

**UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRICOLE ȘI MEDICINĂ
VETERINARĂ „ION IONESCU DE LA BRAD” DIN IAȘI
FACULTATEA DE AGRICULTURĂ
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. CONSTANTIN DRAGOȘ MOȚCO**

2019

TEZĂ DE DOCTORAT – 2019

**UNIVERSITY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND VETERINARY
MEDICINE „ION IONESCU DE LA BRAD” OF IASI
FACULTY OF AGRONOMY
DOCTORAL SCHOOL OF ENGINEERING SCIENCES
DOMAIN AGRONOMY
SPECIALIZATION OPERATION OF SYSTEMS AND LAND
IMPROVEMENTS**

DOCTORAL THESIS

**SCIENTIFIC COORDINATOR,
PROF. UNIV. DR. DANIEL BUCUR**

**PhD STUDENT,
ENG. CONSTANTIN DRAGOS MOȚCO**

2019

CONSTANTIN DRAGOȘ MOȚCO

UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRICOLE ȘI MEDICINĂ
VETERINARĂ "ION IONESCU DE LA BRAD" DIN IAȘI
FACULTATEA AGRICULTURĂ
ȘCOALA DOCTORALĂ DE ȘTIINȚE INGINEREȘTI
DOMENIUL DE DOCTORAT AGRONOMIE
SPECIALIZAREA EXPLOATAREA SISTEMELOR DE
ÎMBUNĂTĂȚIRI FUNCiare

TEZĂ DE DOCTORAT

CERCETĂRI PRIVIND EVALUAREA IMPACTULUI
ASUPRA MEDIULUI PRODUS DE CENTRALELE
HIDROELECTRICE DE MICĂ PUTERE AMENAJATE
PE RÂURI DIN JUDEȚUL SUCEAVA

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

DOCTORAND,
ING. CONSTANTIN DRAGOȘ MOȚCO

2019

TEZĂ DE DOCTORAT – 2019

**UNIVERSITY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND VETERINARY
MEDICINE „ION IONESCU DE LA BRAD” OF IASI
FACULTY OF AGRONOMY
DOCTORAL SCHOOL OF ENGINEERING SCIENCES
FIELD OF AGRONOMY
SPECIALIZATION OPERATION OF SYSTEMS AND LAND
IMPROVEMENTS**

DOCTORAL THESIS

**RESEARCHES ON THE IMPACT ASSESSMENT OF
THE ENVIRONMENT PRODUCED BY THE SMALL
HYDROELECTRIC POWER PLANTS ARRANGED ON
RIVERS FROM SUCEAVA COUNTY**

**SCIENTIFIC COORDINATOR,
PROF. UNIV. DR. DANIEL BUCUR**

**PhD STUDENT,
ENG. CONSTANTIN DRAGOS MOȚCO**

2019

CUPRINS

Cuprins	5
Introducere	9
Rezumat	15
PARTEA I – STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII	23
1. STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII PRIVIND IMPACTUL ASUPRA MEDIULUI PRODUS DE CENTRALELE HIDROELECTRICE DE MICĂ PUTERE	24
2. CONSIDERAȚII DE ORDIN GENERAL PRIVIND CADRUL NATURAL AL JUDEȚULUI SUCEAVA.....	39
2.1. Așezarea geografică	38
2.2. Relieful și geologia.....	35
2.3. Studiul pedologic.....	41
2.4. Rețeaua hidrografică.....	44
2.5. Regimul climatic.....	46
2.5.1. Temperatura aerului.....	46
2.5.2. Precipitațiile atmosferice.....	49
2.6. Flora și fauna.....	50
PARTEA A II A – CONTRIBUȚIA PERSONALĂ	53
3. SCOPUL, OBIECTIVELE ȘI METODA DE CERCETARE	54
3.1. Scopul și obiectivele studiului.....	54
3.2. Materialul și metoda de cercetare.....	55
4. STUDIUL BAZINELOR HIDROGRAFICE ȘI A LUCRĂRILOR DE AMENAJARE A ALBILOR RÂURILOR DIN JUDEȚUL SUCEAVA.....	59
4.1. Studiul bazinelor hidrografice Bistrița, Moldova și Suceava	59
4.1.1. Bazinul hidrografic a râului Bistrița.....	59
4.1.2. Bazinul hidrografic a râului Moldova.....	62
4.1.3. Bazinul hidrografic a râului Suceava.....	63
4.2. Caracterizarea lucrărilor de amenajare a albiei râurilor	66
4.2.1. Lucrări de regularizare, apărare de mal și îndiguire	67

4.2.2. Lucrări de regularizare a scurgerii și de atenuare a undei de viitură	71
4.2.3. Amenajarea albiei râurilor pentru producerea de energie electrică.....	73
5. STUDIUL CENTRALELOR HIDROELECTRICE DE MICĂ PUTERE AMPLASATE ÎN BAZINELE HIDROGRAFICE ALE RÂURILOR BISTRIȚA, MOLDOVA ȘI SUCEAVA	76
5.1. Centrale hidroelectrice de mică putere amenajate în bazinul hidrografic Bistrița	76
5.1.1. Centrala hidroelectrică de mică putere Dornișoara.....	77
5.1.2. Centrala hidroelectrică de mică putere Dârmoxa.....	85
5.1.3. Centrala hidroelectrică de mică putere Sihăstrie.....	91
5.1.4. Centrala hidroelectrică de mică putere Vorova.....	97
5.2. Centrale hidroelectrice de mică putere amenajate în bazinul hidrografic Moldova	103
5.2.1. Centrala hidroelectrică de mică putere Pojorâta.....	104
5.3. Centrale hidroelectrice de mică putere amenajate în bazinul hidrografic Suceava.....	111
6. COMPORTAREA ÎN EXPLOATARE ȘI IMPACTUL ASUPRA MEDIULUI PRODUS DE CENTRALELE HIDROELECTRICE DE MICĂ PUTERE DIN JUDEȚUL SUCEAVA	114
6.1. Comportarea în exploatare a centralelor hidroelectrice de mică putere.....	114
6.2. Impactul asupra mediului produs de centralele hidroelectrice de mică putere amenajate pe râuri din județul Suceava.....	124
7. CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI	132
7.1. Concluzii.....	132
7.2. Recomandări	135
BIBLIOGRAFIE	140
ANEXE	148

CONTENT

Contents	7
Introduction	12
Abstract	19
PART I - THE ACTUAL STAGE OF KNOWLEDGE	23
1. THE ACTUAL STAGE OF KNOWLEDGE ON THE IMPACT ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENT PRODUCED BY THE SMALL HYDROELECTRIC POWER PLANTS	24
2. GENERAL CONSIDERATIONS REGARDING THE NATURAL ENVIRONMENT OF SUCEAVA COUNTY	39
2.1. Geographical location	38
2.2. Relief and geology.....	35
2.3. Pedological study.....	41
2.4. Hydrographic network.....	44
2.5. Climate regime.....	46
2.5.1. Air temperature	46
2.5.2. Atmospheric precipitation	49
2.6. Flora and fauna.....	50
PART II - PERSONAL CONTRIBUTIONS	53
3. AIM, OBJECTIVES AND METHOD OF RESEARCH	54
3.1. Aim and objectives of study.....	54
3.2. Material and method.....	55
4. STUDY OF BASIN RESERVOIRS AND WORKS OF RIVERBEDS IN SUCEAVA COUNTY	59
4.1. Study of basin reservoirs of Bistrita, Moldova and Suceava	59
4.1.1. Description of the Bistrita river catchment.....	59
4.1.2. Description of the Moldova river catchment	62

4.1.3. Description of the Suceava river catchment	63
4.2. Characterization of riverbed development works	66
4.2.1. Regularization, shore defense and embankment work	67
4.2.2. Runoff regularization works and mitigation of the flood wave ..	71
4.2.3. Arrangement of the rivers beds for the production of electricity.	73
5. STUDY OF SMALL HYDRO POWER PLANTS INSTALLED IN BISTRITA, MOLDOVA AND SUCEAVA CATCHMENT	76
5.1 Small hydro power plants arranged in Bistrita catchment	76
5.1.1. Small hydro power plant Dornisoara.....	77
5.1.2. Small hydro power plant Darmoxa.....	85
5.1.3. Small hydro power plant Sihastrie.....	91
5.1.4. Small hydro power plant Vorova.....	97
5.2. Small hydro power plants arranged in Moldova catchment	103
5.2.1. Small hydro power plant Pojorata.....	104
5.3. Small hydro power plants arranged in Bistrita catchment	111
6. BEHAVIOR IN OPERATION AND ENVIRONMENTAL IMPACT OF SMALL HYDRO POWER PLANTS IN SUCEAVA COUNTY.....	114
6.1. Behavior in operation of small hydro power plants	114
6.2. Environmental impact produced by small hydro power plants in the Suceava county	124
7. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS	136
7.1 Conclusions	136
7.2 Recommendations.....	139
REFERENCES.....	140
ANNEXES.....	148

Introducere

Apa reprezintă o resursă vulnerabilă, iar omul prin activitatea lui generează o serie de efecte negative ce duc la procese de degradare ireversibile cu efect direct asupra stării de sănătate a mediului și omenirii.

În orice religie apa este considerată un dar de la Dumnezeu, reprezentând viața. La ora actuală, deficitul apei reprezintă una din principalele probleme ale omenirii, fiind indispensabilă dezvoltării civilizației. Ritmul alert de epuizare prin utilizarea irațională sau lipsa apei ca și resursă, reprezintă un subiect de bază în majoritatea întâlnirilor politice la nivel mondial. Rezolvarea acestei probleme necesită o mobilizare la nivel mondial a cercetătorilor din domeniu pentru găsirea celor mai eficiente metode de conservare.

Hydroenergia a fost utilizată încă din timpuri străvechi pentru măcinarea făinii, pomparea apei sau pentru a iriga terenurile agricole. Imediat după revoluția industrială, Europa și nordul continentului american au construit mori de apă fiind folosite în diferite scopuri precum: procesarea inului; țesut; tors; prelucrarea lemnului și a pietrei; etc. (Jia J., Punzs P., Ma J., 2012).

În anul 1878, inginerul și cercetătorul William George Armstrong de origine engleză, a conturat prima schemă a unei hidrocentrale, totodată prin colaborarea cu Richard Norman Shaw au reușit să construiască prima casă electrificată cu hidroenergie (Laydane Lilita, 2011).

În prezent, la nivel mondial hidroenergia este o formă de producere a energiei regenerabile destul de răspândită, reprezentând circa 16,45 %. Resursele limitate de apă în ceea ce privește disponibilitatea pentru utilizarea în scopuri energetice (Jiyun Dua and al., 2017) reprezintă unul din motivele principale care duc la clasarea inferioară față de resursele convenționale (Paish O., 2002)

Din punct de vedere al ponderii de energie produsă pe regiuni, se disting următoarele: Asia peste 40 %; Europa 24,5 %; America de Nord 16,1 %; America de Sud peste 13 % iar Africa și Orientul Mijlociu 3,8 % (Demirbas A., 2007)

Topul țărilor producătoare de hidroelectricitate este condus detașat de China (Hecht J. S. et al., 2019) cu 721 de terawatt/oră, totodată aici fiind amplasată și cea mai mare hidrocentrală denumită Hidrocentrala Trei Defileuri, urmată de statele: Brazilia, Canada, SUA, Rusia, Norvegia, India și Japonia.

Energia mecanică a apei este transformată în energie electrică cu ajutorul hidrocentralelor, acest lucru fiind posibil prin amenajarea pe râuri a barajelor de acumulare pentru înmagazinarea energiei potențiale care este transformată în energie cinetică (Dorber M., 2019; Al-Ali A. R., 2016)

Energia cinetică angrenează turbinele hidrocentralelor care, la rândul lor printr-un angrenaj transmit generatorului de curent electric mișcarea de rotație care este transformată în energie electrică.

Amenajările hidrotehnice, cu numeroasele lor avantaje pentru activitatea umană (Yuksel Ibrahim, 2012), au și un impact negativ asupra mediului. Construirea barajelor în ariile cu o mare diversitate a florei și faunei determină, de regulă, modificări ale climatului zonei, din cauza nivelurilor ridicate de carbon eliberate. Cadrul natural poate fi dezechilibrat, prin instalarea liniilor de curent electric, dar și prin construirea drumurilor de acces spre baraj. Habitatul natural al peștilor este și el afectat, fiind strict dependent de nivelul apei, de viteza de curgere a acesteia, dar și de vegetația subacvatică protectoare, în mod obișnuit, a speciilor de pești (Anabela Botelho et al., 2017).

Instalațiile hidroenergetice pentru producerea de energie electrică sunt situate preponderent în zone montane din motive tehnice, având efecte majore atât asupra râurilor și lacurilor mari, cât și a celor mici din toate tipurile de regiuni. La râurile mai mici, chiar și o reducere minoră a debitului sau o mică perturbare a condițiilor ecologice naturale poate avea implicații negative majore pentru râu.

Printre cele mai semnificative efecte ale instalațiilor hidroelectrice asupra habitatelor și speciilor se regăsesc: modificări în morfologia râurilor și a habitatelor riverane; bariere în calea migrației și dispersarea speciilor protejate; perturbarea dinamicii sedimentelor modificarea regimului debitului ecologic; modificarea regimului de debit la intervalele de vârf ale hidrocentralelor; modificarea ciclurilor sezoniere de inundații; modificări ale structurii chimice și temperaturii apei; rănirea și omorârea animalelor; strămutări și perturbări; efecte asupra speciilor și habitatelor terestre.

Date fiind aceste efecte negative potențiale se recomandă adoptarea unei game variate de măsuri - atât pentru hidrocentralele existente cât și pentru cele noi - pentru reducerii efectelor asupra mediului după caz, de atenuare a efectelor potențiale și respectiv, atenuare a daunelor care s-au produs deja.

