorului agricol. Din cele 33 miliarde de euro obținute de la Uniunea Europeană, România a investit în modernizarea infrastructurii de irigații 2,5 miliarde de euro, iar diferența va fi direcționată către infrastructura de desecare-drenaj și combaterea eroziunii solului.

Se încercă să se folosească aceste fonduri pentru infrastructuri strategice

importante, astfel încât *Planul Național Strategic 2021-2027* să rămână un program menit fermierilor pentru a-și spori reziliența.

La nivel mondial și european există o presiune extraordinară pe fermieri, pentru a-și spori valoarea beneficiilor economice și sociale de pe urma terenurilor pe care le dețin, aceștia confruntându-se în același timp cu degradarea terenurilor.

Pentru includerea lucrărilor de irigații în cadrul unui management integrat al resurselor naturale și agriculturii și eficientizarea acestora, este nevoie de a se stabili un set de măsuri de îndrumare și un suport adecvat al tuturor factorilor implicați în acest domeniu, în special privind utilizatorii finali de apă și de terenuri (fermieri, organizații ale utilizatorilor de apă pentru irigații, specialiști în domeniul îmbunătățirilor funciare).

Irigația reprezintă o știință și în același timp o artă, utilizată din cele mai vechi timpuri, în zone dezavantajate pluviometric și climatic, pentru asigurarea apei necesare agriculturii în scopul obținerii unor producții ridicate, sigure și constante an de an.

Provocările viitoare pentru sectorul de irigație vor fi unite de maniera în care se va realiza o exploatare sustenabilă, atât din punct de vedere financiar cât și al protecției mediului, pentru a răspunde atât dezvoltării cerințelor de hrană în concordanță cu creșterea demografică, cât și pentru sporirea competiției pentru apă. Pentru aceasta va fi nevoie de o gestiune integrată a resurselor funciare și hidrologice, care să îmbine gestiunea eficientă a bilanțului hidric cu gospodărirea îngrășămintelor și sărurilor, cât și cu bilanțul financiar.

### **1.2. Situația actuală a amenajărilor de irigații pe plan global**

Documentarea s-a axat pe abordările recente legate de schimbările climatice globale și creșterea frecvenței și intensității secetelor în legătură cu gestiunea apei de irigație atât pe plan global, cât și la nivelul țării noastre. Deși creșterea temperaturii a fost observată de mai bine de 100 de ani, în ultimii 30 de ani viteza de creștere a temperaturii medii globale se înscrie pe o curbă puternic ascendentă.

Mai mult chiar, în ultimele decenii s-au produs perturbări importante în distribuția centrilor de presiune atmosferică. Astfel, la latitudini mici, deasupra zonelor vestice ale oceanelor, în ultimii ani au acționat *centre de înaltă presiune*, iar în părțile estice au acționat *centre de joasă presiune*, circulația atmosferică fiind de la vest la est, invers față de cea normală. Fenomenul de secetă este unul cât se poate de real, este natural și recurent însă se caracterizează printr-o *frecvență incertă*, printr-o *durată și duritate variabile* și foarte greu (chiar imposibil) de prognozat.

Dacă în 1990 partea agricolă utiliza 68,9% din resursele de apă, în anul 2000 studiile de specialitate au observat o scădere la 62,7% în favoarea creșterii excesive a ponderii consumului municipal și industrial. Pe de altă parte, creșterea ponderii utilizării apei, deversarea în apă a unor cantități mari de reziduuri industriale,

pesticide, plastic etc., modifică substanțial calitatea apei, conducând la diminuarea resurselor de apă dulce și curată.

### 1.3. Stadiul actual al sectorului de irigații în România

În anul 2011 aproximativ un sfert din totalul suprafețelor agricole din România, a fost dotat cu lucrări pentru irigații, acestea fiind folosite, în ultimii 10 ani, la o capacitatea de 20 %.

Această situație reflectă diverse cauze: starea nesigură a instalațiilor, lipsa și/sau reducerea fondurilor alocate pentru irigații, lipsa de interes, dar și condițiile meteo-climatice din ce în ce mai puțin favorabile.

Din figura 1.1 se poate observa, pe un interval de 10 ani, din perioada 2012-2022, *o involuție a suprafețelor amenajate cu lucrări pentru irigații*, iar din fig. 1.2. reiese de asemenea *o pantă descendentă* legată de *capacitatea utilizării amenajărilor pentru irigații*, din același interval de timp.

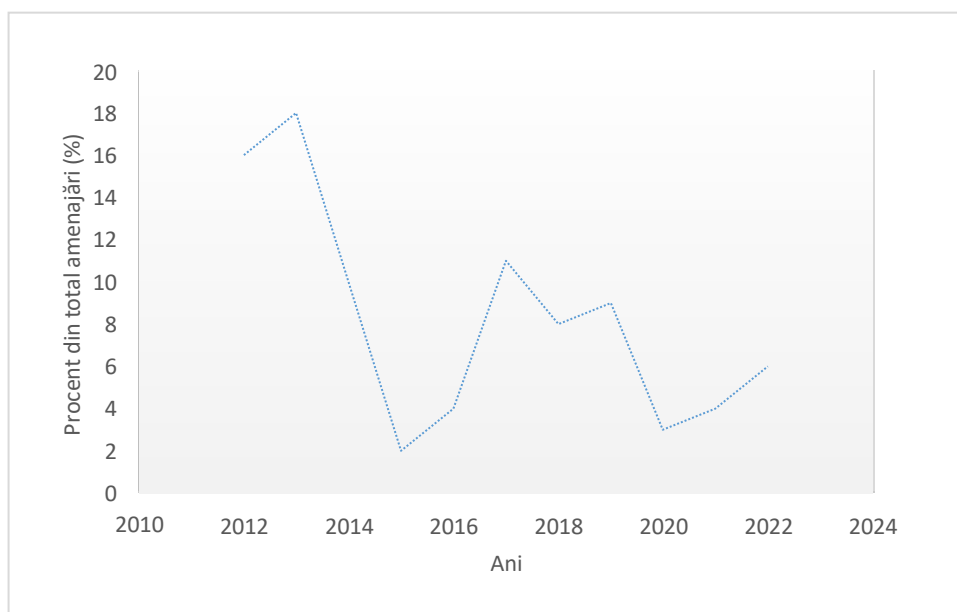


Figura 1.1. Dezvoltarea suprafețelor amenajate cu lucrări pentru irigații (MDLPA 2022)  
Figure 1.1. Development of landscaped areas with irrigation works (MDLPA 2022)

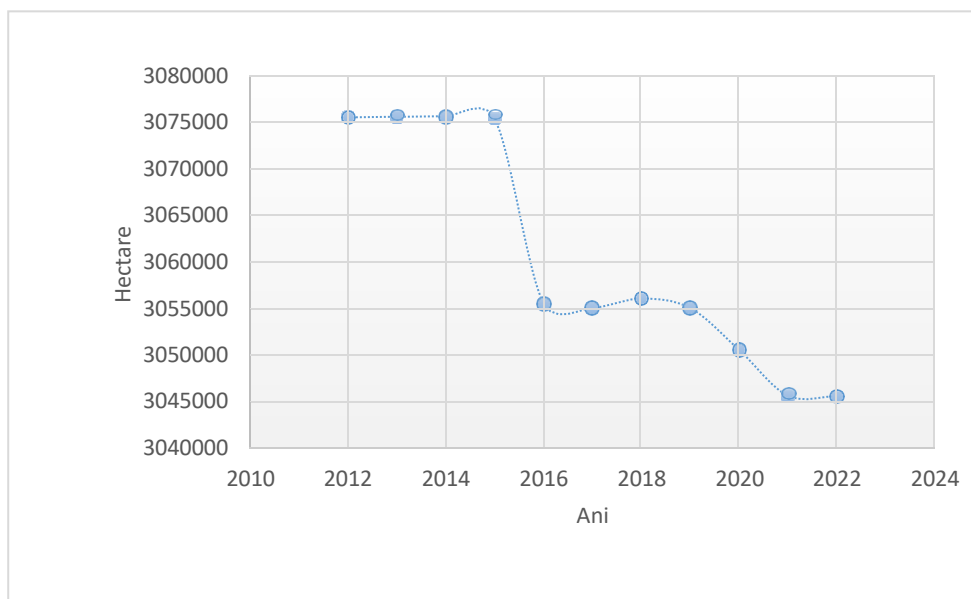


Figura 1.2. Evoluția capacității utilizării amenajărilor pentru irigații (MDLPA 2022)  
 Figure 1.2. The evolution of the used capacity of irrigation facilities (MDLPA 2022)

Din punct de vedere al utilizării terenurilor, România este o țară preponderent agricolă, mai mult de jumătate din suprafața totală fiind utilizată în acest scop. Cea mai mare parte a terenurilor agricole sunt arabile, după cum se poate observa în tabelul 1.1.

Tabelul 1.1. / Table 1.1.

Evoluția utilizării terenului în agricultură  
 Evolution of land use in agriculture

Nr	Utilizare teren	Suprafață [ha]								
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	Ani de referință									
1	<b>Teren arabil</b>	170665	170564	170875	171249	174721	174982	173261	174530	171123
2	Pășuni	68632	68868	68939	69445	69107	69228	69745	69974	69998
3	Fânețe și terenuri înierbate natural	40668	41995	40987	41714	40419	40341	40968	40906	42170
4	Podgorii, pepiniere culturi viță de vie	1092	1072	1284	997	912	684	745	880	776
5	Livezi și pepiniere arbori	2943	2813	2815	2730	2471	2418	2872	24511	2829
	<b>TOTAL AGRICULTURĂ - Suprafață</b>	<b>284000</b>	<b>285312</b>	<b>284900</b>	<b>286135</b>	<b>287630</b>	<b>287653</b>	<b>287591</b>	<b>310801</b>	<b>286896</b>

Irigațiile au, în general, caracter complementar la aportul din precipitații cu un rol important în obținerea recoltelor la un nivel ridicat cantitativ și stabil anual,

## TEZĂ DE DOCTORAT

pentru a se putea asigura siguranța alimentară a populației, precum și în ceea ce privește protecția mediului.

Modificările climatice din perioada actuală și studiile de specialitate efectuate recent cât și în trecut, susțin faptul că irigația este imperativ necesară în zona de nord-est a României, (Moldova), unde se indică o tendință de aridizare și deșertificare.

Deasemenea se arată și importanța introducerii irigației și în amenajările locale din alte zone aride ale țării. Marile sisteme de irigații din România care au fost construite începând cu anul 1970 și au fost finanțate integral de stat, au avut la bază cerințele impuse de o agricultură deservită intereselor statului socialist, unde majoritatea terenului agricol aparținea proprietății statale și era comasat, sursele și resursele de apă erau manageriate în totalitate de instituțiile subordonate statului, iar producția agricolă revenea în cea mai mare parte statului.

În perioada 1970-1975, ritmul de creștere a fost de aproximativ 140.000 ha/an, de la 730.000 ha în anul 1970, la 1.474.000 în anul 1975. Din totalul suprafeței amenajată pentru irigații, în proporție de 80% era de tipul centralizat prin "aspersiune", în ploturi imense aferente stațiilor de pompare. În anul 1989 suprafața totală amenajată cu infrastructură de irigații (în sisteme funcționale, nefuncționale și neterminate) a fost de aproximativ 3,1 mil. ha, cuprinzând 375 de sisteme mari de irigații.

Proiectarea acestor mari amenajări hidro-agricole de irigații nu a avut în vedere în mod special o anumită eficiență tehnico-economică scontată, urmărindu-se în principal satisfacerea anumitor cerințe indiferent de condițiile de mediu, cheltuielile cu exploatarea și întreținerea, costul apei și al energiei electrice etc.

Începând cu anul 1991, a avut loc un proces accentuat de „fărâmițare” a terenurilor agricole amenajate pentru irigații prin reconstituirea/constituirea dreptului de proprietate asupra terenurilor, terenurile fiind restituite noilor și nenumăraților în general mici proprietari, fără a se lua în considerare configurația existentă a infrastructurii de irigații și poziționarea reală a terenurilor față de antenele de udare.

Sistemul național de irigații existent și funcțional înainte de anul 1989 a devenit astfel vulnerabil, datorită faptului că amenajările de irigații erau proiectate și echipate pentru exploatații foarte mari și consumuri energetice enorme, dar și datorită lipsei aproape totale de investiții pentru reconversia spre alimentarea cu precădere gravitațională, uzura fizică și morală a infrastructurii de irigații și a instalațiilor și echipamentelor de udare existente etc. Astfel, multe sisteme au fost distruse parțial sau complet, stațiile de pompare au fost vandalizate, echipamentele au fost sustrate sau deteriorate. Începând cu anul 2004, la cererea organizațiilor și federațiilor de îmbunătățiri funciare, s-a predat infrastructura de irigații de către ANIF în proprietatea și folosința acestora, constituindu-se *asociații ale utilizatorilor de apă în agricultură*.

## TEZĂ DE DOCTORAT

Amenajările totale de îmbunătățiri funciare funcționale reprezentau în anul 2004, cca 81% din suprafața totală amenajată, iar în anul 2013 reprezentau 76%, din care în administrarea ANIF aproximativ 80% și în scădere cele din folosința OUAI/FOUAI, reprezentând doar 43% în anul 2013 de la 100% în anul 2004. Apare o involuție progresivă accentuată.

Amenajările de irigații funcționale din suprafața totală amenajată cu irigații în anul 2013 reprezentau 45% față de 50% în anul 2004. Amenajările de irigații funcționale aflate în administrarea ANIF în anul 2013 reprezentau 41% în scădere de la 46% în anul 2004, iar în folosința OUAI/FOUAI doar 43% în anul 2013 în scădere de la 100% în anul 2004.

Tabelul 1.2. / Table 1.2.

Situația amenajărilor de irigații în România  
The situation of irrigation facilities in Romania

INDICATOR	2008 (Mii Ha)	2022 (Mii Ha)	diferența (Mii Ha)	%
1	2	3	4	5
<b>Total amenajări IF:</b>	<b>8.092</b>	<b>6.718</b>	<b>1.374</b>	<b>17</b>
- funcțional	6.592	5.148	1.444	22
- nefuncțional	1.500	1.570	70	5
Administrate ANIF	7.622	5.862	1.760	23
- funcțional	6.122	4.782	1.340	22
- nefuncțional	1.500	1.080	420	28
Folosință OUAI/FOUAI	470	856	386	82
- funcțional	470	366	104	22
1	2	3	4	5
- nefuncțional	-	490	490	-
<b>Total irigații:</b>	<b>3.002</b>	<b>2.990</b>	<b>12</b>	<b>0,4</b>
- funcțional	1.502	1.356	146	9,7
- nefuncțional	1.500	1.635	135	9
Administrate ANIF	2.532	2.134	398	16
- funcționale	1.032	990	42	4
- nefuncționale	1.500	1.145	355	24
Folosință OUAI/FOUAI	470	856	386	82
- funcțional	470	366	104	22
- nefuncțional	-	490	490	-
<b>Total suprafață irigată</b>	<b>327</b>	<b>151</b>	<b>176</b>	<b>54</b>
- administrate ANIF	202	12	190	94
- folosință OUAI/FOUAI	125	139	14	11

Din tabelul 1.2. se poate observa că situația amenajărilor totale de îmbunătățiri funciare din România a scăzut din 2008 până în 2022 cu 17 procente, iar totalul suprafețelor irigate a scăzut cu 54 % față de același an.

Tabelul 1.3. / Table 1.3.

Generalități asupra (sub)sistemelor de irigații majore devenite viabile după reabilitare  
(România)

Overview of (sub)major irrigation systems made viable after rehabilitation (România)

Sistem hidrotehnic	Suprafață totală amenajată inițial (ha)	Suprafață irigată gravitațional (ha)	B/C		Suprafață irigată prin pompare viabilă (ha)	viabile + gravitație (ha)	Ca procent din suprafața amenajată
			F	E			
Total jud. Neamț	2429	0			2429	2429	100%
Terasa Caracal		971	0.96	1.25		0	
Terasa Caracal			1.04	1.34		5491	
Bucșani Ciroiu I		11612	0.81	1.06		0	
Ipotești I		3343				0	
Stoenești Vișina			1,13	1,46	23379		
Stoenești Vișina		2845	1,01	1,31	2435		
Draganești		10928	1,09	1,41	3388		
Potelu orabia					0		
<b>Total general</b>	<b>2429</b>	<b>29699</b>			<b>29202</b>	<b>5491</b>	<b>100%</b>

În Tabelul 1.3. sunt prezentate sistemele și subsistemele de irigații care vor deveni durabile după reabilitare. Tabelul prezintă informații cu privire la procestanjul suprafețelor irigate comparativ cu situația din fazele inițiale.

Este necesar de menționat că nu este corectă descrierea viabilității unui sistem de irigație ținând cont doar de înălțimea de pompare, trebuie să se țină seama și alți factori (eficacitatea pompelor, al conductelor/canalelor și avantajele agricole) care influențează raportului B/C.

Conform datelor disponibile în baza de date informatică a Institutului Național de Statistică, în anul 2014, suprafața total amenajată era de 3.149.111 ha, din care suprafața de 2.892.933 ha reprezenta teren arabil, iar în anul 2022 suprafața total amenajată era de 3.152.446 ha, din care suprafața de 2.895.803ha reprezenta teren arabil. Suprafața irigată cu cel puțin o udare în anul 2014 a fost de 172.624 ha, iar în anul 2022 de 284.081 ha. (Tabelul 1.4.)



## TEZĂ DE DOCTORAT

Tabelul 1.4. / Table 1.4.

Suprafața terenurilor amenajate cu lucrări de irigații în perioada 2014 și 2022  
The surface of the lands developed with irrigation works between 2014 and 2022

Nr. crt.	Tipul suprafeței	Macro-regiuni, regiuni de dezvoltare și județe	Anul 2014	Anul 2022
			Hectare	Hectare
1.	Suprafață totală amenajată	TOTAL	3.149.111	3.152.446
2.	Suprafață agricolă amenajată	TOTAL	3.045.429	3.048.287
3.	Suprafață totală amenajată ( <b>teren arabil</b> )	TOTAL	2.892.933	2.895.803
4.	Suprafață agricolă irigată efectiv cu cel puțin o udare ( <b>teren arabil</b> )	TOTAL	172.624	284.081

În perioada 2015–2022, perioada de referință a cercetării, se poate observa o stabilizare a suprafeței agricole efectiv irigată, cu cel puțin o udare, la suprafața de 150.000 – 180.000 ha, și o creștere la 287.188 ha în anul 2022. (Tabelul 1.5.)

Tabelul 1.5. / Table 1.5.

Suprafața agricolă efectiv irigată, cu cel puțin o udare  
The agricultural area effectively irrigated, with at least one watering

Regiuni de dezvoltare	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	UM: Ha							
<b>TOTAL</b>	<b>127790</b>	<b>216138</b>	<b>45719</b>	<b>180931</b>	<b>145398</b>	<b>173185</b>	<b>152937</b>	<b>287188</b>
NORD-VEST	12	98	-	-	-	-	-	-
CENTRU	365	1439	40	329	-	270	744	779
<b>NORD-EST</b>	<b>5198</b>	<b>3204</b>	<b>359</b>	<b>4933</b>	<b>4245</b>	<b>9888</b>	<b>9607</b>	<b>10957</b>
SUD-EST	64150	121179	24069	139231	112204	121622	109904	208318
SUD- MUNTENIA	27957	58452	4745	26341	21564	30586	23774	42041
BUCUREȘTI - ILFOV	737	993	79	-	-	-	-	-
SUD-VEST OLTENIA	25799	29844	14211	9843	7255	10819	8574	23473
VEST	3572	929	2216	487	254	130	:	1620

Exploatarea agricolă a terenurilor impune necesitatea reabilitării urgente a infrastructurii primare de irigații în amenajările de îmbunătățiri funciare actuale - stații de pompare și rețeaua de canale și conducte principale, dar progresiv și a celorlalte părți componente ale amenajării.

### 1.4. Necesitatea și oportunitatea cercetării

În multe țări, printre care și în România, abordarea irigațiilor se face prin prisma *reabilitării și modernizării*, precedate de reforma instituțională, scopul final

## TEZĂ DE DOCTORAT

fiind creșterea eficienței irigațiilor în condițiile protejării mediului.

Marile amenajări de irigații din România, cele mai multe cu o vechime de peste 40 de ani, au fost concepute și realizate în condițiile agriculturii socialiste organizate (ferme de mari dimensiuni, cu administrare și management centralizate), proprietar al terenurilor amenajate fiind în totalitate statul.

După 1990, gradul de utilizare a sistemelor de irigații a scăzut dramatic, cauzele fiind multiple: fragmentarea excesivă a terenurilor, vandalizarea, interesul scăzut al fermierilor, sistemul instituțional și legislativ perimat, costul ridicat al apei de irigații și al energiei, uzura morală și fizică a echipamentelor și infrastructurii și în principal *eficiența tehnico-economică redusă*.

Deoarece amenajările mari de irigații din România au fost concepute - după cum s-a arătat anterior - pentru a deservi marile exploatații agricole (1.000-10.000 ha), după desființarea și fărâmițarea acestora, *funcționarea sistemelor de irigații a devenit dificilă și ineficientă* deoarece au apărut în sistemul de exploatare a irigațiilor existent sute și chiar mii de utilizatori, proprietari ai unor suprafețe de teren agricol foarte mici (0,5-3 ha).

Strategia ANIF în domeniul îmbunătățirilor funciare a fost adaptată la noile situații din teren și a fost actualizată în anul 2007, după care a fost elaborată Strategia ANIF pentru reducerea efectelor secetei și dezastrilor.

Aceasta a fost integrată de către Ministerul Agriculturii și Dezvoltării Rurale, prin Comitetul Național pentru Combaterea Secetei, Degradării Terenurilor și Deșertificării, în Strategia Națională privind Reducerea Efectelor Secetei, Prevenirea și Combaterea Degradării Terenurilor și Deșertificării.

Este necesită de asemenea și un personal adecvat de exploatare și întreținere cu o pregătire/calificare corespunzătoare, cât și adaptarea schemelor de udare la condițiile din teren, ceea ce impune ca studiile și cercetările experimentale (în teren și laborator) și teoretice să preceadă proiectarea.

Avându-se în vedere argumentele prezentate, rezultă că cercetarea în domeniul irigațiilor este necesară și oportună, fiind susținută și subliniată importanța deosebită a temei abordate în cadrul tezei de doctorat pentru domeniul tehnico-aplicativ și științific.

## 2. CARACTERIZAREA CADRULUI NATURAL DIN CADRUL JUDEȚULUI NEAMȚ

## 2. CHARACTERIZATION OF THE NATURAL FRAMEWORK WITHIN THE FRAMEWORK OF NEAMȚ COUNTY

### 2.1. Așezare și limite

Județul Neamț este situat în partea de nord-est a României, în sud-verstul Podișului Moldovei, având o suprafață de 5.897 km<sup>2</sup>. Populația județului este de aproximativ 560.000 locuitori iar principalele unități administrative sunt: 2 municipii (Piatra Neamț și Roman), 3 orașe (Bicaz, Roznov și Târgu Neamț) și 78 de comune. Municipiul reședință de județ este Piatra Neamț, cu 105.499 locuitori. Industriile ușoare și alimentare sunt, de asemenea, bine reprezentate la nivel de județ. Referitor la sectorul agricol, la sfârșitul anului 2019 terenul agricol reprezintă 52,1% din suprafața județului. Pădurile și alte terenuri împădurite reprezintă 48,5% din totalul suprafeței județului. Figura 1 prezintă o hartă a județului, inclusiv o hartă care relevă locația județului la nivelul României.

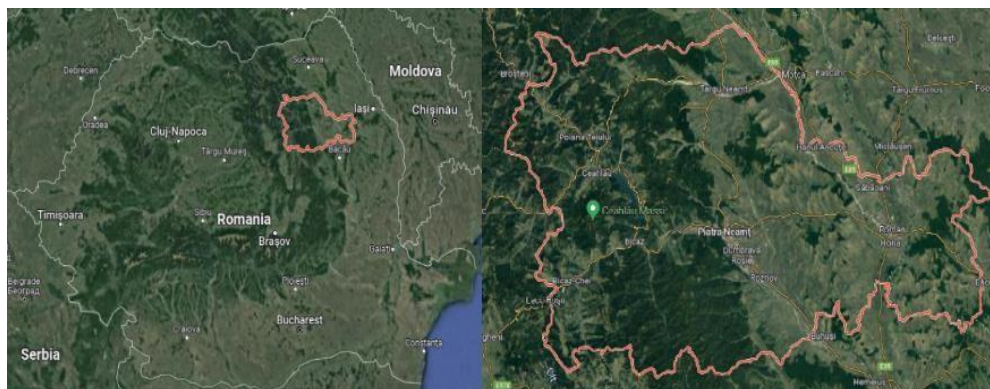


Figura 2.1. Poziționarea județului Neamț pe teritoriul României (imagine din satelit Modis Aster)

Figure 2.1. Positioning of Neamț County on Romanian territory (Modis Aster satellite image)

Partea de vest este dominată de munți în timp ce partea de est cuprinde platouri deluroase. Zonele de est ale județului sunt constituite din valea râului Moldova și zone deluroase poziționate la est de Râul Moldova. Părțile vestice sunt constituite din zone muntoase, drenate de Râul Bistrița. Lungimea rețelei hidrografice a județului Neamț este de 2150 km; volumul total acumulări este de 1306,546 milioane m<sup>3</sup>.

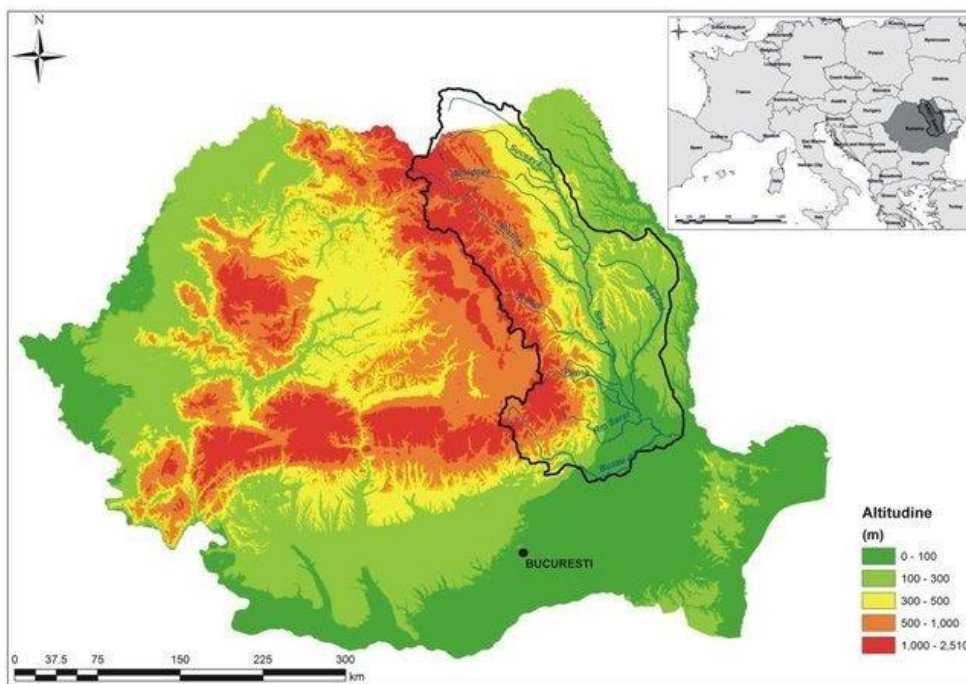


Figura 2.2. Poziția geografică a bazinului hidrografic Siret în cadrul României și al Europei (Wikipedia)  
 Figure 2.2. Geographical position of the Siret hydrographic basin within Romania and Europe (Wikipedia)

*Localitatea Săvinești din Județul Neamț, se află în partea central-sudică a județului, la 8 km sud de orașul Piatra Neamț. De asemenea, face parte din Câmpia Moldovei, relieful fiind cu o fragmentare redusă, foarte puțin accidentat, în cea mai mare parte fiind reprezentat prin terase întinse și aproximativ netede.*

*Terasele au o înclinare lină, de la nord la sud și aparțin versantului stâng al văii Bistrița. Această scădere a altitudinii teraselor spre sud se datorează subțierii stratului de prundis spre aval. Trecerea de la zona de luncă a Bistriței și Cracăului spre terase se face gradat, fără accidente morfologice deosebite. Altitudinile reliefului au valori cuprinse între 278 m (în lunca Bistriței, din partea de sud a localității), și 317 m (în partea de NE a localității).*

*Prin poziția sa geografică, existentă două forme de relief (terase și trepte de luncă), unde se creează mici deosebiri pe orizontală în desfășurarea proceselor din atmosferă, procese ce au un mers normal în timpul anului.*

*Aflată în partea central estică a României, în paralele 46°40' și 47°20' latitudine nordică și meridianele 25°43' și 27°15' longitudine estică. Relieful județului prezintă o diversitate deosebită determinată într-o lungă perioadă de timp de alcătuirea și structura geologică, de mișcările tectonice, de succesiunea de sisteme morfoclimaterice. Unitatea subcarpatică este situată la est de zona montană și*

cuprinde depresiunea Cracău. Localitatea Săvinești se situează în partea de N a orașului Roznov și partea de S a localității Dumbrava Roșie.

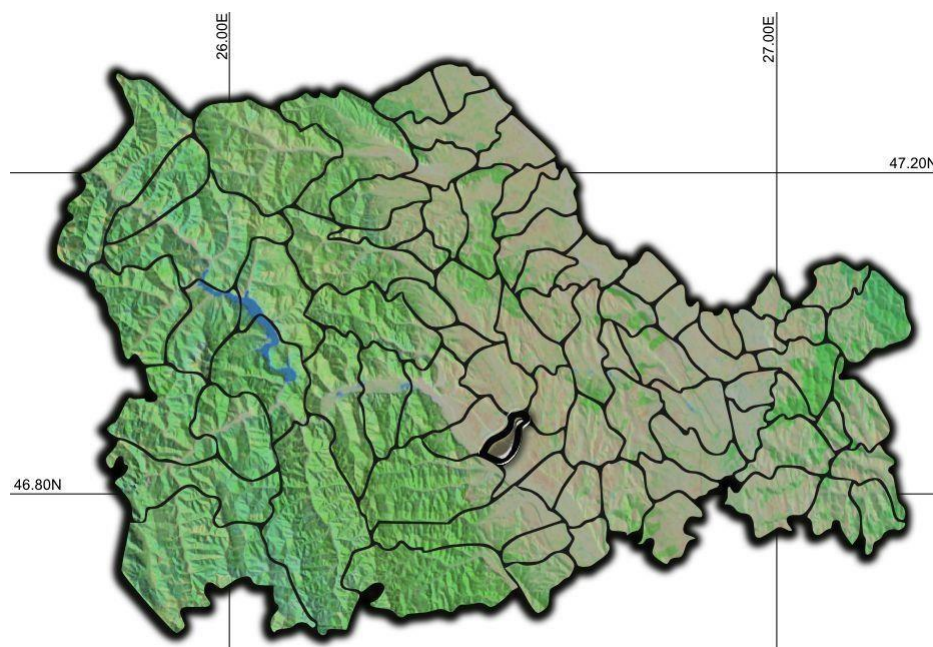


Figura 2.3. Județul Neamț – Săvinești (Wikipedia)  
Figure 2.3. Neamt County – Săvinești (Wikipedia)

În ceea ce privește aspectul specific din amplasament, această zonă, care ocupă partea de sud-est a județului Neamț, face parte din Podișul Moldovei, aspectul general al acestui teritoriu fiind acela al unui podiș autentic, cu înălțimi cuprinse între 200 m în partea sudică și 600 m în extremitatea nord-estică.



Figura 2.4. Râul Cracău în zona studiată  
Figure 2.4. Cracău river in the studied area

## TEZĂ DE DOCTORAT

Amplasamentul lucrărilor propuse și aprobate în cadrul lucrărilor de intervenție a fost obiectul studiului topografic prin măsurători efectuate în teren, aflându-se înscris în fondul funciar agricol al județului Neamț, pe teritoriul comunei

Săvinești. Operațiunile topo-cadastrale au utilizat metoda drumuirii planimetrice plecând din două puncte de coordonate cunoscute, materializate în teren prin buloane metalice, din care s-au vizat punctele noi de stație și s-au radiat punctele de detaliu.

Măsurătorile au fost efectuate în sistemul de proiecție Stereo 170, iar cotele au fost determinate în sistemul național de referință Marea Neagră 1975. La elaborarea planurilor s-a avut în vedere să se asigure densitatea optimă de puncte cotate care să redea cât mai corect forma terenului, impusă de cerințele planului de situație. În teren au fost marcați reperi de nivel și de orientare, materializați prin țărugi și buloane metalice, conform tabelului următor.

### 2.2. Caracteristici ale reliefului

Caracterul general al reliefului este acela al unui podiș înalt (200m ÷ 600m) bine fragmentat de către rețeaua hidrografică. În primul rând se impune în peisaj Lunca Siretului care se prezintă ca un culoar larg de 10 - 15 km. Județul Neamț se află între Carpații Orientali și Podișul Moldovei. Relieful cuprinzând unități muntoase.

Zona în care este situat sistemul de irigație are următoarele forme de relief:

- lunca Siretului;
- terasele Siretului;
- versanți slab și puternic înclinați, afectați de eroziune și pe alocuri există alunecări de teren;
- văi cu dimensiuni mici, ca și lățime, poziționate dinspre est spre vest.

### 2.3. Caracteristici climatice

Cu o climă temperat continentală, caracteristicile județul Neamț sunt determinate de însușirile circulației atmosferice, de altitudine, de fragmentarea și formele reliefului. Există și influențe invazii de aer rece, arctic continental din cauza "barajului" muntos al Carpaților care se resimte în special în anumite faze tipice de iarnă.

Calculul indicelui de ariditate reprezintă raportul dintre precipitațiile medii și temperatura medie, la care se adaugă cifra caracteristică reliefului zonei, așa cum este prezentat în formula următoare:  $I_a = P/T + 10$ , în care:  $I_a$  – indice de ariditate;  $P$  – precipitații medii (mm);  $T$  – temperatura medie (°C). Acest calcul se aplică anual, pe perioada lunilor de vegetație.

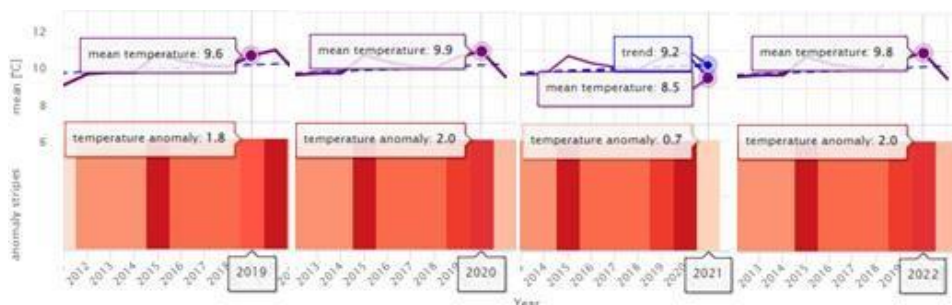


Figura 2.5. Temperaturi medii anuale 2019-2022 (Meteoblue)  
 Figure 2.5. Average annual temperatures 2019-2022 (Meteoblue)

În figura 2.5. sunt prezentate estimările temperaturii medii anuale pentru regiunea Săvinești. Linia punctată albastră arată tendința liniară a schimbărilor climatice. Dacă linia de tendință este crescătoare de la stânga la dreapta, temperatura este pozitivă.

Pe verticală, graficele arată benzi de încălzire, sub diverse nuanțe. Fiecare din acestea reprezintă temperatura medie pentru fiecare an. Culoarea albastru este pentru anii reci iar roșu pentru anii călduroși.

Cantitățile de precipitații anuale, se remarcă printr-o creștere dinspre est spre vest. Precipitațiile maxime sunt cuprinsă între 1300 m și 1800 m.

În general, valoarea maximă a precipitațiilor se înscrie în luna iunie iar valoarea minimă în lunile ianuarie – februarie. În regiunile muntoase, valoarea minimă se obține în luna octombrie. Cantitățile cele mai ridicate de precipitații (din totalul anual) reies vara, între 38% și 46%, iar cele mai mici iarna, între 9% și 18%.

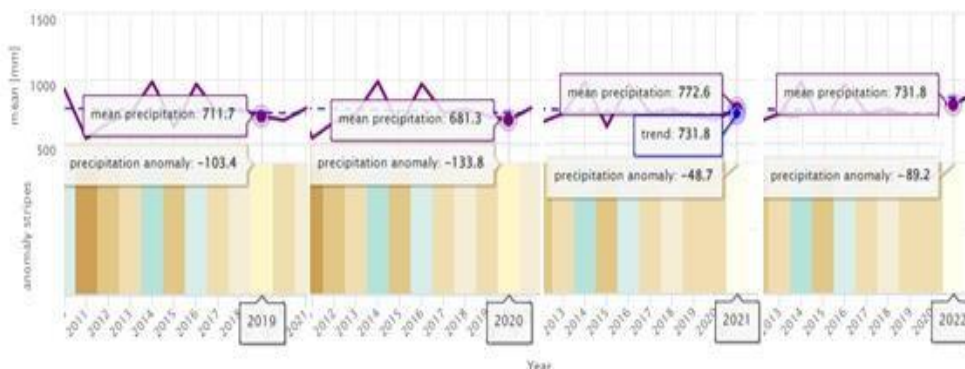


Figura 2.6. Media precipitațiilor (2019-2022) (Meteoblue)  
 Figure 2.6. Average precipitation (2019-2022) (Meteoblue)

În figura 2.6., sunt arătate estimări ale precipitațiilor medii totale pentru zona de studiu. Linia punctată albastră ne arată tendința schimbărilor climatice. Dacă linia este crescătoare, de la stânga la dreapta, valoarea precipitațiilor este pozitivă și umiditatea crescută.

## TEZĂ DE DOCTORAT

Dacă linia este orizontală, nu avem tendințe clare, iar dacă este descrescătoare, avem parte de condiții uscate de-a lungul timpului.

Relieful și circulația maselor de aer pe anotimpuri, influențează variația regimului termic. Partea de est a județului are valori termice cuprinse între 8,2°C și 8,8°C.

Temperatura descrește spre zonele montane ajungând la valori medii anuale cuprinse între 7°C și 8°C. Luna ianuarie fiind cea mai friguroasă, cu valori cuprinse între 3,4°C și -8,7°C iar cea mai călduroasă este luna iulie cu temperaturi de până la 19,3°C.

Pe parcursul anotimpurilor, temperaturile medii anuale oscilează, după cum urmează: primăvara: 8°C la -0,5°C, vara: 19,3°C și 8,9°C, toamna: 9,6°C și 2,1°C și iarna: -3,4°C și -8,7°C. Sub aspectul agroclimatic comuna Săvinești (județul Neamț) are un indice de ariditate de 28,35539619.

### Clima ariei analizate (corespunzător studiului geotehnic)

Aria este caracterizată de un climat continental moderat, apropiat de excesiv. Influențele provin de la circulația ușoară a maselor de aer din partea de nord iarna și sud-est vara.

De aici rezultă frecvența iernilor aspre cu viscole și verilor călduroase, uneori secetoase. Clima locală este caracterizată de temperaturile medii anuale de +9°C (media valorilor înregistrate în luna ianuarie -3°C și a valorilor lunii iulie +22°C), cu extreme în ultimii ani, cu valori de la -25°C la +38°C.

Aproximativ 100 de zile dintr-un an, înregistrează temperaturi cu valori peste +20°C. Și aproximativ 80 de zile dintr-un an, sunt valori de îngheț. Valorile maxime pluviometrice sunt situate în intervalul mai – august și minimumul valorilor pluviometrice în intervalul decembrie – martie.

Dar în ultima perioadă, precipitațiile s-au îndepărtat cu mult de la media anuală, cauzând dereglări ale echilibrului hidrologic. Indicele de umiditate (Im) având valori cuprinse între -20 și 0.

În zona de studiu, față de cota naturală a terenului, adâncimea maximă de îngheț este de 0,90 m. Dinamica atmosferei este dirijată de la nord la sud, cu vânturi aspre, dar apar și curenți descendenți de pe versanții carpațici cu direcția de la este la vest.

### Schimbări climatice - temperatură și precipitații – în lunile de vegetație – Săvinești

Figurile 2.12., 2.13., 2.14., 2.15. și 2.16. (a, b), se concentrează pe lunile de vegetație ale culturii de porumb, din perioada de studiu (2019-2022). Astfel, se pot observa ce luni au fost mai calde sau mai reci (mai uscate sau mai umede) decât în mod normal.