Doresc să adresez mulțumiri tuturor celor care, din punct de vedere profesional, direct sau indirect, au contribuit la elaborarea acestei teze.

Deosebită considerație, admirație și recunoștință domnului Prof. univ. dr. BUCUR Daniel, coordonatorul științific al acestei teze, pentru încrederea acordată, sprijinul permanent oferit pe parcursul acestor ani de cercetare, pentru susținerea, motivarea și sfaturile profesionale care m-au ajutat la realizarea și finalizarea acestei teze de doctorat.

Alese considerații și mulțumiri domnilor profesori universitari, Prof. univ. dr. Costică AILINCĂI, Conf. dr. Feodor FILIPOV, Șef lucr. dr. Radu OPREA, membri în Comisia de îndrumare pentru sprijinul profesional și moral fără de care evoluția mea profesională nu ar fi ajuns la acest nivel.

Exprim pe această cale, profunde și sincere mulțumiri colectivului de la disciplina de Îmbunătățiri Funciare, CIOCAN Simona-Gabriela, OPREA Minodora și RADU Alexandru, pentru susținerea în realizarea acestei lucrări.

Adresez mulțumiri Conducerii Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” și Consiliului Studiilor Universitare de Doctorat pentru sprijinul financiar, tehnic și științific, care mi-au asigurat cadrul favorabil elaborării și susținerii tezei de doctorat.

Sincere mulțumiri și deosebită recunoștință domnului Ing. CRÎȘMARU Vasile, pentru suport, ajutor și împărtășirea cunoștințelor.

Mulțumiri deosebite și alese colectivului de la Fundația HECUBA care a fost alături de familia mea și în mod special pentru educația și îndrumarea copiilor mei Teodor și Luca.

Mulțumesc familiei, care a fost permanent alături de mine; mamei pentru îndrumare și formare, fratelui pentru iubirea cu care mă sprijină zilnic.

Îi mulțumesc în mod deosebit, soției mele, pentru dragoste, răbdare, încurajare și sprijinul moral permanent pe care mi l-a oferit în acești ani.

Nu în ultimul rând mulțumesc Lui Dumnezeu pentru ajutor, fără de care nu aș fi reușit să duc la sfârșit această teză.

Introduction

Water is a vulnerable resource and man through his activity generates a number of negative effects that lead to irreversible degradation processes with a direct effect on the state of health of the environment and mankind.

In any religion, water is considered a gift from God, representing life. In present days, water scarcity is one of the main problems of mankind and is indispensable for the development of civilization. The alert rhythm of exhaustion through irrational use or absence of water as a resource is a basic topic in most of the world's political meetings. Solving this problem requires a worldwide mobilization of researchers in the field to find the most effective conservation methods.

Hydro-energy it's been used since ancient times to flour, pump water or irrigate farmlands. Immediately after the Industrial Revolution, Europe and the North American continent built water mills and used them for various purposes such as: flax processing; tissue; torso; wood and stone processing; and so on.

In 1878, the engineer mentioned above and researcher William George Armstrong of English origin outlined the first scheme of a hydroelectric power plant, and in collaboration with Richard Norman Shaw, he managed to build his first electrified hydropower house.

At present, hydropower in the world is a fairly widespread form of renewable energy, accounting for about 16.45%. Limited water resources in terms of availability for use in energy purposes are one of the main reasons that lead to a lower classification than conventional resources.

From the point of view about the share of energy produced by region, the following are distinguished: Asia over 40%; Europe 24.5%; North America 16.1%; South America over 13% and Africa and the Middle East 3.8%.

In the top of the countries that are producing hydroelectricity, the first position is headed by China with 721 terawatt / hour, and the largest hydroelectric plant, called the Three Gillstones, is located here, followed by Brazil, Canada, the USA, Russia, Norway, India and Japan.

The mechanical energy of water is transformed into electricity by hydro power plants, making it possible to arrange reservoirs for storage of potential energy that is transformed into kinetic energy.

Kinetic energy engages turbines of hydropower plants, which in turn, through a gear, transmit to the electrical generator the rotation movement that is transformed into electric power.

Hydrotechnical developments, with their many advantages for human activity, also have a negative impact on the environment. The construction of dams in areas with a great diversity of flora and fauna usually causes changes in the climate of the area due to the high levels of released carbon. The natural framework can be unbalanced by installing power lines, but also by building access roads to the dam. The natural habitat of the fish is also affected, being strictly dependent on the water level, the flow rate of the fish, and also the underwater protective vegetation, typically fish species.

Hydroelectric installations use for electricity generation are predominantly located in mountain areas because of the technical reasons, with major impacts on both large and small rivers and lakes in all kinds of areas. In smaller rivers, even a minor reduction in flow or a small disturbance of natural environmental conditions can have major negative implications for the river.

Among the greatest significant effects of hydroelectric installations on habitats and species are: changes in morphology of rivers and riverine habitats; barriers to migration and dispersal of protected species; disruption of sediment dynamics change of ecological flow regime; changing the flow regime at the peak intervals of hydropower plants; changing seasonal flood cycles; changes in chemical structure and water temperature; injuring and killing animals; displacements and disturbances; effects on terrestrial species and habitats.

Given these potential negative effects, it is recommended to introduce a wide range of measures for both existing and new hydropower plants to reduce environmental impacts. They can either mitigate the potential effects before producing them, or repair the damage already existing.

I would like to thank all those who, directly or indirectly, have contributed to the elaboration of this thesis.

Particular consideration, admiration and gratitude to Prof. univ. dr. BUCUR Daniel, the scientific coordinator of this thesis, for the trust given, the permanent support offered during these years of research, for the support, motivation and professional counseling that helped me to accomplish and finalize this doctoral thesis.

A special thanks to the professors, Prof. univ. dr. Costică AILINCĂI, Conf. dr. Feodor FILIPOV, Lecturer. dr. Radu OPREA, members of the Doctoral Commission for goodwill and effort in analyzing the thesis.

I would like to express deep and sincere thanks to CIOCAN Simona-Gabriela, OPREA Minodora and RADU Alexandru for the professional and moral support without which my professional development would not have reached this level.

I would like to thank the University of Applied Life Sciences and Environment "Ion Ionescu from Brad" and the Doctoral Studies Council for the financial, technical and scientific support, which offered me the opportunity to elaborate and support the PhD thesis in this academic field.

Sincerely thanks and gratitude to Mr. Ing. CRISMARU Vasile for support, help and sharing of knowledge.

Special thanks and choices to the HECUBA Foundation staff who was close with my family and especially for the education and guidance of my children Teodor and Luca.

I thank the family, who was always with me; the mother for guidance and training, to the brother for the love that he supports me daily.

I especially thank my wife for the love, patience, encouragement and permanent moral support he has given me in these years.

Last but not least, I thank God for help, without which I would not have succeeded in bringing this thesis to the end.

REZUMAT

Teza de doctorat intitulată „Cercetări privind impactul asupra mediului produs de centralele hidroelectrice de mică putere amenajate pe râuri din județul Suceava,, este structurată în două părți, respectiv 7 capitole.

Prima parte intitulată „Stadiul actual al cunoașterii” a fost fundamentată teoretic prin consultarea surselor bibliografice reprezentative și cuprinde 52 de pagini, reprezentând 32.91% din volumul tezei. Informațiile au fost sintetizate în 2 capitole.

Primul capitol face referire la importanța apei la nivel mondial; disponibilul actual al resurselor de apă dulce; utilizarea apei; dezvoltarea hidroenergiei la nivel mondial, european și național; potențialul și rata de utilizare a hidroenergiei în țările din Europa, impactul amenajărilor hidroenergetice asupra mediului și respectiv.

Astfel se constată că în multe cazuri centralele hidroelectrice de mică putere au fost amplasate în zone rurale izolate în vederea alimentării cu energie electrică. Producția de energie electrică la nivel mondial sporește cu aproximativ 3,4%, cu toate acestea circa 1,2 miliarde de oameni nu au acces la energie electrică.

La nivel european și național sunt aplicate politici care susțin și încurajează producerea de energie electrică regenerabilă, astfel sectorul de centrale hidroelectrice de mică putere a cunoscut o dezvoltare remarcabilă. Acest lucru a fost posibil datorită faptului că în cazul centralelor hidroelectrice mari au fost constatate degradări ale mediului înconjurător, în special datorate barării cursurilor de apă.

În al doilea capitol este prezentată descrierea cadrului natural din arealul în care au fost efectuate cercetările științifice.

Partea a II-a, include „Contribuțiile proprii ale autorului”, prezentate pe 106 de pagini, reprezentând 67.09% din lucrare, și cuprinde 5 capitole în care sunt prezentate scopul și obiectivele cercetării, metodele de lucru utilizate pentru studiul bazinelor hidrografice, aprecierea comportării în exploatare a lucrărilor de amenajare a albiilor râurilor din județul Suceava, evaluarea eficienței tehnico-economice a amenajărilor hidroenergetice luate în studiu și a impactul produs asupra componentelor mediului.

Lucrarea include 51 de figuri și 41 de tabele iar pentru realizarea ei au fost consultate 106 referințe bibliografice.

Obiectivele tezei de doctorat au fost acelea de studiere a lucrărilor de amenajare a albiei râurilor din bazinele hidrografice ale râurilor Bistrița, Moldova și Suceava; de identificare și caracterizare a centralelor hidroelectrice

de mică putere executate pe afluenții acestor cursuri de apă și de apreciere a funcționalității acestora precum și a efectului activităților economice asupra capitalului natural.

Capitolul 4 prezintă particularitățile morfometrice ale bazinelor hidrografice studiate și caracteristicile lucrărilor executate în albiile afluenților râurilor Moldova și Suceava.

Sub aspectul suprafeței, cel mai mare este bazinul hidrografic al râului Moldova (2575 km²), urmat de bazinul hidrografic Bistrița - 2532 km² și bazinul Sucevei de 2276 km².

Privind din punct de vedere al lungimii bazinelor de recepție, se constată că bazinul Suceava este cel mai lung (142,3 km) fiind urmat de bazinele râurilor Moldova (115,1 km) și Bistrița (88,5 km).

Lățimile medii ale bazinelor de recepție ale râurilor luate în studiu au valori cuprinse între 15,99 km (bh Suceava) și 28,61 km (bh Bistrița).

Se remarcă faptul că bazinul hidrografic al râului Bistrița este predispus formării viiturilor datorită valorii cele mai mici a coeficientului de dezvoltare a cumpenei apelor (1,79). În cazul bazinelor de recepție a râurilor Moldova și Suceava, acestea au valori de 2,01 și 2,19.

Pentru prevenirea inundațiilor în județul Suceava au fost efectuate 31 de lucrări de îndiguire pe o distanță de 76,07 km, lungimea medie a digurilor fiind de 2,45 km.

În vederea consolidării malurilor au fost efectuate un număr de 35 lucrări de apărare de mal pe o lungime de 24,64 km și 34 lucrări de regularizare cu lungimea de 138,41 km.

Necesitatea regularizării debitelor și atenuării undei de viitură a presupus efectuare a 8 lucrări de barare pe cursurile râurilor Siret, Suceava, Solca, Dragomirna, Hatnuța, Horaiț și Șomuzul Mare. Cea mai mare acumulare este Rogojești, volumul înmagazinat în lac reprezentând aproape 60% din volumul total al celorlalte 7 lacuri de baraj. Pe lângă funcția lor principală de atenuare a undei de viitură, barajele îndeplinesc și funcții de suplimentare a debitelor necesare în aval (pentru funcționarea hidrocentralei Bucecea amplasată pe râul Siret) sau de asigurare a alimentării cu apă a municipiului Suceava din acumularea Dragomirna.

Capitolul cinci tratează problematica centralelor hidroelectrice de mică putere amplasate în bazinele hidrografice ale râurilor Bistrița, Moldova și Suceava. Analiza structuri acestor lucrări și a elementelor componente a evidențiat asemănări ale elementelor componente (lucrări de captare, bazine compensatoare, conducte forțate, canale de fugă sau conducte de evacuare). Totuși, sunt diferențe în ceea ce privește forma elementelor și dimensiunile

CONSTANTIN DRAGOȘ MOȚCO

acestora. Spre exemplu în cadrul amenajării Pojorâta, există o singură captare cu deschiderea de 60 m, în cazul celorlalte amenajări, apa este preluată prin intermediul a două captări (principală și secundară), cea mai mică având lățimea de 12 m.

Din punct de vedere constructiv, se diferențiază două tipuri și anume, prize laterale (Pojorâta) și prize tiroleze, acestea din urmă fiind mult mai greu de gestionat.

Bazinele compensatoare ale centralelor analizate au forma secțiunii dreptunghiulară (Dârmoxa și Sihăstrie) și trapezoidală (Dornișoara, Vorova și Pojorâta) și un potențial de acumulare a 14.500 m³ de apă. Centrala Pojorâta are capacitatea de a reține 62% din capacitatea totală a celorlalte cinci bazine compensatoare, cel mai mic potențial de acumulare fiind de 400 m³ (Sihăstrie).

Sub aspectul lungimii conductelor forțate, acestea însumează o lungime de 21,17 km iar diametrul acestora variază între 800 mm (centrala Sihăstrie) și 2.000 mm (centrala Pojorâta)

În cazul acumulărilor Dornișoara, Dârmoxa și Pojorâta evacuarea volumelor de apă utilizate pentru producerea energiei electrice se realizează prin intermediul canalelor de fugă cu secțiune trapezoidală și lungimi de 50 până la 65 m, amplasate în aval de camera de liniștire. Centralele hidroelectrice Vorova și Sihăstrie sunt prevăzute cu conducte ($\varnothing = 1.000$ mm) pentru evacuarea apei uzinate în albie.

În capitolul șase sunt prezentate rezultatele obținute în urma analizei comportării în exploatare a centralelor și a factorilor limitativi în producerea de energie electrică. De asemenea, a fost analizat și efectul centralelor asupra componentelor mediului ambiant.

Din punct de vedere al energiei produse anual și al orelor de funcționare, situația se prezintă astfel:

- CHEMP Dârmoxa, produce 1770 MWh/an și funcționează 8827 ore;
- CHEMP Sihăstrie, produce 1028 MWh/an și funcționează 8616 ore;
- CHEMP Vorova, produce 745 MWh/an și funcționează 5062 ore;
- CHEMP Dornișoara, produce 3745 MWh/an și funcționează 6654 ore;
- CHEMP Pojorâta, produce 770 MWh/an și funcționează 6852.

O problemă majoră în perturbarea producerii de energie electrică o constituie defrișările masive efectuate pe versanți în ultimele decenii care a generat creșterea efluenței erozionale în bazinele de recepție în care se regăsesc centralele hidroelectrice.

În situația existentă sunt necesare lucrări de decolmatare de aproximativ trei ori pe an, cel mai afectate fiind amenajările din bh Bistrița. Pentru prevenirea

colmatării bazinelor compensatoare este necesară reconsiderarea preocupărilor antierozionale.

Se estimează că pierderile de producție cauzate de procesul de eroziune a solului sunt de aproximativ 23 MWh/an și se datorează opririi centralelor în perioada efectuării lucrărilor de înlăturare a deponiilor. Costul mediu al lucrărilor de decolmatare a bazinelor compensatoare și a captărilor se cifrează la 32.000 lei anual. Datorită cantității mari de aluviuni din apa turbinată precum și a decolmatărilor repetate se accentuează creșterea uzurii echipamentelor tehnice (conducte forțate și turbine).

În ceea ce privește impactul asupra mediului produs de centralele hidroelectrice de mică putere amenajate pe râurile din județul Suceava, s-au evidențiat efecte funcționale, ecologice și economico-sociale.

Efecte funcționale, care decurg din scopul pentru care au fost realizate amenajările hidroenergetice se concretizează în micșorarea debitului în secțiunea captare-evacuare, protecția împotriva inundațiilor în cazul CHEMP-urilor cu bazine compensatoare mari; și respectiv convertirea energiei hidraulice în energie electrică.

Din punct de vedere ecologic se remarcă acțiunile directe sau indirecte asupra viețuitoarelor, plantelor sau animalelor, considerate individual, dar mai ales ca specii. În situația amenajărilor analizate, efectul ecologic al acestora se concretizează în diminuarea debitelor între secțiunile de captare și evacuare, modificarea morfologiei albiilor în cazul amenajărilor amplasate pe râuri cu debite mici precum și diferențierea cotelor albiei minore amonte și aval de captările cu prag. Efecte economico-sociale, se produc asupra mediului antropic și se concretizează în schimbarea destinației și a calității terenurilor ocupate de construcții, echipamente și instalații.

Pentru evidențierea impactului produs de centralele hidroelectrice din cadrul bazinelor hidrografice ale râurilor Bistrița și Moldova, a fost efectuată o analiză a șase parametri de mediu, care suferă sau pot suferi modificări față de starea lor inițială. Astfel, au fost studiate gradul de deteriorare a habitatului; starea pasajelor pentru faună; producerea de deșeuri, noxe, zgomote și vibrații gradul în care este afectată calitatea peisajului geografic.

Sub acest aspect s-a constatat faptul că amplasarea rațională și exploatarea responsabilă a centralele hidroelectrice a nu aduc prejudicii semnificative mediului înconjurător.

Pentru creșterea calității vieții în comunitățile rurale izolate este recomandată înființarea centralelor hidroelectrice de mică putere pentru asigurarea necesarului de energie electrică, pentru susținerea și dezvoltarea economiei locale și înființarea de noi locuri de muncă.

ABSTRACT

The PhD thesis entitled "Researches on the impact assessment of the environment produced by the small hydroelectric power plants arranged on rivers from Suceava county" is structured in two parts, respectively 7 chapters.

The first part entitled "The current stage of knowledge" was theoretically grounded by consulting the representative bibliographic sources and comprises 52 pages, representing 32.91% of the volume of the thesis. The information was synthesized in 2 chapters.

The first chapter refers to the importance of water worldwide; the current availability of fresh water resources; water use; development of hydropower at global, European and national level; the potential and rate of use of hydropower in European countries, the impact of hydropower developments on the environment and, respectively,

Thereby it can be seen that in small cases small power hydroelectric power plants have been located in isolated rural areas in order to supply electricity. Global electricity production increases about 3.4%, although about 1.2 billion people do not have access to electricity.

At European and national level policies are implemented that support and encourage the production of renewable electricity, thus the sector of low power hydroelectric power plants has been remarkable. This was possible due to the fact that in the case of large hydroelectric power stations, environmental degradation was observed, mainly due to water barrage.

The second chapter presents the description of the natural framework in the area where the scientific researches were carried out.

Part II includes the "Contributions of the author", presented on 106 pages, representing 67.09% of the paper, and includes 5 chapters in which are presented the purpose and objectives of the research, the working methods used for the study of river basins, the assessment of the behavior in the exploitation of the riverside river works in Suceava County, the evaluation of the technical and economic efficiency of the hydro-energetic facilities studied and the impact on the environmental components.

The work sums up 51 figures and 41 tables, and 106 bibliographic references have been consulted.

The objectives of the PhD thesis were the study of the riverbed development works in the river basins of the Bistrita, Moldova and Suceava rivers; the identification and characterization of low-power hydroelectric power

plants executed on the tributaries of these watercourses and the appreciation of their functionality as well as the effect of economic activities on natural capital.

Chapter 4 presents the morphometric particularities of the studied hydrographic basins and the characteristics of the works executed in the alluvial basins of the rivers Moldova and Suceava.

Under the surface aspect, the largest is the river basin of the Moldova river (2575 km²), followed by the Bistrita catchment area - 2532 km² and the Suceava basin of 2276 km².

Regarding the length of the receiving basins, Suceava basin is the longest (142.3 km) followed by CA Moldova (115.1 km) and CA Bistrița (88.5 km).

The average widths of the river basins studied have values between 15,99 km (CA Suceava) and 28,61 km (CA Bistrița), CA Moldova with a value of 22,37 km, approaching the average value of the three CA.

It is noteworthy that the river basin of the Bistrita river is predisposed to the formation of floods due to the lowest value of the coefficient of development of the water catchment (1,79). In the case of the receiving basins of rivers Moldova and Suceava, they have values of 2.01 and 2.19.

In order to prevent floods in Suceava county, 31 embankments were performed on a distance of 76.07 km, the average length being 2.45 km.

In order to consolidate the shores, there were performed 35 shore defense works on a length of 24.64 km and 34 adjustment works with a length of 138.41 km and an average length of 4.07 km.

The necessity of regularizing the flows and the mitigation of the flood wave implied 8 barrages of the Siret, Suceava, Solca, Dragomirna, Hatnuța, Horait and Somuzul Mare rivers. The largest accumulation is Rogojesti, which accumulates about 60% of the total volume accumulated by the 8 dams. In addition to their main function, dams also perform additional flow or water supply functions.

Chapter five deals with the issue of low-power hydroelectric power plants located in the river basins of the Bistrita, Moldavian and Suceava rivers. The structure of the works and of the component elements was analyzed and similarities of the component elements (capture, compensating basin, forced duct, escape channel or exhaust pipes) were found. However, there are differences in the shape of the elements and their dimensions. For example, in the Pojorata settlement, there is only one capture with the opening of 60 m, in the case of the other facilities, there are two catches (main and secondary), the smallest one having the width of 12 m.

CONSTANTIN DRAGOȘ MOȚCO

From the point of view of the water intakes, two types are distinguished, namely the lateral sockets (Pojorata) and tyrolean sockets, the latter being much more difficult to manage.

The forebay tank basins of analyzed plants have the shape of a rectangular and trapezoidal section and a potential for accumulation of 14,500 m³ of water. The Pojorata plant has the capacity to retain 62% of the total capacity of the five compensating basins, with the lowest accumulation potential of 400 m³ (Sihastrie).

In terms of the length of the forced pipelines, they amount to 21.17 km in length and their diameter varies between 800 mm (Sihastrie center) and 2,000 mm (Pojorata center)

The evacuation of the volumes of water used for the production of electric power is achieved by means of the trapezoidal runways of different lengths (50 - 65 m), which are located downstream of the tranquility chamber. The Vorova and Sihastrie hydroelectric power stations have evacuated ducts with a 1,000 mm pipe diameter.

In chapter six are presented data referring to the analysis of the operational behavior of the plants and the limiting factors in the production of electricity. Also, the effect of the plants on the environmental components was also analyzed.

From the point of view of the energy produced annually and the operating hours, the following can be formulated:

- SHP Darmaș, produces 1770 MWh / year and operates 8827 hours;
- SHP Sihastrie, produces 1028 MWh / year and operates 8616 hours;
- SHP Vorova, produces 745 MWh / year and operates 5062 hours;
- SHP Dornisoara, produces 3745 MWh / year and operates 6654 hours;
- SHP Pojorata, produces 770 MWh / year and operates 6852.

A major problem in the production of electricity is massive deforestation that has taken place over the past decades and soil erosion in hydroelectric power plant receiving basins.

The construction elements of the plants affected by clogging are:

- the forebay tank that require the removal of the clogging one time a year;
- the intake, requires unclogging works about three times a year, the most affected are the facilities in CA Bistrita.

Thus it is estimated that the losses caused by erosion and deforestation are about 23 MWh / year due to the clogging of the power plants for mechanical removal works. In addition to the electricity losses, costs of approximately 32,000 lei are required for decoupling forebay tank and intakes. Due to the large

quantity of suspension in the water used for the production of electric power as well as the repeated unlogging carried out in the compensatory basins, respectively, they increase the wear of the hydrotechnical constructions and of the technical equipment (forced duct, turbines).

Regarding the environmental impact produced by the low-power hydroelectric power plants on the rivers in Suceava county, the effects they have can be classified according to several criteria:

a) functional effects resulting from the purpose of the hydro-energetic facilities:

- regulating the natural water flows in the catch-evacuation section;
- flood protection for SHP with large compensation basins;
- converting hydraulic power into other forms of energy;

b) ecological effects, which refer to direct or indirect actions on animals, plants or animals, considered individually, but especially as species. In the analyzed facilities their ecological effect is limited to the decrease of the flow rates between the capture and evacuation sections, the modification of the sand morphology in the case of the settlements located on low-flow rivers as well as the minor differences upstream and downstream of the threshold catchments.

c) economic and social effects, these include the consequences of the hydroenergetic arrangements on the anthropic environment, the change of the destination and the quality of the land with effective economic value.

In order to highlight the impact of hydropower plants within the river basins of the Bistrita and Moldavian rivers, an analysis of 6 environmental parameters, which suffer or may undergo changes to their natural state, has been carried out. The analysis was carried out on the following parameters: habitat deterioration; passages for fauna; waste; emissions; noise and vibration produced by hydro-aggregates and visual pollution.

In this respect, it was found that the rational location and responsible operation of the person did not cause significant adverse effects to the environment.

In order to increase the quality of life in isolated rural communities, SHP are recommended for: the provision of electricity, the support and development of the local economy and the creation of new jobs.

**PARTEA I
STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII**

**FIRST PART
THE ACTUAL STAGE OF KNOWLEDGE**

**1. STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII PRIVIND
IMPACTUL ASUPRA MEDIULUI PRODUS DE
CENTRALELE HIDROELECTRICE DE MICĂ PUTERE**
***1. THE ACTUAL STAGE OF KNOWLEDGE ON THE
IMPACT ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENT
PRODUCED BY THE SMALL HYDROELECTRIC POWER
PLANTS***

Pornind de la considerentele că la nivel mondial cererea de apă potabilă este în continuă creștere, iar presiunea exercitată asupra acestei resurse, care deși este considerată o resursă regenerabilă deoarece este alimentată prin precipitațiile anuale, crește considerent prin activitățile antropice care o supun unui proces intens de degradare.

Din perspectiva cantității de apă disponibilă la nivel global, distribuția neuniformă a resurselor de apă este din ce în ce mai accentuată, astfel în ecosistemele umede se manifestă din ce în ce mai mult un exces de umiditate, iar în cele deja uscate un deficit de umiditate. Din punct de vedere al calității acesteia, nu se poate susține aceeași afirmație, valabilă în cazul cantității, deoarece aceasta a suferit numeroase modificări, în cele mai multe cazuri fiind exploatată inadecvat. În ultimul deceniu cererea globală de apă s-a majorat cu aproximativ 1% în fiecare an, datorită creșterii populației precum și dezvoltării economice. Cele mai mari cereri de apă în momentul prezent constatându-se în țările în curs de dezvoltare sau cu o economie emergentă.

La nivel mondial, apa este utilizată în proporție de 70% în agricultură, în cea mai mare parte pentru irigarea culturilor agricole; 22% în industrie, cele mai mari cantități de apă fiind utilizate pentru producerea de energie electrică, iar diferența de 8% este utilizată pentru uz casnic.

În Uniunea Europeană, apa este utilizată în procent de 44% pentru producerea de energie electrică, 24% în agricultură, 17% întrebuințată ca apă potabilă iar diferența de 15% este utilizată în industrie (AEM).

Utilizarea energiei mecanice a apei în scopuri energetice este cunoscută oamenilor de vreme îndelungată. La început, această energie a fost folosită pentru măcinarea cerealelor ca mai apoi, după revoluția industrială, energia mecanică a râurilor să fie valorificată prin amenajarea unor mori de apă pentru diferite scopuri precum: procesarea inului, tors, țesut, prelucrarea lemnului și hidroenergie (Harlan T. 2018).

Hydroenergia este rezultatul valorificării energiei apelor curgătoare, transformată în formă mecanică utilă, producând astfel electricitate prin utilizarea unui generator (Jawahar C.P, 2017), aceasta fiind cea mai cunoscută și cea mai evoluată metodă de producere a energiei electrice care a fost dezvoltată în ultimii 100 de ani. La nivel mondial aproximativ 22% din capacitatea mondială de energie este produsă cu ajutorul hidroenergiei (AMES).