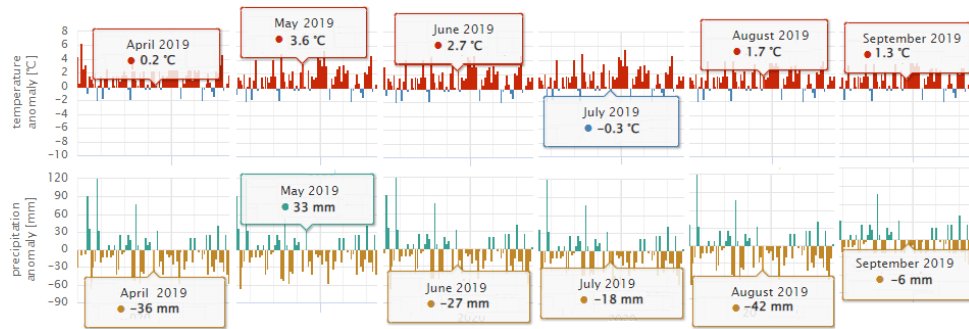


Figura 2.7. Temperatură și precipitații – în lunile de vegetație (2019) (Meteoblue)  
 Figure 2.7. Temperature and precipitation – in the growing months (2019) (Meteoblue)

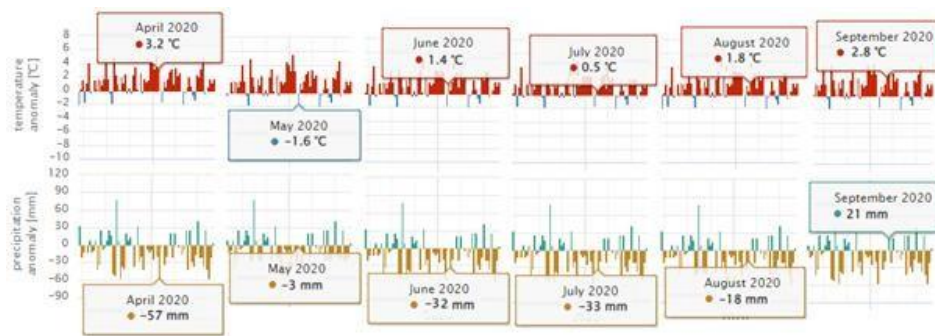


Figura 2.8. Temperatură și precipitații – în lunile de vegetație (2020) (Meteoblue)  
 Figure 2.8. Temperature and precipitation – in the growing months (2020) (Meteoblue)



Figura 2.9. Temperatură și precipitații – în lunile de vegetație (2021) (Meteoblue)  
 Figure 2.9. Temperature and precipitation – in the growing months (2021) (Meteoblue)

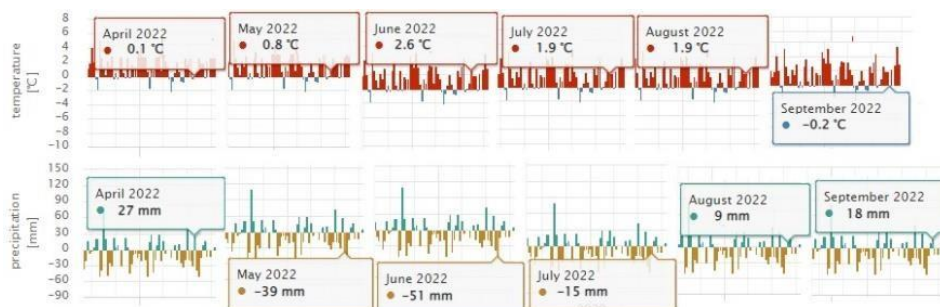


Figura 2.10. Temperatură și precipitații – în lunile de vegetație (2022) (Meteoblue)  
 Figure 2.10. Temperature and precipitation – in the growing months (2022) (Meteoblue)

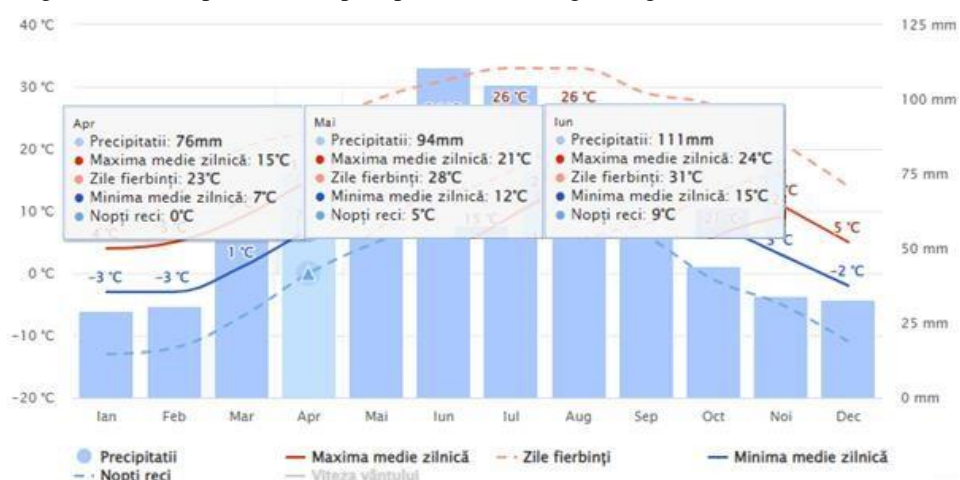


Figura 2.11. a) Temperatură și precipitații – în lunile de vegetație (2022) (Meteoblue)  
 Figure 2.11. a) Temperature and precipitation – in the growing months (2022) (Meteoblue)

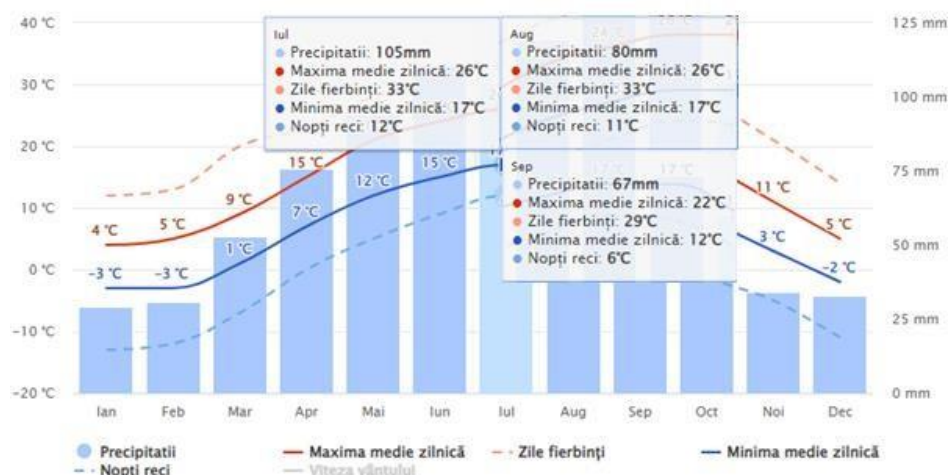


Figura 2.12. b) Temperatură și precipitații – în lunile de vegetație (2022) (Meteoblue)  
 Figure 2.12. b) Temperature and precipitation – in the growing months (2022) (Meteoblue)

Din cauza temperaturilor ridicate din perioada de vegetație, mai ales în anii 2019 și 2020 care au fost cei mai secetoși din perioada de referință, culturile din zona de studiu au avut de suferit. Printre altele și acest fapt a dus la reabilitarea și modernizarea amplasamentului de irigație.



Figura 2.13. Porumb neirigat în centrul experimental Săvinești - județului Neamț  
Figure 2.13. Non-irrigated maize in the experimental center of Săvinești - Neamț county

În condițiile în care cultura de porumb nu a fost irigată (figura 2.13.) talia acestora este mai mică față de plantele din perioada irigată, cu până la 1 m.

## TEZĂ DE DOCTORAT

Aplicarea udărilor cu o normă de  $240 \text{ m}^3/\text{ha}$  a avut un impact favorabil culturii, aceasta observându-se la înălțimea tulpinii plantelor cu până la 1,5 m și un diametru al acesteia cu până la 3,5 cm. Iar toate acestea s-au concretizat în producția de  $8000 \text{ kg}/\text{ha}$  (figura 2.14.).



Figura 2.14. Porumb irigat cu  $240 \text{ m}^3/\text{ha}$   
Figure 2.14. Irrigated maize with  $240 \text{ m}^3/\text{ha}$

*Această normă de udare se stabilește în funcție de:*

- adâncimea sub nivelul masei principale a sistemului radicular;

## TEZĂ DE DOCTORAT

- înainte de momentul udării, trebuie știută rezerva de umiditate a solului;
- cantitatea de apă ce provine natural din precipitații;
- greutatea volumică și capacitatea de apă în câmp.

*Pentru acest calcul se folosește formula:*

$$m = 100 \cdot DA \cdot H \cdot p \cdot (CC - PM) \text{ m}^3/\text{ha}$$

unde:

m – norma de udare ( $\text{m}^3/\text{ha}$ );

DA - densitatea aparentă a solului ( $\text{t}/\text{m}^3$ );

H - adâncimea maximă de udare (m);

p - suprafața udată;

CC - capacitatea de apă în câmp (%);

PM - plafonul minim (% g/g).

### 2.4. Caracteristici hidrografice, hidrologice și hidrogeologice

Caracteristicile hidrologice și hidrogeologice au fost precizate în baza analizelor existente și argumentate, prin sursele de informare din bibliografie. Studiul geotehnic face referire la hidrogeologia zonei studiate. Apa din subteran este situată la mari adâncimi, de 8 m. Râul Siret colectează apele de suprafață, iar apele provenite din precipitații sunt drenate prin scurgere pe pante naturale. Nu sunt terenuri mlăștinoase.

#### Caracteristicile impactului potențial asupra calității și regimului cantitativ al apei

La organizarea de șantier, s-au evitat scurgerile de ape uzate pe sol, acestea fiind evacuate din zona respectivă într-o fosă septică existentă, vidanjabilă.

#### Folosirea resurselor naturale, a solului, a terenurilor, a biodiversității și nu în ultimul rând a apei

- construcții - nisip și balast;

- exploatare - apa prelevată din râul Siret necesară irigațiilor suprafețelor agricole, care corespunde calitativ.

Întrebuințarea indirectă a rezervelor naturale – se referă la suprafețele agricole, care prin irigație, produc culturi rentabile și stabile, producând culturi duble într-un singur an.

### 2.5. Vegetația și fauna

Vegetație lemnoasă, compusă din totalitatea arborilor tineri de salcâm (*Robinia pseudoacacia*), gladița (*Gleditschia triacanthos*), sălcioară (*Eleagnus*

## TEZĂ DE DOCTORAT

augustifolia) și plopi euroamericani (plop negru hibrid – specie sterilă din punct de vedere reproductiv rezultată din hibridarea plopului negru european cu specii de plopi canadieni). Toate aceste specii de arbori au o vârstă medie de 25 ani fiind dispuși sub forma unor pâlcuri izolate de dimensiuni reduse și sub forma lizierelor de protecție.

Vegetația arbuștilor este dominată de tufișuri de cățina albă (*Hipophae rhamnoides*) și tamarix (*Tamarix ramosissima*), pe alocuri fiind întâlnite pâlcuri de păducel (*Crataegus monogina*), măceș (*Rosa canina*), murul de miriște (*Rubus caesius*), Porumbar (*Prunus spinosa*). Aceste specii de arbuști sunt întâlnite destul de des pe marginea drumurilor tehnologice de acces, în lungul canalelor de irigații sau în lungul limitelor diferitelor proprietăți. Vegetația de arbuști este deosebit de importantă pentru conservarea populațiilor de păsări care folosesc aceste locuri pentru refugiu, cuibărit și hrănire.

Fauna bazinului Siretului este diversificată și bogată, datorită condițiilor variate de mediu și a habitatelor diverse. Fauna acvatică este compusă din numeroase nevertebrate și vertebrate. Principalele grupe de nevertebrate sunt: rotifere, viermi oligocheți, hirudinee, gastropode, crustacee, larve de coleoptere, de chironomide, de trioptere, de efemeroptere, heteroptere, etc.

### 2.6. Studiul geologic și pedologic

Analizând din punct de vedere geotehnic, aria analizată se află pe un fundament Sarmațian superior, etajele Bessarabian – Kersonian, cuprinzând formațiuni de molasă argilo – nisipoasă de origine salmastră, peste care s-au depozitat sedimente ale Pleistocenului superior, care formează un strat gros de prafuri argiloase aparținând argilelor de pantă și prafuri argiloase loessoide. Pe văi sunt depozite cu pietrișuri, nisipuri și prafuri nisipoase. În partea superioară a pământurilor sunt straturi superficiale de sol vegetal proaspăt.

Stratificația este orizontală, depozitele pleistocene au uneori variații laterale datorită schimbării condițiilor locale din timpul depunerii. Datele geotehnice s-au obținut folosind: planuri cu amplasamentul forajelor, fișe cu rezultate determinate în laborator, analiza apei din subteran, raportul geotehnic cu recomandări pentru consolidări și fundări, hărți geotehnice de zonare, arhive, etc.

Sistemul de irigație - Săvinești din cadrul județului Neamț, nu se încadrează în zonă de risc conform cu *Hotărârea nr. 92/2013 Consiliul Județean Neamț - Planul de analiză și acoperire a riscurilor*.

O serie de factori care influențează calitatea solului sunt prezentați în tabelul 2.1., dar deficitul de nutrienți și eroziunea ocupă locurile principale în defavoarea structurii solului.

Tabelul 2.1. / Table 2.1.

Impactul unei serii de factori asupra situației calității solului  
The impact of a range of factors on the soil quality situation

	Factori dăunători	Suprafață (ha)			
		2019	2020	2021	2022
Județul NEAMȚ	Eroziune	64825	65938	68775	65815
	Alunecări de teren	25217	27202	26455	26117
	Zone inundabile	15971	17085	17808	13972
	Daune acizi	54911	54170	53767	103369
	Compactare sol cauzată de lucrări improprii	64339	69952	78621	63320
	Deficit nutrienți	154478	157474	159826	151478
	Volum edafic redus	1621	1733	1810	79964
	Salinizare	-	-	-	-
	Exces de umiditate în sol	64905	68875	66276	65805
	Gleizare	5990	6433	7239	6894
	Pseudo-gleizare	19370	20413	22563	19341
	Secetă periodică	40300	-	-	39200
	Deșertificare	-	-	-	1975

În tabelele 2.2., 2.3., 2.4. și 2.5., se prezintă o analiză amănunțită a profilelor de pământ din zona de studiu, prelevate pe diverse adâncimi, de unde putem observa caracteristicile straturilor acestuia.

Tabelul 2.2. / Table 2.2.

Profil sondaj 1 - Survey profile 1

Adâncimea limitei	Nivel hidrostatic	Litologia	Descrierea stratului	Greutatea volumică	Greutatea volumică saturat	Greutatea volumică sub apă	Granulometrie				Unghi de frecare internă
							bolovăniș	pietriș	nisip	praf	
m	m			$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	%	%	%	%	$\phi$ °
0.00	3,00			18	20	10	15	88	12	-	35
0,20		+++	Sol vegetal								
1,5		....	Nisio prăfos								
2,5		.....	Nisip grosier, cu pietriș fin								
		... ..									
7,00	.o.o.o.	Pietriș cu nisip									
	.o.o.o										
	.o.o.o.o										
	.o.o.o.o.										
	.o.o.o.o										
	.o.o.o.o.										
	.o.o.o.o.										
	.o.o.o.o.										



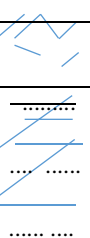
Tabelul 2.3. / Table 2.3.

Profil sondaj 2 - Survey profile 2

Adâncimea limitei	Nivel hidrostatic	Litologia	Descrierea stratului	Greutatea volumică	Greutatea volumică saturat	Greutatea volumică sub apă	Granulometrie				Unghi de frezare internă
							bolovăniș	pietriș	nisip	praf	
m	m			$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	%	%	%	%	$\phi$ °
0.00	3,00			18	20	10	15	88	12	-	35
0,40		+++	Sol vegetal								
2.5		.....	Nisio prăfos								
3,5		.....	Nisip grosier, cu pietriș fin								
		... ..									
7,00		.o.o.o.	Pietriș cu nisip								
		.o .o .o									
	. o .o.o.o										
	.o.o.o.o.										
	.o.o .o.o										
	.o.o.o.o.										
	.o.o.o.o.										

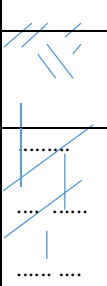
Tabelul 2.4. / Table 2.4.

Profil foraj 3 - Drilling profile 3

Adâncimea limitei	Nivel hidrostatic	Litologia	Descrierea stratului	Greutatea volumică	Granulometrie				Unitate naturală	Limita de curgere	Limita de frământare	Indice de plasticitate	Indice de consistență	Unghi de frezare intern
					Adâncime probă	pietriș	nisip	praf						
m	m			$\gamma$	m	%	%	%	W	W <sub>l</sub>	W <sub>p</sub>	I <sub>p</sub>	I <sub>c</sub>	$\phi$
				kN/m <sup>3</sup>					%	%	%			°
0.00			Sol vegetal	20.5	2.0	10	49	41	15.7	55.5	23.5	31.9	1.24	20
0,20														
7.0														
	>7.0													

Tabelul 2.5. / Table 2.5.

Profil sondaj 4 - Survey profile 4

Adâncimea limitei	Nivel hidrostatic	Litologia	Descrierea stratului	Greutatea volumică	Granulometrie				Unitate naturală	Limita de curgere	Limita de frământare	Indice de plasticitate	Indice de consistență	Unghi de frecare intern
					argilă	pietriș	nisip	praf						
m	m			$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	%	%	%	%	W	W <sub>l</sub>	W <sub>p</sub>	I <sub>p</sub>	I <sub>c</sub>	$\phi$ °
0.00	20		Sol vegetal și umplutură	18.4	17	-	27	56	16.8	25.8	18.3	10.1	1.00	20
0.80														
7.0														

### Caracteristicile impactului asupra solului

Impactul asupra solului a constat în ocuparea unor suprafețe de către stațiile de punere sub presiune. Pe suprafața ocupată de organizarea de șantier, impactul a fost temporar, pe durata activităților de construire a obiectivului. La finalul execuției, au fost aplicate măsuri de refacere pentru ca suprafața să poată reveni la folosința anterioară.

În perioada de construcție, poluarea solului și a subsolului s-a produs în cazul unor scurgeri accidentale de carburanți și uleiuri de la vehiculele și utilajele de construcție folosite. În perioada de exploatare nu vor rezulta deșeuri.



Figura 2.15. Profil sol cu textură argilo – nisipoasă (*chernoziom cambic*) (Săvinești)

Figure 2.15. Soil profile with clay-sandy texture (*cambic chernoziom*) (Săvinești)

Resursele naturale ale subsolului sunt modeste, fiind reprezentate de depozite de nisipuri și pietrișuri. Resursele naturale ce se dezvoltă la nivelul solului (solul fertil, luciu de apă) sunt suficiente pentru dezvoltarea zonei. Ameliorarea și menținerea pe termen lung a funcțiilor solului și contracararea poluării și deteriorării lor sunt obiectivele principale pentru protecția, ameliorarea și utilizarea durabilă a solurilor de pe teritoriul localității Săvinești (figura 2.15.).

*Ca măsuri pentru prevenirea poluării solurilor, se impun:*

- utilizarea fertilizanților agricoli - recomandat a se face în doze optime, prin asigurarea unor agrotehnici adecvate și ecologice, inclusiv prin combaterea biologică

## TEZĂ DE DOCTORAT

a dăunătorilor;

- realizarea de platforme de compostare pentru reziduurile zootehnice;
- restrângerea suprafețelor afectate și reintroducerea, prin măsuri de reconstrucție ecologică, a terenurilor degradate în circuitul agricol și forestier.

Funcție de natura substanței și de gradul său de agresivitate asupra solului, de cantitatea și timpul de staționare pe sol, de gradul de înclinare a terenului, de proprietățile fizice ale solului (permeabilitate, porozitate, granulometrie) efectul poate fi mai mare sau mai mic.

Suprafețele de teren care sunt acoperite definitiv cu construcții afectează cu siguranță solul – în acest caz suprafața unde este poziționată stația de punere sub presiune. În timpul execuției, poluanții pentru sol, subsol și ape freatice, pot fi reprezentate de scurgeri de combustibil folosit de către utilaje și vehicule din cadrul șantier.

Solul își îndeplinește efectiv funcțiile și în primul rând cea de suport nutritiv pentru culturile agricole și horticole dacă deține în mod natural sau dobândit *fertilitate, productivitate și calitate*.

Fertilitatea solului este însușirea fundamentală și specifică de a avea o anumită posibilitate sau capacitate de a pune la dispoziția plantelor cantitățile necesare și echilibrate, permanent și simultan, de substanțe nutritive în vederea satisfacerii și a celorlalți factori de vegetație (apă, lumină, temperatură, alți factori fizici și biologici).

Fertilitatea, indiferent de factorii determinanți și nivelul realizat, nu se confundă cu productivitatea sau capacitatea de producție a unui sol, nici cu calitatea acestuia sau cu gradul său de favorabilitate. De aceea în științele solului se recunosc astăzi cel puțin două metode complexe de studiu și cercetare dedicate proprietăților de fertilitate și/sau favorabilitate a solului:

- *în pedologie*: se recurge la metodele cartării și bonității terenurilor pentru stabilirea claselor de favorabilitate considerându-se că productivitatea sau capacitatea de producție a solurilor este determinată de un complex de factori climato - edafici în care solul este cu o reprezentare parțială. În consecință favorabilitatea terenurilor și solurilor pentru folosințe agricole și silvice ca și pentru diferite culturi și performanțele acestora este o noțiune și măsură mai largă decât cea a fertilității. Astfel favorabilitatea în înțeles mai larg decât fertilitatea decurge din nivelul atins de cea din urma însușire în colaborare cu alți factori, respectiv: climat, plante, timp și intervenții antropice;

- *în agrochimie*: se adoptă metode specifice de control al stării de fertilitate - analiza solului, a plantei, experiențele cu îngrășăminte, curbele de răspuns ale producției de biomasă și cartarea agrochimică, metode care oferă date suficiente mai ales când se realizează în paralel și devin utile nu numai monitorizării stării agrochimice și a fertilității solurilor ci și luării unor decizii tehnice menite să mențină sau să modifice favorabil fertilitatea solurilor.

**Productivitatea solului** reprezintă capacitatea acestuia de a produce biomasă prin producții agricole. Această însușire decurge din starea de fertilitate a solului însă la realizarea productivității contribuie efectiv factorii ecologici și climatici dar și nivelul și calitatea intervențiilor antropice prin tehnologii (fertilizare, irigații, performanțe în mecanizare etc.).

**Calitatea solului** include în definiția sa funcțiile și factorii fertilității și productivității alături de cei biologici-ecologici constituind și determinând în sens global abilitatea solului de a realiza în totalitate funcțiile sale specifice.

Prin **cartarea agrochimică** se controlează starea de fertilitate a solului pentru a putea stabili necesarul de îngrășământ, respectiv activitatea de urmărire în teren, determinare în laborator și transpunere prin semne și culori convenționale, pe cartograme, a răspândirii și mărimii valorii pH și a elementelor nutritive esențiale.

Folosirea îngrășămintelor și amendamentelor în agricultură este una dintre cele mai importante acțiuni practice tehnologice care valorifică eficient rolurile elementelor și substanțelor cu rol fertilizant la culturi. Măsurile de fertilizare au un caracter integrat în cadrul tehnologiilor agricole, cu dependențe între acestea și în contextul altor factori fizici și tehnologici și evident cu asigurarea unei rentabilități economice, concomitent cu efectele productive și calitative propuse. Aplicarea îngrășămintelor chimice și organice trebuie făcută cu discernământ, în funcție de condițiile locale specifice zonei, gradul de aprovizionare a solului cu elemente nutritive, nutrienții necesari plantelor și recoltelor scontate.

Migrarea din sol a nutrienților, în diverse sectoare ale mediului, mai ales în cel freatic, ține de solubilitatea îngrășământului folosit. În general, în cele mai multe situații, îngrășămintele cu un conținut de azot sunt solubile în apa din sol, ceea ce formează o posibilă pierdere de nitrați și concentrarea lor în timp, în freatic și de suprafață.

Interesul practic și economic fiind foarte mare pentru aprecierea și exploatarea productivității solului, trebuie luate în seamă conceptele și măsurile privind caracterul durabil al fertilității și efectele acesteia asupra productivității dând sens pentru practicieni pentru unele dependențe directe între sfera fertilității și cea a productivității, înțelegând că totdeauna un sol fertil, bine exploatat tehnologic și economic, revine la parametri cei mai ridicați de productivitate.

Studiul a fost realizat în două faze pe an, faza de teren care a fost realizată în luna octombrie a fiecărui an de studiu, după recoltarea culturilor de porumb și studiul în faza de birou. Analiza a urmărit caracterizarea agrochimică și stabilirea planurilor de fertilizare pentru o suprafață de 61 ha de pe care s-au recoltat probe medii agrochimice.

Probele au fost analizate în cadrul laboratoarelor U.S.V. Iași după următoarele metode:

- reacția solului (pH - (H<sub>2</sub>O)) – a fost obținută cu ajutorul unui potențiomtru la care este legat un electrod dublu de sticlă și calomel și se efectuează într-o suspensie

## TEZĂ DE DOCTORAT

apoasă, la un raport sol-apă distilată de 1:2,5;

- fosforul accesibil (mobil), se determină printr-o extracție cu o soluție formată din săruri la pH 3,75, fiind adăugat un albastru de molibden care reduce cu acid ascorbic, conform (STAS 7184/19-82);

- potasiul accesibil se determină în extract de acetat-lactat de amoniu, la pH 3,75, determinările fiind făcute prin metoda Egner-Riehm-Domingo la aparatul cu absorbție atomică, tehnică flacăra – conform CONTR AA 700 (STAS 7184/18-80);

- carbonatul de calciu a fost determinat gazovolumetric prin metoda Scheibler;

- carbonul organic, componentul cel mai important al humusului din sol, se determină prin metoda oxidării umede cu amestec de acizi și dozare titrimetrică cu o soluție de sare Mohr - transformarea conținutului de carbon organic în humus se face prin înmulțirea acestuia cu un factor (- 1,724);

- determinarea conținutului total de sulf ca sulfat de bariu, s-a făcut prin metoda gravimetrică, iar nivelul de aprovizionare a solurilor cu sulf poate fi stabilit cu ajutorul formulei propuse de Davidescu (1984):

- conținutul de forme accesibile în microelemente – Zn, Cu, Mn, Fe, se determină printr-un extract comun de acetat de amoniu 1n și EDTA-H<sub>2</sub>, de 0,01n la pH=7, cu raportul sol-soluție de 1:5, iar dozarea se face prin spectrofotometrie de absorbție atomică;

- alte determinări: prin calcul – indicele de azot (IN).

**PARTEA A – II - A**  
**CONTRIBUȚII PERSONALE**

***PART II PERSONAL CONTRIBUTION***



## 3. SCOPUL, OBIECTIVELE ȘI METODA DE CERCETARE

### 3. AIM, OBJECTIVES AND RESEARCH METHOD

#### 3.1. Scopul și obiectivele cercetării

Scopul cercetării a fost să se elaboreze un model optim care să evidențieze măsurile necesare pentru reabilitarea și eficientizarea sistemelor de irigații și să cuantifice efectele irigației porumbului asupra creșterii semnificative a producției, în funcție de indicii care caracterizează conținutul de umiditate în perioadele critice de vegetație.

În ceea ce privește latura tehnico-economică cu aplicabilitate în practică s-a urmărit **stabilirea unor soluții viabile și eficiente** pentru *îmbunătățirea randamentelor de exploatare a instalațiilor de irigații*, prin *reducerea consumurilor de apă, de energie și de fertilizanți*, cu efecte directe în **creșterea producțiilor agricole și diminuarea costurilor de producție**; a fost vizată **elaborarea unor măsuri adecvate** care să asigure *creșterea calității producției agricole prin diminuarea consumurilor de produse chimice* (îngrășăminte chimice, pesticide etc.) ca urmare a aplicării **irigației eficiente**, cunoașterii cu exactitate a conținutului solului în substanțe nutritive și controlării factorilor limitativi (pH, salinitate etc.). Toate acestea trebuie să contribuie și la diminuarea impactului negativ al practicilor agricole asupra mediului înconjurător, în condițiile climei aride cu secetă prelungită.

Cercetarea are impact asupra creșterii capacității de inovare în amenajările de irigații, contribuind la *îmbunătățirea performanței globale* a acestora. S-au avut în vedere următoarele:

- Procesul tehnologic pentru cultura de porumb începe în luna martie, cu lucrările de pregătire a solului.
- Procesul de semănare se realizează la temperaturi ale solului de peste 8°C.
- Cultura este urmărită și îngrijită prin lucrări de prășire, aplicare de tratamente chimice pentru a preveni apariția buruienilor și a dăunătorilor și de alte tratamente pentru stimularea creșterii și dezvoltării plantelor.
- Procesul de producție se încheie în luna octombrie, odată cu recoltarea produselor agricole.

Principalele **obiective ale tezei** sunt următoarele:

- Sinteza bibliografică privind situația irigațiilor în lume și în România, în contextul schimbărilor climatice și a creșterii cerinței pentru productivitatea agricolă sporită;
- Studiul metodelor de irigație cu aplicabilitate la cultura porumbului, cu prezentarea caracteristicilor principale, a modului de implementare și întreținere în exploatare;
- Studiul echipamentelor moderne pentru lucrări de irigații, cu prezentarea tehnologiilor de ultimă generație pentru irigația prin picurare având conducte

îngropate și prin aspersiune;

### **3.2. Metodologia cercetării și materialul utilizat**

Pentru a evidenția cele mai recente realizări în domeniul de cercetare a fost necesar a se efectua un studiu aprofundat utilizând informații din 172 de surse bibliografice, cu autori din alte țări, cât și din România. Pe baza acestei ample documentări s-a remarcat o creștere a ponderii comunităților prin rezolvarea problemelor și dezvoltarea amenajărilor hidroameliorative și sistemelor de irigații.

În vederea stabilirii obiectivelor de cercetare necesare, studiile științifice sunt foarte importante în efectuarea unor analize amănunțite asupra conceperii și funcționării amenajărilor de irigații, urmărind modernizarea și eficientizarea exploatării acestora. În urma evidențierii deficiențelor și a numeroaselor probleme tehnice și funcționale ale multor amenajări existente, aflate în exploatare, s-au stabilit - în urma documentării detaliate efectuate - studiile tehnico-științifice și cercetările experimentale în teren, laborator și teoretice-analitice necesare a fi efectuate, dezvoltate și fundamentate științific în teza de doctorat.

Cercetarea în domeniul hidro-agricol, necesită abordarea, analiza, interpretarea și corelarea mai multor aspecte din câmpul experimental și din laborator, care trebuie completate cu observații și discuții cu specialiștii din cadrul instituțiilor autorizate, spre exemplu: ANIF, primării locale, experți etc.

Pe baza detaliilor obținute pe toată perioada cercetării de la specialiștii instituțiilor autorizate, a observațiilor efectuate personal și a rezultatelor prelevate în urma analizelor din cadrul câmpului experimental, a fost constituită o bază de date consistentă, care ulterior a fost finisată, analizată, prelucrată și interpretată corespunzător scopului și obiectivelor cercetării.

Analizele, cercetările diversificate, studiile și observațiile efectuate susținute în cei 4 ani de elaborare a tezei de doctorat, au condus la realizarea în totalitate a obiectivelor stabilite prin temă și concretizarea unor contribuții personale, punând la dispoziția agriculturii irigate date tehnice fundamentate științific cu aplicabilitate imediată în acțiunea de reabilitare re tehnologizare-modernizare, care vor permite îmbunătățirea eficienței sistemelor de irigații și obținerea unor recolte superioare, stabile și sigure. În teză a fost vizată cultura de porumb din zona de nord-est a României, dar modelul elaborat va putea fi adaptat și extins și pentru alte culturi de cereale din alte zone având condiții asemănătoare.

#### 4. SOLUȚII TEHNICE PENTRU EFICIENTIZAREA AMENAJĂRILOR DE IRIGAȚII DIN JUDEȚUL NEAMȚ

#### 4. TECHNICAL SOLUTIONS FOR THE EFFICIENCY OF IRRIGATION SYSTEMS IN THE NEAMȚ COUNTY

##### 4.1. Starea actuală a mediului și irigației în Județul Neamț

Dezvoltarea societății umane și agriculturii în special este strâns legată de asigurarea resurselor de apă. Cele mai vechi lucrări hidrotehnice s-au realizat pentru asigurarea apei pentru irigații și pentru alimentarea populației cu apă potabilă.

Prin folosirea complexă a cursurilor de apă se urmărește realizarea amenajărilor cu *folosință multiplă a apei*, astfel încât să fie satisfăcute cerințele impuse de necesitățile mai multor sectoare de activitate (de exemplu, un nod hidrotehnic bine gândit și realizat poate rezolva atât alimentarea cu apă a regiunilor învecinate, cât și problema folosirii energiei apei, asigurarea condițiilor de navigație pe râu, creșterea fondului piscicol al râului, etc.). *Folosirea complexă a cursurilor de apă este principiul de bază al gospodăririi apelor pentru asigurarea unei maxime eficiențe.*

Folosirea complexă a cursurilor de apă presupune în principal respectarea următoarelor principii:

- utilizarea concomitentă a cursului de apă în mai multe scopuri (satisfacerea cerințelor pentru multiple folosințe);
- să nu se excludă posibilitatea dezvoltării ulterioare a altor ramuri ale economiei apelor;
- amenajarea cursurilor de apă trebuie făcută pe baza planurilor de amenajare integrală a apelor într-un bazin.

Respectarea principiilor folosirii complexe a cursurilor de apă este dificilă deoarece unele folosințe necesită debite uniforme, alte folosințe cer debite neuniforme și/sau periodice, ca de ex.: irigațiile; unele folosințe consumă apa, ca de ex.: irigațiile și alimentările cu apă; alte folosințe utilizează apa fără a-i micșora debitul, ca de ex.: transportul pe apă, energetica, etc.



Figura 4.1. Sisteme hidrotehnice și de gospodărire a apelor din Bazinul Hidrografic Siret (ANPM)

Figure 4.1. Hydrotechnical and water management systems of the Siret Hydrographic Basin (ANPM)

Toate amenajările cursurilor de apă executate în țara noastră respectă aceste principii de bază.

Pe râul Siret în aval de confluența cu Bistrița (Figura 4.1.), au fost construite și 4 centrale hidroelectrice: Galbeni, Răcăciuni, Berești, Călimănești (aval de Adjud), însumând 157,6 MW, cu o producție de energie medie de 379 GWh/an. Acestea au următoarele caracteristici hidroenergetice:

- căderi cuprinse între 12 și 18,3 m
- debite instalate între 330 și 380 m<sup>3</sup>/s
- puteri instalate între 29,1 și 45 MW
- producția de energie între 79 și 114,4 GWh/an.

Toate cele 17 hidrocentrale de pe Bistrița și Siret beneficiază de

## TEZĂ DE DOCTORAT

regularizarea realizată de acumulare de la Bicaz (superanuală) și permit folosirea apei pe priorități în scopuri multiple (energie, agricultură, industrie, navigație, etc.)

Amenajările hidrotehnice existente sunt realizate atât ca amenajări cu folosințe în complex, (producerea de energie hidroelectrică, alimentări cu apă, controlul viiturilor, piscicultura sau agrement), cât și ca amenajări de unică folosință (irigații).

Este interzisă amplasarea construcțiilor în zonele expuse la riscuri tehnologice, precum și în zonele de servitute și de protecție ale sistemelor de alimentare cu energie electrică, conductelor de gaze, de apă, de canalizare, a căilor de comunicație și a altor asemenea lucrări de infrastructură.

Construcțiile cu funcțiuni generatoare de riscuri tehnologice precum și autorizarea executării construcțiilor care prin natura și destinația lor pot genera riscuri tehnologice, se permit numai pe baza unui studiu de impact elaborat și aprobat conform prevederilor legale în vigoare.

Posibilitatea distrugerii unor baraje sau a unor lucrări hidrotehnice, au impus luarea unor măsuri de realizare a siguranței în exploatare încă din etapa de proiectare-execuție:

- întocmirea unui studiu hidro-geotehnic detaliat în zona albiei majore a râului Bistrița și a pârâului Cuejdi, pentru a se analiza construibilitatea acestor terenuri;
  - introducerea în proiectele de execuție și a calculelor privind zonele de inundabilitate din aval de baraje; evaluarea condițiilor de curgere a debitelor evacuate/restituite în zonele de inundație;
  - realizarea fâșiilor plantate de protecție a apelor, cât și lucrări de drenaj;
  - organizarea antierozională a terenului, lucrări și măsuri de prevenire și remediere a eroziunii solurilor;
  - protecția albiilor și malurilor apelor de suprafață prin ridicarea coronamentului digurilor existente, pentru a asigura protecția la inundații a ansamblurilor rezidențiale, în cazul apelor mari ale râului Bistrița;
- interzicerea realizării construcțiilor de orice fel în albiile minore ale cursurilor de apă și în zonele inundabile.

Oricare din pâraiele menționate anterior pot provoca inundații imprevizibile dacă nu sunt întreținute corespunzător, cele mai mari daune fiind provocate de pâraiele Cuiejdi, Potocina, Stâncii, Bisericii și Cărbunoasa.

### **4.2. Considerații privind agricultura actuală și în perspectivă în aria de cercetare**

*Prezentarea societății S.C. Triticum S.R.L. - Organizarea și planul de perspectivă*

Societatea a fost înființată în anul 2004, având sediul în localitatea Săvinești, județul Neamț, cu o activitate bazată pe agricultură / culturi de câmp, în special

cultivarea cerealelor, plantelor leguminoase și a plantelor producătoare de semințe oleaginoase. Exploatația cuprinde o suprafață de 230 ha teren arabil, cultivat cu: porumb, grâu, soia, cartofi, etc. Din cauza numărului restrâns de persoane calificate din zonă, și pentru că societatea e o microintreprindere de familie, există doar patru angajați.

În prezent, societatea deține instalații de irigare la nivelul a 60 hectare de teren. Întrucât o provocare din ce în ce mai prezentă în activitatea fermei este reprezentată de seceta severă instalată începând cu lunile iunie – august, o atenție deosebită o capătă la nivelul întreprinderii eficiența noilor tehnologii de irigare a culturilor de câmp.

### **4.3. Caracteristicile tehnice principale și parametrii specifici ai obiectivului de cercetare**

*Prezentarea sistemului de irigații din cadrul SC. Triticum SRL*

*Caracteristicile sistemului de irigație*

Punctul de priză pentru sistemul de irigație este reprezentat de râul Cracău (figura 4.2.), situat în zonă favorabilă deplasării cu instalația de irigat, aflându-se în imediata apropiere a suprafeței irigate. Râul se deplasează de-a lungul suprafeței de pământ lucrat al societății, ceea ce reprezintă un avantaj pentru această microintreprindere.



Figura 4.2. Râul Cracău – Punctul de priză  
Figure 4.2. Cracău River – The intake point

## TEZĂ DE DOCTORAT

Sursa de apă de irigare este Râul Cracău, cu un bazin de recepție de 400 km<sup>2</sup>, cu o lungime a cursului de apă de 59,5 km, un debit mediu de 1,7 m<sup>3</sup>/s. Apa are un pH de 7,4 care o încadrează în categoria celor corespunzătoare pentru irigat, un conținut de sodiu (Na) scăzut (11,8%), reziduu mineral fix (0,4 g/l) sub limita admisibilă de (0,8-1 g/l). Indicele CSR (carbonat de sodiu rezidual) – are o valoare de -1,3 %, obținută după formula de mai jos.

$$CSR = [HCO_3 + CO_3] - [Ca + Mg]$$

$$HCO_3 - \text{bicarbonați} - 404,22 \text{ mg/l}$$

$$Ca - \text{calciu} - 218,9 \text{ mg/l}$$

$$Mg - \text{magneziu} - 42,22 \text{ mg/l}$$

$$CO_3 - \text{carbonați} - 196,2 \text{ mg/l}$$

$CSR = HCO_3/61 + CO_3/30 - Ca/20 - Mg/12 = 6,62 + 6,54 - 10,94 - 3,52 = -1,3 \%$ , acesta indică un potențial de salinizare redus (clasa C1) (tabelul 4.1.).

Indicele CSR nu trebuie să fie mai mare de 1 și de preferință mai mic de +0,5 pentru a lua în considerare utilizarea apei pentru irigații. Iar indicele SAR (indice de alcalizare) se calculează cu ajutorul următoarei formule:

$$SAR = \frac{Na^+}{\frac{\sqrt{Ca^{++} + Mg^{++}}}{2}} = \frac{11,8}{\frac{\sqrt{218,9 + 42,22}}{2}} = \frac{11,8}{11,43} = 1,03 \%$$

Tabelul 4.1./Table 4.1.

Clasificarea calității apei de irigație în funcție de indicatorii saline  
Classification of irrigation water quality according to salinity indicators

Clasa	Valoare	Detalii
C1	CSRmax. = 0,63 miliechivalenți / dm <sup>3</sup>	apă cu reziduu salin redus, utilizabilă în cazul majorității solurilor și plantelor de cultură
C2	CSRmax. = 1,25 miliechivalenți / dm <sup>3</sup>	apă cu reziduu salin moderat, utilizabilă la irigat cu norme de irigație care să asigure spălarea pe soluri permeabile
C3	CSRmax. = 1,90 miliechivalenți / dm <sup>3</sup>	apă cu reziduu salin ridicat, utilizabilă cu amenajări speciale pentru spălare și drenaj, pe soluri permeabile și la plante tolerante la salinitate
C4	CSRmax. = 2,50 miliechivalenți / dm <sup>3</sup>	apă cu reziduu salin foarte ridicat, utilizabilă cu amenajări speciale pentru drenaj, pe soluri permeabile și la plante foarte tolerante la salinitate
C5	CSRmax. > 2,50 miliechivalenți / dm <sup>3</sup>	apă cu reziduu salin extrem de ridicat, în general neutilizabilă în condițiile țării noastre

Tabelul 4.2./Table 4.2.

Clasificarea calității apei de irigație în funcție de indicia de alcalizare  
Classification of irrigation water quality according to alkalinity index

Clasa	Valoare	Detalii
S1	SAR < 8	apă cu potențial de alcalizare moderat, utilizabilă în cazul majorității solurilor
S2	SAR = 8 - 15	apă cu potențial de alcalizare moderat, utilizabilă pe soluri permeabile, fără amenajări speciale pentru spălare și drenaj
S3	SAR = 15 - 22	apă cu potențial ridicat de alcalizare, utilizabilă pe soluri permeabile, cu amenajări speciale pentru spălare și drenaj și cu aplicare de îngrășăminte organice și minerale
S4	SAR > 22	apă cu potențial de alcalizare excesiv de ridicat, neutilizabilă la irigații în toate cazurile

*Buletin de analiză pedologic pentru aria studiată*

*Proba analizată:*

Ap (adâncime profil) = 40 - 55 cm; pH = 6,88; humus = 2,26 %; (îngrășământ mineral obținut prin măcinarea rocii fosfatice până la 50 mesh (micronizare)) - P2O5 = 19 ppm; (oxid de potasiu) K2O = 179 ppm;

Analiză granulometrică:

Nisip fin = 29,9 %; praf = 46,3 %; argilă = 23,8 %; argilă fizică = 56,9 %.

Prin analize de laborator s-a evidențiat fracția agregatelor hidrostabile (tabelul 4.3.). Procentul agregatelor structurale hidrostabile crește de la suprafață spre adâncime, de la 60% în stratul 0-15 cm până la 89% în stratul 90-100 cm, la solul cultivat.

La solul necultivat valorile cresc odată cu adâncimea, excepție făcând valorile pentru ultimul strat care sunt mai mici, aceste date putând fi corelate cu prezența sodiului ce prezintă valoarea cea mai mare pentru această adâncime, sodiul având efect negativ asupra hidrostabilității agregatelor.

Tabelul 4.3./Table 4.3.

Valorile agregatelor hidrostabile pentru solul cultivat și solul necultivat  
Values of hydrostable aggregates for cultivated and non-cultivated soil

Agregate hidrostabile	Cultivat	UM	1 (0-15cm)	2 (25-35cm)	3 (40-55 cm)	4 (65-75 cm)	5 (90-100 cm)
		%	60	58	71	85	89
	Necultivat		1 (0-15 cm)	2 (25-35 cm)	3 (40-55cm)	4 (65-75 cm)	5 (90-100 cm)

Pe stratul arat, solul are o hidrostabilitate mare a agregatelor mai mari de



## TEZĂ DE DOCTORAT

0,15 mm (60 %), densitatea aparentă, de 1,62 g/cm<sup>3</sup>, caracterizează solul ca slab tasat, iar porozitatea totală este mijlocie.

Pe adâncimile subiacente stratului arat, densitatea aparentă caracterizează solul ca moderat și puternic tasat, iar porozitatea totală este mijlocie și mică. Calculul empiric al conductivității hidraulice se calculează după formula:

$$K = \frac{v}{i}, \text{ în care } v = \frac{V}{A \cdot T} \text{ și } i = \frac{h}{l} \text{ în care:}$$

K = conductivitatea hidraulică;

T este intervalul de timp în care curge volumul de apă V;

A este aria transversală a epruvetei;

h este diferența de nivel dintre cele două piezometre;

l este înălțimea epruvetei.

Tabelul 4.4./Table 4.4.

Valorile medii ale conductivității hidraulice și coeficientul de permeabilitate  
Average values of hydraulic conductivity and permeability coefficient

Grupa	Caracterizarea rocii	Conductivitatea hidraulică (K) pentru ape cu mineralizație redușă la t=20°C		Coeficientul de permeabilitate (K <sub>p</sub> )	
		m/zi	cm/sec	cm <sup>2</sup>	darcy
1	bolovăniș și pietrișuri cu nisipuri grosiere, calcare puternic carstifiate și roci intens fisurate	100 ÷ 1000 Și mai mare	0,12 ÷ 1,16	1,2*10 <sup>-6</sup> ÷ 1,2*10 <sup>-5</sup>	116 ÷ 1160
2	bolovănișuri și pietrișuri colmate cu nisip fin, nisipuri grosiere, roci carstifiate și fisurate	10 ÷ 100	0,012 ÷ 0,12	1,2*10 <sup>-7</sup> ÷ 1,2*10 <sup>-6</sup>	11,6 ÷ 116
3	bolovănișuri și pietrișuri colmate cu nisip fin și parțial cu argilă, nisipuri mijlocii și fine, roci slab carstifiate și puțin fisurate	1 ÷ 100	1,2*10 <sup>-3</sup> ÷ 1,2*10 <sup>-2</sup>	1,2*10 <sup>-8</sup> ÷ 1,2*10 <sup>-7</sup>	1,6 ÷ 11,6
4	nisipuri făinoase, nisipuri argiloase, roci cu fisurație fină, loessuri etc.	0,1 ÷ 1,0	1,2*10 <sup>-4</sup> ÷ 1,2*10 <sup>-3</sup>	1,2*10 <sup>-9</sup> ÷ 1,2*10 <sup>-8</sup>	0,12 ÷ 1,16
5	argile nisipoase, prafuri, roci foarte slab fisurate	0,001 ÷ 0,1	1,2*10 <sup>-6</sup> ÷ 1,2*10 <sup>-4</sup>	1,2*10 <sup>-9</sup> ÷ 1,2*10 <sup>-8</sup>	1,2*10 <sup>-3</sup> ÷ 1,2*10 <sup>-1</sup>
6	argile, marne, roci masive	< 0,001	< 1,2*10 <sup>-6</sup>	< 1,2*10 <sup>-11</sup>	< 1,2*10 <sup>-3</sup>

## TEZĂ DE DOCTORAT

În tabelul 4.4. putem observa valorile medii ale conductivității hidraulice, iar în funcție de caracterizarea solului din zona de studiu, putem vedea intervalul valorilor potrivite. Iar în tabelul 3 avem prezentate permeabilități și conductivități hidraulice în funcție de tipul formațiunii solului.

Tabelul 4.5. / Table 4.5.

Permeabilități și conductivități hidraulice ale depozitelor sedimentare neconsolidate (după C. W. Fetter, 1994)

Hydraulic permeabilities and conductivities of unconsolidated sediment deposits (after C. W. Fetter, 1994)

Tipul formațiunii	Permeabilitate intrinsecă ( $K_p$ ) (darcy)	Conductivitate hidraulică ( $K$ ) (cm/sec)
argilă	$10^{-6} - 10^{-3}$	$10^{-9} - 10^{-6}$
silt, silt nisipos	$10^{-3} - 10^{-1}$	$10^{-6} - 10^{-4}$
nisip argilos, nisip fin	$10^{-2} - 1$	$10^{-5} - 10^{-3}$
nisip sortat	$1 - 10^2$	$10^{-3} - 10^{-1}$
pietriș sortat	$10 - 10^3$	$10^{-2} - 1$

Caracteristicile solului se încadrează în categoria nisipos argilos cu o permeabilitate de  $10^{-2} - 1$  și o conductivitate hidraulică de  $10^{-5} - 10^{-3}$  (tabel 4.5.).

Tabelul 4.6. / Table 4.6.

Valori de umiditate la capacitatea câmpului

Moisture values at field capacity

Tipul de pământ	Capacitatea de câmpului (CC) (% din greutatea uscată)
Pământ nisipos	10 - 15
Sol cu textură medie	25 - 40
Sol argilos	45 - 50

Capacitatea de câmp (CC) are o valoare mijlocie pe întreg profilul de sol (tabelul 5), iar coeficientul de ofilire (CO) are, de asemenea, valoare mijlocie până la adâncimea de 55 cm și valoare mare sub această adâncime; pe adâncimea de udare a porumbului (0-65 cm). Valoarea capacității de câmp (CC) este de 25,6 %.

Coeficientului de higroscopicitate (CH) corespunde la un  $pF = 4$ . De aici se calculează coeficientul de ofilire ( $CO = CH \cdot 1,5 = 4 \cdot 1,5 = 6$  %) – echivalent al umidității. Iar coeficientul de ofilire are valoarea de 6%.

Tabelul 4.7. / Table 4.7.

Valorile densității aparente pentru solul cultivat și pentru solul necultivat  
Apparent density values for cultivated soil and uncultivated soil

Probă Strat cultivat		Valorile densității (g/ cm <sup>3</sup> )	Probă Strat necultivat		Valorile densității (g/ cm <sup>3</sup> )
1	0-15 cm	1,62	1	0-15 cm	1,72
2	25-35 cm	1,85	2	25-35 cm	1,85
3	40-55 cm	1,59	3	40-55 cm	1,70
4	65-75 cm	1,72	4	65-75 cm	1,92
5	90-100 cm	1,85	5	90-100 cm	1,99

Plafonul minim (PM) a fost stabilit în funcție de textură după formula:

$$PM = CO + 1/2 (CC-CO)$$

$$PM = 6 + 1/2 (25,6-6)$$

$$PM = 15,80 \% \text{ g/g}$$

Aciditatea hidrolitică a solului este slabă (1,23 - 4,43 Ah) pe întregul profil de sol; aprovizionarea cu humus este slabă (2,23 - 4,88 %), iar cea cu azot total este slabă-mijlocie (0,118-0,142 %).

Ca urmare a utilizării agrotehnicii specifice câmpurilor de cercetare a bilanțului apei în sol, comparative cu perioada anterioară, conținutul solului în fosfor pe stratul arat a crescut de la 14,0 ppm (sol mijlociu aprovizionat) la 80 ppm (sol foarte bine aprovizionat); pe profil, valorile conținutului în fosfor sunt mai mici: 36 ppm la 0-15 cm; 27 ppm la 25-35 cm; 19 ppm la 40-55 cm; 10 ppm la 65-75 cm; 2 ppm 90-100 cm.

Conținutul în potasiu mobil este mic- mijlociu, cu valori ce cresc de la 0-15 cm (155 ppm), spre profunzime 281 ppm la 90-100 cm. Solul este mijlociu aprovizionat cu magneziu pe întregul profil, iar conținutul în mangan este mijlociu (35,70 %) până la 40 cm și mic sub această adâncime (21,05 %).

În general, cu cât solurile sunt mai argiloase, cu atât pericolul sărăturării și alcalizării secundare, artificiale, este mai mare.

SAR = 1,03 % (clasa S1) – apă cu potențial de alcalizare moderat, apa putând fi folosită fără restricții pentru irigații în câmpul de cercetare (tabelul 4.2.).

#### 4.4. Prezentarea schemei hidrotehnice a sistemului de irigație

*Descrierea amenajării de irigație pentru udarea prin picurare de tip subteran*

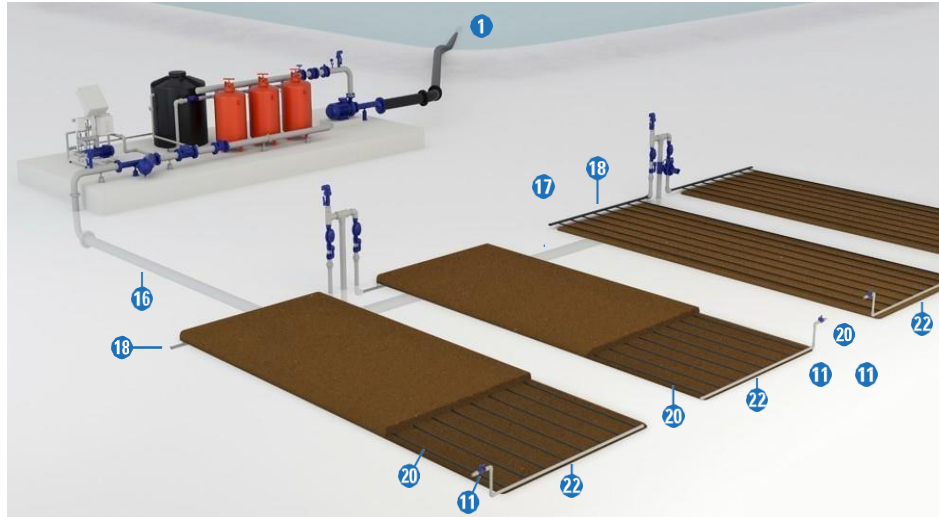


Figura 4.3. Structura sistemului de irigație prin picurare (Netafim)

Figure 4.3. The structure of the drip irrigation system (Netafim)

În figura 4.3. este prezentată amenajarea sistemului de irigație, în cele două variante: prin picurare de tip subteran și prin picurare la suprafață.

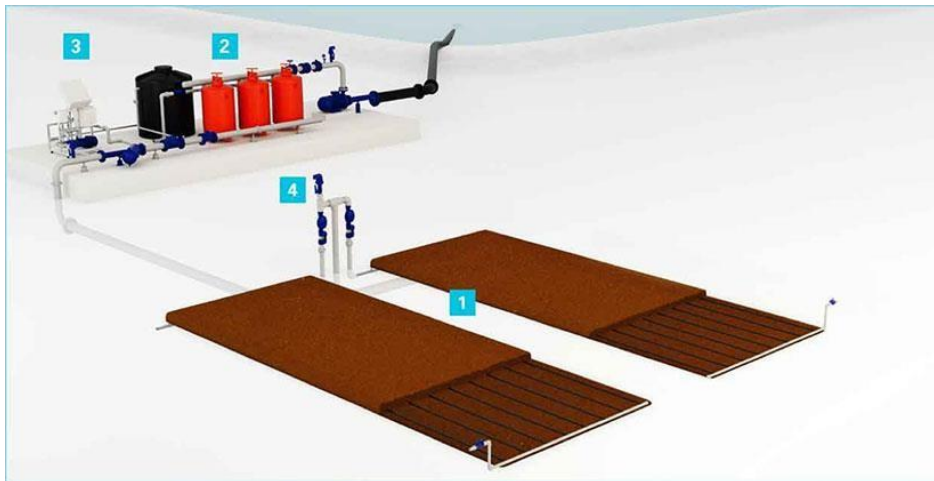


Figura 4.4. Structura sistemului de irigație prin picurare subsolier (Netafim)

Figure 4.4. The structure of the subsolar drip irrigation system (Netafim)

Soluția adoptată pentru sistemul de irigație prin picurare de tip subteran (figura 4.4), iar diagrama schemei este prezentată în figura 4.5.

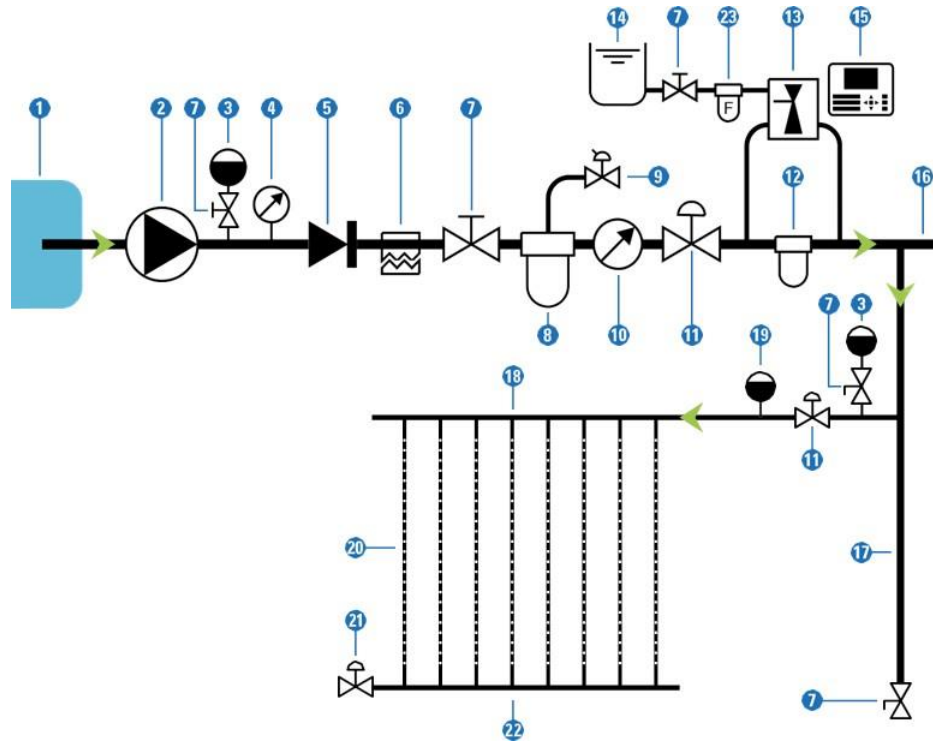


Figura 4.5. Schema sistemului de irigație (Netafim – soluția adoptată)  
 Figure 4.5. Scheme of the irrigation system (Netafim – adopted solution)

Componența sistemului de irigație prin picurare joacă un rol important în funcționarea acestuia. Acesta este alcătuit din următoarele elemente:

- |  |   |
|--|---|
| 1. sursă de apă                                    | 13. unitate de dozare                   |
| 2. stație de pompare                               | 14. rezervor pentru îngrășăminte        |
| 3. supapă de aerisire                              | 15. controller de irigare               |
| 4. manometru                                       | 16. conductă principală de distribuție  |
| 5. vană de sens                                    | 17. conductă secundară de distribuție   |
| 6. amortizor șocuri                                | 18. linie de distribuție                |
| 7. vană manuală                                    | 19. supapă cinetică (clapetă antiretur) |
| 8. unitate principală de filtrare                  | 20. linie de picurare                   |
| 9. vană de drenaj automată la filtrarea principală | 21. vana de spălare                     |
| 10. contor apă                                     | 22. conducta de golire (spălare)        |

11. vană hidraulică

23. filtru pentru fertilizant

12. unitate de filtrare secundară

#### 4.5. De descrierea componentelor principale

*Descrierea principalelor componente ale sistemului de irigație*



Figura 4.6. Componentă cap control principal (Netafim)

Figure 4.6. Main control head component (Netafim)

Valva manuală are rolul de a elibera treptat apa către sistem la pornirea irigației, apometrul (debitmetrul) are rolul de a măsura consumul de apă pentru suprafața irigată, valva de reducere a presiunii are rolul de a stabili presiunea între sursa de apă și necesarul de presiune din sistem, iar valva de aerisire are rolul de a elimina aerul din instalație. Aerul care este adus odată cu apa, poate provoca pagube sistemului de irigație, valva de aerisire având acest rol de a elimina aerul (figura 4.6.).



Figura 4.7. Unitate principală de filtrare (Netafim)  
Figure 4.7. Main filter unit (Netafim)

În timpul funcționării, pistonul din partea superioară a tuturor filtrelor menține discurile presate în același timp. Toate robinetele de intrare automate sunt deschise, supapele de drenaj sunt închise, iar apa curge prin discuri în linia de irigare. (figura 4.7.).



Figura 4.8. Linia de distribuție (SC Triticum SRL)  
Figure 4.8. Distribution line (SC Triticum SRL)

Linia de distribuție prezentată în imaginea 4.8., are rolul de a alimenta liniile de picurare cu apă.

Diametrul nominal și interior al conductelor liniilor de picurare sunt prezentate în tabelul 4.8.

Tabel 4.8. / Table 4.8.

Dimensiunile conductei liilor de picurare (Netafim)

Pipe dimensions of drip lines (Netafim)

Diametru nominal conducta - mm	75	110	160	225	250
Diametru interior conducta - mm	67.8	101.6	147.6	207.8	230.8



Figura 4.9. Conducte de udare prin picurare amplasate sub suprafața terenului  
(SC Triticum SRL)

Figure 4.9. Drip irrigation pipes located below the ground surface  
(SC Triticum SRL)

Liniile de picurare de tip tub sunt amplasate la o distanță de 1 – 1,5 m una de altă. Iar rolul acestora este de a livra cantitatea de apă optimă culturii. (figura 4.9.).



## 4.6. Exploatarea și mentenanța sistemului de irigare

Unul din elementele principale de care depinde longevitatea și eficiența sistemului este stația de filtrare. În cazul utilizării filtrului cu nisip la intrare, e necesară o presiune nu mai mică de 0,3 MPa. O presiune mai mică de 0,3 MPa v-a diminua eficiența spălării cu fluxul reversiv de apă. Variația presiunii la intrare și ieșire din filtru nu trebuie să fie mai mare de 0,05 MPa. Dacă variația este mare, materialul de filtrare trebuie spălat.

Periodicitatea spălării filtrului depinde de calitatea apei utilizate pentru irigare și poate avea loc de 1-2 ori timp de 24 ore. Pentru a asigura omogenitatea maximă de irigare și durabilitatea sistemului, se utilizează valve de presiune, care trebuie să fie ajustate în diapazonul de presiune – 0,055-0,07 MPa.

Presiunea se va verifica prin intermediul manometrului la fiecare deconectare a sistemului. Pentru a asigura funcționarea bună a valvelor, ele se vor spăla nu mai rar de o singură dată pe lună. Un element nu mai puțin important al sistemului de irigare prin picurare este conducta de irigare. În procesul exploatării acesteia există pericolul de astupare a conductelor cu reziduuri de săruri și microalge.

Pe lângă aceasta, conductele pot fi afectate din exterior în cursul lucrărilor agrotehnice, cât și din cauza dăunătorilor din sol, mai ales, dacă se utilizează conducte cu pereți subțiri. S-au folosit tensiometrele cu jet de umplere, acestea fiind instrumente simple, versatile și ieftine, care oferă o măsurare directă a tensiunii apei din sol. Pentru funcționarea bună a conductei, pentru o perioadă lungă de timp sunt necesare următoarele măsuri profilactice:

Spălarea periodică pentru eliminarea reziduurilor insolubile din fertilizanți, particulelor suspendate care au nimerit în conductă ca rezultat al deteriorărilor mecanice, algeilor. În acest scop e necesar de deschis capetele conductelor și de a le spăla până la apariția apei curate. (figura 4.9. a și b). Frecvența spălării depinde de condiții specifice, dar nu mai rar de o singură dată pe lună.



Figura 4.10. – a: apă curată și b – apă cu reziduuri  
Figure 4.10. – a: clean water and b – water with residues

## TEZĂ DE DOCTORAT

Acidificarea apei v-a permite evitarea înfundării cu săruri de calciu. Cel mai eficient, în acest sens este acidul azotic, concentrația în apa de irigare care nu trebuie să depășească 0,5%, adică la 1m<sup>3</sup> de apă de irigare se vor administra 5 l de acid azotic. *Durata spălării* – 30 de minute. Aceeași timp e necesar și pentru spălarea cu apă curată. *Frecvența* – la finele sezonului de irigare sau primăvara până la cultivare. Clorarea v-a permite evitarea înfundării cu alge și materie organică. Cel mai indicat este de folosit înălbitor lichid cu concentrație de clor de 12,5%. Pentru a obține concentrația necesară la un m<sup>3</sup> de apă de irigație se vor adăuga 400 ml de înălbitor.

Frecvența și durata la această spălare este aceeași ca și la apa acidulată. Cel mai bine de efectuat acidificarea și clorarea în același timp. Pentru protecția conductelor de irigație împotriva dăunătorilor din sol se utilizează mijloace agrotehnice și chimice de protecție.

Măsurile agrotehnice reprezintă activități pentru crearea condițiilor nefavorabile pentru dezvoltarea și reproducerea dăunătorilor, adică organizarea corectă a rotației de culturi. Măsurile ameliorative și agrotehnice afectează semnificativ populația dăunătorilor din sol.

De exemplu, aplicarea varului pe solurile acide creează condiții nefavorabile pentru dezvoltarea multor dăunători. Aratul adânc de toamnă afectează semnificativ dezvoltarea larvelor. Metoda chimică – prelucrarea solului, plantelor și aglomerațiilor de dăunători cu preparate chimice, se administrează împreună cu apa pentru irigație.

### 4.7. Prezentarea suprafeței irigate

Suprafața amenajată cu sistem de irigație pentru udare prin picurare de tip subteran, este de 60 hectare, pe care s-a cultivat porumb. (figura 4.10. a și b). Această cultură, în această zonă, are consumul de apă, vara, de 4 litri/zi/plantă, la o densitate de 60.000 plante/ha, rezultând un consum de 240.000 litri/ha/zi. După fecundare, consumul crește la 5-6 mm/ha, iar în zilele de arșiță crește la 9-10 mm/ha, ceea ce înseamnă că o ploaie de 20 mm se consumă în două zile. În condiții de secetă, porumbul își reface dezvoltarea știuleților, în sensul că pe vârful acestora, pe o porțiune mai mare sau mai mică, în funcție de lipsa umidității, nu mai formează boabe, rezultând o producție diminuată.

Pentru a evita sau a reduce apariția fenomenului de ofilire se iau următoarele măsuri:

- Solul să fie menținut cu un grad de permeabilitate satisfăcător, pentru a acumula întreaga cantitate de apă din precipitații și a evita pierderile prin evaporare;
- Să se asigure accesul oxigenului generator de energie pentru procesele vitale din sol;
- Să se elimine CO<sub>2</sub>, care poate deveni inhibitor pentru sistemul radicular și al microorganismelor din sol;

## TEZĂ DE DOCTORAT

- Să se folosească soiuri-hibrizi mai rezistenți la stresul hidric și cu perioada de vegetație mai scurtă, pentru a evita perioada de arșiță;
- Semănatul de primăvară să se efectueze mai timpuriu și la o adâncime mai mare;

Fiecare fază de creștere a porumbului are o influență diferită, dar decisivă în formarea viitoarei producții. Când dezvoltarea vegetativă ia sfârșit, după ce ultimile frunze se detașează, apar organele florale ale porumbului și începe una din cele mai importante faze de formare a producției. În această perioadă, consumurile plantei sunt maxime deoarece planta aflată la maximul dezvoltării vegetative își suplimentează consumurile pentru a asigura o fecundare optimă. Ca firele de mătase să fie turgescențe, în vederea fecundării, pierderile de apă prin transpirație sunt semnificative.

Fiecare spiculeț produce un fir de mătase pentru un bob. Firele cresc continuu până în momentul în care sunt fecundate. Pentru ca glumele paniculului să stea deschise, partea cărnosă de la bază trebuie să fie plină cu apă. În acest mod și florile masculine măresc nevoia de apă a plantei.

Seceta și arșița în perioada de înflorire conduc la pierderi maxime de apă și îngreunează umplerea boabelor. Consecința directă poate fi umplerea incompletă (până în vârf) cu boabe, datorită insuficienței apei care să asigure turgescența ultimelor fire de mătase. Arșița puternică poate afecta viabilitatea polenului, spiculețele de la baza știuletelui rămân nefecundate, partea aceasta polenizându-se mai greu decât restul. Canicula din perioada înfloritului poate agrava situația (figura 4.11.).

Tabel 4.9. / Table 4.9.

Suprafață însămânțată - total boabe, toamna - 2021 (SC. Triticum SRL.)  
Sown area - total grains, autumn - 2021 (SC. Triticum SRL.)

Nr. Crt.	Denumire	Total (ha)
1	Grâu+secară+triticale-consum	37
Total suprafață arabilă ocupată în toamnă 2021		37
Suprafață arabilă în cultură propusă pentru anul 2022		211
Suprafață arabilă rămasă pentru însămânțări în primăvara anului 2022		174
3	Porumb boabe	150
4	Soia	20
5	Cartofi	3,8

Suprafața arabilă în cultură, propusă pentru anul 2022 este în total de 211 hectare, iar suprafața arabilă rămasă pentru însămânțare în primăvara anului 2022 este de 174 hectare (tabel 4.9.).

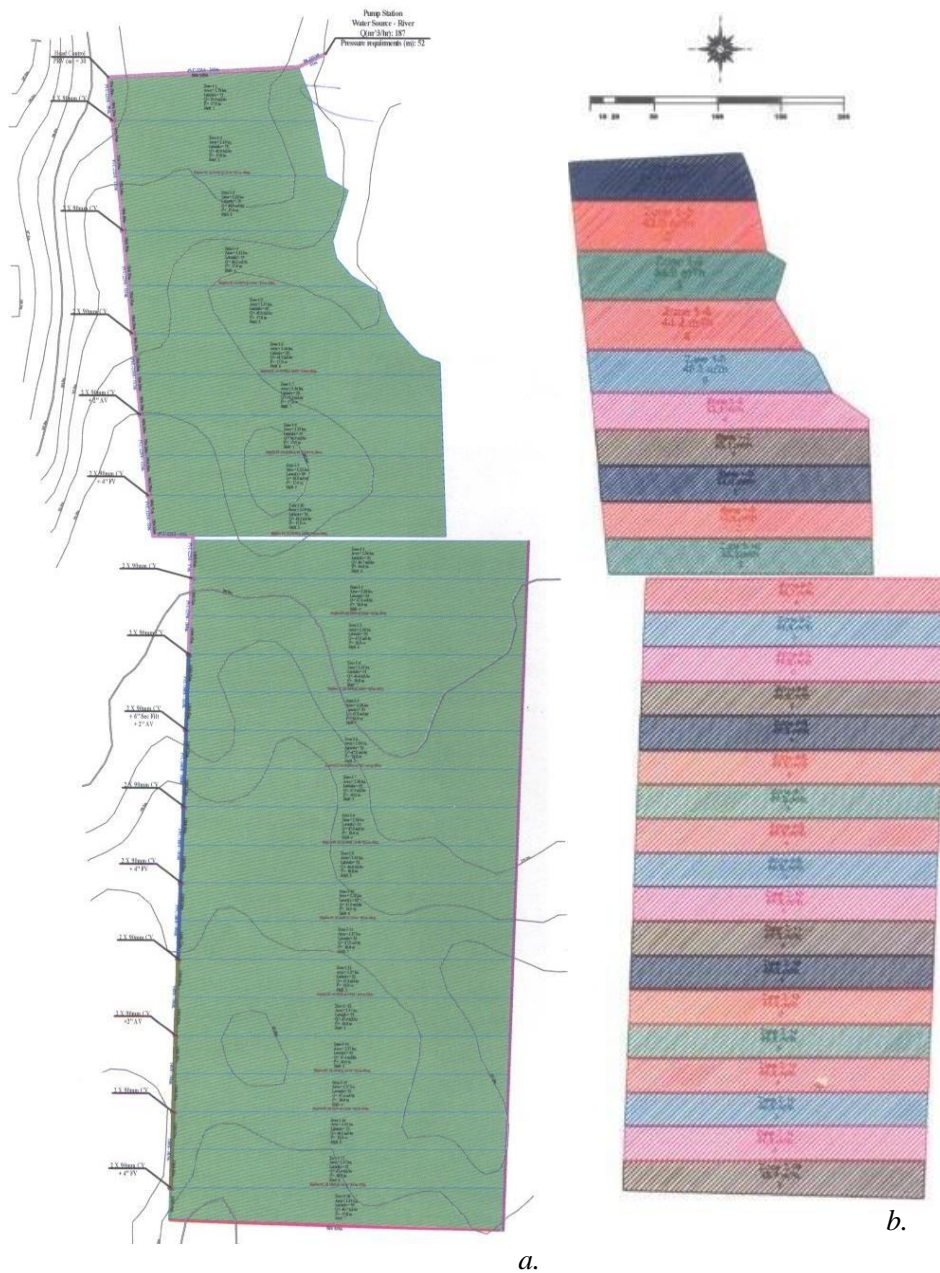


Figura 4.11. (a, b) Suprafață irigată  
Figure 4.11. (a, b) Irrigated area

- a. - suprafața totală pe care s-a amplasat sistemul de irigație prin picurare având conducte îngropate;
- b. – modul de aplicare a udărilor.

#### 4.8. Elementele tehnologice la culturile însămânțate

Tabel 4.10./Table 4.10.

Elementele tehnologice la culturile însămânțate în toamna anului 2021  
(SC. Triticum SRL.)

Technological elements for crops sown in the fall of 2021 (SC. Triticum SRL.)

Nr. Crt.	Specificare	UM	Total unitate
I.	Grâu+secară+triticale-total		
1	Suprafață	Ha	37
2	Norma de sămânță folosită	Kg/ha	350
3	Cantitatea totală de sămânță	Tone	13
4	Sămânță provenită din consum	Tone	13
5	Din cantitatea totală de sămânță	Tone	13
6	Grâu comun	Tone	13
7	Suprafață fertilizată cu azot	Ha	37
8	Suprafață fertilizată cu fosfor	Ha	37
9	Suprafață fertilizată cu potasiu	Ha	37
10	Suprafață semănată fără aratură	Ha	37
II.	Total suprafață Grâu+secară+triticale		
11	Suprafață partial răsărită	Ha	37
III.	Soiuri de grâu comun folosite		
12	Rubisko	Tone	17
13	TMN Exotic	Tone	20

Pentru culturile de grâu, secară și triticale, însămânțate în toamna anului 2021, s-au administrat fertilizanți, pentru a veni în completarea unor microelemente ale culturii. (tabel 4.10.). Fertilizanții ajung la suprafața solului, iar pentru a fi folosiți de către plantă, aceasta are nevoie de umiditate pentru a se dizolva și a se duce către sistemul radicular, apoi planta îl absorbe și este condus în frunză, unde are loc fotosinteza.

Cercetarea va avea impact asupra creșterii capacității de inovare a societății, contribuind la îmbunătățirea performanței globale a acesteia. În prezent agricultura este practică la un nivel intensiv, bucurându-se de avantajele dezvoltării tehnologice, care ușurează munca fizică, dar care implică un alt nivel al costurilor. În ceea ce privește cultura de porumb, costul acesteia va fi determinat la recoltarea produselor agricole și, pe lângă costul evidențiat în acest moment sub forma producției în curs de execuție, se vor prelua toate cheltuielile ulterioare efectuate pentru îngrijirea și menținerea producției, precum și pentru recoltarea produselor.

#### 4.9. Structura culturilor (în perioada 2019-2022)

În 2004 societatea a început activitatea cu 25 hectare (luate în arendă), iar pe parcursul celor 18 ani s-au extins, având în prezent 230 hectare (luate în arendă), ultimul teren fiind achiziționat la sfârșitul anului 2020, având o suprafață de

## TEZĂ DE DOCTORAT

aproximativ 7 hectare, neirigabil, pe care s-a cultivat soia.

Tabel 4.11. / Table 4.11.

Categorii de culturi (SC. Triticum SRL.)

Categories of crops (SC. Triticum SRL.)

An	Cultură	Suprafață (ha)
2019	porumb boabe	86
	cartof	5,3
	grâu	2,7
	soia	29
2020	porumb boabe	112
	cartof	3
	grâu	14
	soia	35
2021	porumb boabe	140
	cartof	3,8
	grâu	0
	soia	41
2022	porumb boabe	171
	cartof	4
	grâu	0
	soia	55

Din tabelele 4.11. se poate observa că suprafeța cea mai mare de teren este alocată culturii de porumb, deoarece această cultură este una profitabilă și caracteristică zonei.

### *Producția obținută (2019-2020-2021-2022)*

În cadrul societății S.C. Triticum S. R. L. rotația culturilor este realizată prin succesiunea plantelor cu sisteme radiculare diferite, iar în cazul culturii de porumb, din zona irigată, în fiecare primăvară se înlocuiește cu un alt soi de hibrid, caracteristic zonei, oferit de colaboratorul Corteva, fiind singura companie de agricultură dedicată complet acestui sector.

Tabel 4.12. / Table 4.12.

Producția obținută în anul 2019 (SC. Triticum SRL.)  
Production obtained in 2019 (SC. Triticum SRL.)

Nr. Crt.	Denumirea culturilor	Exploatarea agricolă individuală	
		Suprafața cultivată (ha)	Producția obținută (tone)
1	Porumb boabe	86	345
2	Soia boabe	29	79
3	Cartofi	2.7	61
4	Grâu	5.3	15

Tabel 4.13. / Table 4.13.

Producția obținută în anul 2020 (SC. Triticum SRL.)  
Production obtained in 2020 (SC. Triticum SRL.)

Nr. Crt.	Denumirea culturilor	Exploatarea agricolă individuală	
		Suprafața cultivată (ha)	Producția obținută (tone)
1	Porumb boabe	112	415
2	Soia boabe	35	96
3	Cartofi	3	67
4	Grâu	14	92

Tabel 4.14. / Table 4.14.

Producția obținută în anul 2021 (SC. Triticum SRL.)  
Production obtained in 2021 (SC. Triticum SRL.)

Nr. Crt.	Denumirea culturilor	Exploatarea agricolă individuală	
		Suprafața cultivată (ha)	Producția obținută (tone)
1	Porumb boabe	140	688
2	Soia boabe	41	112
3	Cartofi	3.8	86
4	Grâu	0	0

Tabel 4.15. / Table 4.15.

Producția obținută în anul 2022 (SC. Triticum SRL.)  
Production obtained in 2022 (SC. Triticum SRL.)

Nr. Crt.	Denumirea culturilor	Exploatarea agricolă individuală	
		Suprafața cultivată (ha)	Producția obținută (tone)
1	Porumb boabe	171	840
2	Soia boabe	55	150
3	Cartofi	4	91
4	Grâu	0	0

Proporția producției în raport cu suprafața alocată culturii de porumb din anii 2019 – 2022, prezentate în tabelele 4.12., tabel 4.13., tabel 4.14. și tabelul 4.15. este vizibil în creștere, datorită suprafeței efective irigate, pentru care s-a aplicat

## TEZĂ DE DOCTORAT

o aprovizionare cu apă necesară culturii de porumb.

Tabelul 4.16. / Table 4.16.

Diferite variante de aprovizionare cu apă, Săvinești - 2019-2022  
Different water supply options, Săvinești - 2019-2022

Varianta	Luna					Aprilie- August
	Aprilie	Mai	Iunie	Iulie	August	
2019						
V <sub>1</sub>	0	0	0	0	0	0
V <sub>2</sub>	0	0	0	0	0	0
V <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0
V <sub>4</sub>	0	0	0	17	4	21
V <sub>5</sub>	0	0	0	0	5	5
V <sub>6</sub>	0	0	12	28	7	47
2020						
V <sub>1</sub>	0	0	0	0	0	0
V <sub>2</sub>	0	9	2	0	0	11
V <sub>3</sub>	0	0	15	5	0	20
V <sub>4</sub>	0	0	0	18	4	22
V <sub>5</sub>	0	0	0	0	15	15
V <sub>6</sub>	13	25	24	30	16	108
2021						
V <sub>1</sub>	0	0	0	0	0	0
V <sub>2</sub>	0	7	4	0	0	11
V <sub>3</sub>	0	0	16	0	0	16
V <sub>4</sub>	0	0	0	19	4	23
V <sub>5</sub>	0	0	0	0	26	26
V <sub>6</sub>	0	10	19	22	29	80
2022						
V <sub>1</sub>	0	0	0	0	0	0
V <sub>2</sub>	0	0	13	4	0	17
V <sub>3</sub>	0	8	1	0	0	9
V <sub>4</sub>	0	0	0	15	2	17
V <sub>5</sub>	0	0	0	0	12	12
V <sub>6</sub>	11	23	20	28	14	96

Numărul de zile cu secetă pedologică, prezentate în tabelul 4.16., apsectează considerabil cultura, iar pentru acest aspect se administrează plantelor o cantitate necesară culturii, în diferite variante, conform perioadelor de vegetație.

Rezerva scăzută de apă în sol afectează zeci de mii de hectare din România. Seceta pedologică extremă a început din august 2018, precipitațiile puține au dus la o lipsă de apă din sol accentuată, pe fondul temperaturilor ridicate, mai mari ca în anii precedenți. Asta face ca plantele să nu vegeteze în condiții normale, ci în condiții de stres semnificativ.



## TEZĂ DE DOCTORAT

Pe baza datelor de umiditate a solului s-au realizat grafice de dinamică a rezervei de apă pe adâncimea de 0-75 cm, care au permis stabilirea numărului de zile cu rezerva de apă sub plafonul minim, respectiv sub coeficientul de ofilire.