Sursele convenționale de producere a energiei (combustibilii fosili și energia nucleară) pe lângă limitele acceptate, sunt, totodată, responsabile pentru poluarea mediului și perturbarea echilibrului ecologic. Resursele neconvenționale de energie regenerabilă (energia eoliană, energia solară, energia hidroelectrică, energia geotermală și energia mareelor) sunt prezente în cantități mari, iar exploatarea lor nu dăunează mediului înconjurător. Astfel, direcția de dezvoltare în generarea de energie este îndreptată spre producerea de energie din resurse neconvenționale regenerabile. Dintre toate resursele de energie regenerabilă, hidroenergia se caracterizează prin acuratețea tehnologiei, eficiență și absența problemelor în generarea electricității (Wang L. et al., 2018).

Un punct forte al centralelor hidroelectrice de mică putere se referă la faptul că apa utilizată pentru producerea de energie electrică nu este epuizată, prelungindu-se astfel durata medie de funcționare până la aproximativ 50 de ani.

În prezent, în Europa sunt amenajate peste 25000 de CHEMP-uri, printre țările cu cele mai multe amenajări se regăsesc Norvegia, Austria, Germania, Italia etc. În general, CHEMP-urile au o capacitate medie de producție de aproximativ 0.6 MW, producând anual o cantitate de energie electrică de circa 20 GWh.

În România, hidroenergia are un rol important, reprezentând aproximativ 30% din producția totală de energie electrică. În ultimii ani realizându-se eforturi susținute pentru reabilitarea centralelor existente de la Porțile de Fier 1 și 2 și a centralelor amenajate pe râul Olt etc. (Bunea Florentina și colab., 2010).

Din punct de vedere al micro-potențialului amenajat în România, acesta însumează aproximativ 400 de CHEMP-uri cu o putere instalată de peste 500 MW, energia medie per amenajare fiind de 1500 MWh (Gabriel Năstase, et al., 2017)

În județul Suceava sunt amenajate în prezent 40 centrale hidroelectrice, situate preponderent în Unitatea montană, fiind amplasate pe afluenții principalelor râuri.

Energia joacă un rol esențial în dezvoltarea unei țări (Weiss S. J. et al., 2018) și definirea nivelului de trai al acesteia. Datorită creșterii continue și rapide a populației, dar și a industrializării din întreaga lume, cererea de energie este în continuă creștere.

În multe cazuri, la nivel mondial, centralele hidroelectrice de mică putere au fost amenajate în vederea alimentării cu energie electrică a localităților rurale sau a celor izolate (Alonso-Tristan C.). Aprovizionarea cu energie electrică a determinat, în cadrul comunităților, creșterea standardelor de viață, dezvoltarea economiei locale și, implicit, reducerea și combaterea sărăciei. Având acces la această formă de energie, caracterizată prin siguranță în funcționare, micro comunitățile o pot utiliza în diferite activități benefice economiei locale, concretizate prin crearea de locuri de muncă.

Analizând datele din perioada anilor 1974 și 2014, producția mondială de energie electrică se majorează, în medie, cu 3,4%, conform studiului efectuat de Agenția Internațională pentru Energie (Guerra O.J. și colab., 2019 după IEA, 2016). Cu toată această creștere din ultimele decenii, în prezent circa 1,2 miliarde de persoane nu au acces la energie electrică (figura 1.1) (IEA, 2016).

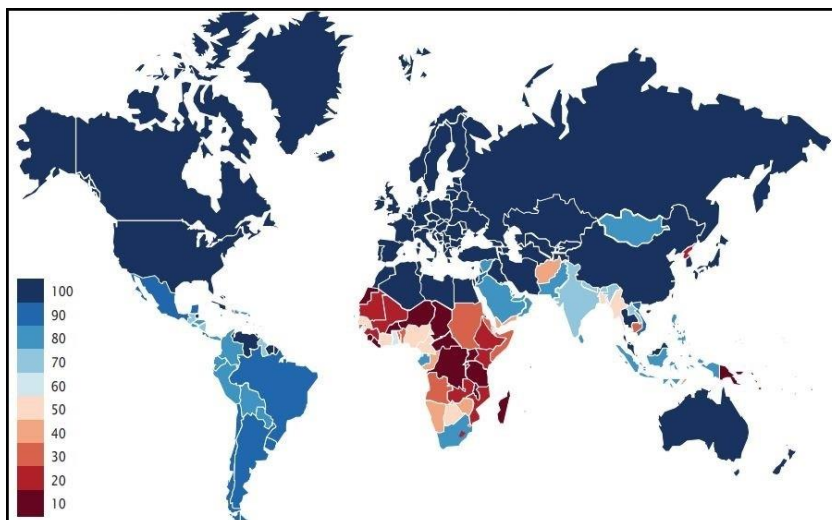


Figura 1.1 Rata de electrificare la nivel mondial (%) (WSHPDR, 2016)

Figure 1.1 Electrification rates by country (%) (WSHPDR, 2016)

La nivel global se apreciază că aproximativ 36% din potențialul utilizabil de CHEMEP-uri este valorificat (Kosnik Lea, 2010), Europa situându-se pe locul întâi în ceea ce privește rata potențialului dezvoltat a CHEMEP-urilor (tabelul 1.1).

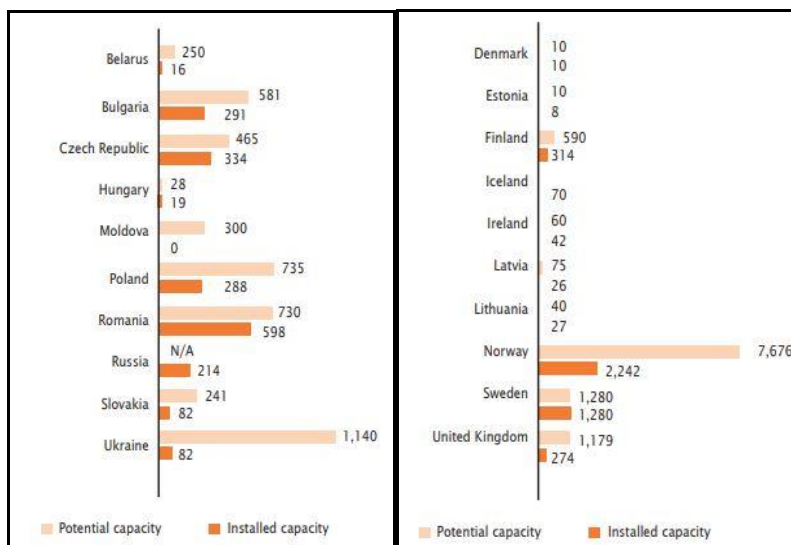
Tabelul 1.1

Top 5 regiuni și țări cu CHEMEP-uri care produc sub 10 MW

Table 1.1

Top 5 regions and countries with SHPs producing less than 10 MW

Regiune/ poziție	1	2	3	4	5
după capacitatea instalată	Asia	Europa	America	Africa	Oceania
după capacitatea potențială	Asia	America	Europa	Africa	Oceania
după potențialul nedezvoltat	Asia	America	Europa	Africa	Oceania
după procentul de potențial dezvoltat	Europa	Asia	Oceania	America	Africa
Țară /poziție	1	2	3	4	5
după capacitatea instalată	China	SUA	Japonia	Italia	Norvegia
în funcție de capacitatea potențială totală	China	Columbia	India	Japonia	Norvegia
după potențialul nedezvoltat	Columbia	China	India	Chile	Japonia



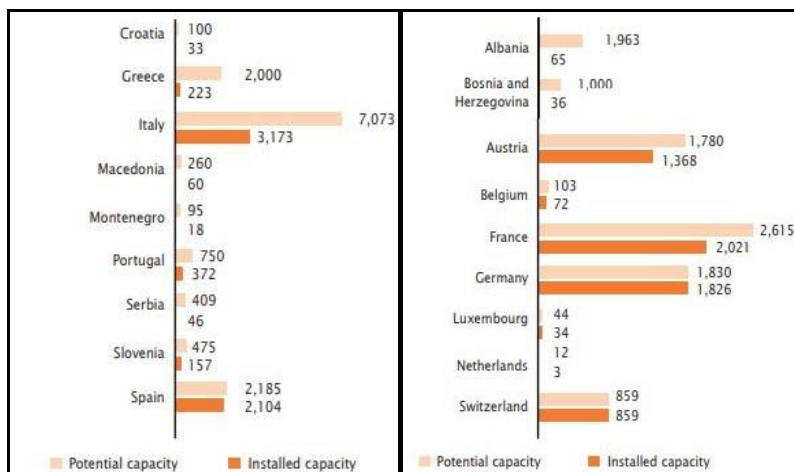


Figura 1.2 Potențialul disponibil al CHEMP-urilor și capacitățile acestora instalate, în diferite state ale Europei (WSHPDR, 2016)

Figure 1.2 The potential of SHPs and their capacities installed, in different European countries (WSHPDR, 2016)

În Europa au fost aplicate politici care susțin utilizarea resurselor regenerabile pentru producerea de energie electrică. Multe țări din Europa nu au avut ca centru de interes dezvoltarea sectorului de CHEMP-uri, deoarece în cazul hidrocentralelor mari au fost constatate degradări ale mediului, cauzate de barările cursurilor de apă. Cu toate acestea, această ramură de producere a energiei verzi a avut o dezvoltare considerabilă.

Studiul realizat de Guerra O.J. împreună cu colaboratorii, referitor la schimbările climatice și strategiile de adaptare a unui sistem energetic dominat de hidroenergie (Wagner T. and al., 2017), a concluzionat că, din perspectivă politică, generarea de hidroenergie nu poate fi o alternativă concurentă pentru reducerea emisiilor de carbon din Columbia.

Conform analizelor efectuate de Nistoran Daniela și colaboratorii, cu ajutorul unui software de modelare 1D, s-a stabilit faptul că la un debit minim de descărcare parametrii hidraulici relevanți din punct de vedere ecologic se apropie de pragul de amenințare a habitatului piscicol. În medie adâncimea și stresul la forfecare au scăzut cu 50%, viteza medie cu 40% și zona de curgere cu 75%.

Conform studiului comparativ, referitor la impactului asupra mediului, în cadrul unei evaluări asupra ciclului de viață efectuat de L. Wang în anul 2018 în China, dintre cele trei sisteme de producere a energiei electrice, respectiv energie eoliană, nucleară și hidroenergie, s-a ajuns la concluzia că energia eoliană se află pe primul loc, ca influență negativă, pe locul doi și trei aflându-se energia nucleară, respectiv hidroenergia.

Din cele menționate se poate, astfel, trage concluzia că hidroenergia este cea mai puțin dăunătoare pentru mediul înconjurător comparativ cu celelalte forme de producere a energiei (Ånund Killingtveit, 2019; Antti P. E. et al., 2018)

România reprezintă o țară bogată în resurse de energie regenerabilă, principalele resurse fiind vântul, energia fotovoltaică și hidroenergia, însă din tot acest potențial este folosită doar o mică parte. Administratorii de centrale hidroelectrice de mică putere se confruntă cu o problemă a prețului apei utilizate, acesta crescând de aproximativ 5 ori în ultimii ani, de la 0,24 RON / 1000m³ la 1,1 RON / 1.000 m³, lucru care afectează fluxul numerar și fezabilitatea proiectelor.

Ecosistemele de ape dulci nu sunt doar componente ale mediului înconjurător, ci fac parte din economia țării, din viața oamenilor.

La începutul anilor '70, 2200 de oameni de știință din întreaga lume lansau un „mesaj către 5 miliarde și jumătate de pământeni”, unde care erau sintetizate în 4 puncte, principalele probleme acute ale omenirii: deteriorarea mediului înconjurător, diminuarea resurselor naturale, populația, suprapopulația și foametea, războiul.

Deși nu reprezintă nici primul, nici ultimul avertisment privind soarta omenirii într-un viitor, care deja în zilele noastre a început să devină actual, conciziunea și veridicitatea problemelor conținute în ape conferă acestuia calitatea de document de referință.

În concordanță cu marile probleme actuale de pe glob, fenomenul alarmant, cu cea mai mare amploare, care se detașează ca generalitate și importanță prin consecințele pe care le determină, îl constituie diminuarea și degradarea îngrijorătoare a resurselor de apă. Cauzele acestui efect rezidă, cu deosebire, în explozia demografică din ultima jumătate de secol, exprimată prin creșterea de aproximativ 3 ori a populației de astăzi, față de cea existentă în anul 1950 (2,5 miliarde) și în dezvoltarea tehnologică fără precedent din ultimele decenii, concomitent cu neglijarea sau uneori neputința integrării în circuitul ecologic a industriei, a agrozootehniei intensive, a aglomerărilor urbane, a transporturilor etc.

Fără îndoială, existența pe Pământ este nemijlocit legată de ubicuitatea apei ca element al mediului, constituent al materiei vii și totodată aliment-suport al unei game largi de surse alimentare, dar și al creării așezărilor umane, factor indispensabil nu numai fertilizării terenurilor aride dar și productivității suprafețelor agricole actuale. Meditând asupra importanței apei, Mircea Eliade spunea: „*Apele au fost pentru omenire suma universală a tuturor virtualităților, izvorul și originea tuturor posibilităților, existența, suportul oricărei creații.*”

Deși aparent, apa este dominantă pe Pământ întrucât acoperă aproximativ 71% din întinderea planetei albastre, ca volum nu reprezintă decât 7% din dimensiunea Terrei, 93% fiind masa solidă și semifluidă a Pământului. Cu toate acestea, volumul global de apă de pe Terra, de circa 1.400 mil km³, reprezintă o masă imensă de apă care, în cea mai mare parte alcătuiește oceanul planetar (1.365 milioane km³) iar aproximativ 2,5%, adică 35 milioane km³, constituie așa-numita apă dulce (Barbier B. E., 2019).

Se estimează că din volumul de apă dulce de pe planeta noastră, 24 milioane km³ sunt blocați în ghețari iar 10 milioane km³ reprezintă ape subterane, din care 2/3 sunt cantonate la adâncime mai mare de 800 m, fiind greu accesibile atât din punct de vedere tehnic, cât și economic.

Numai aproximativ 95.000 km³, respectiv 0,27% din apa dulce și 0,007% din volumul global reprezintă lacurile cu apă dulce și cursurile de apă de suprafață, cu alte cuvinte disponibilul teoretic accesibil.

Din acest disponibil se apreciază că oamenii pot capta și valorifica pentru cerințele existenței, în condiții tehnice și economice convenabile și fără a distruge ecosistemele acvatice, între 20.000 – 30.000 km³, ceea ce nu reprezintă foarte mult.

Resursele de apă dulce sunt asigurate și reînnoite pe suprafața emersă a pământului prin ciclul hidrologic (Pișota I., Buta I., 1974; Hingray B., Picouet C., Musy A., 2015) o uriașă uzină planetară care de miliarde de ani funcționează neîntrerupt pe baza energiei solare și a gravitației, întreținând și perpetuând viața dincolo de oceanul planetar.

Se consideră că anual ajung în atmosferă sub formă de vapori aproximativ 510.900 km³ de apă, 554.900 km³ prin evaporarea din oceanul planetar și 70.000 km³ prin evapotranspirația de pe uscat. Prin condensarea și transformare în precipitații, revin pe suprafața mărilor și oceanelor lumii 411.600 km³ și pe Terra emersa 99.300 km³ din care, 61.300 km³ compensează evapotranspirația iar 38.000 km³ constituie scurgerea de suprafață și subterană spre oceanul planetar (Anderson D., 2009-2013).

Deși reînnoibilă, cantitatea de apă dulce de pe uscat este fixă și finită variind între 100 m³/zi locuitor în America de Sud și 10 m³/zi locuitor în Europa, astfel revin în medie, 36,3 m³/zi locuitor la o populație de 7,6 miliarde.

După cum se observă, caracteristica fundamentală a disponibilului de apă dulce de pe planetă este răspândirea extrem de neuniformă a resurselor, astfel că sunt zone unde apa dulce se află cu mult peste necesar, cum sunt și mari întinderi de terenuri deșertice sau aride.

Distribuția resurselor de apă este mult diferențiată chiar în interiorul continentelor. Astfel, dacă se consideră scurgerea medie zilnică de apă dulce

disponibilă, raportată la numărul locuitorilor din țări ale Europei, se constată că în state ca Norvegia, Croația și Finlanda revin peste 108 m³/zi/locuitor, în Austria și Elveția între 26-17 m³/zi/locuitor iar în țări ca România, Ungaria sub 5 m³/zi/locuitor (Nistoran Daniela, et al., 2018)

Cele mai mari resurse de apă dulce de pe glob sunt:

- Între apele curgătoare, cea mai mare resursă, 1/5 din rezerva de apă a lumii, este Amazonul (Ecuatorul vizibil) din continentul Sud American, care-și colectează apele de la peste 1100 de afluenți de pe o suprafață de aproape 30 de ori mai mare ca a României, și care varsă în Oceanul Atlantic în fiecare secundă 209.000 m³. Comparativ, Dunărea are la intrarea în țară un debit de 5.300 m³/s iar la vărsarea în mare circa 7.130 m³/s.
- Al doilea fluviu ca mărime de pe Pământ este CONGO care curge în zona ecuatorială a Africii, udând teritoriile a 6 țări (Zair, Congo, Uganda, Rwanda, Burundi și R. Centrafricană) până la vărsarea în Oceanul Indian, cu un debit de 41.200 m³/s, debit care ar acoperi dublul necesarului mondial pentru irigații, dar după cum se cunoaște, curge într-o zonă unde abundența precipitațiilor nu reclamă irigațiile. Este interesant de observat că fluviul Congo, împreună cu afluenții săi, asigură 1/5 din resursele hidroenergetice mondiale iar din bazinul său hidrografic se obțin, printre altele, 2/3 din producția de cobalt a lumii, 60% diamante, 10% uraniu, 8% cupru, 8% staniu etc.
- Mississippi (supranumit părintele apelor) este al treilea fluviu mare al lumii, colectează apa de pe 1/3 din teritoriul SUA și împreună cu afluentul său principal Missouri descarcă în Golful Mexic, printr-o deltă de mărimea Belgiei, un debit extrem de variabil, între 8.000 – 36.000 m³/s, ceea ce explică numeroasele inundații catastrofale de pe cursul acestui fluviu. Multe zone pitorești din sistemul hidrografic Mississippi-Missouri au fost admirabil descrise de geologul român Gregoriu Ștefănescu.

Trecând de la fluvii la lacuri, se observă că cel mai mare rezervor de apă dulce din lume (aproximativ 50.000 km³) îl constituie complexul „marilor lacuri” (L. Superior, Michigan, Huron, Erie și Ontario) de pe teritoriul SUA și Canadei. Marile lacuri au împreună aproape un sfert de milion de km² luciul de apă, cu adâncimea maximă între 64 și 393 m. Cel mai mare dintre ele, dar și cel mai mare din lume este Lacul Superior, care are întinderea (82.400 km²) aproximativ cât suprafața Austriei (83.850 km²) și adâncimea maximă de 307 m.

Lacul Victoria din Africa (pe teritoriul Ugandei, Tanzaniei și Kenyei) cu 68.870 km² și 80 m adâncimea maximă urmează ca mărime Lacului Superior. Denumirea i-a fost dată în 1858 de John Speke în onoarea reginei Angliei. Este străbătut de cel mai lung fluviu de pe glob (6.853 km), Nilul, care traversează 8 țări până la vărsarea în Mediterană.

În partea sudică a Siberiei de Est se află lacul Baikal, de 31.500 km², cel mai vechi și mai adânc din lume (20-25 milioane ani), respectiv 1637 m, conținând 10% din rezerva mondială de apă dulce și reprezentând unul din cele mai mari muzee vii, având 800 de specii de animale și 245 de specii de plante endemice.

A fost descoperit de Ivanov și Kolesnikov în 1643 iar în 1675, spătarul N. Milescu a făcut prima descriere amănunțită a țărmului sudic al lacului pe care l-a parcurs în drumul său spre China, în serviciul Imperiului Rus.

În România, resursele de apă, tehnic utilizabile, formate din: râurile interioare, lacuri, Dunăre și apele subterane sunt, după ultimele date, de aproximativ 36.3 milioane m³ care, în raport cu populația, situează România în categoria țărilor cu resurse de apă reduse sub media pe Europa. Principala contribuție la aceste resurse revine râurilor interioare, deoarece Dunărea (al doilea fluviu al Europei) prin poziția periferică și caracterul său internațional impune limitări în folosirea apei, iar apele subterane mai bogate în zona montană a Carpaților, reprezintă sub 10% din resurse.

Datorită variabilității mari în timp și spațiu a debitelor râurilor interioare, au fost realizate lucrări de regularizare ce cuprind peste 1.900 de lacuri importante cu baraj, care însumează peste 13 km³ de apă. Bazinele hidrografice cu cel mai important volum util în acumulări sunt: Siret cu 1,6 km³ și Olt cu 0,8 km³, iar bazinul hidrografic cu cel mai mare volum destinat atenuării viiturilor este cel al Prutului, cu circa 1 km³.

Cele mai mari lacuri de acumulare pe râurile din România sunt: Stânca Costești 2.065 km³, Izvorul Muntelui 1,25 km³ și Vidraru 0,465 km³, la valorile capacității totale de reținere. Evident, resursele de apă dulce, mai mari sau mai mici, nu se pot capta și folosi integral, înțelepciunea încășă învățând că „*broasca nu bea toată apa din balta în care trăiește.*” Se poate consuma cel mult partea care se reface anual în cadrul ciclului hidrologic și este disponibilă local sau zonal, întrucât, din păcate, nu sunt deocamdată mijloace de transfer intercontinental de apă dulce.

Gradul de folosire a resurselor de apă dulce variază de la țară la țară, în funcție de stadiul de dezvoltare social-economică. În timp ce în unele țări africane, consumul anual de apă pentru un locuitor nu depășește 40-50 m³, în multe țări dezvoltate, acesta ajunge, și chiar depășește 2.500 m³, punând în evidență deja simptomatologia crizei de apă.

Potrivit statisticilor, 70% din populația lumii nu dispune de alimentare cu apă potabilă, iar odată cu dezvoltarea țărilor din „lumea a treia” și având în vedere că populația globului se majorează anual cu cel puțin 1,1%, sunt previzibile creșteri spectaculoase ale consumului de apă.

Insuficiența cantitativă și calitativă a apei amenință 3 aspecte fundamentale ale securității societății omenești: producția alimentară, sănătatea mediului acvatic și stabilitatea socială și politică.

La nivel global, de cel mai mare consum de apă este responsabilă agricultura (65%), industria folosește aproximativ 25% iar consumului domestic și municipal îi revin circa 10%.

În România, consumul de apă a crescut de la 1,4 km³ în anul 1950, la peste 6,458 km³ în anul 2016 (Eurostat) datorită creșterii populației, dezvoltării industriei și a agriculturii.

La nivel European utilizarea apei pe sectoarele economice în anul 2015 a fost: 40,4% pentru agricultură; 27,8% pentru generarea de energie electrică; 17,1% industria extractivă, prelucrătoare și construcțiile; 11,6% gospodăriile iar 2,5% din resurse s-au folosit în sectorul serviciilor.

Se cunoaște că în agricultură, cel mai mare volum de apă se consumă prin irigații, deși reprezintă aproximativ 16% din suprafața totală cultivată iar suprafața irigată produce 40% din totalul de alimente ale lumii.

În România sunt multe localități care acuză insuficiența apei, printre care se numără orașele: Turda, Tg. Jiu, Brașov, Baia Mare, Câmpia Turzii, Mediaș, Copșa Mică, Sighișoara, Predeal, Azuga etc. Din nefericire, încă se ignoră efectul deosebit de păgubitor al prelevării progresive a apei din agricultură pentru cerințele urbane și al folosirii excesive a resurselor neregenerabile.

A doua consecință a insuficienței apei este declinul mediului acvatic. La nivel global, în prezent, folosirea apei s-a triplat față de anul 1950 (în România fiind de 7,4 ori mai mare). Majorarea cerinței de apă a fost satisfăcută prin construcții de baraje și de devieri ale cursurilor de apă. Din anul 1950, numărul barajelor de lacuri, mai înalte de 15 m a crescut de 7,5 ori, de la circa 5.000 la 38.000, peste 85% din barajele mari fiind construite în ultimele decenii.

Concomitent cu regularizarea asigurării apei, aceste importante lucrări antropice au și efecte negative, variind de la degradarea ecosistemelor acvatice și dispariția unor specii, până la ruperea echilibrelor climatice naturale și eliminarea condițiilor de existență a unor populații, precum în următoarele cazuri:

1. Dezvoltarea construcțiilor hidrotehnice pe fluviul Colorado din California a redus 95% din zonele umede ale acestui stat, astfel că efectivele de păsări migratoare și de apă, dependente de aceste areale, au scăzut în ultima jumătate de secol de 20 de ori. Din cauza distrugerii habitatelor de depunere a icrelor, populațiile de somon s-au redus cu aproximativ 80%. Un studiu al Societății Americane de Pescuit (A.P.S.) arată că în S.U.A. doar 2% din cele 5,1 milioane km de fluvii și râuri sunt nesistematizate și lăsate să curgă liber iar

suprafața zonelor mlăștinoase (exceptând Alaska) a fost micșorată în ultimii 200 de ani într-un ritm mediu de 25 ha/oră;

2. Barajul de la Assuan, construit în anii '60 și care este capabil să stocheze debitul Nilului pe 2 ani, a făcut ca numai după un deceniu de existență a lacului, din cele 47 de specii de pești care se pescuiau înainte în Nil, să mai poată fi pescuite doar 17. În paralel, producția de sardine în zona estică a Mediteranei a scăzut cu 83% ca urmare a reducerii aluviunilor bogate în nutrienți aduse de fluviu în mare. De asemenea, reducerea drastică a aportului de aluviuni în deltă prin construcția barajului determină scufundarea treptată în mare a deltei Nilului, fenomen care după calculele unor renumiți oceanologi, poate produce Egiptului în următorii 60 de ani, o pierdere de până la 19% din teritoriul locuibil;

3. Fluviul Gange din Asia de Sud este atât de mult folosit pentru agricultură încât în sezonul secetos, cantitatea prea mică de apă pe care o varsă în Golful Bengal favorizează înaintarea frontului salinității de-a lungul zonei vestice a deltei fluviului, în Bangladesh, fenomen care distruge valoroasele păduri de mangrove precum și habitatul peștilor și păsărilor. În multe cazuri, declinul mediului acvatic se datorează creșterii salinității apei și/sau poluării.