În variantele cu întreruperea udărilor rezerva de apă din sol din luna respectivă a scăzut sub nivelul plafonului minim, însă numărul de zile cu secetă pedologică a fost mai mic decât în condiții de neirigare; totodată, în luna următoare s-au mai înregistrat câteva zile cu secetă pedologică. Seceta pedologică accentuată a fost prezentă doar în condiții de neirigare, rezerva de apă scăzând sub nivelul coeficientului de ofilire, cu un număr de 6 zile în 2019, 10 zile în 2020, 8 zile în 2021 și 10 în anul 2022. Fenomenul s-a înregistrat în lunile iulie și august (tabel 4.17.).

Tabelul 4.17. / Table 4.17.

Regimul de irigare al culturii porumbului  
în diferite variante de aprovizionare cu apă, Săvinești 2019-2022  
Irrigation regime of maize culture  
in different variants of water supply, Săvinești 2019-2022

Varianta	Aprilie		Mai		Iunie		Iulie		August		Aprilie-August	
	ΣM m <sup>3</sup> /ha	n	ΣM m <sup>3</sup> /ha	n	ΣM m <sup>3</sup> /ha	n	ΣM m <sup>3</sup> /ha	n	ΣM m <sup>3</sup> /ha	n	ΣM m <sup>3</sup> /ha	n
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2019												
V <sub>1</sub>	-	-	-	-	12460	2	20000	3	-	-	32460	5
V <sub>2</sub>	-	-	-	-	12460	2	20000	3	-	-	32460	5
V <sub>3</sub>	-	-	-	-	12460	2	-	-	-	-	12460	2
V <sub>4</sub>	-	-	-	-	-	-	20000	3	-	-	20000	3
V <sub>5</sub>	-	-	-	-	12460	2	20000	3	-	-	32460	5
2020												
V <sub>1</sub>	611	1	1475	2	5750	3	14367	6	8845	4	31048	16
V <sub>2</sub>	611	1	1475	2	-	-	14367	6	8845	4	25298	13
V <sub>3</sub>	611	1	-	-	5750	3	-	-	8845	4	15206	8
V <sub>4</sub>	611	1	-	-	5750	3	14367	6	8845	4	29573	14
V <sub>5</sub>	611	1	1475	2	5750	3	14367	6	-	-	22203	12
2021												
V <sub>1</sub>	-	-	1299	1	5820	3	18313	7	2100	2	27532	13
V <sub>2</sub>	-	-	-	-	5820	3	18313	7	2100	2	6233	12
V <sub>3</sub>	-	-	1299	1	-	-	18313	7	2100	2	5063	10
V <sub>4</sub>	-	-	1299	1	5820	3	-	-	2100	2	4570	6
V <sub>5</sub>	-	-	1299	1	5820	3	18313	7	-	-	4783	11
2022												
V <sub>1</sub>	611	1	1475	2	5750	3	14367	6	8845	4	31048	16
V <sub>2</sub>	611	1	1475	2	-	-	14367	6	8845	4	25298	13
V <sub>3</sub>	611	1	-	-	5750	3	-	-	8845	4	15206	8
V <sub>4</sub>	611	1	-	-	5750	3	14367	6	8845	4	29573	14
V <sub>5</sub>	611	1	1475	2	5750	3	14367	6	-	-	22203	12

## TEZĂ DE DOCTORAT

V1 – Irigat, fără întreruperea udărilor;

V2 – Irigat, cu întreruperea udărilor în mai (5-10 frunze);

V3 – Irigat, cu întreruperea udărilor în iunie (9-16 frunze);

V4 – Irigat, cu întreruperea udărilor în iulie (aparitia paniculului – umplerea boabelor);

V5 – Irigat, cu întreruperea udărilor în august (umplerea boabelor – coacere în lapte ceară);

$\sum M$  = norma de irigare ( $m^3/ha$ );

n = numărul de udări.

### *Regimul de irigare al porumbului*

Pentru menținerea rezervei de apă pe adâncimea de 0-75 cm între plafonul minim și capacitatea de câmp în anul 2019, s-a folosit o normă de irigare de 32460  $m^3$  pentru întreaga suprafață. Aceasta a fost aplicată în 5 udări, în lunile iunie și iulie, prezentate în tabelul 4.7. În anul 2020, norma de irigare a fost de 31048  $m^3$  pentru cele 112 ha, iar numărul de udări a fost de 16 și s-a irigat pe toată perioada de vegetație, cea mai mare normă de irigare lunară, de 14367  $m^3/ha$  în 6 udări s-a înregistrat în luna iulie; întreruperea udărilor în lunile sezonului de irigare a determinat scăderea valorii normei de irigare și a numărului de udări.

Valoarea normei de irigare folosit în anul 2021 (1299  $m^3/ha$ ), fiind o singură udare în luna mai. Necesarul de irigare din perioada mai-august, a înregistrat o normă de irigare, de 18313  $m^3/ha$ , utilizată în iulie. Întreruperea udărilor, în lunile perioadei mai-august a determinat diminuarea valorilor normelor de irigare și a numărului de udări.

În anul 2022, norma de irigare a fost de 31048  $m^3$  pentru cele 171 ha, iar numărul de udări a fost de 16 și s-a irigat pe toată perioada de vegetație, cea mai mare normă de irigare lunară, de 14367  $m^3/ha$  în 6 udări s-a înregistrat în luna iulie; întreruperea udărilor în lunile sezonului de irigare a determinat scăderea valorii normei de irigare și a numărului de udări.

### **4.10. Influența irigației asupra microclimatului**

Pentru caracterizarea microclimatului porumbului neirigat și irigat s-a folosit indicatorul climatic „indicele de ariditate de Martonne” (IdM), cel mai cunoscut indicator climatic din România.

În condiții de neirigare, perioada aprilie-august s-a caracterizat ca „moderat umedă II” în anul 2019 (IdM = 44,1) și ca semiaridă în anii 2020 (IdM = 2,08), 2021 (IdM = 18,74) și 2022 (IdM = 42) (tabelul 4.8.). Irigarea a determinat creșterea valorii indicelui de ariditate comparativ cu varianta neirigată cu 28% în 2019, microclimatul realizat fiind caracterizat ca „umed”. În anii 2020 și 2021, diferențele au fost mult mai mari, 105% și 115%, microclimatul culturii porumbului irigat la

## TEZĂ DE DOCTORAT

nivel optim fiind caracterizat, de asemenea, ca „umed”. În variantele cu întreruperea udărilor, valorile indicelui de ariditate de Martonne au scăzut, însă se situează în aceeași clasă de interpretare, „umed”, cu excepția situației din luna iulie 2020, când microclimatul porumbului din varianta cu întreruperea udărilor, în această lună a fost caracterizat ca „moderat umed II” (tabelul 4.18.).

Tabelul 4.18. / Table 4.18.

Valorile indicelui de ariditate - Martonne (IdM) în condițiile întreruperii udărilor în diferite luni ale sezonului de irigație al porumbului. Săvinești, 2019-2022

The values of the aridity index - Martonne (IdM) under conditions of irrigation interruption in different months of the maize irrigation season. Savinesti, 2019-2022

Varianta	Indicele de ariditate de Martonne		
	Valoarea I <sub>dM</sub>	%	%
1	2	3	4
<b>2019</b>			
V <sub>1</sub>	44,1	100	-
V <sub>2</sub>	35,77	81	100
V <sub>3</sub>	28,9	65	80
V <sub>4</sub>	11,56	26	32
V <sub>5</sub>	48,37	109	135
V <sub>6</sub>	2,6	0,5	1
<b>2020</b>			
V <sub>1</sub>	2,08	100	-
V <sub>2</sub>	32,72	1573	100
V <sub>3</sub>	20,7	995	63
V <sub>4</sub>	25,16	1209	77
V <sub>5</sub>	29,21	1404	89
V <sub>6</sub>	35,6	1711	109
<b>2021</b>			
V <sub>1</sub>	18,74	100	-
V <sub>2</sub>	15,56	83	100
V <sub>3</sub>	34,61	184	222
V <sub>4</sub>	25,2	134	162
V <sub>5</sub>	10,27	55	66
V <sub>6</sub>	20,08	107	129
1	2	3	4
<b>2022</b>			
V <sub>1</sub>	43,42	100	-
V <sub>2</sub>	43,38	94	100
V <sub>3</sub>	45,93	172	220
V <sub>4</sub>	39,37	1702	105
V <sub>5</sub>	30,00	1468	87
V <sub>6</sub>	29,77	99	128

V<sub>1</sub> – Neirigat;

V<sub>2</sub> – Irigat, fără întreruperea udărilor;

V<sub>3</sub> – Irigat, cu întreruperea udărilor în mai (5-10 frunze);

V<sub>4</sub> – Irigat, cu întreruperea udărilor în iunie (9-16 frunze);

## TEZĂ DE DOCTORAT

V5 – Irigat, cu întreruperea udărilor în iulie (aparitia paniculului – umplerea boabelor);

V6 – Irigat, cu întreruperea udărilor în august (umplerea boabelor – coacere în lapte ceară).

### 4.11. Influența irigației asupra consumului total de apă al culturii de porumb

În anul 2019, irigarea a determinat creșterea consumului total de apă cu 12,2-13,4%. Ponderea irigației în acoperirea consumului total de apă a fost 19,0-19,2%; cea mai mare pondere în acoperirea consumului total de apă au avut-o precipitațiile din perioada de vegetație a porumbului (58,6-58,8%).

În variantele irigate, porumbul a consumat din rezerva solului o cantitate mai mică de apă comparativ cu porumbul neirigat, de 1320-1358 m<sup>3</sup>/ha față de 1822-1862 m<sup>3</sup>/ha (tabelul 4.19.).

Tabelul 4.19. / Table 4.19.

Consumul total de apă al culturii porumbului neirigat și irigat și sursele de acoperire în condițiile de la Săvinești, 2019-2022

The total water consumption of the non-irrigated and irrigated maize culture and the sources of coverage under the conditions of Săvinești, 2019-2022

Varianta	Consumul total de apă $\Sigma(e+t)$			Sursele de acoperire					
	m <sup>3</sup> /ha	%	%	Ri-Rf			Pv	$\Sigma m$	
				m <sup>3</sup> /ha	%	%	m <sup>3</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>2019</b>									
V <sub>1</sub>	5372	100	-	1822	100	-	3550	-	-
V <sub>2</sub>	6030	112	100	1320	72	100	3550	1160	100
V <sub>3</sub>	6070	113	101	1360	75	103	3550	1160	100
V <sub>4</sub>	6068	112	102	1358	74	103	3550	1160	100
V <sub>5</sub>	5412	100	91	1862	102	141	3550	-	-
V <sub>6</sub>	6096	113	101	1386	76	105	3550	1160	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>2020</b>									
V <sub>1</sub>	4302	100	-	490	100	-	3812	-	-
V <sub>2</sub>	6719	156	100	143	-	100	3812	2950	100
V <sub>3</sub>	6492	151	97	130	27	102	3812	2550	87
V <sub>4</sub>	6540	152	98	198	40	156	3812	2450	83
V <sub>5</sub>	5909	137	88	347	71	273	3812	1750	59
V <sub>6</sub>	6467	150	96	255	52	201	3812	2400	81
<b>2021</b>									
V <sub>1</sub>	4410	100	-	1300	100	-	3110	-	-
V <sub>2</sub>	6942	158	100	512	39	100	3110	3320	100
V <sub>3</sub>	6521	148	94	591	37	115	3110	2820	85
V <sub>4</sub>	6065	138	87	655	50	128	3110	2300	69
V <sub>5</sub>	6000	136	86	690	53	134	3110	2200	66
V <sub>6</sub>	6454	146	93	724	56	141	3110	2620	79

## TEZĂ DE DOCTORAT

2022									
V <sub>1</sub>	4158	100	-	1799	100	-	3722	-	-
V <sub>2</sub>	6211	114	101	1354	-	100	3722	1160	100
V <sub>3</sub>	6048	111	93	1320	89	103	3722	1160	100
V <sub>4</sub>	6284	100	91	1297	74	103	3722	1160	100
V <sub>5</sub>	5863	113	101	1360	101	148	3722	-	-
V <sub>6</sub>	6008	151	97	1744	81	102	3722	1160	100

V<sub>1</sub> – Neirigat;

V<sub>2</sub> – Irigat, fără întreruperea udărilor;

V<sub>3</sub> – Irigat, cu întreruperea udărilor în mai (5-10 frunze);

V<sub>4</sub> – Irigat, cu întreruperea udărilor în iunie (9-16 frunze);

V<sub>5</sub> – Irigat, cu întreruperea udărilor în iulie (aparitia paniculului – umplerea boabelor);

V<sub>6</sub> – Irigat, cu întreruperea udărilor în august (umplerea boabelor – coacere în lapte ceară); Ri – Rf = rezerva solului;

Pv = precipitații în perioada de vegetație;

Σm = norma de irigare.

Aprovizionarea optimă cu apă a porumbului cu ajutorul irigației a determinat în anii 2020 și 2021 valori ale consumului total de apă mai mari decât în condiții de neirigare cu 56% și 58%. În variantele cu întreruperea udărilor, valorile consumului total de apă au scăzut comparativ cu varianta aprovizionată optim cu apă.

Ponderea irigației în acoperirea consumului total de apă a fost cuprinsă între 29,6 și 43,9% în 2020, 37,9 și 47,8% în 2021, iar în 2022 valori cuprinse între 35,8% și 46,7%.

Din rezerva solului, porumbul neirigat a consumat cele mai mari cantități de apă: în varianta fără întreruperea udărilor, porumbul a consumat cea mai mică cantitate de apă din rezerva solului, iar în variantele cu întreruperea udărilor, valorile au fost mai mari, fără a depăși cantitatea de apă consumată din rezerva solului de porumbul neirigat.

### 4.12. Influența irigației asupra producției

În anul 2019, în varianta fără întreruperea udărilor în sezonul de irigare al porumbului s-a obținut o producție cu 42,9% mai mare decât producția variantei neirigate.

Irigațiile au fost necesare doar în luna august, iar întreruperea lor în această lună a determinat o pierdere de producție față de varianta irigată optim de 3870 kg/ha (29,4%), foarte semnificativă din punct de vedere statistic.

# TEZĂ DE DOCTORAT

Tabelul 4.20. / Table 4.20.

Stabilirea consumului de apă la cultura de porumb pentru boabe prin metoda Thornthwaite, în condițiile de la Săvinești (2019-2022)  
 Determining the water consumption of maize for grains by the Thornthwaite method, under the conditions of Săvinești (2019-2022)

Elemente de calcul	Luni de vegetație					
	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1	2	3	4	5	6	7
2019						
Temperatura medie lunară a aerului $t_n$ (°C)	14	17	23	23	25	20
Indici termici lunari $i_n$	4,753	6,377	10,078	10,078	11,435	8,156
Indicele termic anual I	48,7					
Exponentul a	1,2602					
Coeficientul de corecție $k_\phi$	1,13	1,29	1,31	1,32	1,22	1,04
Evapotranspirația potențială ETP (m <sup>3</sup> /ha)	684	997	1483	1494	1534	987
Coeficientul de corecție $k_p$	1,09	0,89	1,02	1,24	1,18	0,80
Evapotranspirația optimă ETRO = ETP · $k_p$	746	887	1513	1853	1810	790
2020						
Temperatura medie lunară a aerului $t_n$ (°C)	17	20	22	24	25	23
Indici termici lunari $i_n$	6,377	8,156	9,422	10,749	11,435	10,078
Indicele termic anual I	49,9					
Exponentul a	1,2784					
Coeficientul de corecție $k_\phi$	1,13	1,29	1,31	1,32	1,22	1,04
Evapotranspirația potențială ETP (m <sup>3</sup> /ha)	866	1218	1397	1573	1532	1174
Coeficientul de corecție $k_p$	1,09	0,89	1,02	1,24	1,18	0,80
Evapotranspirația optimă ETRO = ETP · $k_p$	944	1084	1425	1951	1808	939
2021						
Temperatura medie lunară a aerului $t_n$ (°C)	19	21	23	24	24	20

## TEZĂ DE DOCTORAT

Indici termici lunari $i_n$	7,547	8,782	10,078	10,749	10,749	8,156
Indicele termic anual I	54,9					
Exponentul a	1,3554					
Coeficientul de corecție $k_p$	1,13	1,29	1,31	1,32	1,22	1,04
Evapotranspirația potențială ETP ( $m^3/ha$ )	973	1272	1461	1560	1441	960
Coeficientul de corecție $k_p$	1,09	0,89	1,02	1,24	1,18	0,80
Evapotranspirația optima ETRO = ETP · $k_p$	1061	1132	1490	1934	1700	768
2022						
Temperatura medie lunară a aerului $t_n$ ( $^{\circ}C$ )	11	16	19	22	22	17
Indici termici lunari $i_n$	3,299	5,818	7,547	9,422	9,422	6,377
Indicele termic anual I	63,2					
Exponentul a	1,4872					
Coeficientul de corecție $k_p$	1,13	1,29	1,31	1,32	1,22	1,04
Evapotranspirația potențială ETP ( $m^3/ha$ )	412	822	1077	1350	1248	725
Coeficientul de corecție $k_p$	1,09	0,89	1,02	1,24	1,18	0,80
Evapotranspirația optima ETRO = ETP · $k_p$	449	732	1099	1674	1473	580

Tabelul 4.21. / Table 4.21.

Bilanțul apei în sol la cultura porumbului pentru boabe (Săvinești)  
The water balance in the soil in the maize crop for grains (Săvinești)

Elementele de bilanț	UM							Total	M ( $m^3/ha$ )
		IV	V	VI	VII	VIII	IX		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2019									
Precipitațiile (Pv)	$m^3/ha$	882	805	795	318	1411	65	4276	2195
Evapotranspirația potențială (ETP)	$m^3/ha$	684	997	1483	1494	1534	987	7179	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Coeficientul de corecție ( $k_p$ )	-	1,09	0,89	1,02	1,24	1,18	0,80	-	
Evapotranspirația corectată (ETRO =	$m^3/ha$	746	887	1513	1853	1810	790	7599	

## TEZĂ DE DOCTORAT

kp · ETP)									
Deficitul mediu lunar (Pv – ETRO)	m <sup>3</sup> /ha	-658	-807	-1434	-1821	-1669	-784	-7173	
Rezerva maximă (R <sub>CC</sub> )	m <sup>3</sup> /ha	3302						-	
Rezerva minimă* (R <sub>PM</sub> +m/2)	m <sup>3</sup> /ha	2676						-	
2020									
Precipitațiile (Pv) cu asigurarea de 80%	m <sup>3</sup> /ha	47	818	552	713	852	979	3961	
Evapotranspirația potențială (ETP)	m <sup>3</sup> /ha	866	1218	1397	1573	1532	1174	7760	
Coefficientul de corecție (kp)	-	1,09	0,89	1,02	1,24	1,18	0,80	-	
Evapotranspirația corectată (ETRO = kp · ETP)	m <sup>3</sup> /ha	944	1084	1425	1951	1808	939	8151	
Deficitul mediu lunar (Pv – ETRO)	m <sup>3</sup> /ha	-940	-1002	-1370	-1880	-1723	-841	-7756	
2021									
Precipitațiile (Pv) cu asigurarea de 80%	m <sup>3</sup> /ha	453	402	952	714	291	502	3314	
Evapotranspirația potențială (ETP)	m <sup>3</sup> /ha	973	1272	1461	1560	1441	960	7667	
Coefficientul de corecție (kp)	-	1,09	0,89	1,02	1,24	1,18	0,80	-	
(ETRO = kp · ETP)	m <sup>3</sup> /ha	1061	1132	1490	1934	1700	768	8085	
Deficitul mediu lunar (Pv – ETRO)	m <sup>3</sup> /ha	-1016	-1092	-1395	-1863	-1671	-718	-7755	
2022									
Precipitațiile (Pv) cu asigurarea de 80%	m <sup>3</sup> /ha	76	94	111	105	80	67	533	
Evapotranspirația potențială (ETP)	m <sup>3</sup> /ha	412	822	1077	1350	1248	725	5634	
Coefficientul de corecție (kp)	-	1,09	0,89	1,02	1,24	1,18	0,80	-	
Evapotranspirația corectată (ETRO = kp · ETP)	m <sup>3</sup> /ha	449	732	1099	1674	1473	580	6007	
Deficitul mediu lunar (Pv – ETRO)	m <sup>3</sup> /ha	-373	-638	-988	-1569	-1393	-513	-5474	



## TEZĂ DE DOCTORAT

În anul 2019 media precipitațiilor a fost de 711,7 mm, în 2020 - 681,3 mm, în anul 2021 – 772,6 mm și în anul 2022 – 731,8. Repartiția lunară a precipitațiilor înregistrate în perioada de vegetație a porumbului este prezentată în tabelul 4.22.

Tabel 4.22. / Table 4.22.

Precipitații lunare (mm) înregistrate în perioada de vegetație a porumbului  
Săvinești, 2019-2022

Monthly precipitation (mm) recorded during the maize vegetation period  
Savinesti, 2019-2022

Specificații	Lună						IV-IX	Total an agricol
	IV(mm)	V(mm)	VI(mm)	VII(mm)	VIII(mm)	IX(mm)		
Media multianuală 1978-2018	54,1	86,5	100,4	96,0	75,5	38,2	450,7	605,3
2019	88,2	80,5	79,5	31,8	141,1	6,5	427,6	711,7
2020	4,7	81,8	55,2	71,3	85,2	97,9	396,1	681,3
2021	45,3	40,2	95,2	71,4	29,1	50,2	331,4	772,6
2022	27,1	-42,2	-57,2	-21,4	3,3	-27,5	-117,9	731,8

### 4.13. Baza materială a societății comerciale Triticum

Această societate are o suprafață de 1900 m<sup>2</sup>, situată în localitatea Săvinești, județul Neamț, unde se află o clădire de 400 m<sup>2</sup>, unde sunt depozitate semințele, fertilizanții și alte materiale necesare culturilor. De asemenea, mai dispune de o gamă variată de utilaje agricole, prezentate mai jos (tabel 4.23. și tabel 4.4.).

Tabel 4.23. / Table 4.23.

Utilaje agricole achiziționate până la sfârșitul anului 2020 (SC. Triticum SRL.)  
Agricultural machinery purchased until the end of 2020 (SC. Triticum SRL.)

Nr. Crt.	Denumirea indicatorilor	UM	Existent la sfârșitul anului 2020 (import)
1	Peste 65 CP (fizice)	Buc	5
2	Pluguri pentru tractoare (total)	Buc	4
3	Din care: reversibile	Buc	2
4	Cultivatoare cu tracțiune mecanică	Buc	1
5	Combinatoare	Buc	1
6	Semănători cu tracțiune mecanică pentru păioase	Buc	2
7	Mașini pentru împrăștiat îngrășăminte organice	Buc	1

## TEZĂ DE DOCTORAT

8	Mașini de erbicidat	Buc	1
9	Remorci de tractor	Buc	2
10	Încărcătoare hidraulice	Buc	1

Tabel 4.24. / Table 4.24.

Situația parcului de tractoare și mașini agricole la sfârșitul anului 2021 (SC. Triticum SRL.)

The situation of the park of tractors and agricultural machines at the end of 2021

(SC. Triticum SRL.)

Nr. Crt.	Specificație	Total unitate
I.	Tractoare cu total general, din care:	5
1	Tractoare dotate cu GPS	1
II.	Tractoare import (2 Belarus + 3 MC Cormick)	5
III	Combine păioase (CLAAS) din care:	2
1	Combină dotată cu GPS	1
IV.	Pluguri	3
V.	Combinatoare	1
VI.	Semănătoare păioase	1
VII.	Sape rotative	1
VIII.	Remorci Tractor	2
IX.	Tocător (Agrimajter)	1

### 4.14. Obiectivele societății Triticum

Societatea activează de peste 18 ani în domeniul agriculturii, respectiv a cultivării cerealelor și altor plante de câmp. Exploatarea cuprinde o suprafață de 230 ha teren arabil, cultivat cu: grâu, soia, porumb, cartofi, etc. Interesul crescut pentru inovare și tehnologii de vârf din agricultură constituie unul dintre factorii cheie ai succesului pe piața de profil.

În prezent, societatea deține instalații de irigare la nivelul a 60 hectare de teren. Întrucât o provocare din ce în ce mai prezentă în activitatea fermei este reprezentată de seceta severă instalată începând cu lunile iunie – august, o atenție deosebită o capătă la nivelul întreprinderii eficiența noilor tehnologii de irigare a culturilor de câmp.

De asemenea, necesitatea reducerii impactului agriculturii asupra mediului înconjurător, reprezintă o temă majoră de interes pentru conducerea societății. Având pregătire profesională în conducere unității, constituie o determinare a înclinației companiei spre cercetare, dezvoltare și inovare.

În ceea ce privește ramura economică a societății Triticum, se concretizează în;

a) îmbunătățirea randamentelor de exploatare a instalațiilor de irigații la nivelul fermei, prin reducerea consumurilor de apă, de energie și de fertilizanți, cu efecte în

creșterea producțiilor agricole și diminuarea costurilor de producție;

b) creșterea calității producției agricole prin diminuarea consumului de produse chimice (îngrășăminte chimice, pesticide etc.) datorită irigației eficiente, cunoașterii conținutului solului în substanțe nutritive și controlării factorilor limitativi (pH, salinitate etc.). Toate acestea contribuie și la diminuarea impactului negativ al practicilor agricole asupra mediului înconjurător.

Pentru o cercetare mai extinsă asupra sistemelor de irigație am oferit atenție și asupra unei alte metode, cea prin aspersiune, pentru a putea face o comparație cu sistemul de irigație prin picurare, cu conducte îngripate prezentat anterior.

În cele ce urmează am să prezint câteva aspecte legate de poziționare, procese tehnologice, caracteristici tehnice, parametri specifici, schema hidrotehnică, situația lucrărilor de reabilitare, elaborarea soluției tehnice de modernizare și reabilitare, necesitatea reabilitării, principalele componente, valoarea unei astfel de investiții, exploatarea lucrărilor de irigație și eficiența economică.

#### 4.15. Analiza unei alte metode de irigație

Amenajarea a fost executată între anii 1973 și 1974 amplasându-se pe cursul mijlociu al râului Siret, pe malul stâng, aparținând județului Bacău și, parțial, județului Neamț; se află la o distanță de circa 40 km nord - est de municipiul Bacău și la circa 30 km sud de orașul Roman. Accesul apei în cuva stației de pompare de bază SPA Dămieniști făcându-se direct din râu.

Stația SPA pompează apa la stațiile de punere sub presiune SPP1 Spiridonești din județul Neamț și la SPP2 Dămieniști din județul Bacău, limita dintre cele două județe constituind-o pâraul Glodeni. (Figura 4.11.).

Suprafața de teren efectiv destinată pentru irigație la Dămieniști este de 2276 ha, pe care se cultivă în prezent o gamă largă de culturi agricole: *grâu, porumb, soia, rapiță, floarea-soarelui, culturi furajere*.

Pentru populația din zona amenajării de irigații Dămieniști (aflată pe teritoriul județelor Neamț și Bacău), agricultura este principala sursă de venit. ***Prin realizarea cercetărilor preconizate, s-a urmărit diminuarea riscului și incertitudinii în agricultură, reducându-se incidența secetei.***

*Potențialul de producție* al solurilor din perimetrul irigat este foarte bun fiind alcătuit din soluri de tip cernoziomuri și brun roșcat de pădure, care diferă în funcție de condițiile agroecologice. *Productivitatea actuală depinde de tipul de management adică de exploatarea agricolă* (fermă, asociație agricolă, societate comercială, gospodării țărănești etc).

Tendențele de viitor în privința structurii culturilor în perimetrele irigate au în vedere creșteri ale suprafețelor cultivate cu loturi semincere și extinderea

suprafețelor cu culturi duble de porumb și soia. Pe zona Moldova de Sud (județele Bacău, Vrancea, Brăila, Galați), din suprafețele amenajate pentru irigații, ponderea suprafețelor funcționale (irigabile), din suprafața amenajată totală, este de 45,0% (figura 4.12.).

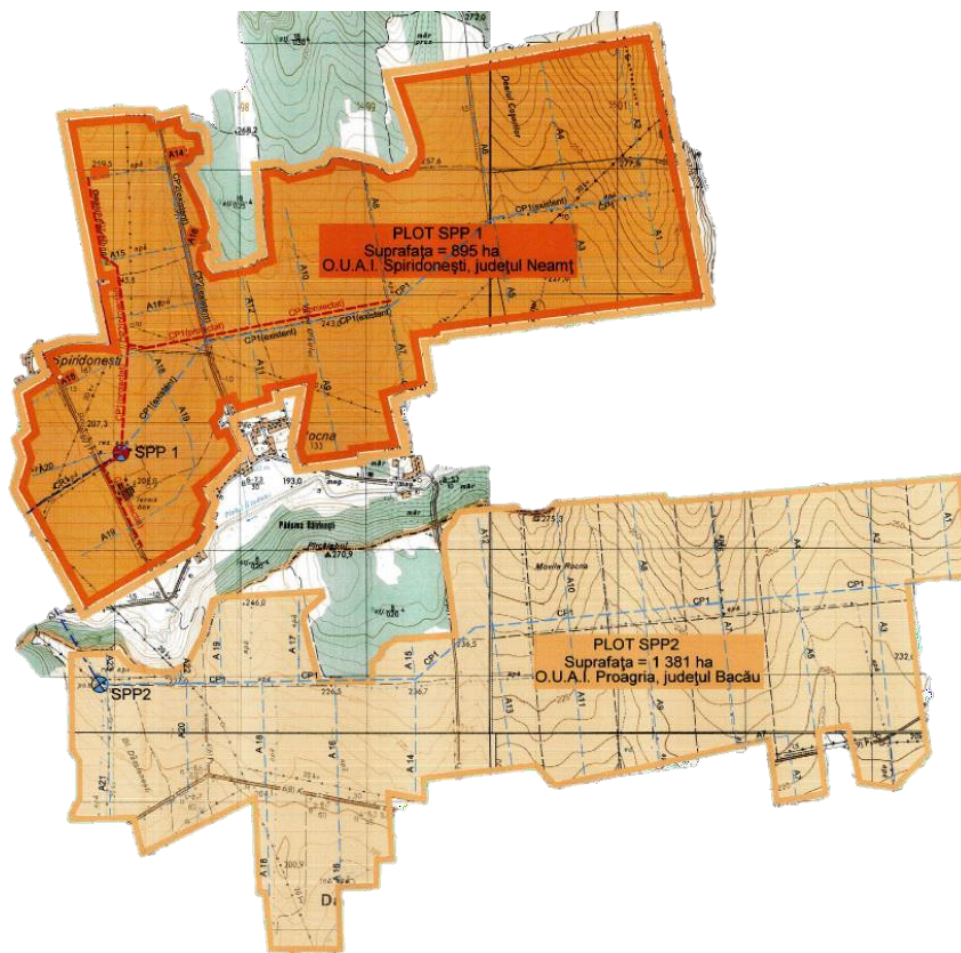


Figura 4.12. Schema hidrotehnică de irigații Dămieniști – Localizarea suprafeței deservită de O.U.A.I. Spiridonesti

Figure 4.12. Dămieniști irrigation - Materialization of the surface served by O.U.A.I. Spiridonesti

### *Prezentarea Schemei Hidrotehnice a amenajării de irigații*

Amenajarea de irigații Dămieniști, are o suprafață irigată de 2276 ha.

Sistemul de irigații Dămieniști este structurat pe 2 ploturi (figura 4.13. și figura 4.14.) aferente stațiilor SPP:

- Plotul SPP1 Spiridonești cu suprafața de 895 ha;
- Plotul SSP2 Dămieniști cu suprafața de 1381 ha.

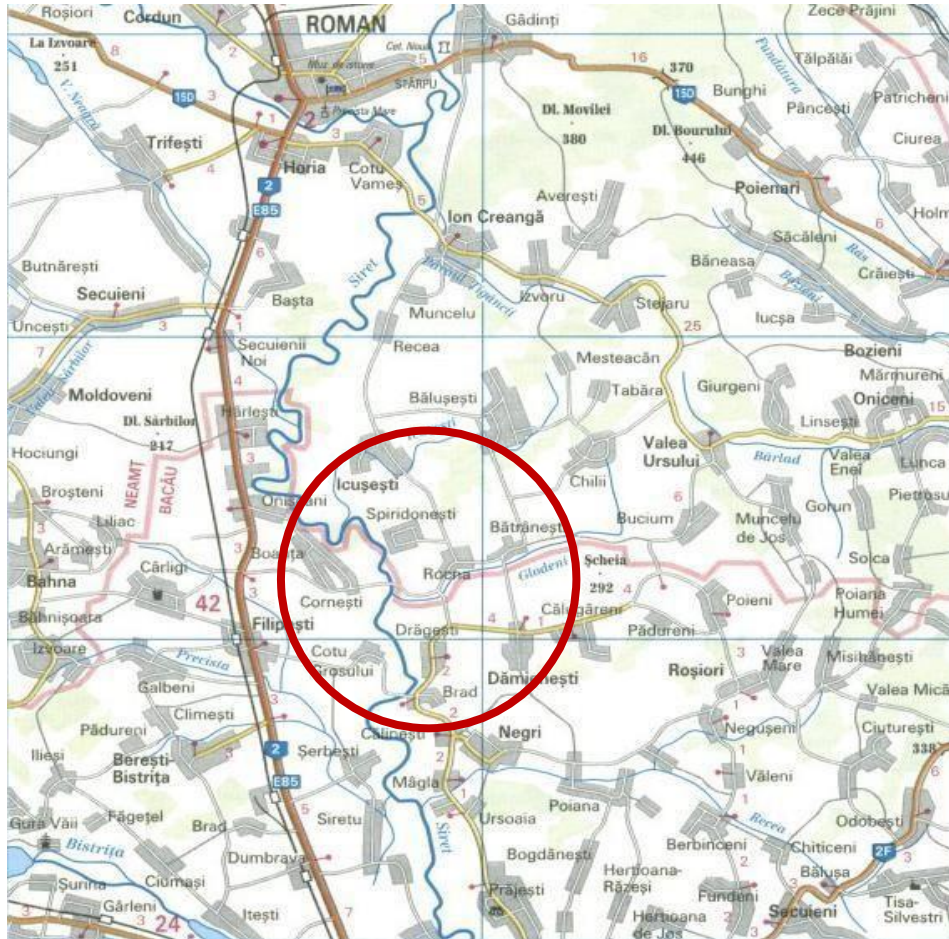


Figura 4.13. Locația celor două Ploturi: SPP1 – Spiridonești și Plotul SPP2 Dămieniști  
Figure 4.14. The location of the two Plots: SPP1 – Spiridonești and Plot SPP2 Dămieniști

**Plotul SPP1 Spiridonești** (895 ha) este delimitat la nord de pădurea ocolului silvic Roman, la sud de intravilanele Rocna și Bătrânești, la vest de intravilanul Spiridonești (Figura 4.4.), iar la est de terenul arabil Bălușești și Valea Ursului.

**Plotul SPP2 Dămieniști** (1381 ha), este cuprins între șoseaua Drăgești-Călugăreni la sud, pâraul Glodeni în partea de nord, râul Siret la vest și terenul arabil Dămieniști și Valea Ursului la est.

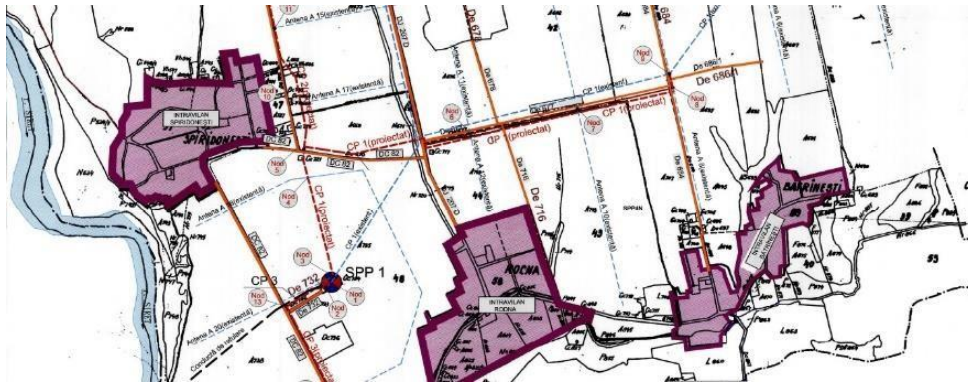


Figura 4.14. SH a Sistemului de irigații Spiridonesti – Amplasamentul lucrărilor de modernizare și reabilitare

Figure 4.14. The location of the modernization and rehabilitation works - Spiridonesti

Legătura între stația de bază SPA Dămieniști și cele 2 stații de punere sub presiune SPP1 Spiridonesti și SPP2 Dămieniști se face prin conducte de refulare cu următoarele dimensiuni:

- conducta de refulare CR1 executată din metal și PREMO între SPA Dămieniști - SPP1 Spiridonesti, are diametrul nominal Dn 600 mm și lungimea L = 1106 m, din care: L = 181 m este conductă metalică ;
- conducta de refulare CR2 executată din metal și PREMO între SPA Dămieniști - SPP2 Dămieniști, are diametrul nominal Dn 800 mm și lungimea L = 1305 m, din care: L = 593 m este conductă metalică.

Stația SPA Dămieniști care deservește cele două ploturi este o stație de pompare fixă construită în cheson cu aer comprimat și este echipată cu electropompe cu ax vertical. Lucrările prevăzute și realizate sunt următoarele (figura 4.15.):

- s-au executat lucrări de construire a noii stații de pompare de bază moderne, SPA Dămieniști – Drăgești;
- s-au executat lucrări de reabilitare a conductelor de refulare CR1 și CR2 la cele două SPP - uri din amenajare (SPP1 Spiridonesti și SPP2 Dămieniști).

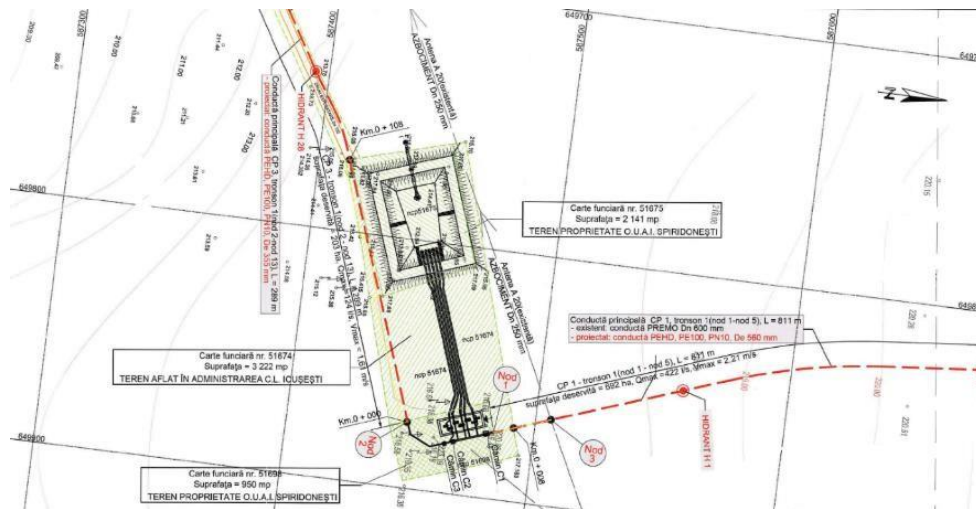


Figura 4.15. Situația lucrărilor de reabilitare – Spiridonesti  
 Figure 4.15. The situation of rehabilitation works - Spiridonesti

*Elaborarea soluției tehnice de modernizare și reabilitare*

Aceasta s-a făcut în conformitate cu STAS-urile și Normativele în vigoare, cu **expertiza tehnică și studiile de teren și laborator.**

*Caracteristici tehnice și parametric specifice obiectivului de investiții*

Investiția aprobată prin Documentația de Avizare a Lucrărilor de Investiții are în vedere reabilitarea stației de punere sub presiune SPP1, contorizarea apei și lucrări de reabilitare parțială a conductelor principale, care să asigure distribuția apei de irigații prin aspersiune pe suprafața aferentă plotului SPP1 cu eforturi financiare reduse și cu pierderi de apă reduse semnificativ față de situația anterioară.

Schema de amenajare anterioară (2018) a plotului SPP1, cu o suprafață totală netă amenajată de 895 ha, a fost formată din stație de pompare de punere sub presiune SPP1 și o rețea de conducte îngropate cu o lungime totală de 22604 m formată din conductele principale CP1 și CP2 cu lungimea totală de 7100 m și 20 de antene cu lungimea totală de 15504 m.