4. Un exemplu edificator este tragedia lacului Aral care, până cu câteva decenii în urmă era ca mărime a treia acumulare naturală de apă dulce din lume (66.500 km² /68 m). Disminuirea de apă a principalilor afluenți: fluviile Amu-Dar'Ya și Sir Dar'Ya, pentru irigarea a circa 7 mii ha de terenuri deșertice din Kazahstan și Uzbekistan a făcut ca marea Aral să-și micșoreze suprafața cu peste 28.000 km² (echivalentul Albaniei), iar volumul de apă să se reducă cu circa 2/3, nivelul acestuia scăzând cu mai mult de 12 m. Creșterea salinității apei a determinat reducerea speciilor de pești de la 24 la 4. Tragedia Mării Aral este întregită de poluarea cu pesticide a apei freatică și îmbolnăvirea în masă a oamenilor încât unii vizitatori americani ai regiunii s-au exprimat astfel: „*Ceea ce se petrece la Marea Aral este o catastrofă ecologică, echivalând cel puțin cu catastrofa nucleară de la Cernobîl din anul 1986. Este adevărat că prin irigarea celor 7 milioane ha asigurau, pentru fosta U.R.S.S., 95% din producția de bumbac, 40% din cea de orez și cantități importante de legume și fructe, dar cu ce sacrificiu?*”

5. Și complexul marilor lacuri de pe continentul nord american este puternic afectat de poluare. În bazinul hidrografic al marilor lacuri americane populația a crescut de la 2,3 mii locuitori în anul 1870 la peste 40 milioane în prezent. Suprafața mare a oglinzii apei a acestui imens sistem hidrografic, care este relativ închis (numai 1% din apă se recirculă anual), face lacurile vulnerabile la poluanții atmosferici purtați de vânt de la mari depărtări, la care se adaugă poluanții rezultați din activitatea socială și industrială din zonă. Din cele

30.000 de substanțe toxice care se apreciază că pătrund în apa lacurilor, numai 362 (1,2%) sunt urmărite îndeaproape. Multe substanțe chimice se concentrează pe măsură ce intră în lanțul trofic iar prădătorii mari (inclusiv omul) primesc, în consecință, cele mai mari cantități de toxine. De exemplu, un om ar trebui să bea apă din Marile Lacuri timp de mai bine de 100 de ani pentru a ingera aceeași cantitate de toxine conținută de un păstrăv din zonă, de aproximativ 1 kg. Marile Lacuri suferă și din cauza poluării biologice prin înmulțirea speciilor exotice.

6. Nici în România ecosistemele acvatice nu sunt scutite de degradarea prin poluare. Pe ansamblul bazinelor hidrografice au fost puse în evidență 1150 obiective, respectiv: 677 unități industriale, 143 unități agrozootehnice și 326 de localități cu potențial ridicat de poluare a resurselor de apă.

Din lungimea totală, de 26.223 km, a râurilor investigate în anul 2009, s-au încadrat în clasa I de calitate 6.040 km râu calitate foarte bună; în clasa a II-a 14.564,5 km râu calitate bună; în clasa a III-a 4.588,5 km râu calitate moderată) în clasa a IV-a 587 km râu calitate slabă; în categoria a V-a 443 km râu calitate foarte slabă.

În comparație cu anul 1989 se constată în prezent o îmbunătățire a calității apei râurilor interioare, ca urmare a reducerii activității industriale, a re tehnologizării proceselor de producție și a aplicării unor măsuri coercitive folosințelor care poluează.

Din punct de vedere al calității apei din lacuri au fost analizate 95 de lacuri, acestea încadrându-se astfel: clasa I (41,2%); clasa a II-a (36,8%); clasa a III-a (14,7%); clasa a IV-a (4,2%) și în clasa a V-a (1,1%).

O altă consecință a accentuării și răspândirii deficitului de apă ar putea fi apariția dezintegrărilor sociale interne și a conflictelor externe. Când se face simțită criza de apă, distribuția inechitabilă între consumatori poate deveni sursă de declanșare a conflictelor.

Pentru multe țări, apa care curge în albiile râurilor și fluviilor, după ce a străbătut alte țări, reprezintă partea cea mai importantă a resurselor proprii de apă de suprafață (Turkmenistan – 98%; Egipt 97%; Ungaria – 95%; Bulgaria – 91% etc.).

Se înțelege cu ușurință că, referitor la creșterea populației, implicit a cerințelor de apă, țări ca cele enumerate, devin vulnerabile la deciziile statelor situate în amonte. Se apreciază că astfel de zone potențial fierbinți pot genera fluviile Gange, Nil, Iordan, Tigru, Eufrat, Amu Dar'Ya, Sâr Dar'Ya etc.

De exemplu, pentru Egipt, este o politică axiomatică a oricărui regim de a fi în orice moment pregătit să oblige prin forță pe vecinii din amonte (Sudan și Etiopia) să nu micșoreze debitul Nilului.

Un alt exemplu, în 1987, Turcia a fost de acord să lase Siriei 500 m³ pe Eufrat dar Siria voia mai mult. Suleyman Demyrel, președintele Turciei, referindu-se la pretențiile Siriei, a spus: „*Noi nu am afirmat că ar trebui să împartă cu noi resursele lor de petrol. Deci, ei nu pot spune că ar trebui să împărțim cu ei resursele noastre de apă.*”

De-a lungul timpului, guvernele au semnat peste 2.000 de instrumente legale privitoare la cursurile de apă internaționale, unele dintre acestea datând de peste 900 de ani. Majoritatea tratatelor reflectă principiul de bază al folosirii echitabile, dar în nici una dintre zonele critice ale resurselor de apă nu există un tratat care să includă toate țările din respectivul bazin hidrografic.

La conferința de la Dublin și summit-ul de la Rio din 1992 s-au adoptat documente care accentuează legătura dintre dezvoltarea economică și protecția ecosistemelor, necesitatea tratării apei ca pe un bun economic și importanța implicării masive a publicului în procesul de luare a deciziilor asupra politicii în domeniul apei. Conform acestor documente, durabilitatea folosirii apei presupune integrarea ecologică, eficiența, echitatea și luarea deciziilor de comun acord.

Este necesară în primul rând, crearea unei legislații care să impună consumatorilor asigurarea criteriilor pentru protecția sistemelor acvatice. Agricultură, industria și alte folosințe să nu poată exploata resursele de apă până la degradarea sănătății acestor ecosisteme iar extracția netă din apele freatice regenerabile să nu poată depăși rata de umplere a acviferelor. Trebuie respectat principiul conform căruia: „*Apa trebuie împărțită mai întâi cu natura și apoi între oameni.*” Pentru un câștig pe termen lung, acolo unde consumul de apă pentru agricultură și marile orașe a depășit condiția minimă de existență a ecosistemelor și a sănătății oamenilor, trebuie găsite soluții de reducere a consumului.

Deoarece 2/3 din consumul mondial de apă este legat de agricultură, o infimă reducere procentuală a acestui consum ar elibera cantități mari de apă necesare orașelor, mediului sau chiar extinderii irigațiilor. Rezultatele unor fermieri care au modernizat tehnica irigației și au aplicat rațional udările evidențiază reduceri ale consumului de apă cuprinse între 20 și 60%.

În al doilea rând, guvernele trebuie să-și asume responsabilitatea de a nu mai subvenționa apa deoarece prin subvenționarea masivă a apei se răspândește mesajul fals care indică populației abundența apei și faptul că își pot permite să o risipească, chiar dacă în realitate râurile seacă, zonele de pescuit se distrug iar speciile dispar.

Ținând seama că cea mai ieftină resursă, este economisirea resursei, se are în vedere economisirea apei prin ridicarea standardelor de eficiență pentru

rețelele citadine de canalizare și de apă curentă. În S.U.A. a fost votată în anul 1992 o lege care obligă pe producătorii de toalete, robinete, dușuri etc, ca până în 1994 să satisfacă anumite standarde de eficiență, mai severe decât cele anterioare. În prezent, în S.U.A. consumul anual de apă pe cap de locuitor este de 2.500 m³, acesta fiind cel mai mare consum real de apă.

Expunerea succintă a câtorva aspecte referitoare la modul în care oamenii dispun de apă, adeseori fără cea mai mică restricție, a subliniat, o dată în plus, că sistemele ecologice ale apelor dulci sunt extrem de vulnerabile. Ca valoare biologică ele sunt foarte bogate dar, și foarte sensibile la amenințări. Trebuie avut în vedere că 12% din toate speciile de animale, inclusiv 41% din toate speciile de pești cunoscute, trăiesc numai pe 1% din suprafața planetei adică pe aceea reprezentând suprafața apelor dulci; nu trebuie omis faptul că în ultimii ani cel puțin 1/5 din toate speciile de apă dulce au se află pe cale de dispariție, amenințate, sau în pericol iminent, iar din unele ape dulci au dispărut faune întregi; de asemenea, trebuie luat în considerare că în multe locuri activitățile umane au irosit un patrimoniu care a necesitat mii și mii de ani de formare.

Doar atunci când se va considera întreaga lume ca fiind o singură familie, cum e familia fiecăruia, și fiecare se va comporta ca atare, dacă se va schimba modul de administrare a ecosistemelor, mai ales a celor acvatice, de la cel care implică reacția la apariția unor probleme, la cel care încearcă prevenirea ei, și dacă se va acționa cu convingerea că păstrarea pe termen lung a ecosistemelor naturale funcționale oferă cel mai mare număr de avantaje celui mai mare număr de oameni, se va evita adevărarea profeției indienilor Cree: *„Doar după ce ultimul copac a fost doborât, /Doar după ce ultimul râu a fost otrăvit, /Doar după ce ultimul pește a fost prins, /Doar atunci veți realiza că banii nu pot fi mâncați.”*

2. CONSIDERAȚII DE ORDIN GENERAL PRIVIND CADRUL NATURAL AL JUDEȚULUI SUCEAVA

2. GENERAL CONSIDERATIONS ON THE NATURAL FRAME OF SUCEAVA COUNTY

2.1. Așezarea geografică

Mărginit în partea de vest de o coroană muntoasă iar partea estică fiind delimitată de lunca Siretului, suprafața județului Suceava are o deschidere spre răsărit sub forma unui amfiteatru, cu fațada lungă de aproximativ 100 km.

Teritoriul județului Suceava se desfășoară între 24057'-26040' longitudine estică și 4704'33''- 47057'31'' latitudine nordică (fig. 2.1.).

Fiind situat în partea de nord-est, datorită acestui aspect prezenta unitate beneficiază atât de vecini externi cât și interni. Suprafața județului Suceava însumează 8553,5 km² aproximativ 3,6% din suprafața teritoriului României (238391 km²), fiind al doilea județ ca mărime după județul Timiș (8697 km²).



Figura 2.1 Așezarea geografică a județului Suceava (original)
Figure 2.1 Geographic location of Suceava county (original)

Astfel, în partea de nord se învecinează cu Ucraina (comunele învecinate graniței cu Ucraina sunt: Cârlibaba, Izvoarele Sucevei, Ulma, Brodina, Straja, Vicovul de Sus, Bilca, Frătăuții Noi, Mușenița, Siret). În partea de est se învecinează cu județul Botoșani (comunele vecine județului Botoșani sunt: Siret, Grămești, Zamostea, Zvoriștea, Hănțești, Siminicea, Dumbrăveni, Verești, Fântânele, Liteni, Dolhasca), partea de sud-est este delimitată de județul Iași (comunele limitrofe: Dolhasca, Forăști, Drăgușeni) la sud cu județele Neamț și Harghita (comunele limitrofe: Boroaia, Râșca, Mălini, Stulpicani, Ostra, Broșteni, Panaci), la sud-vest cu județul Mureș (comunele limitrofe: Șaru Dornei și Poiana Stampei), iar la vest cu județele Bistrița Năsăud și Maramureș (comunele limitrofe fiind Coșna și Cârlibaba).

Din punct de vedere administrativ, județul Suceava, este divizat în 78 de comune, 11 orașe (Gura Humorului, Siret, Solca, Broșteni, Cajvana, Dolhasca, Frasin, Liteni, Milișăuți, Salcea, Vicovu de Sus) și 5 municipii (Suceava, Câmpulung Moldovenesc, Vatra Dornei, Rădăuți și Fălticeni).

2.2. Relieful și geologia

Din punct de vedere al apartenenței la unitățile geografice ale României, județul Suceava se identifica parțial Carpaților Orientali și Podișului Moldovei (Subdiviziunea Podișul Sucevei).

Varietatea și bogăția formelor de relief a județului sunt caracterizate prin: munți (figura 2.2.), depresiuni intramontane, dealuri, podișuri, văi terasate și lunci. Diferența cotelor de nivel dintre cota maximă și cea minimă este de 1875 m., (cota minimă fiind 225 m în albia râului Siret în cadrul localității Dolhasca iar cota maximă a fost de 2100 m. Vârful Pietrosu din Munții Călimani).

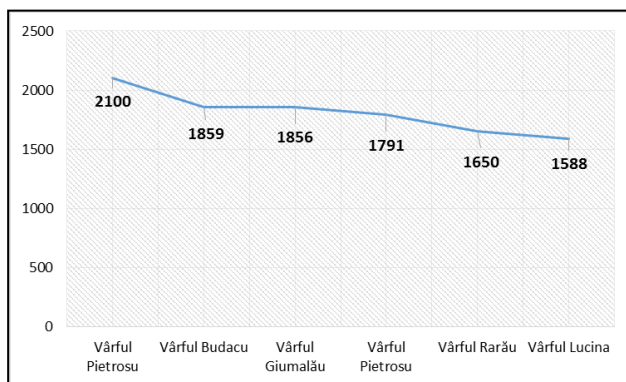


Figura 2.2 Principalele altitudini muntoase de pe teritoriul județului Suceava (original)
Figure 2.2 The main mountain altitudes on the territory of Suceava (original)

Ponderea suprafețelor în formele de relief:

- zona montană 52 %
- zona de podiș 30 %
- zona de luncă 18 %.

Zona montană a județului cuprinde:

- Munții Călimani – sunt munți vulcanici, impunători (Vârful Pietrosu de 2100 m) (fig. 1.2.), platouri vulcanice și cratere bine păstrate;
- Munții Suhard, Obcina Mestecăniș, Munții Giupalău, Munții Bistriței – aspect greoi, domol, specific reliefului dezvoltat pe șisturi cristaline;

- Munții Rarău – alcătuiți din calcare și conglomerate mezozoice în cadrul cărora s-au dezvoltat culmi, turnuri, piramide, pereți verticali, lapiezuri, grote, peșteri (Pietrele Doamnei - stânci calcaroase);
- Obcinele Feredeului, Obcina Mare și Munții Stânișoarei – munți cu altitudini joase aparținând flișurilor;
- Depresiunile Dornelor și Câmpulung – acestea fiind cele mai mari depresiuni intramontane.

Regiunea de podiș aparține Podișului Sucevei, este situată în partea de nord-vest a Podișului Moldovei. Altitudinal, absoarbe două zone, prima zonă vând altitudini între 500-600 m iar a doua zonă mai joasă, cu altitudini între 300-400 m. Subdiviziunile Podișului Sucevei sunt: Depresiunea Rădăuți, Dealurile piemontane Marginea, Podișul Dragomirna, Podișul Suceava-Fălticeni, Depresiunea Liteni, Câmpia piemontană Baia, Valea Sucevei și Valea Siretului.

Municipiul Suceava, reședința județului Suceava, este amplasat pe platforma Suceava - Bosanci, fiind parte componentă a Podișului Sucevei din Podișul Moldovei. În zona periferică a orașului se află localizate două crânguri - Șipote și Zamca.

În alcătuirea substraturilor geologice există două etaje diferențiate: etajul superior (cuvertura), reprezentat prin adunătura de depozite necutate, care au fost adunate în etapa de stabilitate. Etajul inferior pe care este așezată cuvertura, acesta fiind reprezentat de un fost orogen al depozitelor intens cutate care odată cu trecerea timpului s-au metamorfozat parțial sau total.

- Platforma Moldovenească.

Este delimitată de râul Prut în partea de est, partea vestică de Munții Carpații Orientali, limita nordică este reprezentată de granița României cu Ucraina iar Depresiunea Bârladului delimitând partea sudică. Fiind cea mai veche unitate de platformă, consolidată în Proterozoicul Mediu. Analiza geologică a Platformei Moldovenești a relevat prelungirea Platformei Est-Europene spre vest fiind alcătuită, dintr-un suport cristalin rigid peneplenizat, în care sunt prezente: depozite mezozoice, paleozoice, neozoice și cuaternare (V. Mutihac et al., 2004).

Suportul litostructural constituite în preponderență argile, nisipuri, intercalații de gresii de constituite predominant din argile și nisipuri cu intercalații de calcare și gresii, în cadrul căruia s-a modelat un relief format din platouri și coline incluse în Podișului Sucevei. Platourile sunt constituite de roci dure din calcare și gresii cu înălțimi medii de 400 m. fiind reprezentate de platoul Fălticeni și Dragomirna. Înclinarea spre nord – vest și sud est a intercalațiilor grezo-calcarioase au permis, modelarea ansamblurilor morfologice de tip cușetă sub acțiunea apelor curgătoare care se perpetuă treptat pe direcția

menționată și prezența morfologiilor fluviale însemnate de aceeași influență structurală, prin văi subsecvente, consecvente și obsecvente

- Zona de orogen - debutând dinspre vest spre est se caracterizează prin zona cristalino-mezozoică, zona molasei pericarpatică și zona flișului, acestora se adaugă depresiunile intramontane și zona vulcanitelor neogene.

- Zona cristalino-mezozoică - lățime de aproximativ 45 km. fiind formată din masive care variază între 600 – 2300 m. altitudine și culmi. Absolut toată zona montană este străbătută de numeroase văi (supuse râurilor Suceava, Moldova și Bistrița). Alcătuire cristalinul este formată din depozite vulcanogen-sedimentare, care au suportat faze de metamorfism, adunate într-un geosinclinal. Structurile componente ale zonei cristalino- mezozoice:

- șisturi cristaline prealpine;
- sedimentarul preaustic;
- învelișul post-tectonic.

- Zona flișului. Imprimă în zona Carpaților Orientali particularități dominante cu lățimi cuprinse între 23-26 km. pe Valea Moldovei și 40 Km. în valea Sucevei.

- Zona de molasă dezvoltată în exteriorul zonei de fliș fiind ultima unitatea pericarpatică a Carpaților Orientali. În nordul unității, valea Moldovei este îngustă, cu lățimi de 700 – 1800 m., zona sudică se lărgeste, atingând pe pâraul lui Isac lățimea maximă de 4 km. și este compusă din depozite miocene și paleogene.

- Eruptivul neogen - aparține lanțului vulcanic predominant de Munților Călimani care compune latura de vest a Carpaților Orientali, amplasat în zona de contact a munților de cutare cu marile depresiuni de prăbușire ale Transilvaniei și Panoniei, la 470 latitudine nordică, 250 longitudine estică și între 1300-2100 m altitudine.

2.3. Studiul pedologic

Solul, prin poziția, natura și rolul său, este un rezultat al interacțiunii dintre mediul biotic și abiotic, reprezentând un organism viu, în care se desfășoară o viață intensă și în care s-a stabilit un anumit echilibru ecologic.

Cele două unități mari geografice ale județului Suceava, muntele și podișul, atât de net diferențiate climatic și biogeografic, apar net deosebite și din punct de vedere pedo-geografic. Ca rezultat al organismelor asupra scoarței de

dezagregare și alterare a rocilor, solul se modifică de la un loc la altul și în legătură cu materialul parental.

Solurile determină producția agricolă și starea pădurilor, condiționează învelișul vegetal, precum și calitatea apei râurilor, lacurilor și apelor subterane, reglează scurgerea lichidă și solidă în bazinele hidrografice și acționează ca o geo membrană pentru diminuarea poluării aerului și a apei, prin reținerea, reciclarea și neutralizarea poluanților, cum sunt substanțele chimice folosite în agricultură, deșeurile și reziduurile organice și alte substanțe chimice. Solurile, prin proprietățile lor de a întreține și a dezvolta viața, de a se regenera, filtrează poluanții, îi absorb și îi transformă.

Condițiile diferite de formare a solurilor, ca urmare a reliefului variat, a vegetației și a climei, au dus la evoluția mai multor tipuri de soluri (figura 2.3), fiecare cu culoarea, gradul de porozitate, umezeală și conductibilitate calorică proprie.

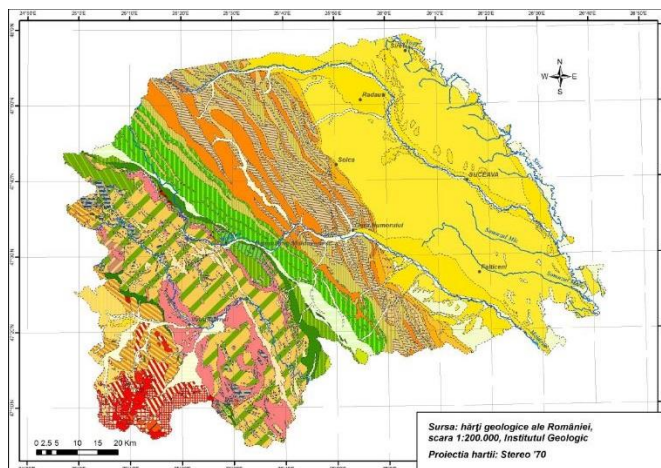


Figura 2.3 Harta geologică a județului Suceava (Institutul Geologic)
Figure 2.3 Geological Map of Suceava county (Institutul Geologic)

În categoria solurilor montane se disting 5 tipuri de sol, după cum urmează:

- Spodosoluri: formate pe rocile eruptive din Munții Călimani, ca soluri argilo-iluviale.
- Spodosoluri litice: cu o largă răspândire în toată zona cristalină, mai ales la vest de o linie ce unește Valea superioară a Moldovei până la Pojorâta și cursul Bistriței în aval de Zugreni, ele sunt cuprinse în categoria solurilor fezi-iluviale.
- Districambosol: acoperă întreaga zonă a flișului, inclusiv a celui transcarpatic. Procesul de solificare este destul de slab, la cele acide humusul este repartizat pe o grosime mai mare.

- Prepodzol subalpin: apar insular în zona cristalină pe culmile mai înalte, cu climatul răcoros și umed.
- Rendzine negre și brune: soluri litomorfe, legate de calcare cristaline, conțin mult humus, au profil subțire și mult material scheletic.

Din cele prezentate rezultă ca solurile zonale montane, cu excepția rendzinelor, sunt predominant soluri brune silvestre de diferite tipuri. În general ele sunt soluri subțiri și scheletice, formate pe terenuri accidentate supuse proceselor de eroziune puternică.

Solurile de podiș, deși reprezintă doar o treime din suprafața județului, sunt în dezvoltare pe un relief mult mai uniform, fiind mai diferențiate.

- Preluvosol și podzol, sunt cele mai răspândite în podiș. Sunt soluri silvestre care se întâlnesc în zona piemontană și subcarpatică, pe dealuri până la 500-600 m. altitudine. Ocupă o mare parte din platourile interfluviului Suceava-Siret. Au o cantitate relativ mică de humus pe măsură ce podzolirea avansează, ele fac trecerea de la podzolurile pădurii de fag spre zona cernoziomurilor levigate. Se formează în zone relativ umede pe argile și gresii.
- Alosolul și cernoziomuri levigate, apar cu precădere în partea sudică a Podișului Fălticeni și în unghiul dintre râurile Suceava și Siret. Ele se întâlnesc pe terasele fluviale, în genere pe terenuri orizontale în zonele cu precipitații anuale sub 600 mm.
- Soluri cernoziomice levigate, sunt specifice zonei Podișului Sucevei. Aceste soluri par o formă relictă, corespunzătoare unei epoci mai secetoase din trecut, dat fiind faptul că sunt soluri tipice zonei de silvostepă. Soluri de tip protazon s-au conservat doar în acele părți ale podișului care au permis întinderea lor permanentă prin aport de ape bicarbonate, care circulă prin profilul solului de-a lungul pantei. Ele manifestă o tendință de evoluție către solurile podzolite (lessivate).
- Hidrisolurile au o slabă răspândire, ele fiind legate de terenurile cu excese de umiditate, cu apa freatică aproape de suprafață sau din precipitații când terenul este argilo-lutos. Se întâlnesc în Depresiunea Rădăuților în diverse grade de hidromorfism.
- Regosolurile și solurile diferit erodate, sunt cuprinse în categoria solurilor slab dezvoltate. Regosolurile apar exclusiv pe terenurile accidentate din podiș. Sunt frecvent întâlnite în zona afluenților Sucevei (Solca, Soloneț), cât și la tributarii acestora, acolo unde sunt pante abrupte pe care nu se pot forma alte soluri.
- Gleiosoluri, formațiuni hidromorfe cu exces de umiditate, puțin răspândite în județ, sunt soluri gleice negre ce apar în zonele băhnoase

din luncile Siretului, Sucevei și Moldovei. Mai întinse sunt lacoviștile de la Baia-Sasca și din Depresiunea Rădăuți, care necesită atât lucrări de aerisire cât și de desecare.

- Aluvisoluri, sunt tipice zonelor de luncă, fiind formate pe depozite fluviale de pietriș și nisip. Ele sunt răspândite în luncile Siretului, Moldovei, Sucevei și Șomuzurilor.

Cele mai fertile soluri din zona arabilă a județului sau zona de câmp a podișului Sucevei sunt solurile argilo-iluviale și pratoziomurile iar solurile de culoare închisă, de tipul cernoziomurilor din nordul Podișului Dragomirnei sunt prezente în sectorul de confluență a Siretului cu Suceava, versanții vestici ai Șeilor.

2.4. Rețeaua hidrografică

Rețeaua hidrografică a județului Suceava însumează 3092 km, cu o densitate de 0,367 km/km², valoare inferioară mediei pe țară 0,49 km/km². Principalele cursuri de apă ce străbat teritoriul județului Suceava sunt: Siretul (de la N la S), râul Suceava, râul Moldova, râul Șomuzul Mare și râul Bistrița (ultimele patru având direcția de curgere de la NV spre SE) (figura 2.4). Cel mai întins bazin hidrografic este cel al râului Moldova, care drenează prin intermediul afluenților săi peste 30% din suprafața județului Suceava, urmat de bazinul Bistriței (circa 29% din suprafață) și bazinul Sucevei.

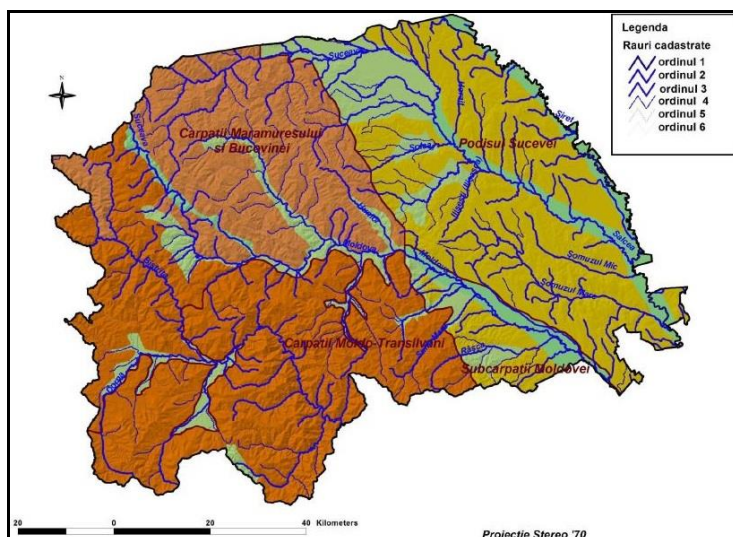


Figura 2.4 Harta hidrografică a județului Suceava (Gheorghe Ostafi și colab. 1980)

Figure 2.4 Hydrographic map of Suceava county (Gheorghe Ostafi et al. 1980)

Râul Moldova izvorăște din Obcina Lucina și străbate județul pe o lungime aproximativ 140 km din întregul său curs de 216 km. La ieșirea din județ, râul are o suprafață de bazin de 2.575 km². Afluenții săi principali de pe teritoriul județului din partea dreapta sunt: Putna (F = 90,5 km², L = 20 km), Suha (F = 359,3 km², L = 33 km), Suha Mare (F = 128,2 km², L = 29,3 km), Suha Mică (F = 135,2 km², L = 24,1 km) iar pe partea stânga: Moldovița (F = 564,2 km², L = 47,5 km), Humor (F = 106,1 km², L = 26 km), Șomuz (F = 95,4 km², L = 20 km).