În urma analizei au fost constatate următoarele probleme:

- Din cauza uzurii fizice și morale înaintate și a exploatării îndelungate, cu depășirea duratei normale de funcționare, stația de punere sub presiune SPP1 a fost dezafectată, agregatele de pompare de bază inclusiv motoarele, au fost îndepărtate din amplasament;
- Bazinul de aspirație prezintă degradări semnificative ale suprafeței din beton

## TEZĂ DE DOCTORAT

și a rosturilor care conduceau la pierderi însemnate de apă. Prin colmatarea parțială a acestuia s-a micșorat capacitatea de stocare, ceea ce conducea la modificări ale funcționării agregatelor din stația de bază; lipsa imprejmuirii bazinului de aspirație constituia un pericol în ceea ce privește sănătatea și mediul înconjurător;

- Existau în teren numai conducte de aspirație, inclusiv aspiratoarele montate pe taluzul bazinului de aspirație, conductele de refulare fără vane, clapeti și compensatoare de montaj, rețeaua de alimentare cu energie electrică inclusiv stâlpii de configurație;

- Conductele de aspirație, de refulare și colectorul de refulare, inclusiv confecțiile metalice, prezintau pericol de spargere la punerea în funcțiune, din cauza coroziunii puternice, necesitând lucrări de decopertare și înlocuire;

- Conductele principale și conductele de distribuție (antenele) prezintau o uzură fizică avansată, cu deteriorări importante. Din această cauză s-au înregistrat numeroase avarii, cu pierderi însemnate de apă și oprirea funcționării pe durate mari de timp.

Totodată, în cea mai mare parte acestea nu prezentau capacitate de transport față de parametrii de funcționare a noilor instalații de udare ultraperformante cu care a fost dotată organizația, administrarea normelor de irigație realizându-se cu pierderi de sarcină suplimentare în rețea, respective consumul foarte mare de energie electrică.

### *Necesitatea reabilitării și modernizării amenajării de irigații Dămieniști – Spiridonești*

Lucrările de reabilitare, re tehnologizare și modernizare a sistemelor de irigații, prezintă un interes din ce în ce mai mare, odată cu creșterea suprafețelor amenajate și a uzurii morale și fizice a amenajărilor de irigații existente.

Reducerea eficienței amenajărilor se poate datora atât factorilor tehnici, cât și a celor de ordin economic, social și instituțional.

Obiectivele activităților de modernizare și reabilitare parțială sau integrală, se înscriu pe trei direcții: tehnică (referitoare la utilizarea intensivă și eficientă a resurselor energetice, de sol și apă), economico - financiară (reabilitarea eficientă a amenajării) și socială (dezvoltarea locală și regională).

Întrucât de la punerea în funcțiune a sistemului (1973 - 1974) s-au produs multe avarii și întreruperi în aprovizionarea cu apă a solului din cele două ploturi, SPP1 Spiridonești și SPP2 Dămieniști producțiile agricole au avut de suferit mai ales în perioadele de secetă din ultimii ani (în mod deosebit vara anului 2015 și anul 2022).

Necesitatea executării lucrărilor de modernizare propuse rezultă din faptul că utilizatorii (beneficiarii terenurilor agricole) pot primi apă pentru o structură de culturi, mare consumatoare de apă (loturi semincere, soia, porumb, culturi furajere,



## TEZĂ DE DOCTORAT

legume), având în vedere că în zona geografică în care se află amenajarea se amplifică fenomenele de secetă prelungită care, în final pot conduce la fenomenul de deșertificare a întregii zone.

Amânarea acestor lucrări ar fi putut conduce la deprecierea totală a lucrărilor de îmbunătățiri funciare (Figurile 4.16. – 4.24.) și la o degradare accentuată a capacității de producție agricolă a solului.

Pe termen lung, amânarea sau neaplicarea lucrărilor de reabilitare și modernizare a amenajării pot produce un impact negativ major asupra condițiilor ecologice și de mediu (fenomenul de aridizare) precum și asupra condițiilor social-economice din zonă.



Figura 4.16. Planșeu Stație de pompare – degradat (2017)  
Figure 4.16. Floor Pumping station – degraded (2017)



Figura 4.17. Pereți Stație de pompare – degradați (2017)  
Figure 4.17. Walls Pumping station – decay (2017)



Figura 4.18. Planșeu și pereți Stație de pompare (2017)  
Figure 4.18. Floor and walls Pump station (2017)



Figura 4.19. Roată de manevră cu tijă pentru acționare vană plană DN1000 mm (2017)  
Figure 4.19. Maneuvering operating wheel with rod for flat valve actuation DN1000 mm (2017)



Figura 4.20. Fațadă laterală dreapta Cladire stație pompare (2017)  
Figure 4.20. Right side facade Pumping station building (2017)



Figura 4.21. Fațadă posterioară Clădire stație pompare (2017)  
Figure 4.21. Rear facade Pumping station building (2017)



Figura 4.22. Conductă corodată interior stație SPA Dămieniști (2017)  
Figure 4.22. Corroded pipe inside Dămieniști SPA station (2017)



Figura 4.23. Plafonul cuvei umede – cu armatura la vedere (2017)  
Figure 4.23. The ceiling of the wet tub – with the reinforcement visible (2017)



Figura 4.24. Exterior stație SPA Dămieniști (2017)

Figure 4.24. Dămieniesti SPA station exterior (2017)

### *Lucrări propuse pentru reabilitare și re tehnologizare*

Pentru aducerea amenajării de irigație Dămieniști la *parametrii tehnici optimi de exploatare eficientă* au fost necesare **următoarele lucrări de reabilitare și modernizare:**

#### *Stația de pompare de alimentare (SPA)*

Stația de pompare SPA Dămieniști – Drăgești (amplasată în UAT ICUȘEȘTI, JUDEȚUL NEAMȚ)

*S-au realizat următoarele modificări:*

S-a construit o clădire nouă a stației de pompare ( $CTA = 167,35$ , Cota zero =  $C \pm 0,00 = 167,65$ ,  $C_{\text{capăt sorb aspirație}} = 158,32$ ) cu două nivele (subsol și parter), având dimensiunile în plan  $10,00 \cdot 20,00$  m, înălțime  $5,50$  m (streașină)/ $7,67$  m (coamă), acces principal cu uși duble auto și secundar cu ușă normală, cu acoperiș tip șarpantă în 2 ape și învelitoare din țiglă metalică gri. Subsolul este de tip cuvă uscată cu adâncimea de  $H_{\text{cuvă}} = 3,15$  m și adăpostește electropompele.

**Priza de apă** - Urmare a studierii configurației terenului și a cursului râului Siret (Figura 4.24.), *s-a mutat amplasamentul stației de pompare SPA Dămieniști-Drăgești pe un amplasament nou situat în aval* (spre sud) de amplasamentul inițial la o distanță de  $830$  m, impus de necesitatea unei prize de apă nouă la râul Siret, care să asigure captarea debitelor de apă necesare, în orice condiții (conform Hotărârii nr. 52/29.11.2018, emisă de Consiliul Local al comunei Icușești, județul Neamț), (figura 4.25.).



Figura 4.25. Sursa de apă (Râul Siret)

Figure 4.25. Water source (Siret River)

Soluția aplicată pentru *apărarea de mal la priză* constă din realizarea unui pereu de piatră brută din sortul 50 – 75 kg/buc., așezat pe material geotextil nețesut. Suprafața pereului este aproximativ 320 m<sup>2</sup> cu grosime de 1 m, realizat pe taluz.

*Reabilitarea pereului* din beton s-a realizat prin *demolarea pereului existent* din porțiunile neconforme pentru asigurarea stabilității și planeității suprafeței și din zonele unde acest lucru a fost necesar pentru înlocuirea conductelor de aspirație, cu evacuarea molozului rezultat și prevederea unui strat drenant cu grosimea de 10 cm din balast pe care s-a realizat un pereu nou din plăci cu g = 15 cm din beton simplu C16/20 turnat pe loc, în câmpuri separate de până la 2 m<sup>2</sup>, împărțite prin rosturi de 2,5 cm. Pereul se întoarce pe coronament, în plan orizontal pe 75 cm.

Coronamentul și taluzele exterioare s-au reamenajat prin așternerea de pământ vegetal și s-a însămânțat.

**Bazinul de aspirație** este prezentat în figurile 4.25. și 4.26. - permite accesul apei din Siret la conductele de aspirație ale SPA pentru preluarea debitelor necesare în orice condiții ale cotei nivelului apei. S-au prevăzut lucrări corespunzătoare de reabilitare-retehnologizare avându-se în vedere condițiile dificile din perioadele de secetă (figura 4.26. și figura 4.27.).

Stația de pompare pentru punere sub presiune pentru irigații SPP1 preia apa din bazinul de aspirație amenajat în capătul amonte al conductei de refulare CR1 aferentă stației de pompare de bază SPA Dămieniști prin intermediul a cinci conducte de aspirație din oțel Dn 400 mm.

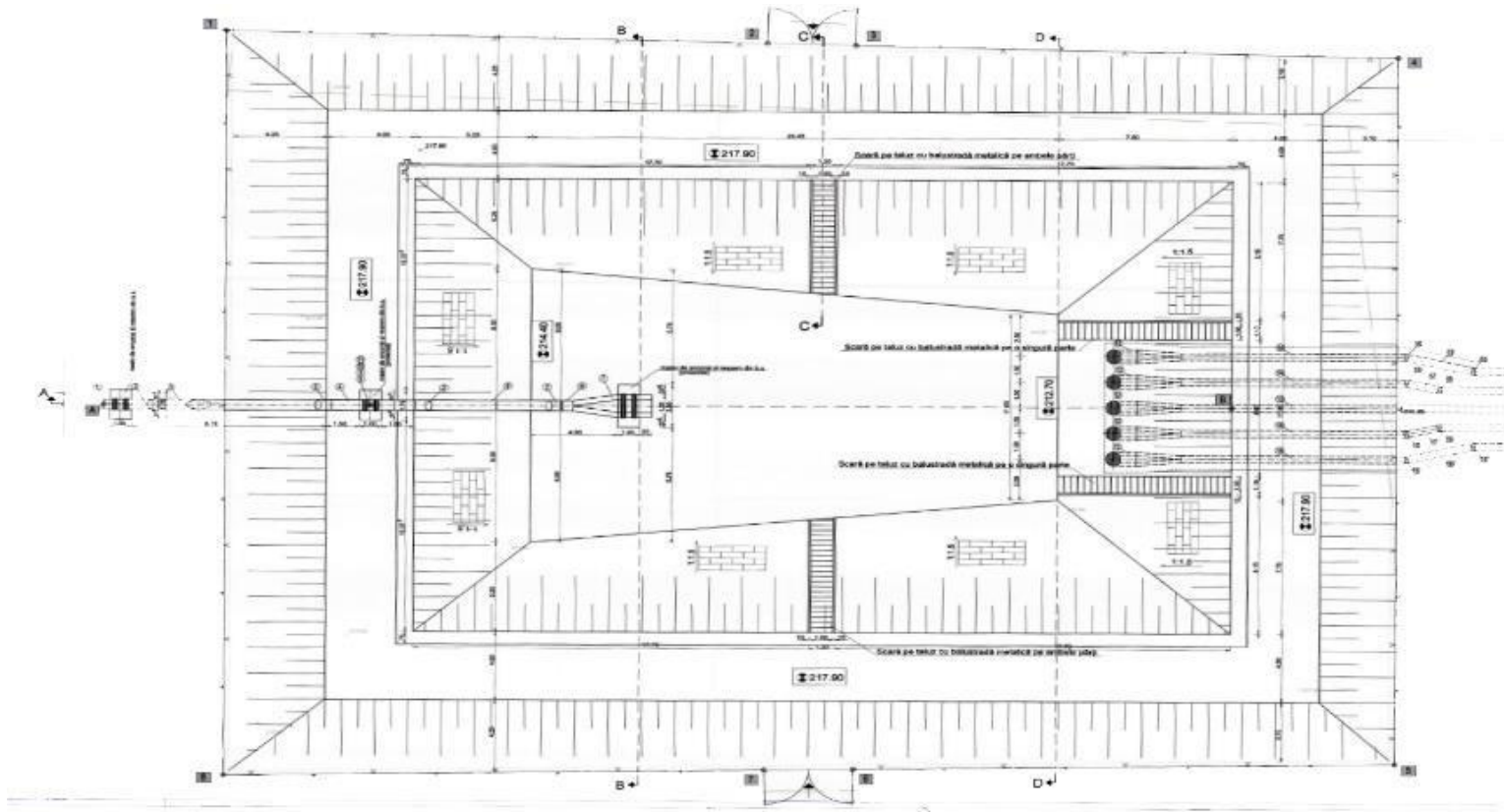


Figura 4.26. Bazin de aspirație al SPA – amplasament și lucrări reabilitate  
Figure 4.26. Suction basin of the SPA - site and rehabilitation works

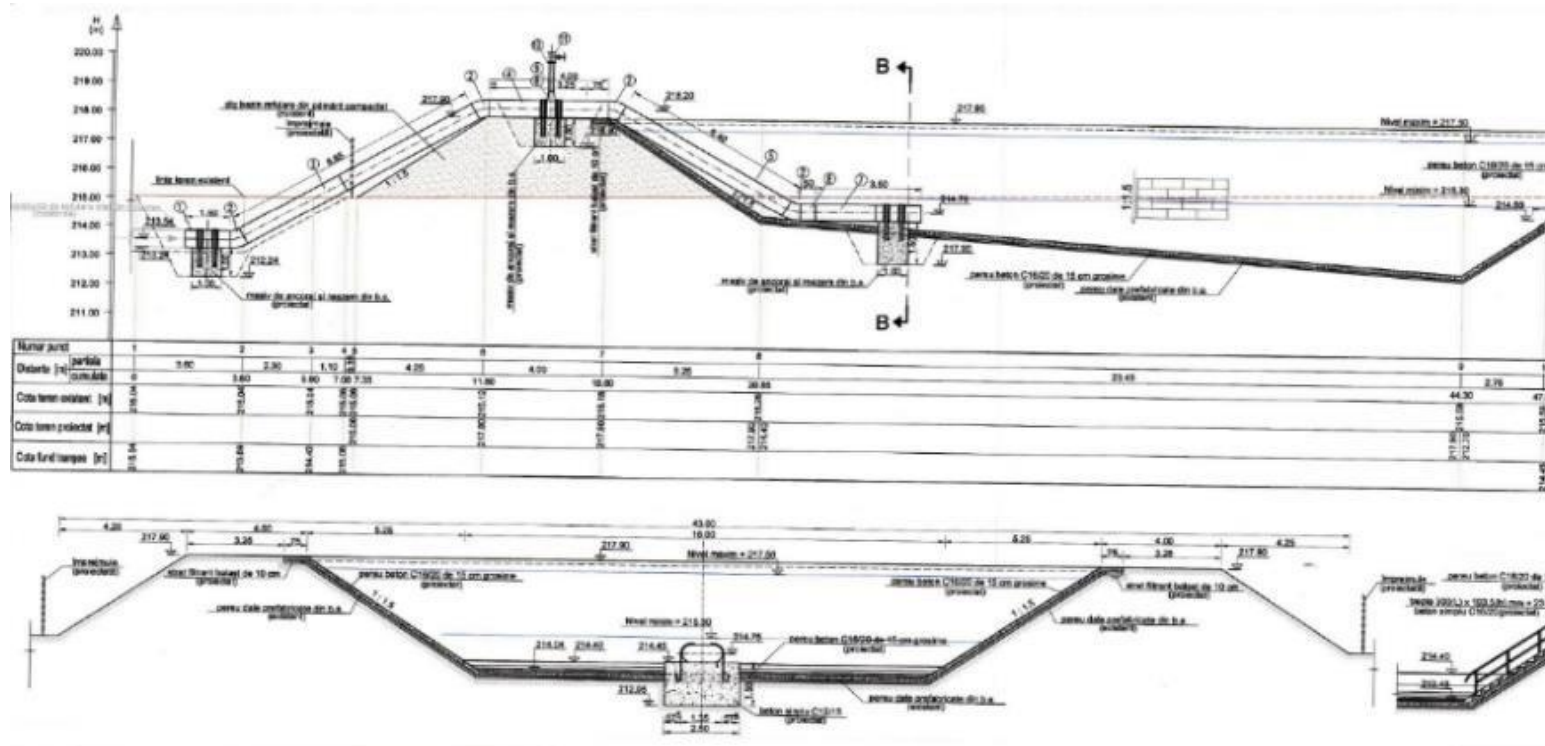


Figura 4.27. Bazin de aspirație al SPA - secțiuni caracteristice  
 Figure 4.27. Suction basin - characteristic sections

## TEZĂ DE DOCTORAT

### *Racorduri electrice*

Pentru SPP1 s-a realizat o *linie aeriană de 20 kV*, pentru racordarea stației la linia existentă, situată în vecinătatea noului amplasament. Racordul la linia existentă s-a realizat prin plantarea unui stâlp în linie, lângă drumul de acces, pentru a se putea monta noul post de transformare. Linia s-a continuat aerian până la intrarea în incinta stației. Aici s-a plantat un stâlp de tip SC 15014 în fundație turnată, pe care s-a montat o celulă aeriană de măsură pe 20 kV.

**Drumul de acces** - balastat are o lungime  $L = 429$  m și o lățime  $l = 3,5$  m. În cadrul analizei s-a adoptat următoarea configurație a drumului în profil transversal:

- Partea carosabilă cu o lățime  $l = 3,5$  m;
- Panta transversală – 3,00 %;
- Taluz profil – 2/3.

Drumul de acces carosabil are structura rutieră de 30 cm balast compactat, fiind un *drum de exploatare*.

### *Aducțiunea apei la stația de pompare SPA*

S-a realizat prin *șapte conducte de aspirație* din țevă de oțel cu Dn 400 mm prevăzute cu sorb echipat cu ventil de reținere. Conductele de aspirație ale celor 7 electropompe sunt executate fiecare din oțel laminat OLT 37 cu diametrul nominal Dn 400mm, Pn 6atm. și lungimea de  $L = 22$  m și sunt prevăzute la capătul dinspre râul Siret cu câte 1 sorb cu ventil de reținere din oțel Dn 400mm, Pn 4atm., poziția de montaj fiind verticală ascendentă.

Conductele de aspirație s-au racordat la aspirațiile electropompelor cu câte un compensator de montaj Dn 400mm, Pn 6atm., un robinet cu clapă fluture excentrică, din oțel, corp cu flanșe D 400mm, Pn 6atm.

Pompele au fost montate în paralel pe conducta de refulare a fiecărei electropompe, din țevă OL având Dn 400 mm, fiind racordată sub un unghi de 90°, față de ax, la câte un distribuitor-colector din țevă OL Dn 600mm,  $L = 6$  m (**pentru cele 3 electropompe aferente plotului SPP1 Spiridonești**), respectiv Dn 800mm,  $L = 7,5$  m (**pentru cele 4 electropompe aferente plotului SPP2 Dămieniști**), colectoare montate suprateran pe suporti din beton.

*Pe refularea fiecărei electropompe s-au prevăzut:*

- un compensator de montaj Dn 400mm, Pn10at.;
- un robinet de reținere cu clapă și contragreutate corp cu flanșe Dn 400mm, Pn10at.;
- un robinet cu clapă fluture excentrică, din oțel, corp cu flanșe Dn 430mm, Pn10at.

*Colectoarele-distribuitoare de refulare* s-au racordat în exteriorul incintei la conductele de refulare CR1 și CR2 cu tronsoane de țevă PEID cu Dn 600 mm,



## TEZĂ DE DOCTORAT

respectiv Dn 800 mm Pn 10at. pozate subteran.

- pentru amorsarea conductelor de aspirație și a electropompelor în dublu flux s-a proiectat o *instalație de amorsare* care are următoarele componente: 4(2a+2r) electropompe de vid cu inel de lichid, cu panou electric pornit/oprit, având fiecare:  $Q = 165 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H = 160 \text{ mmHg}$ ;  $N = 11\text{KW}$ ;  $N = 1500 \text{ rpm}$ / 400V/50Hz., (câte două bucăți pentru fiecare grup de electropompe), împreună cu instalațiile hidromecanice aferente – două rezervoare de adaos având fiecare  $V = 1500 \text{ l}$  (câte o bucată pentru fiecare grup de electropompe), conducte de legătură Dn 50 mm, robineti Dn 50 mm.

- stația de pompare este dotată cu o *electropompă transportabilă pentru epuiment* Dn 65 mm, inclusiv comutator de nivel cu plutitor și contragreutate, precum și panou electric transportabil, având următorii parametri:  $Q = 40 \text{ m}^3/\text{h}$ ;  $H = 15 \text{ mCA}$ ;  $P = 4\text{KW}/400\text{V}$  /1450 rpm.

- s-a montat în incinta stației de pompare un *recipient de hidrofor* cilindric orizontal având  $V = 30 \text{ m}^3$  (cu rolul de *regularizare a debitelor și de combatere a eventualelor șocuri hidraulice*), complet echipat cu supapă de siguranță, manometru, indicator de nivel; la recipientul de hidrofor s-au racordat două conducte OL Dn 300 mm cele două conducte de refulare CR1 pentru SPP1 Spiridonești și CR2 pentru SPP2 Dămieniști.

- s-au montat *două debitmetre ultrasonice* pe cele două colectoare de refulare, pentru măsurarea debitelor pompate;

- stația de pompare a fost dotată cu o instalație de ridicat cu monogriindă din oțel laminat Ol cu electropalan cu lanț având sarcina nominală: 4000 kg (4 tone), înălțime ridicare: 4m;

### *Echipamente hidromecanice*

Stația de pompare de bază SPA Damieniști – Drăgești s-a executat pe un amplasament nou, în apropierea liniei de 20 kV ce trece prin zonă. Reabilitarea stației s-a realizat prin montarea a **trei pompe** acționate cu motoare de 250 kW, la 6 kV, din care *două active și una rezervă*; plus **patru pompe** acționate cu motoare electrice de 315 kW, la 6 kV. Din cele patru pompe *trei sunt active și una în rezervă*. Pompele sunt acționate cu ajutorul a 7 celule comandă motor la 7,2 kV, 630 A, 25 kA. Alimentarea pompelor se realizează prin intermediul unei celule de sosire prefabricată echipată cu întreruptor în vid 6 kV, 630 A, 25 kA.

### *Rețeaua de conducte aferentă SPA - Conducte de refulare*

S-au reabilitat două conducte de refulare **CR1** și **CR2** care transportă apa la cele două ploturi SPP1 Spiridonești și SPP2 Dămieniști. Pe fiecare conductă de refulare, CR1 și CR2 se va monta câte un DAD6, Dn 150 mm, PN 10at cu teu și flanșe.

## TEZĂ DE DOCTORAT

• **Conducta de refulare CRI** de la stația de pompare de bază SPA Dămieniști - Drăgești la SPP1 Spiridonești, va fi executată din țevă PEID PE100, SDR26 PN6, De 630 x 24,1mm, în lungime de  $L = 1,9$  km (1900 m) pozată în șanț deschis pe pat de nisip

- Această conductă a înlocuit conducta de refulare CRI existentă, executată din metal și PREMO, cu Dn 600 mm și lungimea  $L = 1106$  m, din care:  $L = 181$  m conductă metalică, iar restul de 925 m din tuburi PREMO cu diametrul nominal DN = 600 mm. Noua conductă din PEID s-a montat îngropat sub adâncimea de îngheț ( $H = 0,90$  m de la generatoarea superioară) și va fi realizată din 152 de tronsoane de țevă cu lungimea de 12,5m fiecare, sudate cap la cap. Conducta se va poza pe un strat de nisip de 15 cm grosime.

• **Conducta de refulare CR2** de la stația de pompare de bază la SPP2 Dămieniști s-a executat din țevă PE100, de tip WEHOPIPE, SDR21 PN8, De740x35,3mm ( $D_i=669,4$  mm),  $L=1,02$  km (1020 m).

- Conducta CR2 s-a montat, parțial, prin procedeul RELINING (introducerea țevă PEID prin țeava existentă din metal și PREMO), în lungime de  $L = 307$  m și parțial se va poza în șanț deschis pe pat de nisip în lungime  $L = 713$  m. Montarea noii conducte în conducta existentă prin procedeul RELINING va cuprinde următoarele operațiuni principale:

- inspecția video CCTV preliminară;
- spălarea conductei existente cu instalație de curățire cu jet de apă sub presiune;
- calibrare (după caz) și tragere conductă PE100, de tip WEHOPIPE, SDR21 PN8, De 740 x 35,3 mm ( $D_i = 669,4$  mm), pe tronsoane de cca 200 ml fiecare ;
- săpătura gopilor de lansare 16 m x 4 m x 2 m (două bucăți pentru CR2);
- acoperire gropi și refacere teren;
- proba de presiune.

*Stația de punere sub presiune SPP1 – reabilitare SPP2*

*Echiparea hidromecanică a stației de pompare*

Stația de punere sub presiune SPP1 (figura 4.28.) și lucrările de reabilitare necesare se prezintă în figura 4.27. În urma calculelor, pentru a asigura **debitul și presiunea necesare irigației Plotului SPP1** Spiridonești în suprafață netă de 895 ha, a rezultat un debit de apă total  $Q = 520$  l/s (1872 m<sup>3</sup>/h) și o înălțime de pompare necesară  $H = 58$  mC.A., acești parametri fiind asigurați de **3 electropompe** cu ax orizontal cu rotor în dublu flux, montate pe radierul cuvei uscate, cu aspirație din râul Siret, având fiecare:

- $Q_{pompa} = 260$  l/s (936 m<sup>3</sup>/h);
- $H_{pompa} = 58$  mC.A.;
- $P_{pompa} = 250$  KW/6KV/50Hz.

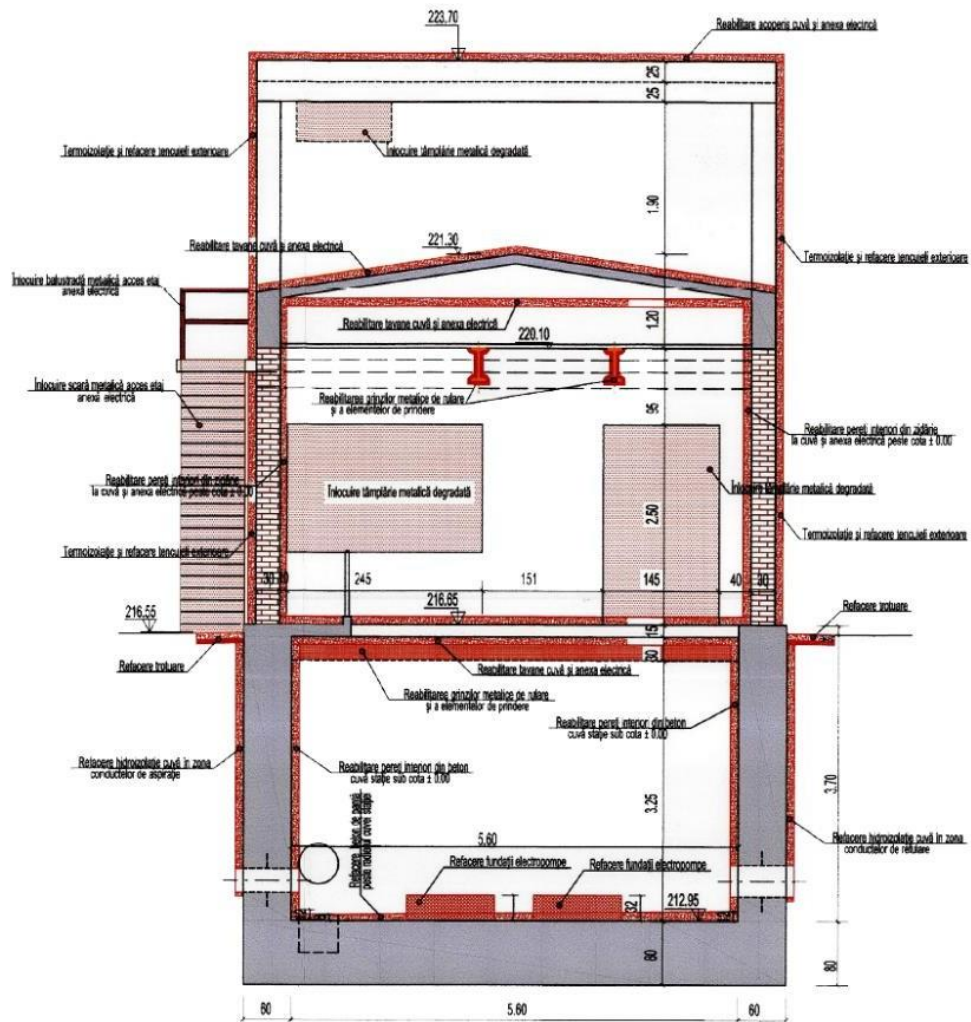


Figura 4.28. Stație de pompare de punere sub presiune – SPP1 – lucrări de reabilitare  
 Figure 4.28. Pressurization pumping station – SPP1 – rehabilitation works

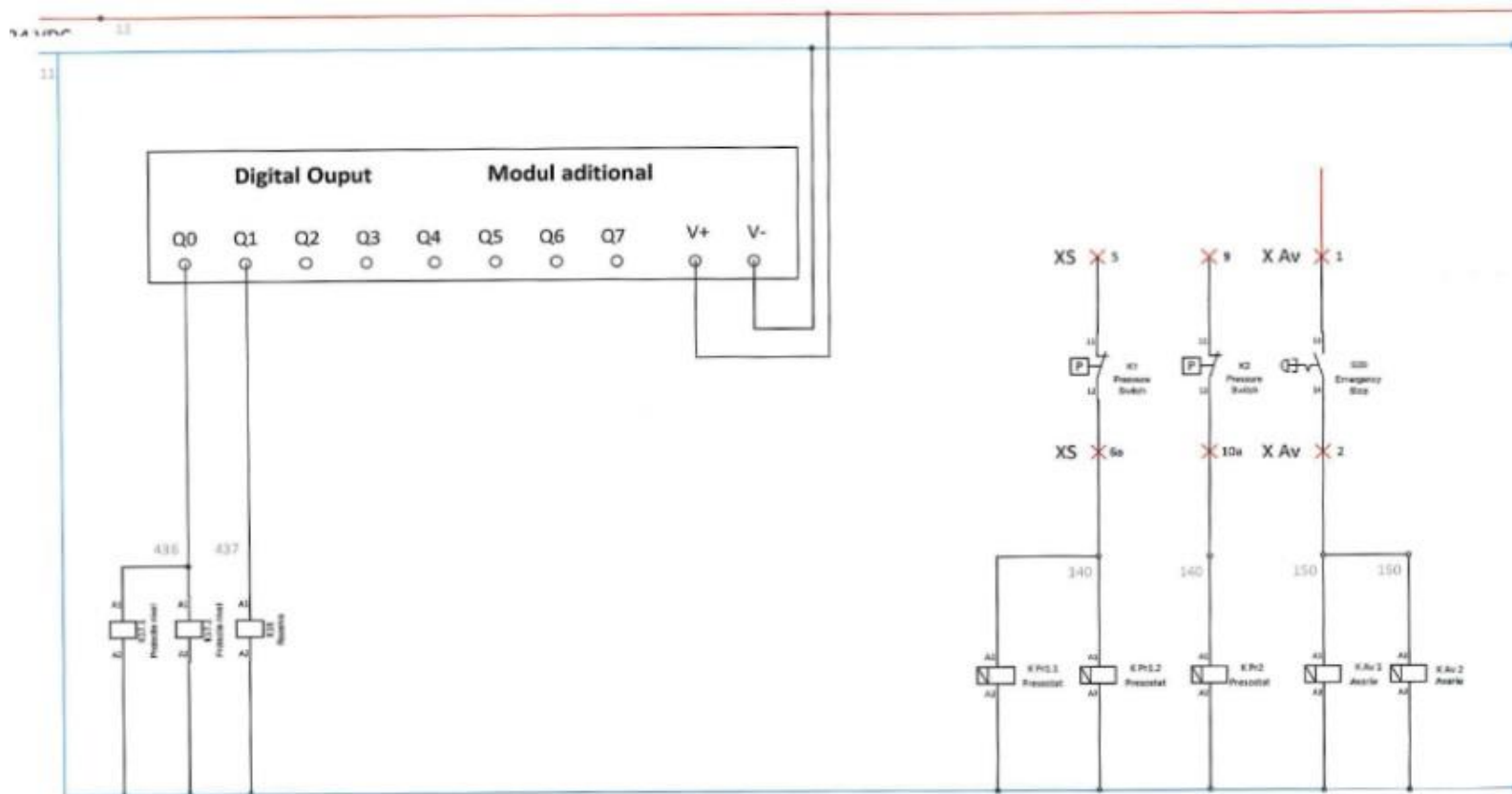


Figura 4.29. Schema electrică - Stație de pompare de punere sub presiune – SPP1  
 Figure 4.29. Electrical diagram – Pressurization pumping station – SPP1

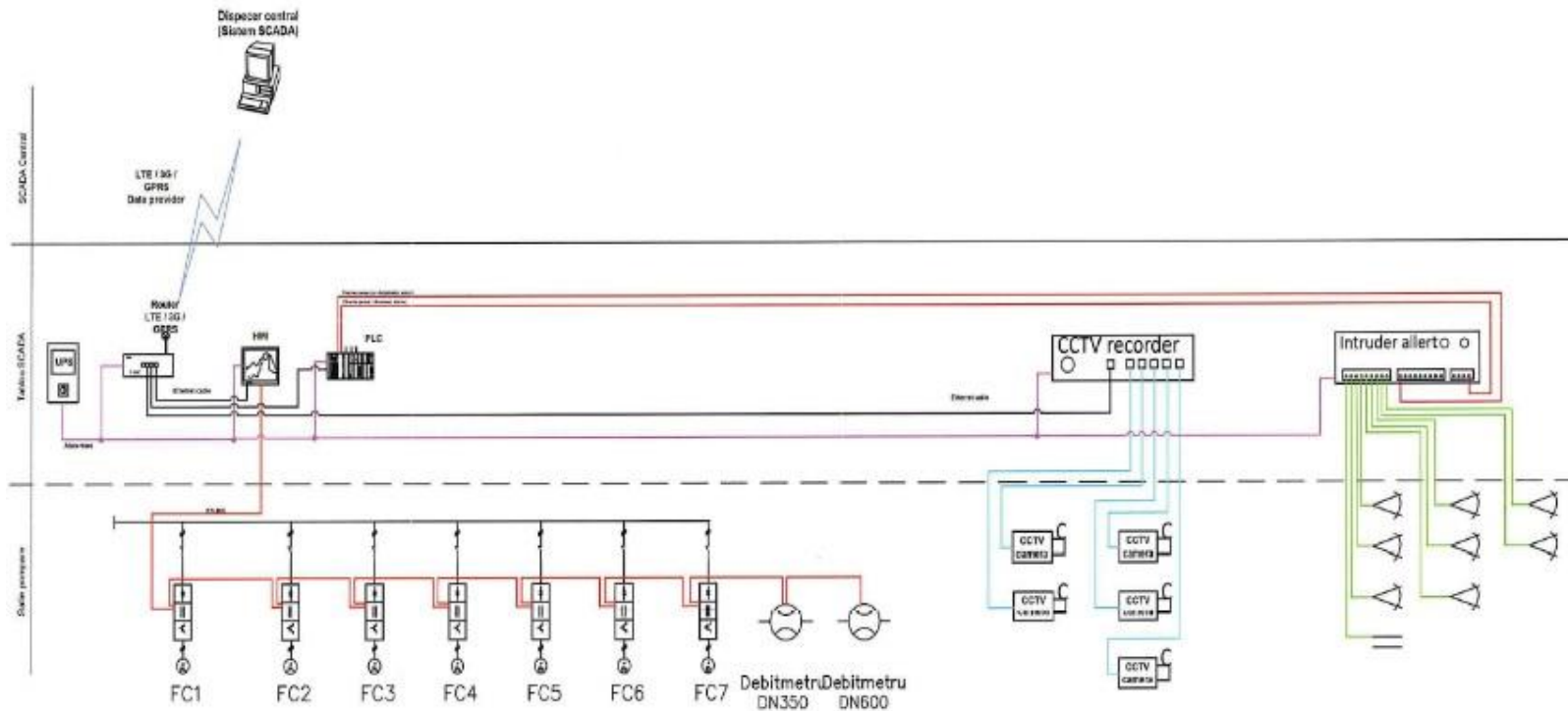


Figura 4.30. Schema de automatizare - Stație de pompare de punere sub presiune SPP1  
 Figure 4.30. Pressurization pumping station SPP1 – overview – Automation system

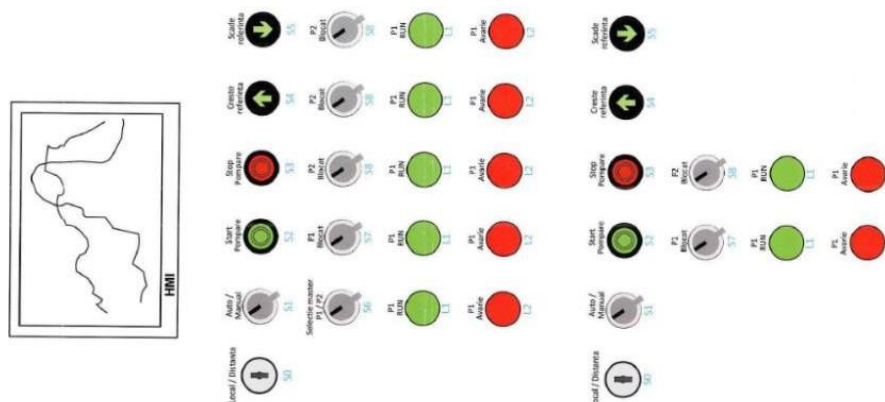


Figura 4.31. Fluxul funcțional - Stația de pompare de punere sub presiune – SPP1

Figure 4.31. Pressurization pumping station – SPP1

În Figurile 4.29., 4.30. și 4.31. se prezintă schemele electrice, de automatizare și fluxul acțiunilor funcționale.

*Valoarea investiției pentru reabilitare*

*Valoare totală (cu TVA 19%):*

12.366.879,840 lei (2.637.423,724 Euro)

din care :

- C + M (cu TVA): 7.707.665,700 lei (1.643.776,008 Euro)

- Utilaje, echipamente tehnologice, cu montaj:

3.040.978,360 lei ( 648.534,519 Euro)

*Valoare totală (fără TVA):*

10.392.336,000 lei (2.216.322,457 Euro)

din care:

- C + M (fără TVA): 6.477.030,000 lei (1.381.324,376 Euro)

- Utilaje, echipamente tehnologice, cu montaj:

2.555.444,000 lei (544.986,991 Euro)

*Perioada de implementare*

Lucrările s-au executat conform graficului de eșalonare și condițiilor normale de mediu și finanțare, astfel că durata a fost de 20 luni începând de la data atribuirii emiterii ordinelor de începere a lucrărilor (2019 după întocmirea proiectului în faza PTE + DE).

## TEZĂ DE DOCTORAT

### *Exploatarea lucrărilor de irigații - recomandări*

**Exploatarea lucrărilor** presupune: captarea, conducerea, distribuția, măsurarea, folosirea apei și programarea udărilor. Această activitate s-a desfășurat în perioada aprilie-octombrie, având un maxim în lunile iulie-august.

Întreținerea reprezintă ansamblul de activități și acțiuni realizate pentru menținerea în stare de funcționare a tuturor lucrărilor dintr-un perimetru amenajat. Pe lângă menținerea în stare de funcționare, întreținerea trebuie să conducă și la îmbunătățirea parametrilor proiectați ai amenajărilor.

### **Lucrările de întreținere și reparații se grupează în:**

- reparații accidentale, executate ori de câte ori situația o impune;
- întrețineri curente, executate fără documentație în perioada funcționării sistemului, în limitele fondurilor anuale de întreținere;
- întrețineri și reparații periodice, executate la intervale de 2-5 ani, pe bază de documentație
- reparații capitale, executate la intervale mari, când lucrările funcționează mult sub parametrii proiectați.

### **Lucrări de construcții noi:**

- realizare cămin pentru debitmetru electromagnetic Dn 600 mm aferent conductelor principale CP1 și CP2;
- realizare cămin pentru vană Dn 350 mm aferentă conductei CP3;
- realizare cămin pentru debitmetru electromagnetic Dn 350 mm aferent conductei principale CP3;
- refacere fundații electropompe;
- Lucrări de reabilitare a construcțiilor existente:
  - reabilitare radier cuvă uscată;
  - reabilitare pereți interiori din beton cuvă stație sub cota  $\div 0.00$ ;
  - refacere hidroizolație cuvă în zona conductelor de aspirație și a conductelor de refulare.

Realizare cămin pentru debitmetru electromagnetic Dn 600 mm aferent conductelor principale CP1 și CP2 (cămin C1). Căminul este amplasat în incinta stației de pompare de punere sub presiune pentru irigații SPP1. Radierul căminului are 20 cm grosime.

### *Instalații hidromecanice, inclusiv procurare și montaj utilaje, la stația de pompare de punere sub presiune pentru irigații SPP 1, constând din:*

- procurarea și montarea a trei electropompe cu ax orizontal având  $Q_p = 360 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H_p = 95 \text{ mca}$ ,  $N = 160 \text{ kW}$ ,  $n = 1500 \text{ rot/min}$  și realizarea liniilor de aspirație și de refulare;
- procurarea și montarea a două electropompe cu ax orizontal având  $Q_p = 225 \text{ m}^3/\text{h}$ ,

## TEZĂ DE DOCTORAT

$H_p = 95$  mca,  $N = 132$  kW,  $n = 1500$  rot/min și realizarea liniilor de aspirație și de refulare;

- procurarea și montarea a două electropompe cu ax orizontal având  $Q_p = 225$  m<sup>3</sup>/h,  $H_p = 60$  mca,  $N = 90$  kW,  $n = 3000$  rot/min și realizarea liniilor de aspirație și de refulare;

- realizarea colectorului de refulare, inclusiv a vanelor și a instalațiilor de siguranță;

- procurarea și montarea a două debitmetre electromagnetice (Dn 600 mm și Dn 350mm) pe colectorul de refulare proiectat;

- procurarea și montarea unei electropompe de epuizament,  $Q_p = 35$  m<sup>3</sup>/h,  $H_p = 15$  mca,  $N = 3.5$  kW,  $n = 2870$  rot/min.;

- procurarea și montarea unei grinzi rulante suspendată cu electropalan de 3.2 tf pentru manipularea pompelor.

- Procurarea și montarea a trei electropompe cu ax orizontal, având debitul pe agregat  $Q_{ag} = 100$  l/s (360 m<sup>3</sup>/h); înălțimea nominală de pompare  $H_p = 95$  mca; puterea motorului  $N = 160$  kW; turația motor  $n = 1500$  rot/min; tensiunea de alimentare  $U = 0.4$  kV cu o frecvență  $f = 50$  Hz și un randament global pompă + motor  $\eta_{ag} \geq 81\%$  precum și procurarea/confecționarea și montarea armăturilor și confecțiilor metalice pe aspirația și refularea colectorul de refulare, astfel:

- pe aspirații: 3 reducții asimetrice din oțel Dn 350 mm/Dn 250 mm, 3 robinetei clapă fluture Dn 250 mm, 3 compensatori de montaj Dn 250 mm și 3 reducții asimetrice din oțel Dn 250 mm/Dn 200 mm, tronsoane de conductă Dn 350 mm și confecții metalice pentru racordarea la conductele de aspirație.

- pe refulări: 3 reducții simetrice din oțel Dn 200 mm/DR150 mm, 3 compensatori de montaj Dn 200 mm, 3 robinetei de reținere cu clapă Dn 200 mm, 3 robinetei clapă fluture Dn 200 mm și 3 reducții simetrice din oțel Dn 250 mm/Dn 200 mm, tronsoane de conductă Dn 250 mm și confecții metalice pentru racordarea la colectorul de refulare.

- Procurarea și montarea a două electropompe cu ax orizontal, având debitul pe agregat  $Q_a = 62.50$  l/s (225 m<sup>3</sup>/h); înălțimea nominală de pompare  $H_p = 95$  mca; puterea motorului  $N = 132$  kW; turația motor  $n = 1500$  rot/min; tensiunea de alimentare  $U = 0.4$  kV cu o frecvență  $f = 50$  Hz și un randament global pompă + motor  $\eta_{ag} 81\%$  precum și procurarea/confecționarea și montarea armăturilor și confecțiilor metalice pe aspirația și refularea electropompelor în colectorul de refulare, astfel:

- pe aspirații: o reducție asimetrică din oțel Dn 350 mm/Dn 200 mm, 2 robinetei clapă fluture Dn 200 mm, 2 compensatori de montaj Dn 200 mm și 2 reducții asimetrice din oțel Dn 200 mm/Dn 150 mm, tronsoane de conductă Dn 200 mm și Dn 350 mm și confecții metalice pentru racordarea la conductele de aspirație.

- pe refulări: 2 reducții simetrice din oțel Da 150 mm/Dn 100 mm, 2 compensatori de montaj Dn 150 mm, 2 robinetei de reținere cu clapă Dn 150mm, 2 robinetei clapă fluture Dn 150 mm și o reducție simetrică din oțel Dn 250 mm/Dn 150 mm,



## TEZĂ DE DOCTORAT

tronsoane de conductă Dn 150 mm și respective Dn 250 mm și confecții metalice pentru racordarea la colectorul de refulare.

- Procurarea și montarea a două electropompe cu ax orizontal, având debitul pe agregat  $Q_a = 62.50$  l/s (225 m<sup>3</sup>/h); înălțimea nominală de pompare  $H_p$  60 mca; puterea motorului  $N = 90$  kW; turația motor  $n = 3000$  rot/min; tensiunea de alimentare  $U = 0.4$  kV cu o frecvență  $f = 50$  Hz și un randament global pompă + motor  $\eta_{ag} \geq 81\%$  precum și procurarea/confecționarea și montarea armăturilor și confecțiilor metalice pe aspirația și refularea electropompelor în colectorul de refulare, astfel:

- pe aspirații: o reducere asimetrică din oțel Dn 350 mm/Dn 200 mm, 2 robinete clapă fluture Dn 200 mm, 2 compensatori de montaj Dn 200 mm și 2 reduceri asimetrică din oțel Dn 200 mm/Dn 150 mm, tronsoane de conductă Dn 200 mm și Dn 350 mm și confecții metalice conductele de aspirație.

- pe refulări: 2 reduceri simetrice din oțel DR 150 Dn 100 mm, 2 compensatori de montaj Dn 150 mm, 2 robinete de reținere cu clapă Dn 150 mm, 2 robinete clapă fluture Dn 150 mm și o reducere simetrică din oțel Dn 250 mm/Dn 150 mm, tronsoane de conductă Dn 150 mm și respectiv Dn 250 mm și confecții metalice pentru racordarea la colectorul de refulare.

- Realizarea colectorului de refulare, inclusiv a vanelor și a instalațiilor de siguranță. Colectorul de refulare se realizează din tronsoane de conductă din oțel având Dn 600 mm pentru ramura aferentă conductelor principale CP1 și CP2 și Dn 350 mm pentru ramura aferentă conductei principale CP3. Are traseul paralel cu peretele estic al cuvei, la o distanță de 3 m măsurată din ax. Se montează subteran, având cota în ax 215.25 m.

*Instalații electrice, inclusiv procurare și montaj utilaje la stația de pompare de punere sub presiune pentru irigații SPP 1, constând din:*

- procurarea și montarea unui post de transformare cu montare la exterior pe fundație din beton, 20/0.4 kV; 1000 kVA, inclusiv kit de instalare, suport, separator și refacerea alimentării de la L.E.A. existentă;
- procurarea și montarea dulapului de intrare și măsură și a tabloului electric general;
- procurare și montare dulap automatizare, inclusiv sistem SCADA;
- procurare și montare a șaptei convertizoare de frecvență cu transistor de frânare, aferente celor șapte electropompe noi;
- procurarea și montarea a două ventilatoare axiale de introducere și evacuare aer la cuva stației de pompare;
- procurarea și montarea unui traductor de nivel apă în bazinul de aspirație,  $0 \pm 10$  mca + indicator numeric;
- realizarea unui sistem energie alternativă (panouri fotovoltaice, turbina eoliană, invertor, încărcător solar și baterie 12V)

Schema de distribuție va fi radială, de aici s-au alimentat electropompele de

## TEZĂ DE DOCTORAT

bază P1 și P7, dulapul de servicii interne și tablourile de comandă, control și transmisie date. Tabloul electric are un grad de protecție IP55, a fost completat și modificat conform schemelor electrice și va fi testat conform cu SR EN 61439.

Procurare și montare a două traductoare de presiune (0÷10) bar pe colectoarele de refulare pentru verificarea presiunii. Cele două traductoare de presiune, sunt alimentate din dulapurile de automatizare aferente celor două colectoare.

Parametrii funcționali ai convertizoarelor de frecvență - au un rol crucial în menținerea presiunii în CP, acestea reglează turația electropompelor și implicit debitul de apă pompat pentru a menține presiunea constantă. Eficiența: 98%;

Convertizor frecvență Danfoss Aqua DRIVE FC202 aferent pompelor de 225 m<sup>3</sup>/h, Hp = 95 mca. Eficiența: 98%;

Convertizor frecvență Danfoss Aqua DRIVE FC202 aferent pompelor de 225 m<sup>3</sup>/h, Hp = 60 mca. Eficiența: 99%;

### *Parametrii funcționali ai senzorului de nivel*

Tabloul de comandă, semnalizare și transmisie date este prevăzut cu senzori de nivel analogici pentru a se realiza protecția tehnologică a pompelor la lipsa apei în cuva de aspirație.

Parametrii funcționali pentru senzorul de nivel:

- Domeniul de măsură: 0÷6 m;
- Precizia de măsurare: 0,1%;
- Tensiune de lucru: U = 10 ÷ 30 Vcc;
- Iesire: analogică 4÷20 mA;
- Rezistența la presiune: 4 bar;
- Temperatura mediului ambiant: - 25 °C ÷ + 60 °C;
- Grad protecție: IP68.

### *Parametrii funcționali ai senzorului de presiune*

Presiunea celor două secțiuni ale colectorului se va regla pe baza informațiilor primite de la cele două traductoare de presiune montate pe cele două colectoare.

### *Parametrii funcționali pentru fiecare din cei doi senzori de presiune:*

- Domeniul de măsură: 0÷10 bar;
- Precizia de măsurare: 0,1%;
- Tensiune de lucru: U = 8.5 ÷ 36 Vcc;
- Iesire: analogică 4÷20 mA;
- Rezistența la presiune: 300 bar;
- Temperatura mediului ambiant: - 40 °C ÷ + 90 °C;
- Grad protecție: IP68.

### 5. EFICIENȚA ECONOMICĂ A CULTURILOR DE PORUMB DUPĂ REABILITAREA AMENAJĂRILOR HIDROAMELIORATIVE

Pentru a determina consumul de apă pentru cultura de porumb folosind un sistem de irigare prin aspersiune, trebuie luate în considerare mai mulți factori, cum ar fi tipul de sol, stadiul de dezvoltare a plantelor, temperatura și umiditatea aerului, precum și cantitatea de precipitații din ultima perioadă.

În general, se recomandă ca porumbul să primească între 25 și 50 mm de apă pe săptămână prin această metodă de irigare. Cantitatea de apă poate varia în funcție de condițiile meteorologice și de stadiul de dezvoltare a plantelor.

Pentru a măsura câtă apă s-a aplicat, se poate utiliza un pluviometru sau se poate seta un sistem de irigare cu senzori de umiditate care să ajute la măsurarea cantității de apă aplicată în timp real, în acest caz am utilizat ambele metode. De asemenea, se poate monitoriza starea solului, prin ajustarea cantității de apă în funcție de nevoile culturii.

*Un sistem de irigare prin aspersiune este compus din mai multe componente, inclusiv:*

1. Sursa de apă: poate fi o sursă naturală, cum ar fi un lac sau un râu, sau o sursă artificială, cum ar fi o fântână sau o conductă de apă. În cazul de față, sursa de apă o reprezintă râul Soret.
  2. Pompa de apă: este utilizată pentru a transporta apa din sursa de apă către sistemul de irigare.
  3. Conductele: sunt utilizate pentru a transporta apa de la pompa de apă la zonele de irigare.
  4. Aspersoarele: sunt dispozitive care pulverizează apa în aer și o distribuie uniform pe suprafața solului.
  5. Controler de sistem de irigare: este utilizat pentru a seta programarea și pentru a controla sistemul de irigare.
  6. Furtunurile de legătură: sunt utilizate pentru a conecta aspersoarele la conductele principale.
- Analizând toate aceste componente se poate determina consumul de apă pentru o cultură de porumb.
7. Programatorul: este utilizat pentru a seta programarea sistemului de irigare.
  8. Supapele: sunt utilizate pentru a controla fluxul de apă și pentru a opri sau porni sistemul de irigare.
  9. Senzori de temperatură și umiditate a aerului: aceștia pot fi utilizați pentru a măsura temperatura și umiditatea aerului și pentru a ajusta programarea sistemului de irigare în consecință.

Acestea sunt doar câteva dintre componentele unui sistem de automatizare la sistemul de irigare prin aspersiune, iar alegerea depinde de necesitățile specifice ale sistemului de irigare și ale culturii.

Cultura irigată de porumb prin aspersiune poate fi o investiție foarte rentabilă din punct de vedere economic, deoarece irigarea asigură o creștere mai mare a randamentului culturii de porumb și o calitate mai bună a recoltei. Irigarea prin aspersiune poate ajuta la asigurarea unei cantități suficiente de apă în timpul perioadelor de secetă, ceea ce poate duce la o creștere semnificativă a randamentului culturii. De asemenea, irigarea poate ajuta la prevenirea problemelor de sol, cum ar fi scăderea pH-ului sau salinizarea solului. În plus, irigarea prin aspersiune poate ajuta la reducerea costurilor de producție, deoarece o cultură bine irigată necesită mai puține substanțe chimice, mai puțin timp și mai puțin efort. În general, investiția într-un sistem de irigare prin aspersiune poate fi amortizată într-un timp relativ scurt, datorită creșterii randamentului culturii de porumb și reducerea costurilor de producție. Cu toate acestea, eficiența economică a unui sistem de irigare prin aspersiune poate varia în funcție de mai mulți factori, cum ar fi tipul de sol, clima, costul apei și costul energiei electrice.

Pentru udarea unui plot, există o varietate de echipamente disponibile, în funcție de dimensiunea și forma plotului, accesibilitatea la apă și preferințele personale. Iată câteva opțiuni de echipamente de udare aferent plotului studiat:

Există mai multe opțiuni de echipamente de udare prin aspersiune pentru irigarea unui teren agricol. Este foarte importantă alegerea echipamentului potrivit în funcție de nevoile culturii și de dimensiunea terenului agricol. De asemenea, trebuie luat în considerare costurile și eficiența sistemului de irigare ales. Sistemul de udare prin aspersiune - este conectat la un sistem de conducte și este utilizat pentru a iriga o suprafață mare. Acesta este ideal pentru irigarea culturilor cu dimensiuni mari, cum este cultura de porumb fiind controlat de la distanță.

### ***Avantajele unui sistem de irigație prin aspersiune***

*Diversitate:* disponibile pentru debite variate și bazate pe diverse tehnologii pentru o ofertă completă.

*Eficiență:* disponibile în configurații multiple, acoperă o suprafață extinsă economisind consumul de apă.

*Durabilitate:* utilizează materie primă de înaltă calitate.

*Rezistență:* disponibile cu înveliș de safir pentru o mai bună protecție antierozivă și rezistență la duritatea apei.

*Precizie:* echipate cu un mecanism de auto-curățare cu ciclul complet pentru un debit sigur și o uniformitate a pulverizării apei.

*Ușurință în folosire:* sistem simplu, tehnologie avansată pentru operare și întreținere simplă.

### 5.1. Creșterea eficacității sistemului de irigație

Temperaturile ridicate din perioada verii stresează culturile, ducând la o dezvoltare nefirească din perioadele de vegetație și la o productivitate redusă. Dar pentru a remedia aceste probleme, se alege sistemul potrivit de irigație. În acest caz, sistemului de irigație prin aspersiune.

Pentru a crește eficacitatea acestui tip de sistem, trebuie să avem în vedere următoarele:

- instalarea trebuie făcută corect;
- întreținere periodică, prin curățare, folosind diferite substanțe care să nu afecteze nici sistemul de irigație dar nici cultura;
- trebuie avut grijă la salinitatea apei, deoarece poate duce la înfundarea duzelor;
- apa utilizată în irigație printr-un astfel de sistem, trebuie să fie lipsită de nisip sau alte resturi vegetale care pot duce la înfundarea conductelor transportoare;
- în ceea ce privește presiunea alimentării cu apă, este recomandat să se folosească un regulator de presiune pentru a evita orice fel de probleme, raza de udare va fi redusă și neuniformă în cazul unei presiuni mici, iar o presiune prea mare va duce la un debit ridicat de apă.

Trebuie avut grijă la aceste aspecte pentru a beneficia de o irigare și funcționare optimă.

#### **Analiza comparativă a soluțiilor de reabilitare**

La elaborarea proiectului de reabilitare a SPA au fost studiate două scenarii tehnico-economice prin care obiectivele proiectului de investiții pot fi atinse și anume:

- Scenariu propus (**Soluția 1**), în prezenta cercetare, corelată cu soluția propusă și studiile de teren și aleasă de proiectant pentru implementare.
- Scenariu propus (**Soluția 2**) în prezenta cercetare, corelată și aceasta cu **soluția propusă** de expertul tehnic și studiile de teren.

S-a efectuat analiza comparativă a celor două soluții de reabilitare (Tabelul 5.1)

Tabel 5.1. / Table 5.1.

Comparatie între soluțiile propuse / Comparison between the proposed solutions

Denumire Stadiul fizic	Analiza tehnică		Analiza economică		Analiza postexecuție (exploatare)	
	Soluția 1	Soluția 2	Soluția 1 (Lei)	Soluția 2 (Lei)	Soluția 1	Soluția 2
<b>Capitolul 2 Cheltuieli pentru asigurarea utilităților necesare obiectivului de investiții</b>						
Obiect nr. 2.1- RACORD ELECTRIC						
	Aceași soluție tehnică		<b>115.042</b>	<b>115.042</b>		
	Obiect nr. 2.1- DRUM DE ACCES		<b>72.521</b>	<b>72.521</b>		
	<b>TOTAL Capitol 2</b>		<b>187.563</b>	<b>187.563</b>		
<b>Capitolul 4 Cheltuieli pentru investiția de bază</b>						
	Obiect nr. 4.1.1- PRIZA DE APĂ- Aceiași soluție tehnică		<b>642537</b>	<b>642537</b>		
Obiect nr. 4.1.2- STAȚIA DE POMPARE DE BAZĂ SPA DĂMIENEȘTI						
Terasamente	Stație de pompare tip cheson. Instalațiile de forță + tablourile electrice montate în cabină energetică (container)	Stație de pompare cu clădire (S+P) Instalațiile de forță + tablourile electrice montate în stație.	652.634	94.305	Mentenanță costisitoare deoarece cuva umedă se va colmata periodic și vatrebui decolmatată.  Frecvența defecțiunilor Reparații incomode	Durată mare de utilizare Utilajele vor fi mai bine protejate de intemperii Mentenanță facilă și costuri mici  Nu există pericolul de inundare și colmatare.
Rezistență			496.597	513.112		
Arhitectură			40.381	362.931		
Instalații electrice			276.401	299.159		
Instalații hidromecanice			631.715	711.643		
<b>Total</b>			<b>2.097.728</b>	<b>1.981.150</b>		
Montaj utilaj Cap 2	Aceași soluție tehnică		14.443	14.443	Expuse la intemperii și distrugerii prin vandalizare Intervenții dificile Puțin protejate	Exploatare optimă, facilă, și în siguranță Defecțiunile ușor de identificat Mentenanță facilă
Montaj utilaj Cap 4	În funcție de tipul de electropompe (cu ax vertical)	În funcție de tipul de electropompe (cu ax orizontal)	92.827	127.588		
<b>Total</b>			<b>107.270</b>	<b>142.031</b>		

## TEZĂ DE DOCTORAT

Utilaj cap. 2	Aceleași utilaje		840.897	840.897		
Utilaj cap. 4	Electropompe cu ax vertical	Electropompe cu ax orizontal	2.112.897	1.723.283		
<b>Total</b>			<b>2.953.794</b>	<b>2.564.180</b>		
Dotări	Fără dotări PSI	Cu dotări PSI	36.973	38.137		
<b>Total obiect 4.1.2</b>			<b>5.195.765</b>	<b>4.725.498</b>		
Obiect nr. 4.1.3- CONDUCTE DE REFULARE CR1 și CR2						
Terasamente	Conducte PEID <b>montateclasic în tranșee:</b>	<b>CR1</b> țevă PEID PE100, SDR26 PN6, De630x24,1mm (Di=581,8mm), L=1,9km (1900m) PEID <b>montată clasic în tranșee:</b>	1.605.832	1.443.710	Defecțiuni frecvente Mai multe puncte de intervenție, îmbinarea țevilor prin sudură la 12,5m	În caz de defecțiuni (rare) intervenții facile Conductele mai bine protejate Puncte de intervenție puține (tronsoanele de montaj de 200 m)
Demontare conductă existentă	<b>CR1</b> țevă PEID PE100, SDR26 PN6,De630x24,1mm (Di=581,8mm), L=1,9 km (1900 m)	<b>CR2</b> din țevă PE100, WEHOPIPE , SDR21 PN8, De740x35,3mm (Di=669,4mm), L=1,02 km (1020m)	81.058	-		
Montare conductă nouă	<b>CR2</b> țevă PEID PE100, SDR21 PN8,De 800x 38,1mm (Di=723,8mm), L=1,02 km (1020 m)	<b>Montate parțial prin procedeul RELINING (307m)</b> (introducere țevă PEIDnouă în țevă existentă executată din metal și PREMO) <b>și parțial prin procedeul clasic (713 m)</b>	2.062.089	2.156.511		
<b>Total ob. 4.1.3</b>			<b>3.667.921</b>	<b>3.600.221</b>		
<b>TOTAL Capitol 4</b>			<b>9.506.223</b>	<b>8.968.256</b>		

## TEZĂ DE DOCTORAT

**În urma analizei comparative de mai sus s-au desprins următoarele concluzii:**

### ***Soluția 1***

- Costurile investiționale totale sunt mari;
- Durata de funcționare este mai mică;
- Expunere mare la riscul de distrugeri prin vandalizare și prin influența distructivă a factorilor de mediu;
- Cheltuieli de exploatare și întreținere postexecuție mari și greu de executat datorită colmatării frecvente a cuvei umede;
- Lucrările de întreținere a agregatelor de pompare cu ax vertical sunt mai costisitoare;
- Execuția este mai greu de realizat datorită adâncimii mari a chesonului, care necesită lucrări de epuizante de lungă durată.

### ***Soluția 2***

- Costuri investiționale totale mai mici;
- Durata de funcționare mărită;
- Risc foarte mic de vandalizare și inexistent la acțiunea distructivă a factorilor de mediu;
- Cheltuieli de exploatare și întreținere mai mici;
- Asigură posibilitatea observării avariilor instantaneu;
- Asigură condiții optime de întreținere și intervenții în orice condiții atmosferice.

După ce s-au comparat avantajele și dezavantajele soluțiilor propuse mai sus s-a optat pentru **cea mai avantajoasă (eficientă) variantă pentru a fi pusă în practică.**

### **Varianta propusă în final a fost Soluția 2.**

Din analiza soluțiilor propuse și puse în practică, se poate concluziona că investiția a fost oportună, că asigură o exploatare optimă și are o influență pozitivă asupra factorilor economici, sociali și de mediu.

### **Analiză SWOT:**

Analiza SWOT efectuată asupra amenajărilor de irigații din România a evidențiat următoarele aspecte:

#### **a) Puncte tari**

##### **• Funcționarea OUAI-urilor**

- până la această dată au fost înființate 475 OUAI-uri, pe o suprafață de 1.085.053 ha. (Procesul de constituire al OUAI (Organizații ale Utilizatorilor de Apă pentru Irigații) și de privatizare a amenajărilor de irigații, prin transferul acestora către AUAI (Asociații ale Utilizatorilor de Apă pentru Irigații), deși destul de lent, constituie premisele unui management coerent pentru asigurarea unui proces tehnologic de irigații cu efect economic real).

• Utilizarea irigațiilor preponderent de către fermele comerciale (utilizarea irigațiilor



## TEZĂ DE DOCTORAT

reprezintă o etapă ce apare pe parcurs în dezvoltarea fermei și nu o etapă cu care se începe dezvoltarea fermei.

- Experiența fermierilor în irigații - dobândită în bună măsură și în perioada ulterioară anului 2000, când prin înființarea OUAI-urilor au fost determinați să administreze singuri sistemele de irigații la nivel de fermă. Acest rezultat a fost obținut cu sprijin major al subvențiilor acordate, ce au condus la formarea unui nucleu de OUAI-uri care să irige și unde să se practice o agricultură cu profituri ridicate.

- Prețul apei în amenajările viabile, (furnizorul principal de apă, ANIF, a avut în anul 2015 un tarif mediu de 155,40 lei/1000 m<sup>3</sup> pentru OUAI-urile care au irigat, iar maximul a atins și 510 lei/1000 m<sup>3</sup>.

- Investițiile realizate în ultimii ani (proiectul de reabilitare și reformă a sectorului de irigații a adus în perioada 2004-2012 sectorului de irigații investiții în valoare de cca 80 milioane dolari).

Suportul oferit de Legea nr. 269/2015 privind aprobarea Ordonanței de urgență a Guvernului nr. 4/2015 pentru modificarea Ordonanței de urgență a Guvernului nr. 82/2011 privind unele măsuri de organizare a activității de îmbunătățiri funciare, cu modificările ulterioare, referitoare la următoarele aspecte:

- predarea infrastructurii secundare de irigații către organizațiile utilizatorilor de apă pentru irigații;

- crearea posibilității de revenire a infrastructurii secundare de irigații predate către organizații la ANIF, în cazul nerespectării protocolului de transfer al infrastructurii.

### **b) Puncte slabe**

#### *Economice*

- structura culturilor
- lipsa capacității economice a fermelor;
- proiectarea sistemelor pentru exploatații mari;
- utilizarea redusă a amenajărilor viabile.

#### *Tehnice*

- infrastructura învechită și neadaptată la cerințele noi;
- pierderile semnificative de apă pe infrastructura principală de irigații;
- consumul de energie;
- insuficiente instalații și echipamente de udare deținute de utilizatori;
- lipsa perdelelor de protecție;
- neintabularea terenurilor ocupate cu amenajări de îmbunătățiri funciare.

#### *Organizatorice*

- colaborare dificilă între OUAI - ANIF;
- neimplicarea utilizatorilor în conducerea și monitorizarea activității OUAI;
- lipsa cooperării între fermieri;
- numărul redus de federații;
- lipsa unor consilieri de teren în dezvoltarea și înființarea OUAI.

## TEZĂ DE DOCTORAT

### *Oportunități*

- Fermierii cu loturi semincere;
- Fondurile pentru investiții existente prin PNDR permit derularea unor proiecte de investiții în infrastructura de irigații sau de achiziționare a echipamentelor de udare.
- Cereri din ce în ce mai mari de produse agricole.

În perioada 2007-2013 un număr de 134 OUAU-uri au accesat măsura a-125-a din cadrul PNDR 2007- 2013, valoarea fondurilor accesate fiind de cca 118 milioane euro.

- Consolidarea poziției OUAU prin extinderea obiectului de activitate. Organizațiile și federațiile pot deveni o platformă de continuare a reformei sectorului agricol românesc prin oportunitatea pe care o reprezintă aceste organizații în vederea structurării unui proces real de colaborare între fermieri. Prin funcționarea de aproape 10 ani se pot constitui într-o primă etapă a unui proces de introducere și consolidare a colaborării între fermieri. Extinderea activităților pe care le pot desfășura organizațiile și federațiile utilizatorilor de apă pentru irigații ar conduce la consolidarea organizațiilor prin preluarea achiziției de input-uri pentru toți membrii și, mai ales, prin asigurarea unei desfaceri comune a produselor.

### *Riscuri*

- În țările dezvoltate se manifestă tendința de descurajare a irigațiilor;
- Utilizatorii nu vor sau nu își permit să contribuie la programe de investiții;
- Scăderea semnificativă a suprafeței irigate după eliminarea subvențiilor operaționale pentru Irigații;
- Scăderea continuă a resurselor de apă pentru irigații;
- Degradarea sau predarea infrastructurii OUAU-urilor inactive. Pe măsură ce vor deveni inactive și utilizatorii vor pierde interesul asupra irigațiilor, o parte a OUAU-urilor inactive vor acționa în două direcții:
  - vor intenționa să predea infrastructura preluată;
  - o vor lăsa să se degradeze.
- Apariția fenomenului de insolvență a organizațiilor.

### **Impactul asupra mediului în timpul secetei**

*Investițiile în amenajările de irigații au impact favorabil asupra mediului, în perioada de secetă, crează un microclimat mai umed în zona irigată, combate aridizarea, reduce pierderile de apă, iar o dată cu acestea se reduce consumul de resurse de energie electrică și apă.*

Zona studiată se află în vecinătatea ariei protejate ROSPA 0072 – Lunca Siretului Mijlociu. Conform listei cu arii protejate declarate la nivel național amplasamentul se învecinează în partea de nord vest cu aria protejată de pe teritoriul județului Bacău: ROSPA0072 – Lunca Siretului Mijlociu.

### 5.2. Eficiența economică a irigației la cultura de porumb după reabilitarea amenajării de irigații Dămieniști – Spiridonești

Cercetarea s-a desfășurat pe cei 895 de hectare din cadrul Plotului SPP1 Spiridonești, situat în zonă de podiș înalt, la o altitudine cuprinsă între 250 m și 350 m. În cadrul acestei teze am urmărit influența mai multor factori asupra producției la porumb. În continuare sunt prezentate rezultatele comparative privind eficiența economică, în regim de irigare și neirigare, la cultura de porumb, în aceleași condiții atmosferice. Numărul de plante de pe un hectar este cuprins între 50 mii și 75 mii, iar cantitatea de semințe poate varia, în acest caz în anul 2022 a ajuns la 16,45 kg/ha în regim irigat la o umiditate de 12,5 %.

Timp de 4 ani (2019-2022) a fost urmărită și analizată cultura de porumb în regim neirigat și irigat. Metodologia de analiză economică utilizată a fost bazată pe elemente de cheltuieli materiale și forță de muncă.

*Proceduri realizate înaintea semănatului, în timpul perioadei de vegetație și după recoltare:*

Toamna se efectuează scarificarea solului și discuirea acestuia, iar primăvara se aplică fertilizanți cu azot de amoniu (300 kg/ha încorporat = 1650 lei), pregătirea patului germinativ și încorporarea îngrășămintelor. Se realizează semănarea și fertilizarea aplicând îngrășământ (137 kg/ha = 3737,36 lei). Iar procedurile realizate pe întreaga perioadă de vegetație: la răsărire s-a aplicat erbicid (0.4 l/ha = 58 lei); când plântuța are între 7 și 10 frunze – s-a revenit cu aplicarea de erbicid (2.2 l/ha = 300 lei). Prețul/m<sup>3</sup> (cu TVA) a apei pentru irigație: 2019 – 4.68 lei; 2020 – 5,25 lei; 2021 – 5,53 lei; 2022 – 6.09 lei.

Necesarul de semințe pentru semănat a fost de 78897 rezultând din formula:

$$Ns = \frac{D}{P \cdot G} \cdot 10000 \text{ (semințe necesare/hectar)}$$

unde: Ns – norma de semănat;

D – densitatea (semințe germinabile/ha);

P – puritatea fizică (% din greutate);

G – germinația (% din semințe pure).

Pentru obținerea unei denșități de 75000 de semințe germinate/ha, având o puritate fizică de 98% și valoarea germinației (conform STAS-ului la majoritatea genotipurilor) de 97%, obținem:

$$Ns = \frac{75000}{98 \cdot 97} \cdot 10000 \Rightarrow Ns = 78897 \text{ (semințe necesare/hectar)}$$

Trebuie luat în considerare faptul că pe perioada vegetației, numărul de

## TEZĂ DE DOCTORAT

plante care ajunge la recoltat poate scadea cu până la 4%, față de numărul de plante răsărite inițial. Deci în calcule am ținut cont de acest procent de pierdere. Dacă obiectivul este de a obține un aproximativ de 73000 plante recoltabile la hectar și luăm în calcul procentul de 4%, valoarea semințelor germinate la hectar pe care am utilizat-o în formula normei de semințe se calculează astfel:

$$D = Pr \cdot \frac{100}{100 - PP}$$

unde: D – semințe germinabile/ha;

Pr – plante recoltabile/ha;

PP – procent pierderi;

G – germinația.

$$D = 73000 \cdot \frac{100}{100-4} \Rightarrow D = 76041 \text{ (semințe germinabile/ha)}$$

Pentru semănare, s-a reglat rămănoarea la o distanță între rânduri de 0.80 m, iar la o suprafață de 10000 m<sup>2</sup> (1 hectar), a rezultat în urma raportului dintre suprafață și distanța dintre rânduri 12500 m.l./rând/ha, (m.l. – metri liniari). Distanța dintre semințe pe rând se calculează astfel:

$$\text{distanța între semințe} = \text{m.l./Ns} \Rightarrow 12500/78897 = 0.16 \text{ m (16 cm)}.$$

Tabel 5.2. / Table 5.2.

Cantitățile de precipitații din perioada de cercetare  
Amounts of precipitation during the research period

Ani de studiu	Cantități de precipitații (aprilie-septembrie)
2019	234.70 l/m <sup>2</sup>
2020	228.29 l/m <sup>2</sup>
2021	265.80 l/m <sup>2</sup>
2022	195.44 l/m <sup>2</sup>

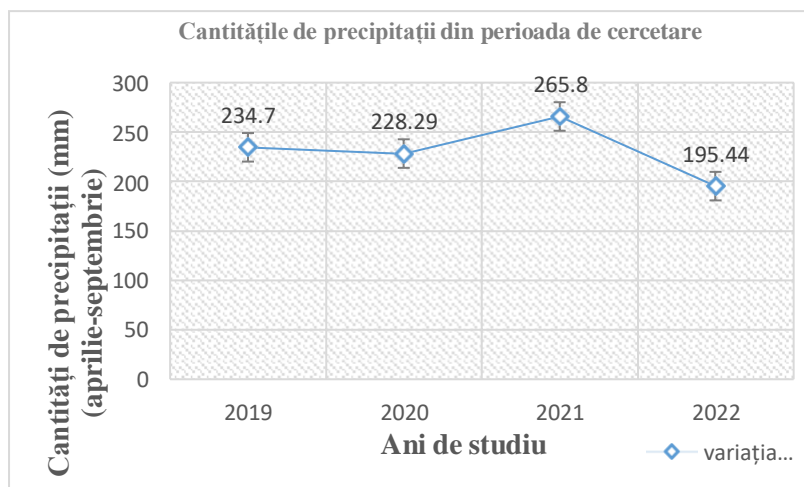


Figura 5.1. Cantitățile de precipitații din perioada de cercetare (lunile aprilie-septembrie)

Figure 5.1. Amounts of precipitation during the research period (April-September)

Pentru perioada 2019-2022 (figura. 5.2.) media profitului pe cei 4 ani a fost de 485.23 lei/ha, pentru cultura de porumb de pe suprafața de 895 hectare, de unde rezultă un profit total de 434280.9 lei în regim irigat față de cel neirigat. Diferențele de profit de la un an la altul sunt legate de cantitățile de precipitații înregistrate în lunile de vegetație (aprilie-septembrie) prezentate în tabelul 5.2. și de diferențele de preț ale îngrășămintelor aplicate.

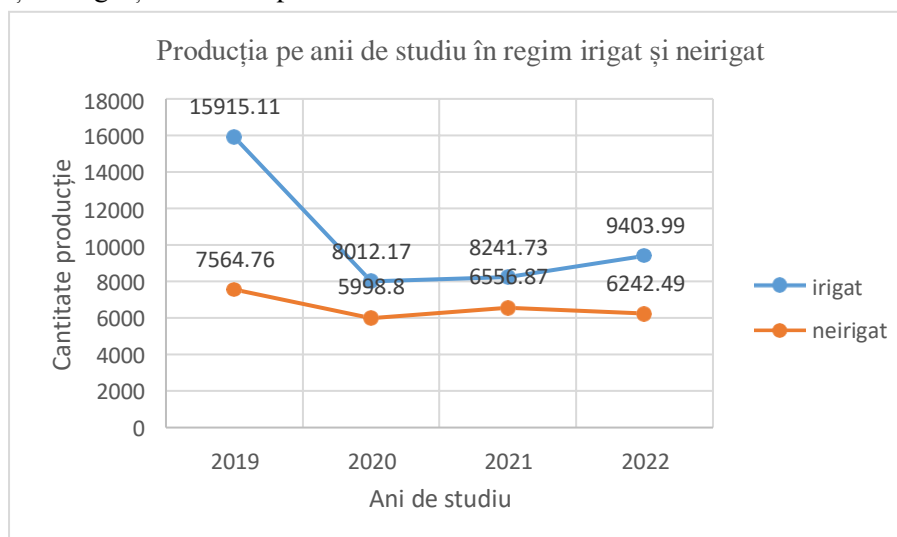


Figura 5.2. Variația producția pe anii de studiu în regim irigat și neirigat

Figure 5.2. Variation in production over the years of study under irrigated and non-irrigated conditions

## TEZĂ DE DOCTORAT

Din punct de vedere al cheltuielilor materiale totale, în regim irigat, acestea sunt cu 15 % mai mari decât în regimul neirigat, deoarece cheltuielile cu lucrări mecanizate presupun un cost mai mare. Dar acestea sunt amortizate din profitul producției.

În 2021 producția a fost puțin mai scăzută, deoarece valorile înregistrate de precipitații au fost mult mai ridicate comparativ cu ceilalți trei ani de studiu, ceea ce a influențat distrugerea unei părți de cultură, unde s-au produs inundații.

Tabel 5.3. / Table 5.3.

Producția pe anii de studiu în regim irigat și neirigat  
Production over the years of study under irrigated and non-irrigated conditions

An de cercetare	Cantitate producție (kg/ha)	
	irigat	neirigat
2019	15915.11	7564.76
2020	8012.17	5998.8
2021	8241.73	6556.87
2022	9403.99	6242.49

Tabel 5.4. / Table 5.4.

Principalii indicatori economici la cultura de porumb în regim neirigat și irigat 2019-2022

The main economic indicators in the non-irrigated and irrigated maize crop 2019-2022

Media 2019-2022					
Sistem	Indicator economic	Cultura de porumb pentru semințe			
		2019	2020	2021	2022
Neirigat	cost de producție (lei/kg)	0.39	0.42	0.44	0.45
	preț de vânzare (lei/kg)	0.45	0.65	0.68	0.70
	diferența (lei/kg)	0.06	0.23	0.24	0.25
	profit total (lei/ha)	600	2300	2400	2500
	cheltuieli de producție în echivalent produs (raportul dintre costul total și prețul de vânzare) kg/ha	5146.67	3650.77	5335.71	5100
Irigat	cost de producție (lei/kg)	0.40	0.43	0.44	0.47
	preț de vânzare (lei/kg)	0.65	0.69	0.70	0.75
	diferență (lei/kg)	0.25	0.26	0.25	0.31
	profit total (lei/ha)	2500	2600	2600	2800
	cheltuieli de producție în echivalent produs (raportul dintre costul total și prețul de vânzare) kg/ha	7911.11	5515.38	5941.43	5574.67

Condițiile de mediu au variat de la an la an, iar din acest motiv valoarea profitului a fost diferit.

Vântul puternic a influențat direcția aruncării jetului de apă, iar lipsa zilelor însorite a contribuit în mod negativ la dezvoltarea plantelor (Tabelul 5.4.). Tot din aceste motive sunt influențate și cantitățile de producție (tabel 5.3.).

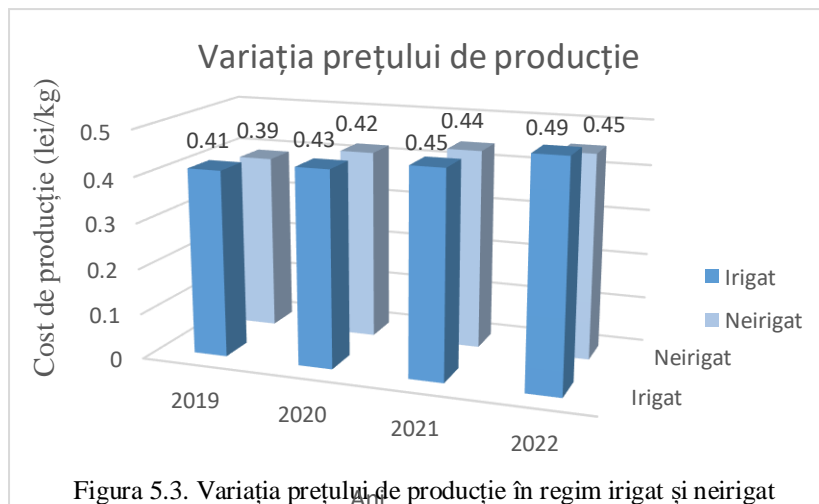


Figura 5.3. Variația prețului de producție în regim irigat și neirigat  
 Figure 5.3. Variation in production price under irrigated and non-irrigated conditions

Din figura 5.3. se poate observa o variație a prețului de producție în regim neirigat și în regim irigat, deoarece costurile au variat de la an la an și automat prețul de vânzare a crescut din 2019 până în 2022 (tabel 5.3.) de aici rezultă profitul prezentat în figura 5.4.

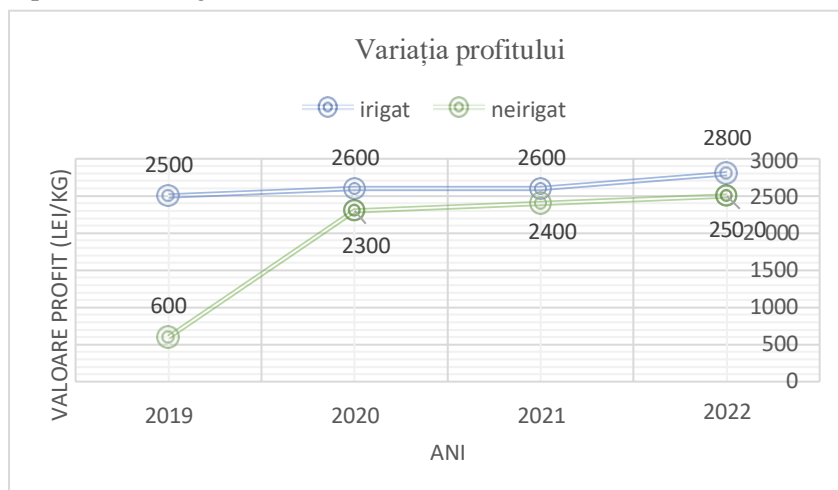


Figura 5.4. Media profitului în funcție de prețul de vânzare (2019-2022)  
 Figure 5.4. Average profit by selling price (2019-2022)

Tabel 5.5. / Table 5.5.

Cheltuieli de producție ale culturii de porumb în regim irigat și neirigat  
Production costs of maize crop under irrigated and non-irrigated conditions

An de cercetare	Cheltuieli de producție (lei/ha)	
	irigat	neirigat
2019	3560	2316
2020	3585	2373
2021	4159	3735
2022	<b>4181</b>	<b>3825</b>

În ambele cazuri (Tabelul 5.5.) cheltuielile legate de pregătirea solului și cele de aplicarea diferitelor substanțe, au fost în egală măsură, doar că la regimul irigat s-a mai adăugat costul apei utilizat.

Analizând rezultatele obținute în medie pe cei patru ani de studiu se constată că profitul cel mai mare la kilogramul de porumb pentru semințe se obține în regim irigat. Cheltuielile cu utilaje și consumul de apă se amortizează din profit (tabel 5.6.).

Tabel 5.6. / Table 5.6.

Valoarea totală a producției în regim irigat și neirigat  
Total value of irrigated and non-irrigated production

An de cercetare	Valoare totală a producției (lei/ha)	
	irigat	neirigat
2019	10344.82	3404.14
2020	5528.40	3899.22
2021	5769.21	4458.67
2022	7052.99	4369.74

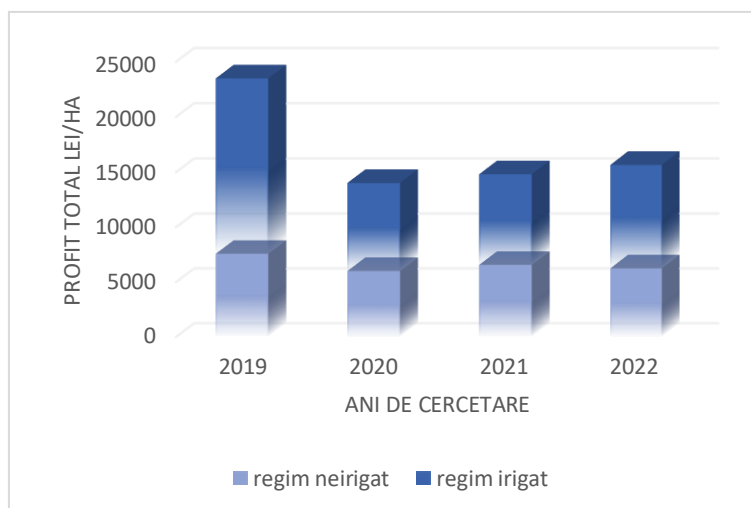


Figura 5.5. Eficiența economică a irigației culturii de porumb  
Figure 5.5. Economic efficiency of maize crop irrigation



## TEZĂ DE DOCTORAT

În urma analizei sistemului de irigație prin aspersiune și aplicarea corectă a normei de udare la cultura de porumb, am obținut o eficiență economică semnificativă a producției cu 47,53 % în regim irigat, față de cultura în regim neirigat.

Activitatea de cercetare s-a desfășurat în aceleași condiții climatice, cu aceleași proprietăți ale solului. Fluctuațiile de temperatură, perioadele cu precipitații abundente, zilele fără soare și viteza vântului, au influențat semnificativ dezvoltarea plantelor (figura 5.5.).

Dar, în urma studiilor din teren și cu o analiză amănunțită a datelor obținute, susțin că fără o irigare corectă, bine adaptată tipului de cultură, nu se pot obține performanțe printr-o producție semnificativă.

### 6. CONCLUZII, CONTRIBUȚII PERSONALE ȘI PROPUNERI

#### 6. 1. Concluzii

În țara noastră *există riscuri considerabile față de schimbările climatice*, efectele fiind în mod clar determinate de modificările regimului de temperatură și a precipitațiilor. *Irigația are scopul principal de completare a deficitului de umiditate*, al solurilor afectate de acest fenomen, cât și al solurilor din zonele mai puțin aride cu o distribuție nefavorabilă a precipitațiilor în timpul diverselor perioade de dezvoltare a plantelor.

Completarea deficitului de umiditate se realizează prin asigurarea pe adâncimea stratului activ a cantităților de apă necesare pentru ridicarea umidității solului, pe durata sezonului de vegetație sau în afara acestuia. Aceste măsuri sunt întreprinse pentru asigurarea unor *producții agricole stabile și sigure*, și care să mențină sau chiar să amelioreze caracteristicile solurilor prin completare cu alte metode agrotehnice adecvate.

Alegerea metodei de *irigație optimă*, în acest caz, *irigația prin picurare având conducte îngropate*, se face ținând cont de condițiile de sol, de topografia terenului și de tipul culturii.

Aspectele abordate în cadrul acestei teze, adică lucrările de irigații, au drept obiect de studiu *eficientizarea exploatarea și întreținerii lucrărilor* hidrotehnice aferente reabilitării, conservării și protecției calității solurilor.

Cantitățile de apă necesare culturilor agricole, în procesul de creștere și fructificare, duc la asigurarea obținerii de producții stabile și sigure. Acestea trebuie asigurate și în cazurile în care plantele nu se pot dezvolta pentru că apa provenită din precipitații naturale sau din freatic nu există sau nu este suficientă.

Astfel, prin folosirea unor surse locale de apă și prin utilizarea unor tehnologii moderne, se poate realiza completarea necesarului de apă la plantă, *contribuind la creșterea eficienței irigației*, la realizarea unei agriculturi durabile și prietenoase cu mediul înconjurător.

Menținerea sistemului de irigație la eficiență maximă se poate realiza printr-un bun management al sistemului, prin întreținerea și exploatarea corespunzătoare, dar și prin monitorizare atentă a funcționalității acestuia. Pentru funcționarea corectă a sistemului de irigații, este obligatoriu de a se implementa toate instrucțiunile pentru întreținerea corespunzătoare a sistemului de irigare prin picurare având conducte îngropate. Pentru o performanță optimă, sistemele de irigare necesită o întreținere constantă.

Chiar dacă picurătorii au fost upgradați, pentru a avea o rezistență la înfundare, tot rămâne o prioritate întreținerea echipamentului prin practicile de injectare a nutrienților. În cazuri extreme de neglijență pentru a efectua întreținerea

## TEZĂ DE DOCTORAT

sistemelor de rutină, un sistem de irigare înfundat ar putea duce la pierderea culturii și poate chiar necesita înlocuirii acestuia.

În afară de efectuarea ajustărilor sau reparațiilor echipamentelor, majoritatea activităților de întreținere a sistemului sunt: aplicarea de produse chimice, spălarea sistemului și controlul dăunătorilor.

Întreținerea este destinată prevenirii colmatării scurgerilor, care poate fi împărțită în trei categorii:

- Spălarea sistemului;
- Injecția de substanțe chimice;
- Planificarea irigației.

Întreținerea corectivă constă în principal în îndepărtarea obstacolelor deja prezente în filtrele de tip sită, prin spălarea sistemului.

Și una sau mai multe dintre următoarele practici în funcție de natura obstrucției:

- Formațiuni organice - tratate cu peroxid de hidrogen.
- Sedimentări minerale - tratate cu acizi (sau o combinație de acid și peroxid de hidrogen).
- Formațiuni organice și sedimentări minerale - tratate cu o combinație de acid și peroxid de hidrogen.

Schimbările climatice resimțite pe teritoriul României, îndeosebi în zona de Nord - Est, în ultimii 30 de ani, ridică probleme de actualitate cu privire la asigurarea și obținerea unor recolte mai bune și cu un randament mai mare.

Astfel, în zone în care până în urmă cu 50 de ani se luau măsuri în vederea desecării terenurilor, a apărut în momentul de față necesitatea introducerii irigației, în amenajări locale, așa cum este și situația Regiunii de Nord - Est, în particular în județul Neamț, dar și în apropierea cursurilor principale de apă în zona mai înaltă.

Irigația, în amenajările mari deținute de către Statul Român sau în amenajări locale administrate de către fermieri, ridică probleme în mai multe aspecte, începând de la proiectare sau rețehnologizare / modernizare, la parcurgerea procedurilor de avizare și autorizare, și ulterior prin managementul activității cu privire la întreținerea și exploatarea amenajărilor de irigații.

### 6. 2. Contribuții personale

Teza urmărește să abordeze la nivel teoretic și practic problemele actuale privind managementul exploatarei și întreținerii sistemelor de irigații aflate în Nord - Estul României, în contextul schimbărilor climatice și a necesității modernizării, reabilitării, rețehnologizării și extinderii amenajărilor existente.

Contribuțiile personale în această teză sunt pe mai multe planuri, după cum urmează:

- sinteza bibliografică a istoricului irigației și a situației lucrărilor de irigație la nivel global, cu prezentarea statistică a suprafețelor irigate și a metodelor aplicate;
- sinteza bibliografică a istoricului irigației și a situației lucrărilor de irigație

## TEZĂ DE DOCTORAT

în România, cu prezentarea statistică a zonei studiate și a stadiului de funcționalitate a sistemului de irigații;

- studiul metodelor de irigație, cu tehnici și tehnologii de implementare, probleme de exploatare și modalități de întreținere;
- analiza managementului exploatarii și întreținerii amenajărilor de irigații în Regiunea Nord - Est;
- inventarierea lucrărilor de îmbunătățiri funciare din zona de interes;
- prezentarea principalelor caracteristici ale unei amenajări locale de irigații, calculul și analiza necesarului de apă pentru irigații, prezentarea și studiul echipamentelor pentru irigat;
- studiul uniformității aplicării irigației pentru instalația de irigat subterană și prin aspersiune, și determinare a uniformității în câmp, în cadrul amenajării locale de irigații;
- stabilirea corelațiilor între uniformitatea aplicării udărilor în sistemele de irigații și a factorilor de prognoză;

- *Obiective legate de mediu, pentru fiecare corp de apă identificat:*

- prevenirea deteriorării stării apelor de suprafață și subterane;
- protecția, îmbunătățirea și restaurarea tuturor corpurilor de apă de suprafață, inclusiv a celor care fac obiectul desemnării corpurilor de apă puternic modificate și artificiale, precum și a corpurilor de apă subterană în vederea atingerii “stării bune”;
- protecția și îmbunătățirea corpurilor de apă puternic modificate și artificiale în vederea atingerii “potențialului ecologic bun” și a “stării chimice bune”;
- reducerea progresivă a poluării cu substanțe prioritare și încetarea evacuărilor de substanțe prioritare periculoase în apele de suprafață prin implementarea măsurilor necesare;
- reducerea tendințelor semnificative și susținute de creștere ale poluanților în apele subterane;
- atingerea standardelor și obiectivelor stabilite pentru zonele protejate de către legislația comunitară.

- *Obiectivele specifice ale investiției:*

- creșterea eficienței activității agricole prin siguranța unei producții ridicate și relativ stabile de la an la an.
- diminuarea riscului și incertitudinii în agricultură prin reducerea incidenței fenomenelor naturale, de secetă, eroziunea solului, aridizarea, inundațiile.

### 6.3. Propuneri

- detalierea influenței regimului climatic asupra disponibilității pentru apă a cursurilor de apă cu propunerea unor scheme de amenajări de irigații la nivel bazinal pentru suplimentarea debitelor în ipoteza unor debite insuficiente în anii secetoși;

## TEZĂ DE DOCTORAT

- studierea impactului poluării din surse difuze asupra calității apelor subterane, în condițiile realizării unor sisteme de irigații;
- valorificarea durabilă a lucrărilor de îmbunătățiri funciare luând în considerare impactul schimbărilor climatice caracteristice contextului actual;
- posibilitățile de utilizare a energiilor neconvenționale în funcționarea amenajărilor de irigații și/sau desecare;
- aprofundarea proceselor ce au loc în sistemul apă-sol în cadrul unei amenajări de irigații cu identificarea influențelor asupra tipului de sol și al pretabilității asupra tipului de folosință a terenului.

### Bibliografie

1. Adamczyk, B.; Maciaszek, W.; Januszek, K. Gleby gromady Szymbark i jej wartość użytkowa. In *Gleby i Zbiorowiska Leśne Okolic Szymbarku [The Soils of Village Group Szymbark and Their Utility Value]*; Starkel, L., Ed.; Dokumentacja Geograficzna, no. 1; Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN: Warsaw, Poland, 1973; pp. 16–66, (In Polish with English summary). [Google Scholar];
2. Agenția Națională pentru Protecția Mediului, Raport anual privind calitatea factorilor de mediu în județul Neamț, România, 2014, p. 72-81;
3. Agenția pentru Finanțarea Investițiilor Rurale <https://www.afir.info/> Food and Agriculture Organization of the United Nations <http://www.fao.org/> Institutul Național de Cercetare – Dezvoltare pentru îmbunătățiri funciare <https://www.ispif.ro/> Institutul Național de Statistică <https://insse.ro/cms/> Guy Sela, Fertilization and irrigation: theory and best practices – 2021 edition;
4. Agro-Ecological Zones in Punjab-Pakistan. Available online: <https://www.fao.org/3/ca6938en/CA6938EN.pdf> (accessed on 2 January 2022);
5. Ahmad, I.; Ahmed, S.M.; Mahmood, S.; Afzal, M.; Yaseen, M.; Saleem, M.; Rizwan, M. To Develop a Crop Water Allocation Model for Optimal Water Allocation in the Warabandi Irrigation System. *Arab. J. Sci. Eng.* 2019, 44, 8585–8598. [Google Scholar] [CrossRef];
6. Ahmad, M.D.; Turrall, H.; Nazeer, A. Diagnosing irrigation performance and water productivity through satellite remote sensing and secondary data in a large irrigation system of Pakistan. *Agric. Water Manag.* 2009, 96, 551–564. [Google Scholar] [CrossRef];
7. Ahmad, M.U.D.; Bastiaanssen, W.G.M.; Feddes, R.A. A new technique to estimate net groundwater use across large irrigated areas by combining remote sensing and water balance approaches, Rechna Doab, Pakistan. *Hydrogeol. J.* 2005, 13, 653–664. [Google Scholar] [CrossRef];
8. Ahmed, S.; Cheema, M.J.M.; Ahmed, W.; Arshad, M. Delineation of hydrological response units to estimate water demand of canal command in lower chenab canal using gis modeling. *Pakistan J. Agric. Sci.* 2018, 55, 211–215. [Google Scholar] [CrossRef];
9. Antipa Gr. (1912), “Cercetari hidrobiologice in Romania si importanta lor stiintifica si economica.”, Discursuri dereceptiune, 38;
10. Axinte M., Gh.V. Roman, I. Borcean, L.S. Muntean, 2006. Phytotechnics. “Ion Ionescu de la Brad” Publishing House, Iași;
11. Bajkiewicz-Grabowska, E. Systemy rzeczne i stopień ich uporządkowania. *Przegląd Geofiz.* 1987, 32, 303–318. (In Polish) [Google Scholar];
12. Bakhsh, A.; Chauhdary, J.N.; Ahmad, N. Improving crop water productivity of major crops by adopting bed planting in rechna doab Pakistan. *Pakistan J. Agric.*

## TEZĂ DE DOCTORAT

- Sci. 2018, 55, 965–972. [Google Scholar] [CrossRef];
13. Bakhsh, A.; Rizwan, M. Improved on-farm water management practices. *World Irrig. Forum* 2016, 1, 6–8. [Google Scholar];
  14. Bandaragoda, D.J.; Rehman, S. Warabandi in Pakistan's Canal Irrigation Systems Widening Gap between Theory and Practice; International Irrigation Management Institute (IIMI): Colombo, Sri Lanka, 1995; 89p, ISBN 9290901691. [Google Scholar];
  15. Bălăceanu Cornelia, Bălăceanu C., 2003 - Valorificarea superioară a terenurilor argiloase cu exces de umiditate prin lucrări de îmbunătățiri funciare. Ed. Terra Nostra, Iasi;
  16. Beilicci, E., Beilicci, R., Man, T.E., Pelea, G. N., "Study of land management and soil type influences on runoff using advanced hydroinformatic tools", WSEAS, 12th International Conference on Environment, ecosystems and DEVELOPMENT (EED '14), Brasov, Romania, June 26-28, 2014, ISBN: 978-960-474-385-8, pag. 174 – 178;
  17. Berardi, M.; D'Abbicco, M.; Girardi, G.; Vurro, M. Optimizing Water Consumption in Richards' Equation Framework with Step-Wise Root Water Uptake: A Simplified Model. *Transp. Porous Media* 2022, 1–30. [Google Scholar] [CrossRef];
  18. Bhatti, A.M.; Suttinon, P.; Nasu, S. Agriculture Water Demand Management in Pakistan: A review and perspective. *Soc. Soc. Manag. Syst.* 2009, 9, 1–7. [Google Scholar];
  19. Bhutta, M.N.; van der Velde, E.J. Equity of water distribution along secondary canals in Punjab, Pakistan. *Irrig. Drain. Syst.* 1992, 6, 161–177. [Google Scholar] [CrossRef];
  20. Biswal, B.; Singh, R. Incorporating channel network information in hydrologic response modelling: Development of a model and inter-model comparison. *Adv. Water Resour.* 2017, 100, 168–182. [Google Scholar] [CrossRef];
  21. Bîlteanu Gh., 1998. Phytotechnics, vol I - Cereals and legumes for grains, Second Edition. Ceres Publishing House, Bucharest;
  22. Blake G. R., Hartge K. H. 1986. Bulk density. In *Methods of soil analysis: Part 1. Physical and mineralogical methods*, Klute A. (ed.). Monograph Number 9 (2nd ed.). ASA, Madison, WI;
  23. Blidaru T. V., 2002 - Contribuții la concepția unui sistem informatic cu posibilități de conducere on-line pentru gospodărirea apelor Râului Prut în scop de irigații și alte cerințe (pe ambele maluri), Teza de doctorat, Fac. de Hidrotehnică, Universitatea Tehnică Gh. Asachi, Iași;
  24. Blidaru V., Pricop Gh., Wehry A - "Irigații și drenaje" - Editura Didactică și Pedagogică, București 1981;
  25. Bochenek, W.; Gil, E. Zróżnicowanie spływu powierzchniowego i spłukiwania gleby na poletkach doświadczalnych o różnej długości (Szymbark,

- Beskid Niski) [The diversity of overland flow and soil wash on experimental plots of different lengths (Szymbark, Low Beskidy Mts.)]. Pr. I Studia Geogr. 2010, 45, 265–278, (In Polish with English summary);
26. Brouwer, K. Prins, M. Kay, M. Heibloem - Irrigation Water Management: Irrigation Methods, FAO, Training manual no 5, Food and agriculture organization of the United Nations, Rome, 1985-1990;
27. Bryndal, T. A method for identification of small Carpathian catchments more prone to flash flood generation. Based on the example of south-eastern part of the Polish Carpathians. *Carpathian. J. Earth Environ. Sci.* 2014, 9, 109–122. [Google Scholar];
28. Bryndal, T. Identyfikacja Małych Zlewni Podatnych na Formowanie Gwałtownych Wezbrań w Karpatach Polskich [Identification of small catchments prone to flash flood generation in the Polish Carpathians]; *Prace Monograficzne Uniwersytetu Pedagogicznego, Wydawnictwo Naukowe UP: Kraków, Poland, 2014; Volume 690, p. 180, (In Polish with English summary). [Google Scholar];*
29. Bryndal, T. Parameters of basins where small-scale flooding occurred. *Annales UMCS Sec. B* 2008, 63, 176–200. [Google Scholar] [CrossRef];
30. Bryndal, T. The river systems in small catchments in the context of the Horton's and Schumm's laws—Implication for hydrological modelling. The case study of the Polish Carpathians. *Quaest. Geogr.* 2015, 34, 85–98. [Google Scholar] [CrossRef];
31. Bryndal, T.; Franczak, P.; Krocak, R.; Cabaj, W.; Kołodziej, A. The impact of extreme rainfall and flash floods on the flood risk management process and geomorphological changes in small Carpathian catchments: A case study of the Kasiniczanka river (Outer Carpathians, Poland). *Nat. Hazards* 2017, 88, 95–120. [Google Scholar] [CrossRef];
32. Bryndal, T.; Krocak, R. Reconstruction and characterization of the surface drainage system functioning during extreme rainfall: The analysis with use of the ALS-LIDAR data-the case study in two small flysch catchments (Outer Carpathian, Poland). *Environ. Earth Sci.* 2019, 78, 1–16. [Google Scholar] [CrossRef];
33. Bryndal, T.; Krocak, R.; Kijowska-Strugała, M.; Bochenek, W. How human interference changes the drainage network operating during heavy rainfalls in a medium-high relief flysch mountain catchment? The case study of the Bystrzanka catchment (Outer Carpathians, Poland). *Catena* 2020, 194, 104662. [Google Scholar] [CrossRef];
34. Bucala-Hrabia, A.; Kijowska-Strugała, M.; Śleszyński, P.; Rączkowska, Z.; Izdebski, W.; Malinowski, Z. Evaluating the use of the landslide database in spatial planning in mountain communes (the Polish Carpathians). *Land Use Policy* 2022, 112, 105842;
35. Bucur D., - Teză Doctorat Măsură agrotehnice pentru combaterea eroziunii solului pe terenurile agricole în pantă din Depresiunea Jijia-Bahlui;



## TEZĂ DE DOCTORAT

36. Bucur D., 2007 - Conservarea terenurilor agricole prin lucrări de îmbunătățiri funciare, Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași, 314 p, ISBN 978-973-7921-85-2;
37. Bucur D., Savu P., 2006 - Considerations for the design of intercepting drainage for collecting water from seep areas, *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, Reston, SUA, vol. 132, Issue 6, 597-599, ISSN 0733-9437;
38. Canarache A. 1991. Factors and indices regarding excessive compactness of agricultural soils. *Soil & Tillage Research*. 19: 145-164. Amsterdam: Elsevier Science B.V. Publishers;
39. Cîmpeanu S., Bucur D., 2006 - Combaterea eroziunii solului, Editura Relal Promex, București, 245 p, ISBN 973-85863-6-4;
40. Coccoceanu A. L., Crețan I. A., Cojocinescu M. I., Man T. E., Pelea, G. N., "Water wells Coccoceanu A. L., Pelea, G. N., Cojocinescu M. I., Man T. E. , Crețan I. A., "Study of surface water resources availability for irrigation arrangements. Case study: Bega river, Timis county, Romania", 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2017, [www.sgem.org](http://www.sgem.org), SGEM2017 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7408-04-1 / ISSN 1314-2704, 29 June - 5 July, 2017, Vol. 17, Issue 31, 633-640 pp, DOI: 10.5593/sgem2017/31/S12.079;
41. Coccoceanu A. L., Pelea, G. N., Cojocinescu M. I., Man T. E. , Crețan I. A., "Study of surface water resources availability for irrigation arrangements. Case study: Bega river, Timis county, Romania", 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2017, [www.sgem.org](http://www.sgem.org), SGEM2017 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7408-04-1 / ISSN 1314- 2704, 29 June - 5 July, 2017, Vol. 17, Issue 31, 633-640 pp, DOI: 10.5593/sgem2017/31/S12.079; [18] Costescu I. A., - Protecția mediului ISBN: 978-606-554-393-5, Editura Politehnica, 224 pag., [www.editurapolitehnica.upt.ro](http://www.editurapolitehnica.upt.ro), Timișoara, 2011;
42. Costescu I. A., Orlescu M., Pelea, G. N., Nemes N. S., "Compliant solutions for a technological rehabilitation and functional efficiency of an irrigation system", SGEM2015 Conference Proceedings, June 18-24, 2015, Albena, Bulgaria, ISBN 978-619-7105-39-1 / ISSN 1314-2704, , Book5, Vol. 1, pag. 127-134;
43. Daniel, J.R.K. Drainage density as an index of climatic geomorphology. *J. Hydrol.* 1981, 50, 147–154. [Google Scholar] [CrossRef];
44. Dietrich, W.E.; Reneau, S.L.; Wilson, C.J. Overview: Zero-order basins and problems of drainage density, sediment transport and hillslope morphology. *IASH Publ.* 1987, 165, 49–59. [Google Scholar];
45. Dumitru M., Ciobanu C., Manea Alexandrina, Gament Eugenia, Risnoveanu I., Mihalache Daniela, Tanase Veronica, Vrinceanu Nicoleta, Calciu Irina, Balaceanu Claudia, Preda Mihaela. 2004. Evolutia principalilor parametri de monitoring al solurilor si terenurilor agricole. The evolution of main parameters of soil and agricultural lands in Romania. *Lucrarile Conferintei Nationale pentru Stiinta Solului*. 36 A (1): 39-68. Timisoara: Solness;

46. Elliot, W.J.; Page-Dumroese, D.; Robichaud, P.R. The effects of forest management on erosion and soil productivity. In Proceedings of the Symposium on Soil Quality and Erosion Interaction, Keystone, CO, USA, 7 July 1996; Soil and Water Conservation Society: Ankeney, IA, USA, 1996;
47. Fac-Beneda, J. Struktura sieci hydrograficznej. In *Hydrologia Polski*; Jokiel, P., Marszelewski, W., Pociask-Karteczka, J., Eds.; Wydawnictwo Naukowe PWN: Warsaw, Poland, 2016; pp. 116–121. [Google Scholar];
48. FAO. Transboundary River Basin Overview—Kura Araks; Fao Aquastat: Rome, Italy, 2016. [Google Scholar];
49. Figuła, K. Wstępna charakterystyka zjawisk erozji na terenie kilku powiatów województwa krakowskiego [Preliminary assessment of erosion on the several districts of the Krakowskie province]. *Rocz. Nauk. Rol.* 1955, 1, 111–148. (In Polish) [Google Scholar];
50. Finogenova, N.; Berger, M.; Schelter, L.; Becker, R.; Aus der Beek, T.; Usman, M.; Weber, F.-A.; Finkbeiner, M. Towards a Region-Specific Impact Assessment of Water Degradation In Water Footprinting. *Indones. J. Life Cycle Assess. Sustain.* 2019, 1, 8. [Google Scholar] [CrossRef];
51. Flint A. L., Flint L. E. 2002. Particle density. In *Methods of soil analysis, Part 4*, Dane J. H., Topp G. C. (eds.). Madison, WI: Soil Science Society of America;
52. Florea N., Bălăceanu V., Răuță C., Canarache A., red. coord., Vlad Lucia, Marian Elisabeta, Rîșnoveanu Anișoara, 1987 - Metodologia elaborării studiilor pedologice, Partea I-Colectarea și sistematizarea datelor pedologice, Inst. Cerc. Pedol și Agroch., București;
53. Frenken, K. Irrigation Potential in Africa: A Basin Approach; FAO Land and Water Bulletin 4; Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy, 1997. [Google Scholar];
54. Froehlich, W.; Słupik, J. Rola dróg w kształtowaniu splywu i erozji w karpackich zlewniach fliszowych [The role of road in flow and erosion formation in the flysch Carpathian basins]. *Przegląd Geogr.* 1986, 58, 67–85, (In Polish with English summary);
55. Froehlich, W.; Walling, D.E. The role of unmetalled roads as a sediment source in the fluvial systems of the Polish flysch carpathians, human impacts on erosion and sedimentation. *IASH Publ.* 1997, 245, 159–169. [Google Scholar];
56. Galia, T.; Šilhán, K.; Škarpich, V. The geomorphic impacts of culverts at paved forest roads: Examples from Carpathian headwater channels, Czech Republic. *Catena* 2017, 157, 424–435. [Google Scholar] [CrossRef];
57. Gardner W. H. 1986. Water Content. In *Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods*, Klute A. (ed.). Madison, WI: Soil Science Society of America;
58. Gâștescu P., Tucanu Breier Ariadna (1965), “Câteva aspecte ale bilantului hidrologic al lacurilor din LuncaDunării.”, *Hidrobiologia*, vol.II;

59. Gil, E. Ekstremalne wartości spłukiwania gleby na stokach użytkowanych rolniczo w Karpatach Fliszowych. In Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego, Funkcjonowanie środowiska przyrodniczego w okresie przemian gospodarczych w Polsce; Bochenek, W., Kijowska, M., Eds.; Biblioteka Monitoringu Środowiska: Szymbark, Poland, 2009; pp. 191–218. (In Polish);
60. Gil, E. Spływ wody i procesy geomorfologiczne w zlewniach fliszowych podczas gwałtownej ulewy w Szymbarku w dniu 7 czerwca 1985 roku [Runoff and geomorphic processes in the flysch catchments during heavy downpours in Szymbark on 7 June 1985]. *Dok. Geogr.* 1998, 11, 85–107, (In Polish with English summary). [Google Scholar];
61. Gil, E.; Kijowska-Strugała, M.; Demczuk, P. Soil erosion dynamics on a cultivated slope in the Western Polish Carpathians based on over 30 years of plot studies. *Catena* 2021, 207, 105682.
62. Guzmán, G.; Cabezas, J.M.; Sánchez-Cuesta, R.; Lora, Á.; Bauer, T.; Strauss, P.; Winter, S.; Zaller, J.G.; Gómez, J.A. A field evaluation of the impact of temporary cover crops on soil properties and vegetation communities in southern Spain vineyards. *Agr. Ecosyst. Environ.* 2019, 272, 135–145;
63. Haddeland, I.; Heinke, J.; Biemans, H.; Eisner, S.; Flörke, M.; Hanasaki, N.; Konzmann, M.; Ludwig, F.; Masaki, Y.; Schewe, J.; et al. Global water resources affected by human interventions and climate change. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 2014, 111, 3251–3256. [Google Scholar] [CrossRef];
64. Hallema, D.W.; Moussa, R. A model for distributed GIUH-based flow routing on natural and anthropogenic hillslopes. *Hydrol. Process.* 2014, 28, 4877–4895. [Google Scholar] [CrossRef];
65. Hanaa Darouich, Tiago B. Ramos, Luis S. Pereira, Danilo Rabino, Giorgia Bagagiolo, Giorgio Capello, Lucian Simionesei, Eugenio Cavallo and Marcella Biddoccu, Water Use and Soil Water Balance of Mediterranean Vineyards under Rainfed and Drip Irrigation Management: Evapotranspiration Partition and Soil Management Modelling for Resource Conservation, Portugal, *Water* 2022, 14(4), 554;
66. Horton, R.E. Erosional development of streams and their drainage basins: Hydrophysical approach to the quantitative morphology. *Geol. Soc. Am. Bull.* 1945, 56, 275–370. [Google Scholar] [CrossRef];
67. Hrnčič, M.; Šanda, M.; Kulasová, A.; Císlarová, M. Runoff formation in a small catchment at hillslope and catchment scales. *Hydrol. Processes* 2010, 24, 2248–2256. [Google Scholar] [CrossRef];
68. Hussain, I.; Hussain, Z.; Sial, M.H.; Akram, W.; Farhan, M.F. Water Balance, Supply and Demand and Irrigation Efficiency of Indus Basin. *Water* 2011, 49, 13–38. [Google Scholar];
69. Ion V., Epure Lenuța Iuliana, 2005. Technology of field plants - Varieties and hybrids of cereals and legumes for grains. Printing house of the Department of

Distance Education, USAMV Bucharest;

70. Jensen, C.K.; McGuire, K.J.; McLaughlin, D.L.; Scott, D.T. Quantifying spatiotemporal variation in headwater stream length using flow intermittency sensors. *Environ. Monit. Assess.* 2019, 191, 4. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed];

71. Jensen, C.K.; McGuire, K.J.; Prince, P.S. Headwater stream length dynamics across four physiographic provinces of the Appalachian highlands. *Hydrol. Process.* 2017, 31, 3350–3363. [Google Scholar] [CrossRef];

72. Jitoreanu G., Răus L. Bucur D. (coordonatori), 2007 - Ameliorarea, conservarea și valorificarea solurilor degradate prin intervenții antropice, Editura Ion Ionescu de la Brad, Iasi, 182 p., 978-973-7921-94-9;

73. Jurriens, M.; Mollinga, P.P.; Wester, P. *Scarcity by Design: Protective Irrigation in India and Pakistan*; ILRI: Nairobi, Kenya, 1996. [Google Scholar];

74. Kazmi, S.I.; Ertsen, M.W.; Asi, M.R. The impact of conjunctive use of canal and tube well water in Lagar irrigated area, Pakistan. *Phys. Chem. Earth* 2012, 47–48, 86–98. [Google Scholar] [CrossRef];

75. Kijowska-Strugała, M. Sediment variability in a small catchment of the Polish Western Carpathians during transition from centrally planned to freemarket economics. *Geomorphology* 2019, 325, 119–129. [Google Scholar] [CrossRef];

76. Kijowska-Strugała, M.; Wiejaczka, Ł.; Gil, E.; Bochenek, W.; Kiszka, K. The impact of extreme hydro-meteorological events on the transformation of mountain river channels (Polish Flysch Carpathians). *Z. Geomorphol.* 2017, 61, 75–89. [Google Scholar] [CrossRef];

77. Kirby, M.; Ahmad, M.u.-D.; Mainuddin, M.; Khaliq, T.; Cheema, M.J.M. Agricultural production, water use and food availability in Pakistan: Historical trends, and projections to 2050. *Agric. Water Manag.* 2017, 179, 34–46. [Google Scholar] [CrossRef];

78. Kopicowski, R.; Zimnal, Z.; Chrzastkowski, J.; Jankowski, L.; Szymakowska, F. *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski [Detailed Geological Map of Poland]*. Arkusz/Sheet Gorlice, 1:50,000; Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy: Warszawa, Poland, 1997. [Google Scholar];

79. Krocak, R. *Geomorfologiczne i Hydrologiczne Skutki Funkcjonowania Dróg Polnych na Pogórzu Ciężkowickim [Geomorphological and Hydrological Effects of Unmetalled Road Network Functioning on the Example of Ciężkowickie Foothills]*; *Prace Geograficzne, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN*: Warsaw, Poland, 2010; Volume 225, p. 138, (In Polish with English summary). [Google Scholar];

80. Krocak, R.; Bryndał, T. An attempt to assess the influence of road network on flash flood wave parameters. The case study of the Carpathian Foothills. In *Geomorphometry for Geosciences*; Jasiewicz, Z., Zwoliński, Z., Mitasova, H., Hengl, T., Eds.; Adam Mickiewicz University in Poznań—Institute of Geoecology

- and Geoinformation, International Society for Geomorphometry: Poznań, Poland, 2015; pp. 197–200. [Google Scholar];
81. Krocak, R.; Bryndal, T. Use of the digital terrain models for generation of surface drainage network, functioning during heavy rainfall. Methodological aspects, based on the Zalasówka catchment (Ciężkowickie Foothills). *Przegląd Geogr.* 2017, 89, 5–24. (In Polish) [Google Scholar];
82. Krocak, R.; Bryndal, T.; Bucala, A.; Fidelus, J. The development, temporal evolution and environmental influence of an unpaved road network on mountain terrain: An example from the Carpathian Mts. (Poland). *Environ. Earth Sci.* 2016, 75, 1–14. [Google Scholar] [CrossRef];
83. Krocak, R.; Fidelus-Orzechowska, J.; Bucala-Hrabia, A.; Bryndal, T. Land use and land cover changes in small Carpathian catchments between the mid-19th and early 21st centuries and their record on the land surface. *J. Mt. Sci.* 2018, 15, 2561–2578. [Google Scholar] [CrossRef];
84. Laborator Aquatim, Raport de analiză – Programul Calcobas, Timisoara, Romania, 2015;
85. Łajczak, A.; Margielewski, W.; Rączkowska, Z.; Święchowicz, J. Contemporary geomorphic processes in the Polish Carpathians under changing human impact. *Episodes* 2014, 37, 21–32. [Google Scholar] [CrossRef];
86. Liteanu E., și Ghenea C., 1966, "Cuaternarul din România", Institutul geologic, București;
87. Loague, K.; Vanderkwaak, J.E. Simulating hydrologic response for the R-5 catchment: Comparison of two models and the impact of the roads. *Hydrol. Process.* 2002, 16, 1015–1032. [Google Scholar] [CrossRef];
88. Lopes, S.O.; Fontes, F.A.C.C.; Pereira, R.M.S.; De Pinho, M.; Gonçalves, A.M. Optimal Control Applied to an Irrigation Planning Problem. *Math. Probl. Eng.* 2016, 2016, 5076879. [Google Scholar] [CrossRef];
89. Luce, C.H.; Wemple, B.C. Introduction to special issue on hydrologic and geomorphic effects of forest roads. *Earth Surf. Process. Landf.* 2001, 26, 111–113;
90. Lukianas A, Vaikasas S., Malisauskas A. 2006. Water management tasks in the summer polders of the Nemunas Lowland. *Irrigation and drainage*. John Wiley & Sons. 55 (2): 145-156. DOI: 10.1002/ird.230;
91. M1 Mini Current Meter Relevant Information. Available online: <https://tinyurl.com/ycksc25k> (accessed on 2 January 2022);
92. Ma, H.; Yang, T.; Niu, X.; Hou, Z.; Ma, X., Sound Water and Nitrogen Management Decreases Nitrogen Losses from a Drip-Fertigated Cotton Field in Northwestern China. *Sustainability* 2021, 13, 1002;
93. Man T. E., Beilicci R., Pelea, G. N, Balaj C, Armaş A., Leucuta C. G., "Water source and accumulation basin for sprinkler irrigation on 800 ha in Otelec (Iohanesfeld) and Giulvăz (Ivanda), Timis county, Romania", International Symposia Risk factors for environment and food safety, November 6-7, 2015,

## TEZĂ DE DOCTORAT

Oradea, Romania, Analele Universității Oradea, Fascicula Protecția Mediului, ISSN 1224-6255 / ISSN 2065-3476 / ISSN 2065- 3484 / ISSN 1314-2704, Vol. XXV, 2015, pag. 235-242;

94. Man, T.E., Sabău, N. C., Cîmpan, G., Bodog, M., Hidroameliorații, Vol. 1, Editura Aprilia Print, Timișoara 2007;

95. Mao, Y.; Liu, S.; Nahar, J.; Liu, J.; Ding, F. Soil moisture regulation of agro-hydrological systems using zone model predictive control. *Comput. Electron. Agric.* 2018, 154, 239–247. [Google Scholar] [CrossRef];

96. Marciniak, P.; Zimnal, Z. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski [Detailed Geological Map of Poland]. *Arkuszy/Sheet Tuchów, 1:50,000*; Państwowy Instytut Geologiczny–Państwowy Instytut Badawczy: Warsaw, Poland, 2016. [Google Scholar];

97. Mekonnen, M.M.; Hoekstra, A.Y. Four billion people facing severe water scarcity. *Sci. Adv.* 2016, 2, e1500323. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed];

98. Meteorological Station of the University of Agriculture Faisalabad (UAF). Available online: [http://uaf.edu.pk/faculties/agri/depts/crop\\_physiology/agri\\_met\\_cell/met\\_bulletin.html](http://uaf.edu.pk/faculties/agri/depts/crop_physiology/agri_met_cell/met_bulletin.html) (accessed on 25 November 2021);

99. Metodologia elaborării studiilor pedologice, Partea I: Colectarea și sistematizarea datelor pedologice, I.C.P.A., București, 1987, monitoring using scada system for water supply network. Case study: water treatment plant Urseni, Timis county, Romania", *World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium 2017, WMCAUS 2017, June 12- 16, 2017, Prague, Czech Republic, Abstract Collection, ISBN 978-80-260-9947-5, 82pp / IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 245 (2017) 022025 doi:10.1088/1757-899X/245/2/022025*;

100. Mihnea I., Mândru R., 1974 - Eliminarea excesului de umiditate de pe terenurile agricole. Ed. Ceres, București;

101. Mikosch, N.; Becker, R.; Schelker, L.; Berger, M.; Usman, M.; Finkbeiner, M. High resolution water scarcity analysis for cotton cultivation areas in Punjab, Pakistan. *Ecol. Indic.* 2020, 109, 105852. [Google Scholar] [CrossRef];

102. Mirsal A. I. 2004. Soil pollution. Origin, monitoring & remediation. Berlin: Springer;

103. ML3 Theta Probe Mobile Sensor Relevant Information. Available online: <https://delta-t.co.uk/wp-content/uploads/2017/02/ML3-user-manual-version-2.1.pdf> (accessed on 2 January 2022);

104. Moca V., Bofu C., Filipov F., Radu O. 2001. Influenta de lunga durata a drenajului subteran si a unor lucrari ameliorative asupra solului din campul de drenaje agricole Baia-Moldova. *Lucrarile Conferintei Nationale pentru Stiinta Solului.* 30A (1): 90-110. Bucharest;

105. Moca V., Canarache A., Dumitru Elisabeta. 1988. Modificari agrofizice ale

- luvisolului albic, pseudogleic, drenat și cultivat intensiv în condițiile zonei umede din Depresiunea Baia-Moldova. *Lucrarile Conferinței Naționale pentru Știința Solului*. 26 A (1): 63-76. Bucharest;
106. Mogârzan Aglaia, Morar G., Ștefan M., 2004. *Phytotechnics*. “Ion Ionescu de la Brad” Publishing House, Iași;
107. Montgomery, D.R.; Dietrich, W.E. Where do channels begin? *Nature* 1988, 336, 232–234. [Google Scholar] [CrossRef];
108. Morisawa, M.E. Quantitative geomorphology of some watersheds in the Appalachian Plateau. *Geol. Soc. Am. Bull.* 1962, 73, 1025–1046. [Google Scholar] [CrossRef];
109. Mungi Canal Relevant Information. Available online: <https://irrigation.punjab.gov.pk/channel-information> (accessed on 2 January 2022);
110. Murray-Rust, D.H.; Vander Velde, E.J. Conjunctive use of canal and groundwater in Punjab, Pakistan: Management and policy options. *Irrig. Drain. Syst.* 1994, 8, 201–231. [Google Scholar] [CrossRef];
111. Musa, J.J.; Mustapha, I.H.; Yerima, I.Y.; Kuti, I.A.; Abogunrin, M.E. Evaluation of Irrigation Application Efficiency: Case Study of Chanchaga Irrigation Scheme. *Arid Zo. J. Eng.* 2016, 12, 58–64. [Google Scholar];
112. Muzammil, M.; Zahid, A.; Breuer, L. Water resources management strategies for irrigated agriculture in the Indus basin of Pakistan. *Water* 2020, 12, 1429. [Google Scholar] [CrossRef];
113. Negrei C., 2011 - Diagnostic privind implicațiile economico-financiare ale organizării exploatașilor agricole pe baza unei dezvoltări durabile, *Agricultura și mediul*, Academia de Studii Economice din București;
114. Novara, A.; Cerda, A.; Barone, E.; Gristina, L. Cover crop management and water conservation in vineyard and olive orchards. *Soil Till. Res.* 2021, 208, 104896;
115. Nowicka, B. Adaptacja praw Hortona i Schumma do potrzeb modelowania odpływu powierzchniowego metodą geomorfologicznego chwilowego hydrogramu jednostkowego [Adaptation of the Horton and Schumm laws for modeling the overland flow by the geomorphologic instantaneous unit hydrograph method]. *Pr. I Studia Geogr.* 1992, 12, 157–175, (In Polish with English summary). [Google Scholar];
116. Ostrowski, J.; Czarnecka, H.; Głowacka, B.; Krupa-Marchlewska, J.; Zaniewska, M.; Sasim, M.; Moskwiński, T.; Dobrowolski, A. Nagłe powodzie lokalne (flash flood) w Polsce i skala ich zagrożeń. In *Wpływ Zmian Klimatu na Środowisko, Gospodarkę i Społeczeństwo*, Tom 3; Lorenc, H., Ed.; Kłęski Żywiolowe a Bezpieczeństwo Wewnętrzne Kraju; IMGW-PIB: Warszawa, Poland, 2012; pp. 7–32. (In Polish) [Google Scholar];
117. Pazdro, Z.; Kozerski, B. *Hydrogeologia ogólna*; Wydawnictwa Geologiczne: Warsaw, Poland, 1990; 623p. (In Polish) [Google Scholar];
118. Pelea, G. N, Costescu I. A., Man T. E., Cococeanu A., “Current management

- issues in exploitation and maintenance of irrigation systems in western part of Romania. Case study of water quality for irrigation", SGEM2016, www.sgem.org, SGEM 2016 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7105-65-0 / ISSN 1314-2704 / DOI:10.5593/sgem2016B51, 28 June - 7 July, 2016, Book5 Vol. 1, 223-230 pp;
119. Pelea, G. N, Crețan I. A., "Current aspects and perspective of irrigation infrastructure in west part of Romania", Scientific Bulletin of the POLITEHNICA University of Timișoara, Romania, Transactions on Hydrotechnics, ISSN 2601-8020, Volume 64 (78), Issue 2, 2019, pag. 32-35;
120. Pereira, L.S.; Paredes, P.; Melton, F.; Johnson, L.; Mota, M.; Wang, T. Prediction of crop coefficients from fraction of ground cover and height: Practical application to vegetable, field, and fruit crops with focus on parameterization. *Agric. Water Manage.* 2021, 252, 106663;
121. Petcu Gh., Elena Petcu, 2008. Technological guide for wheat, corn, sunflower. Domino Publishing House;
122. Phogat, V.; Pitt, T.; Stevens, R.M.; Cox, J.W.; Šimůnek, J.; Petrie, P.R. Assessing the role of rainfall redirection techniques for arresting the land degradation under drip irrigated grapevines. *J. Hydrol.* 2020, 587, 125000;
123. Popescu Ch., Bucur D., 1999 - Apa și producția vegetală, Editura Gheorghe Asachi, Iași, ISBN973-99211-5-9;
124. Popescu Ch., Bucur D., 2004 - Valorificarea unor terenuri agricole expuse poluării și degradării, Editura Ion Ionescu de la Brad, Iasi, 492 p, ISBN 973-7921-43-7. 148;
125. Popescu Ch., Meglei V., Bucur D., 2002 - Protecția mediului și valorificarea în agricultură a unor deșeuri, reziduuri și ape uzate, Editura Tehnopress, Iași, 206 p, ISBN 973-8377-06-4;
126. Prancevic, J.P.; Kirchner, J.W. Topographic controls on the extension and retraction of flowing streams. *Geophys. Res. Lett.* 2019, 46, 2084–2092. [Google Scholar] [CrossRef];
127. Proiect 172/2012: „Amenajare irigației la S.C. EMILIANA WEST ROM S.R.L. - Sistem Aranca, compartimentul IV”, jud. Timiș, INCDIF-ISPIF București Sucursala Banat, Arhivă, Timișoara, 2012;
128. Qiu Jin 1, Junjian You, Meixiang Xie, Yaliu Qiu, Shaohua Lei, Qian Ding and Jingnan Chen, Drip Irrigation Reduced Fertilizer Nitrogen Loss from Lettuce Field—A Case Study Based on 15N Tracing Technique, China, *Water* 2022, 14(4), 675;
129. Qureshi, A.S.; McCornick, P.G.; Sarwar, A.; Sharma, B.R. Challenges and Prospects of Sustainable Groundwater Management in the Indus Basin, Pakistan. *Water Resour. Manag.* 2010, 24, 1551–1569. [Google Scholar] [CrossRef];
130. Radu O., Bucur D., 2007 - Funcționarea rețelei de drenaj din sectorul Păltinoasa Drăgușeni, județul Suceava, în condițiile exploatării terenurilor agricole pe parcele individuale orientate paralel cu liniile de drenuri absorbante. *Lucrări*



## TEZĂ DE DOCTORAT

Științifice, seria Agronomie, U.Ș.A.M.V. Iași, vol. 50, p. 180-185. Editura „Ion Ionescu de la Brad” Iași, ISSN 1454-7414;

131. Radu O., Bucur D., 2008 - The functional efficiency of the drainage network from the Moldova watershed under conditions of the agricultural exploitation on individual plots. International Conference on Agricultural Engineering, Hersonissos – Crete, 23-25 June 2008, Greece;

132. Radu O., Bucur D., 2010 - Aspects of water excess discharge from the lands fitted with drainage systems of Moldova river meadow, Suceava county. *Lucrări științifice, Seria Agronomie, U.S.A.M.V. Iași*, vol. 53, nr. 3, p. 87-91. *Lucrările celei de a XIX-a Conferințe Naționale pentru Știința Solului*. Editura „Ion Ionescu de la Brad” Iași. ISSN 1454-7414;

133. Radu O., Bucur D., 2016 - Modificarea elementelor geometrice și hidraulice ale rețelei de desecare sub acțiunea factorului antropic. *Lucrări științifice, seria Cadastru și Drept, U.A.S.M. Chișinău*, vol. 46, p. 166-173. Editura Universitatea Agrară de Stat din Moldova. ISBN 978-9975-65-284-2;

134. Radu O., Cîmpeanu S. M., Teodorescu R. I., Bucur D., 2017 - Current Perspective on Irrigation and Drainage. Edited by Suren Kulshreshtha and Amin Elshorbagy. Published by InTech Rijeka, Croatia. ISBN 978-953-51-2951-6;

135. Radu O., Moca V., Bucur D., 2010 – Behavior of underground drainage after 30 years of functioning, in the Baia experimental field of agricultural drainages, Suceava county. *Lucrări Științifice, seria Agronomie, U.Ș.A.M.V. Iași*, vol. 53, nr. 2, p. 139-142, Editura „Ion Ionescu de la Brad” Iași. ISSN 1454-7414;

136. Rallo, G.; Paço, T.A.; Paredes, P.; Puig-Sirera, À.; Massai, R.; Provenzano, G.; Pereira, L.S. Updated single and dual crop coefficients for tree and vine fruit crops. *Agric. Water Manage.* 2021, 250, 106645;

137. Razzaq, A.; Qing, P.; ur Rehman Naseer, M.A.; Abid, M.; Anwar, M.; Javed, I. Can the informal groundwater markets improve water use efficiency and equity? Evidence from a semi-arid region of Pakistan. *Sci. Total Environ.* 2019, 666, 849–857. [Google Scholar] [CrossRef];

138. Ritzema H. P., Kselik R. A. L., Chanduvi F. 1996. Drainage of irrigated lands: a manual (Irrigation water management training manual). Rome: FAO;

139. Rizwan, M.; Bakhsh, A.; Li, X.; Anjum, L.; Jamal, K.; Hamid, S. Evaluation of the impact of water management technologies on water savings in the Lower Chenab Canal command area, Indus river Basin. *Water* 2018, 10, 681. [Google Scholar] [CrossRef];

140. Rodríguez-Iturbe, I.; Escobar, L.A. The dependence of drainage density on climate and geomorphology. *Hydrol. Sci. J.* 1982, 27, 129–137. [Google Scholar] [CrossRef];

141. Rodríguez-Iturbe, I.; Muneeppeerakul, R.; Bertuzzo, E.; Levin, S.A.; Rinaldo, A. River networks as ecological corridors: A complex systems perspective for integrating hydrologic, geomorphologic, and ecologic dynamics. *Water Resour. Res.*

## TEZĂ DE DOCTORAT

- 2009, 45, 1944–7973. [Google Scholar] [CrossRef];
142. Roman Gh.V., M Dumbravă., V. Ion, Ionela Dobrin, D.I. Marin, Lenuța Iuliana Bucată, 2003. Conditioning and conservation of the wheat harvest - Determining the quality for bakery. University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine Bucharest, Zonal University Office for Agricultural Consulting;
143. Sandu M., Anatol L. R., Țurcan S. Calitatea apei pentru irigare Ecologia și Geografia Buletinul AȘM. Științele vieții. Nr. 1(334) 2018 Buletinul AȘM. Științele vieții. Nr. 1(334) 2018;
144. Sarwar, A. Water management in the indus basin in Pakistan: Challenges and opportunities. *Indus. River Basin. Water Secur. Sustain.* 2019, 31, 375–388. [Google Scholar] [CrossRef];
145. Savu P., Bucur D., 2002 - Organizarea și amenajarea teritoriului agricol cu lucrări de îmbunătățiri funciare, Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași, 502 p, ISBN 973- 8014-62-X;
146. Savu P., Bucur D., 2009 - Regularizarea cursurilor de apă, Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași, 232 p, ISBN978-973-147-028-3;
147. Schumm, S.A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands and Perth Amboy, NJ. *Geol. Soc. Am. Bull.* 1956, 67, 597–646. [Google Scholar] [CrossRef];
148. Shabbir, A.; Arshad, M.; Bakhsh, A.; Usman, M.; Shakoor, A.; Ahmad, I.; Ahmad, A. Apparent and real water productivity for cotton-wheat zone of Punjab, Pakistan. *Pakistan J. Agric. Sci.* 2012, 49, 323–329. [Google Scholar];
149. Shakir, A.S.; Rehman, H.; Khan, N.M.; Qazi, A.U. Impact of canal water shortages on groundwater in the Lower Bari Doab canal system in Pakistan. *Pakistan J. Eng. Appl. Sci.* 2011, 9, 87–97. [Google Scholar];
150. Silva, S.P.; Valín, M.I.; Mendes, S.; Araujo-Paredes, C.; Cancela, J. Dual crop coefficient approach in *Vitis vinifera* L. cv. Loureiro. *Agronomy* 2021, 11, 2062;
151. Siwek, J.P.; Żelazny, M.; Siwek, J.; Szymański, W. Effect of land use, seasonality, and hydrometeorological conditions on the  $K_{+}$  concentration-discharge relationship during different types of floods in Carpathian Foothills catchments (Poland). *Water Air Soil Pollut.* 2017, 228, 1–20. [Google Scholar] [CrossRef];
152. Słupik, J. Zastosowanie zdjęć lotniczych o określaniu wpływu bruzd i dróg polnych na strukturę bilansu wodnego stoków górskich [Aerial photography used to assess the influence of ditches and field paths on the structure of the water balance of mountain slopes]. *Fotointerpret. W Geogr.* 1976, 11, 31–38, (In Polish with English summary). [Google Scholar];
153. Słupik, J. Zróźnicowanie spływu powierzchniowego na fliszowych stokach górskich [Differentiation of the surface run-off on flysch mountain slopes]. *Dok.*

- Geogr. 1973, 2, 1–118, (In Polish with English summary). [Google Scholar];
154. Starkel, L. Geomorphic role of extreme rainfalls in the Polish Carpathians. *Studia Geomorphol. Carpatho-Balc.* 1996, 30, 21–38. [Google Scholar];
155. Steduto, P.; Hsiao, C.T.; Fereres, E.; Raes, D. *Crop Yield Response to Water*; Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy, 2012; p. 503. ISBN 9789251072745. [Google Scholar];
156. Steers R. – *Introduction on Organizational Behavior*, Scott, Foresman and Co, Glenview, 1988;
157. Stikan I.A., 1968 - Zakrîtîi drenaj in urojoinost. *Vestr.s-h Nauki* vol.13, nr. 9;
158. Strahler, A.N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Trans. Am. Geophys. Union.* 1957, 63, 913–920. [Google Scholar] [CrossRef];
159. The Effects of the Equitable Canal Water Allocation Model Scheduling on Crops and Soils under the Warabandi Water Management System: A Case Study of the Hakra Branch Canal Command Area of the Punjab Province Pakistan. Available online: <https://ir.canterbury.ac.nz/handle/10092/12435> (accessed on 2 January 2022);
160. Using RS and GIS to Access Crop Water Productivity after Canal. Available online: <http://wseas.us/e-library/conferences/2015/Tenerife/ENVIR/ENVIR-34.pdf> (accessed on 2 January 2022);
161. Usman, M.; Liedl, R.; Zhang, F.; Zaman, M. Groundwater Irrigated Agriculture Evolution in Central Punjab, Pakistan. *Sustain. Agric. Rev.* 2018, 33, 259–294. [Google Scholar] [CrossRef];
162. Usman, M.; Qamar, M.U.; Becker, R.; Zaman, M.; Conrad, C.; Salim, M. Numerical modelling and remote sensing based approaches for investigating groundwater dynamics under changing land-use and climate in the agricultural region of Pakistan. *J. Hydrol.* 2020, 581, 124408. [Google Scholar] [CrossRef];
163. Waqas, M.M.; Awan, U.K.; Cheema, M.J.M.; Ahmad, I.; Ahmad, M.; Ali, S.; Shah, S.H.H.; Bakhsh, A.; Iqbal, M. Estimation of Canal Water Deficit Using Satellite Remote Sensing and GIS: A Case Study in Lower Chenab Canal System. *J. Indian Soc. Remote Sens.* 2019, 47, 1153–1162. [Google Scholar] [CrossRef];
164. Ward, A.; Schmadel, N.M.; Wondzell, S.M. Simulation of dynamic expansion, contraction, and connectivity in a mountain stream network. *Adv. Water Res.* 2018, 114, 64–82. [Google Scholar] [CrossRef];
165. Ward, J.V.; Tockner, K.; Uehlinger, U.; Malard, F. Understanding natural patterns and processes in river corridors as the basis for effective river restoration. *Regul. Rivers-Res. Manag.* 2001, 17, 311–323. [Google Scholar] [CrossRef];
166. Wehry, A., Panțu, H., *Amenajări hidroameliorative*, Vol. 1, Editura Aprilia Print, Timișoara 2008;
167. Wemple, B.C.; Clark, G.E.; Ross, D.S.; Rizzo, D.M. Identifying the spatial pattern and importance of hydro-geomorphic drainage impairments on unpaved

roads in the northeastern USA. *Earth Surf. Processes Landf.* 2017, 42, 1652–1665. [Google Scholar] [CrossRef];

168. Wigington, P.J.; Moser, T.J.; Lindeman, D.R. Stream network expansion: A riparian water quality factor. *Hydrol. Process.* 2005, 19, 1715–1721. [Google Scholar] [CrossRef];

169. Xu, R.; Chen, J.; Lin, Z.; Chen, X.; Hou, M.; Shen, S.; Jin, Q.; Zhong, F. Fate of urea-N-15 as influenced by different irrigation modes. *RSC Adv.* 2020, 10, 11317–11324;

170. Yongguang, H.; Buttar, N.A.; Shabbir, A.; Faheem, M.; Aleem, M. Precision management of groundwater abstraction on different spatial scales of lower Chenab canal system in Punjab, Pakistan. *IFAC-PapersOnLine* 2018, 51, 397–401. [Google Scholar] [CrossRef];

171. Young, W.J.; Anwar, A.; Bhatti, T.; Borgomeo, E.; Davies, S.; Garthwaite, W.R., III; Gilmont, E.M.; Leb, C.; Lytton, L.; Makin, I.; et al. Pakistan: Getting More from Water. *Water Security Diagnostic*; World Bank: Washington, DC, USA, 2019. [Google Scholar];

172. Zocatelli, D.; Borga, M.; Chirico, G.B.; Nikolopoulos, E.I. The relative role of hillslope and river network routing in the hydrologic response to spatially variable rainfall fields. *J. Hydrol.* 2015, 531, 349–359.

\*\*\*Food and Agriculture Organization of the United Nations <http://www.fao.org/>

\*\*\*Institutul Național de Cercetare – Dezvoltare pentru Îmbunătățiri Funciare <https://www.ispif.ro/>

\*\*\*Institutul pentru Studii și Proiecte de Îmbunătățiri Funciare <https://www.ispif.ro/>

\*\*\*Societatea Națională de Îmbunătățiri Funciare <http://www.snif.ro/>

\*\*\*[www.icid-ciid.org](http://www.icid-ciid.org)

\*\*\*[www.valmont.com](http://www.valmont.com)

\*\*\*Agenția Națională de Îmbunătățiri Funciare <https://www.anif.ro/>

\*\*\*[https://ro.wikipedia.org/wiki/Agricultura\\_Rom%C3%A2niei#cite\\_note-gs2010-04-09-17](https://ro.wikipedia.org/wiki/Agricultura_Rom%C3%A2niei#cite_note-gs2010-04-09-17);

\*\*\*Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții;

\*\*\*Legea nr. 138/2004 - Legea îmbunătățirilor funciare;

\*\*\*Legea nr. 50/1991 privind autorizarea executării lucrărilor de construcții;

\*\*\*Legea nr.107/1996 - Legea apelor.

\*\*\*Legea nr.107/1996 - Legea apelor;

\*\*\*Legea nr.137/1995 - Legea protecției mediului.

\*\*\*[www.addjb.ro](http://www.addjb.ro) – Ghid practic pentru elaborarea strategiilor locale de dezvoltare

## ANEXE ANNEXES

### Aneza 1. Lista lucrărilor științifice

#### Articole publicate în reviste indexate ISI

1. Prepelită (Popovici) Cătălina Ionela, Coadă (Nenciu) Daniela, Bucur Daniel, 2021 - *Analytical Study On The Technischeconomic Impact Of Irrigation Systems: Review On Recent Development And Future Perspectives*, Research Journal of Agricultural Science, 53 (1). [https://rjas.ro/paper\\_detail/3335](https://rjas.ro/paper_detail/3335)

2. Mocanu Ionuț, Prepelită (Popovici) Cătălina Ionela, Bucur Daniel, 2021 - *Studies Regarding The Irrigation System From The Great Brăila Island - Romania*, Research Journal of Agricultural Science, ISSN 2668-926X, Vol 53, No 1, pag. 103-115. [https://rjas.ro/paper\\_detail/3327](https://rjas.ro/paper_detail/3327)

#### Articole publicate în reviste indexate BDI

1. Catalina Popovici, Ionut Bogdan Totolea, Adriana Mihaela Hutanu (Totolea), Sergiu Pruteanu, Daniel Bucur, 2021 - *Study of moisture distribution in drip-irrigated cambic chernozem in the Cracau Plain*, Revista "Lucrări științifice. Seria Agronomie" – Vol. 64, nr. 1. <https://www.uaiasi.ro/revagrois/PDF/2021-1/paper/30.pdf>

2. Coadă (Nenciu) Daniela, Prepelită (Popovici) Cătălina-Ionela, Mocanu Ionuț, Daniel Bucur, 2021 - *Irrigation Regime for Bean Beans in the Conditions of the Romanian Plain*, Revista "Lucrări științifice. Seria Agronomie" – Vol. 64, nr. 2. <https://www.uaiasi.ro/revagrois/PDF/2021-2/paper/08.pdf>

3. Daniela Coadă (Nenciu), Cătălina Ionela Prepelită (Popovici), Adriana Mihaela Totolea (Huțanu), D.Bucur, 2021 - *Establishing The Optimum Regime For Irrigation At Barley And Two Rowed Barley In Northern Bărăgan Area*, Research Journal of Agricultural Science, 53(1). [https://rjas.ro/paper\\_detail/3336](https://rjas.ro/paper_detail/3336)

4. Cristian Totolea, Catalin Ionela Popovici, Daniel Bucur, 2021 - *Research On The Technical Efficiency Of Anti-Erosion Works In The Izvoru Berheciului Hydro-Amelioration System*, "Lucrări științifice. Seria Agronomie" – Vol. 64, nr. 2. <https://www.uaiasi.ro/revagrois/PDF/2021-2/paper/10.pdf>

## TEZĂ DE DOCTORAT

5. Oana Coca, Diana Creangă, Cătălina Ionela Popovici, Ștefan Viziteu, 2022 - *Technical and Economic Efficiency of the Drip Irrigation System at s.c. Triticum s.r.l.*, *Lucrări Științifice* – vol. 65(1)/2022, seria Agronomie  
[https://www.uaiasi.ro/revagrois/volum/Volum-65-1\\_2022.pdf](https://www.uaiasi.ro/revagrois/volum/Volum-65-1_2022.pdf)

### Anexa 2. Lista tabelelor

Tabelul 1.1.	Evoluția utilizării terenului în agricultură	29
Tabelul 1.2.	Situația amenajărilor de irigații în România	31
Tabelul 1.3.	Generalități asupra (sub)sistemelor de irigații majore devenite viabile după reabilitare (România)	32
Tabelul 1.4.	Suprafața terenurilor amenajate cu lucrări de irigații în perioada 2014 și 2022	33
Tabelul 1.5.	Suprafața agricolă efectiv irigată, cu cel puțin o udare	33
Tabelul 2.1.	Impactul unei serii de factori asupra situației calității solului	47
Tabelul 2.2.	Profil sondaj 1	48
Tabelul 2.3.	Profil sondaj 2	49
Tabelul 2.4.	Profil foraj 3	50
Tabelul 2.5.	Profil sondaj 4	51
Tabel 4.1.	Clasificarea calității apei de irigație în funcție de indicatorii saline	63
Tabel 4.2.	Clasificarea calității apei de irigație în funcție de indicia de alcalizare	64
Tabel 4.3.	Valorile agregatelor hidrostabile pentru solul cultivat și solul necultivat	64
Tabel 4.4.	Valori medii ale conductivității hidraulice și ale coeficientului de permeabilitate	65
Tabel 4.5.	Permeabilități și conductivități hidraulice ale depozitelor sedimentare neconsolidate (după C. W. Fetter, 1994)	66
Tabel 4.6.	Valori de umiditate la capacitatea câmpului	66
Tabel 4.7.	Valorile densității aparente pentru solul cultivat și pentru solul necultivat	67
Tabel 4.8.	Dimensiunile conductei liilor de picurare (Netafim)	72
Tabel 4.9.	Suprafață însămânțată - total boabe, toamna - 2021 (SC. Triticum SRL.)	75
Tabel 4.10.	Elementele tehnologice la culturile însămânțate în toamna anului 2021 (SC. Triticum SRL.)	77
Tabel 4.11.	Categorii de culturi (SC. Triticum SRL.)	78

## TEZĂ DE DOCTORAT

Tabel 4.12.	Producția obținută în anul 2019 (SC. Triticum SRL.)	79
Tabel 4.13.	Producția obținută în anul 2020 (SC. Triticum SRL.)	79
Tabel 4.14.	Producția obținută în anul 2021 (SC. Triticum SRL.)	79
Tabel 4.15.	Producția obținută în anul 2022 (SC. Triticum SRL.)	79
Tabel 4.16.	Diferite variante de aprovizionare cu apă, Săvinești - 2019-2022	80
Tabel 4.17.	Regimul de irigare al culturii porumbului în diferite variante de aprovizionare cu apă, Săvinești 2019-2022	81
Tabel 4.18.	Valorile indicelui de ariditate - Martonne (IdM) în condițiile întreruperii udărilor în diferite luni ale sezonului de irigație al porumbului. Săvinești, 2019-2022	83
Tabel 4.19.	Consumul total de apă al culturii porumbului neirigat și irigat și sursele de acoperire în condițiile de la Săvinești, 2019-2022	84
Tabel 4.20.	Stabilirea consumului de apă la cultura de porumb pentru boabe prin metoda Thornthwaite, în condițiile de la Săvinești (2019-2022)	86
Tabel 4.21.	Bilanțul apei în sol la cultura porumbului pentru boabe (Săvinești)	87
Tabel 4.22.	Precipitații lunare (mm) înregistrate în perioada de vegetație a porumbului Săvinești, 2019-2022	89
Tabel 4.23.	Utilaje agricole achiziționate până la sfârșitul anului 2020 (SC. Triticum SRL.)	89
Tabel 4.24.	Situația parcului de tractoare și mașini agricole la sfârșitul anului 2021 (SC. Triticum SRL.)	90
Tabel 5.1.	Comparatie între soluțiile propuse	118-119
Tabel 5.2.	Cantitățile de precipitații din perioada de cercetare	124
Tabel 5.3.	Producția pe anii de studiu în regim irigat și neirigat	126
Tabel 5.4.	Principalii indicatori economici la cultura de porumb în regim neirigat și irigat	126
Tabel 5.5.	Cheltuieli de producție ale culturii de porumb în regim irigat și neirigat	128
Tabel 5.6.	Valoarea totală a producției în regim irigat și neirigat	128

### Annex 2. List of tables

Table 1.1.	Evolution of land use in agriculture	29
Table 1.2.	The situation of irrigation facilities in Romania	31

## TEZĂ DE DOCTORAT

Table 1.3.	Overview of (sub)major irrigation systems made viable after rehabilitation (Romania)	32
Table 1.4.	The surface of the lands developed with irrigation works between 2014 and 2022	33
Table 1.5.	The agricultural area effectively irrigated, with at least one watering	33
Table 2.1.	The impact of a range of factors on the soil quality situation	47
Table 2.2.	Survey profile 1	48
Table 2.3.	Survey profile 2	49
Table 2.4.	Drilling profile 3	50
Table 2.5.	Survey profile 4	51
Table 4.1.	Classification of irrigation water quality according to salinity indicators	63
Table 4.2.	Classification of irrigation water quality according to alkalinity index	64
Table 4.3.	Values of hydrostable aggregates for cultivated and non-cultivated soil	64
Table 4.4.	Average values of hydraulic conductivity and permeability coefficient	65
Table 4.5.	Hydraulic permeabilities and conductivities of unconsolidated sediment deposits (after C. W. Fetter, 1994)	66
Table 4.6.	Moisture values at field capacity	66
Table 4.7.	Apparent density values for cultivated soil and uncultivated soil	67
Table 4.8.	Pipe dimensions of drip lines (Netafim)	72
Table 4.9.	Sown area - total grains, autumn - 2021 (SC. Triticum SRL.)	75
Table 4.10.	Technological elements for crops sown in the fall of 2021 (SC. Triticum SRL.)	77
Table 4.11.	Categories of crops (SC. Triticum SRL.)	78
Table 4.12.	Production obtained in 2019 (SC. Triticum SRL.)	79
Table 4.13.	Production obtained in 2020 (SC. Triticum SRL.)	79
Table 4.14.	Production obtained in 2021 (SC. Triticum SRL.)	79
Table 4.15.	Production obtained in 2022 (SC. Triticum SRL.)	79
Table 4.16.	Different water supply options, Săvinești - 2019-2022	80
Table 4.17.	Irrigation regime of maize culture in different variants of water supply, Săvinești 2019-2022	81



## TEZĂ DE DOCTORAT

Table 4.18.	The values of the aridity index - Martonne (IdM) under conditions of irrigation interruption in different months of the maize irrigation season. Savinesti, 2019-2022	83
Table 4.19.	The total water consumption of the non-irrigated and irrigated maize culture and the sources of coverage under the conditions of Săvinești, 2019-2022	84
Table 4.20.	Determining the water consumption of maize for grains by the Thornthwaite method, under the conditions of Săvinești (2019-2022)	86
Table 4.21.	The water balance in the soil in the maize crop for grains (Săvinești)	87
Table 4.22.	Monthly precipitation (mm) recorded during the maize vegetation period Savinesti, 2019-2022	89
Table 4.23.	Agricultural machinery purchased until the end of 2020 (SC. Triticum SRL.)	89
Table 4.24.	The situation of the park of tractors and agricultural machines at the end of 2021 (SC. Triticum SRL.)	90
Table 5.1.	Comparison between the proposed solutions	118-119
Table 5.2.	Amounts of precipitation during the research period	124
Table 5.3.	Production over the years of study under irrigated and non-irrigated conditions	126
Table 5.4.	The main economic indicators in the non-irrigated and irrigated maize crop 2019-2022	126
Table 5.5.	Production costs of maize crop under irrigated and non-irrigated conditions	128
Table 5.6.	Total value of irrigated and non-irrigated production	128

### Anexa 3. Lista figurilor

Figura 1.1.	Dezvoltarea suprafețelor amenajate cu lucrări pentru irigații (MDLPA 2022)	28
Figura 1.2.	Evoluția capacității utilizării amenajărilor pentru irigații (MDLPA 2022)	29
Figura 2.1.	Poziționarea județului Neamț pe teritoriul României (imagine din satelit Modis Aster)	35
Figura 2.2.	Poziția geografică a bazinului hidrografic Siret în cadrul României și al Europei (Wikipedia)	36
Figura 2.3.	Județul Neamț – Icușești (Wikipedia)	37
Figura 2.4.	Râul Siret în zona studiată	37

## TEZĂ DE DOCTORAT

Figura 2.5.	Temperaturi medii anuale 2019-2022 (Meteoblue)	39
Figura 2.6.	Media precipitațiilor (2019-2022) (Meteoblue)	39
Figura 2.7.	Temperatură și precipitații – în lunile de vegetație (2019) (Meteoblue)	41
Figura 2.8.	Temperatură și precipitații – în lunile de vegetație (2020) (Meteoblue)	41
Figura 2.9.	Temperatură și precipitații – în lunile de vegetație (2021) (Meteoblue)	41
Figura 2.10.	Temperatură și precipitații – în lunile de vegetație (2022) (Meteoblue)	42
Figura 2.11.	Temperatură și precipitații – în lunile de vegetație (2022) a) (Meteoblue)	42
Figura 2.12.	Temperatură și precipitații – în lunile de vegetație (2022) b) (Meteoblue)	42
Figura 2.13.	Porumb neirigat în centrul experimental Săvinești - județului Neamț	43
Figura 2.14.	Porumb irigat cu 240 m <sup>3</sup> /ha	44
Figura 2.15.	Profil sol cu textură argilo – nisipoasă (cernoziom cambic) (Săvinești)	52
Figura 4.1.	Sisteme hidrotehnice și de gospodărire a apelor din Bazinul Hidrografic Siret (ANPM)	60
Figura 4.2.	Râul Cracău – Punctul de priză	62
Figura 4.3.	Structura sistemului de irigare prin picurare (Netafim)	68
Figura 4.4.	Structura sistemului de irigare prin picurare subsolier (Netafim)	68
Figura 4.5.	Schema sistemului de irigație (Netafim – soluția adoptată)	69
Figura 4.6.	Componentă cap control principal (Netafim)	70
Figura 4.7.	Unitate principală de filtrare (Netafim)	71
Figura 4.8.	Linia de distribuție (SC Triticum SRL)	71
Figura 4.9.	Conducte de udare prin picurare amplasate sub suprafața terenului (SC Triticum SRL)	72
Figura 4.10.	a: apă curată și b – apă cu reziduuri	73
Figura 4.11.	(a, b) Suprafață irigată	76
Figura 4.12.	Schema hidrotehnică de irigații Dămieniști – Localizarea suprafeței deservită de O.U.A.I. Spiridonești	92
Figura 4.13.	Locația celor două Ploturi: SPP1 – Spiridonești și Plotul SPP2 Dămieniști	93
Figura 4.14.	SH a Sistemului de irigații Spiridonești – Amplasamentul lucrărilor de modernizare și reabilitare	94
Figura 4.15.	Situația lucrărilor de reabilitare – Spiridonești	94
Figura 4.16.	Planșeu Stație de pompare – degradat (2017)	97

## TEZĂ DE DOCTORAT

Figura 4.17.	Pereți Stație de pompare – degradați (2017)	97
Figura 4.18.	Planșeu și pereți Stație de pompare (2017)	98
Figura 4.19.	Roată de manevră cu tijă pentru acționare vană plană DN1000 mm (2017)	98
Figura 4.20.	Fațadă laterală dreapta Clădire stație pompare (2017)	98
Figura 4.21.	Fațadă posterioară Clădire stație pompare (2017)	99
Figura 4.22.	Conductă corodată interior stație SPA Dămieniști (2017)	99
Figura 4.23.	Plafonul cuvei umede – cu armatura la vedere (2017)	99
Figura 4.24.	Exterior stație SPA Dămieniști (2017)	100
Figura 4.25.	Sursa de apă (Râul Siret)	101
Figura 4.26.	Bazin de aspirație al SPA – amplasament și lucrări reabilitate	102
Figura 4.27.	Bazin de aspirație al SPA - secțiuni caracteristice	103
Figura 4.28.	Stație de pompare de punere sub presiune – SPP1 – lucrări de reabilitare	107
Figura 4.29.	Schema electrică - Stație de pompare de punere sub presiune – SPP1	108
Figura 4.30.	Schema de automatizare - Stație de pompare de punere sub presiune SPP1	109
Figura 4.31.	Fluxul funcțional - Stația de pompare de punere sub presiune – SPP1	110
Figura 5.1.	Cantitățile de precipitații din perioada de cercetare (lunile aprilie-septembrie)	125
Figura 5.2.	Variația producția pe anii de studiu în regim irigat și neirigat	125
Figura 5.3.	Variația prețului de producție în regim irigat și neirigat	127
Figura 5.4.	Media profitului în funcție de prețul de vânzare (2019-2022)	127
Figura 5.5.	Eficiența economică a irigării culturii de porumb	128

### Annex 3. List of figures

Figure 1.1.	Development of landscaped areas with irrigation works (MDLPA 2022)	28
Figure 1.2.	The evolution of the used capacity of irrigation facilities (MDLPA 2022)	29
Figure 2.1.	Positioning of Neamț County on Romanian territory (Modis Aster satellite image)	35
Figure 2.2.	Geographical position of the Siret hydrographic basin within Romania and Europe (Wikipedia)	36

## TEZĂ DE DOCTORAT

Figure 2.3.	Neamt County – Săvinești (Wikipedia)	37
Figure 2.4.	Vegetation in the studied area	37
Figure 2.5.	Average annual temperatures 2019-2022 (Meteoblue)	39
Figure 2.6.	Average precipitation (2019-2022) (Meteoblue)	39
Figure 2.7.	Temperature and precipitation – in the growing months (2019) (Meteoblue)	41
Figure 2.8.	Temperature and precipitation – in the growing months (2020) (Meteoblue)	41
Figure 2.9.	Temperature and precipitation – in the growing months (2021) (Meteoblue)	41
Figure 2.10.	Temperature and precipitation – in the growing months (2022) (Meteoblue)	42
Figure 2.11. a)	Temperature and precipitation – in the growing months (2022) (Meteoblue)	42
Figure 2.12. b)	Temperature and precipitation – in the growing months (2022) (Meteoblue)	42
Figure 2.13.	Non-irrigated maize in the experimental center of plot 1 within the Icusești UAT site - Neamț county	43
Figure 2.14.	Irrigated maize with 240 m <sup>3</sup> /ha	44
Figure 2.15.	Soil profile with clay-sandy texture (cambic chernoziom) (Spiridonești)	52
Figure 4.1.	Hydrotechnical and water management systems of the Siret Hydrographic Basin (ANPM)	60
Figure 4.2.	Cracău River – The intake point	62
Figure 4.3.	The structure of the drip irrigation system (Netafim)	68
Figure 4.4.	The structure of the subsolar drip irrigation system (Netafim)	68
Figure 4.5.	Scheme of the irrigation system (Netafim – adopted solution)	69
Figure 4.6.	Main control head component (Netafim)	70
Figure 4.7.	Main filter unit (Netafim)	71
Figure 4.8.	Distribution line (SC Triticum SRL)	71
Figure 4.9.	Drip irrigation pipes located below the ground surface (SC Triticum SRL)	72
Figure 4.10.	– a: clean water and b – water with residues	73
Figure 4.11.	(a, b) Irrigated area	76
Figure 4.12.	Dămieniști irrigation - Materialization of the surface served by O.U.A.I. Spiridonești	92
Figure 4.13.	The location of the two Plots: SPP1 – Spiridonești and Plot SPP2 Dămieniști	93

## TEZĂ DE DOCTORAT

Figure 4.14.	The location of the modernization and rehabilitation works – Spiridonești	94
Figure 4.15.	The situation of rehabilitation works – Spiridonești	94
Figure 4.16.	Floor Pumping station – degraded (2017)	97
Figure 4.17.	Walls Pumping station – decay (2017)	97
Figure 4.18.	Floor and walls Pump station (2017)	98
Figure 4.19.	Maneuvering operating wheel with rod for flat valve actuation DN1000 mm (2017)	98
Figure 4.20.	Right side facade Pumping station building (2017)	98
Figure 4.21.	Rear facade Pumping station building (2017)	99
Figure 4.22.	Corroded pipe inside Dămieniști SPA station (2017)	99
Figure 4.23.	The ceiling of the wet tub – with the reinforcement visible (2017)	99
Figure 4.24.	Dămieniști SPA station exterior (2017)	100
Figure 4.25.	Water source (Siret River)	101
Figure 4.26.	Suction basin of the SPA- site and rehabilitation works	102
Figure 4.27.	Suction basin - characteristic sections	103
Figure 4.28.	Pressurization pumping station – SPP1 – rehabilitation works	107
Figure 4.29.	Electrical diagram – Pressurization pumping station – SPP1	108
Figure 4.30.	Pressurization pumping station SPP1 – overview – Automation system	109
Figure 4.31.	Pressurization pumping station – SPP1	110
Figure 5.1.	Amounts of precipitation during the research period (April-September)	125
Figure 5.2.	Variation in production over the years of study under irrigated and non-irrigated conditions	125
Figure 5.3.	Variation in production price under irrigated and non-irrigated conditions	127
Figure 5.4.	Average profit by selling price (2019-2022)	127
Figure 5.5.	Economic efficiency of maize crop irrigation	128