Râul Bistrița, cel mai mare afluent al Siretului totalizează, la ieșirea din județ, o lungime de 121,9 km și o suprafață de bazin de 2.531,8 km². Afluenții săi principali de pe partea dreaptă sunt: Dorna (F = 595,9 km², L = 46,2 km), Neagra Șarului (F = 302,4 km², L = 52,8 km) și Neagra (F = 354,7 km², L = 40,2 km). În partea stângă, se găsesc afluenți mai mici, cei mai importanți fiind Țibău (F = 135 km², L = 24 km) și Cârlibaba (F = 111 km², L = 24,3 km).

Râul Suceava își are originea din Masivul Lucina din regiunea istorică Bucovina, situată în nord-estul țării), în apropiere de frontiera României cu Ucraina. În cursul superior, râul marchează frontiera româno-ucraineană pe o porțiune de aproximativ 6 km. Lungimea acestuia fiind de 170 km, iar bazinul de recepție ocupă 26% din întinderea județului Suceava iar direcția generală de curgere fiind NV-SE. Străbate Carpații Orientali precum și Subcarpații Bucovinei, având căderea medie în zona montană de peste 4 m/km iar în zona de podiș căderea este de sub 3 m/km.

După ieșirea din zona montană, râul Suceava, își împarte în anumite porțiuni în brațe, acestea unindu-se pe alocuri, iar în alte zone se ramifică formând o lunci cu deschideri mari (în regiunea depresiunii Rădăuți). După ce tranzitează municipiul Suceava, se revarsă în râul Siret la o distanță de aproximativ 21 km față de municipiul Suceava, în teritoriul administrativ al orașului Liteni.

Apele reprezintă o resursă regenerabilă, vulnerabilă și redusă, element hotărâtor pentru susținerea vieții și societății, materie esențială în activitățile productive, sursă de energie, cale de transport, cauză determinantă în menținerea stabilității ecologice.

Resursele de apă sunt reprezentate prin potențialul hidrologic alcătuit din apele de suprafață și subterane, în sistem natural și/sau amenajat, din care se asigură întreținerea diverselor folosințe (tabelul 2.1).

Tabelul 2.1

Resursele de apă potențiale și tehnic utilizabile din județul Suceava (SGA Suceava)

Table 2.1

The potential and technical water resources usable in Suceava County (SGA Suceava)

Sursa de apă. Indicator de caracterizare	Total (mii mc)
A. Râuri interioare	
1. Resursa teoretică	1.920.000
2. Resursa existentă potrivit gradului de amenajare a bazinelor hidrografice	54.372
3. Cerința de apă a folosințelor potrivit capacităților de captare aflate în funcțiune	17.316
B. Subteran	
1. Resursa teoretică	180.000
din care : - ape freatiche	180.000
- ape de adâncime	-
2. Resursa utilizabilă	89.854
3. Cerința de apă a folosințelor potrivit capacităților de captare aflate în funcțiune	28.616
Total resurse	
1. Resursa teoretică	2.100.000
2. Resursa existentă potrivit gradului de amenajare a bazinelor hidrografice	144.226
3. Cerința de apă a folosințelor potrivit capacităților de captare aflate în funcțiune	45.932

2.5. Regimul climatic

Fiind situat în nord-estul României, județul Suceava se încadrează în climatul temperat continental de tranziție, cu influență est-europeană, care se resimte mai pregnant până la limita dintre Podișul Sucevei și aria montană. Influențele din sectorul Nordic (scandinavo-baltic) dau nota dominantă a climatului din Podișul Sucevei. Pe acest fond, relieful județului (care se desfășoară pe un ecart altimetric de aproape 1900 m) impune etajarea climatului în două subunități distincte: etajul climatului de podiș și de dealuri joase și etajul climatic montan (cu subetajele sale climatice).

2.5.1. Temperatura aerului

Temperaturile medii anuale cresc din vest, sud-vest spre est, sud-est, din zona înaltă (> 2000 m) a Masivului Călimani, delimitat de izoterma 0⁰ C, până în lunca Siretului, marcată de izoterma de 8⁰ C. Regimul anual mediu a temperaturii aerului este marcat de manifestarea celor mai reduse valori termice în luna ianuarie și a celor mai ridicate valori ale acestui element în lunile iunie, iulie. (Mihăilă D. și colab., 2006).

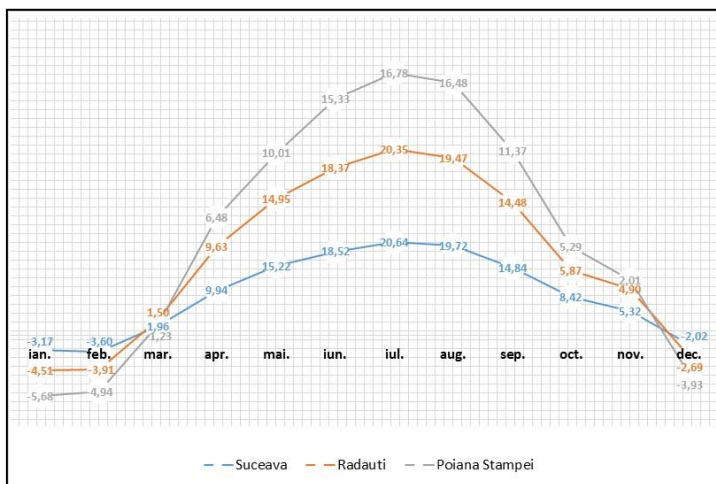


Figura 2.5 Media lunară a temperaturii aerului la stațiile meteorologice amplasate în județului Suceava (original)

Figure 2.5 Monthly average air temperature at meteorological stations located in Suceava County (original)

După cum se poate observa în figura 2.5, în județul Suceava au fost înregistrate 3 luni cu temperaturii medii lunare sub 0°C. Cea mai mare temperatură medie lunară a fost înregistrată în luna iulie la stația meteorologică Suceava (20,64 °C).

Clima temperat-continentală este influențată de dispunerea treptelor de relief, dar și de orientarea acestora. Masele de aer de origine vestică pierd din umezeală și ajung mai uscate în estul județului, cele venind din nord aduc ninsori abundente iarna și ploi reci primăvara și toamna, iar dinspre est se accentuează continentalismul prin veri secetoase și ierni geroase cu viscol puternic.

Valorile medii anuale ale temperaturii aerului se caracterizează prin importante variații între regiunea montană și cea de podiș. Temperaturile medii anuale au valori cuprinse între 1,1°C (Călimani - în zona montana) și de 9,0 °C (în Podișul Sucevei).

În tabelul 2.2 este redată temperatura medie anuală a aerului și normala climatologică la stații meteorologice din județul Suceava. Din datele prezentate se poate observa că temperatura medie anuală în anii 2015-2018, a fost, la toate stațiile meteorologice analizate, peste normala climatologică standard.

Tabelul 2.2

Temperatura medie anuală a aerului (°C), 2015-2018,
la stațiile meteorologice din județul Suceava (ANM București)

Table 2.2

*The annual average air temperature (°C) in 2015,
at the meteorological stations in Suceava County (ANM București)*

Stația meteorologică	Temperatura medie 2015-2018	Normala climatologică standard (1961-2018)
Poiana Stampei	5,8 ⁰ C	4,1 ⁰ C
Rădăuți	8,3 ⁰ C	7,1 ⁰ C
Suceava	7,7 ⁰ C	7,5 ⁰ C

Tabelul 2.3

Temperatura medie lunară a aerului (°C), din anul 2015,
la stațiile meteorologice din județul Suceava (sursa: ANM București)

Table 2.3

*The annual average air temperature (°C) in 2015,
at the meteorological stations in Suceava county (ANM București)*

Stația meteorologică	Lunile anului											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Poiana Stampei	-5,3	-2,3	-1,6	6,4	17,9	15,5	17,6	16,5	11,6	5,8	1,0	-4,09
Rădăuți	-3,8	-4,8	1,1	9,64	15,2	18,8	20,3	19,3	14,7	8,4	3,9	-1,3
Suceava	-2,5	-4,5	1,6	9,9	15,5	18,9	20,6	19,5	15,1	9,1	4,3	-0,7

În tabelul 2.3 sunt redate temperaturile medii lunare ale aerului (°C) din anii 2015-2018, la stații meteorologice Poiana Stampei, Rădăuți și Suceava. Temperatura minimă lunară variază între -5,3⁰C (Poiana Stampei) și -0,7⁰C (Suceava), iar temperaturile maxime oscilează între 20,6⁰C (Suceava) și 17,6⁰C (Poiana Stampei)

În tabelul 2.6 este redată cantitatea medie lunară de precipitații a ultimilor 4 ani la stațiile meteorologice Poiana Stampei, Rădăuți și Suceava.

Tabelul 2.4

Temperaturile maxime și minime absolute înregistrate la cele 3 stații meteorologice.
(ANM București)

Table 2.4

*The absolute maximum and minimum temperatures recorded at the 3 weather stations
(ANM București)*

Stația meteorologică	Maxima absolută	Data de producere	Minima absolută	Data de producere
Poiana Stampei	32,6 ⁰ C	25,26.08.2012	-34,3	23.01.1963
Rădăuți	37,7 ⁰ C	12.05.1958	-34,2	28.12.1996
Suceava	38,6 ⁰ C	17.08.1952	-31,8	20.01.1963

Influența muntelui se simte asupra zonei de podiș până în valea Sucevei,

prin tendința de răcorire a vremii, chiar atunci când în zona montană se produc brume târzii. În orașul Câmpulung Moldovenesc sunt aproximativ trei zile cu brumă în luna aprilie iar cele mai multe zile cu brumă se produc în luna octombrie, în medie 7-8 zile.

2.5.2. Precipitațiile atmosferice

Precipitațiile se află în strânsă legătură cu distribuția lunară și anuală a temperaturii, cu regimul vânturilor și cu unitățile de relief (Arnaud P., et al., 2002). Cantitatea medie anuală de precipitații este puternic influențată de dispunerea treptelor de relief, față de circulația generală a maselor de aer. Astfel se explică cantitățile mai mari de precipitații, de peste 1300-1400 mm, din sud-vestul județului (Munții Călimani), care scad până la mai puțin de 600 mm anual în valea Siretului, din estul județului.

Precipitațiile cad în proporție de 70-80% sub formă de ploaie, repartiția și regimul acestora fiind influențate de altitudinea reliefului. Cele mai mari cantități de precipitații cad în lunile mai-iulie, iar cele mai mici se înregistrează iarna, luna februarie fiind cea mai săracă în precipitații.

Zonele din Unitatea montană sunt caracterizate prin precipitații de peste 800 mm, în zonele de podiș cantitatea de precipitații se reduce de la vest spre est (Horodniceni 635 mm, Dolhasca 552 mm) și de la sud spre nord (Fălticeni 635 mm, Suceava 538 mm). Se constată mari contraste în ceea ce privește repartiția precipitațiilor pe luni și ani, astfel, în luna februarie cantitatea de precipitații este de doar 18 mm la Fălticeni și 42 mm la Rarău, în timp ce în luna iunie cad 93 mm de ploaie la Fălticeni și 143 mm la Rarău.

Tabelul 2.5
Cantitatea medie de precipitații (mm) a ultimilor 4 ani și cantitatea maximă de precipitații căzută în 24 de ore (mm) la stațiile meteorologice din județul Suceava (ANM București)

Table 2.5
The average rainfall (mm) of the last 5 years and the maximum rainfall in 24 hours (mm) at the meteorological stations in Suceava County (ANM București)

Stația meteorologică	Cantitatea medie (mm)	Normala climatologică standard (1961-1990) (mm)	Cantitatea maximă de precipitații în 24 ore (mm)	Cantitatea maximă absolută de precipitații în 24 ore (mm)
Poiana Stampei	709,81	668,8	29,0	93,6 /04.08.2010
Rădăuți	528,28	611,5	29,0	103,0 /10.06.1951
Suceava	489,29	604,4	31,0	85,8 /18.07.1967

În urma analizei cantității medii de precipitații a ultimilor 4 ani și maxime căzute în 24 de ore la cele 3 stații meteorologice se poate observa, în

tabelul 2.5, că media precipitațiilor la stațiile meteorologice din zona de podiș a înregistrat o cantitate sub normala climatologică standard iar în zona montană s-au înregistrat precipitații peste normala climatologică, respectiv 709,81 mm.

În tabelul 2.6 este redată cantitatea medie lunară de precipitații a ultimilor 4 ani la stațiile meteorologice Poiana Stampei, Rădăuți și Suceava. Cele mai mari cantități de precipitații au fost înregistrate în lunile mai, iunie și iulie iar lunile sărace în precipitații fiind noiembrie, decembrie, ianuarie și februarie.

Tabelul 2.6

Cantitatea medie lunară de precipitații (mm) a ultimilor 5 ani la stații meteorologice din județul Suceava (ANM București)

Table 2.6

Average monthly precipitation (mm) of the last 5 years at the meteorological stations in Suceava County (ANM București)

Stația meteo	Lunile anului											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Poiana Stampei	30,3	33,1	41	75,7	113,6	138,7	78,2	48,8	47,8	36,1	28,4	37,8
Rădăuți	26,2	28,7	24,7	56,9	74,8	140,1	48,17	43,5	43,1	17,9	16,3	7,7
Suceava	21,6	24,9	26,1	53,9	66,1	99,2	54,8	47,1	37,9	16,3	15,9	25,4

Deosebiri importante între regiunea montană și cea de podiș se remarcă și în ceea ce privește regimul vânturilor. În partea superioară a culmilor muntoase domină vântul de vest în timp ce în zonele joase ale reliefului direcția vântului este influențată de orientarea culoarelor de vale. În regiunea de podiș direcția predominantă este NV-SE.

2.6. Flora și fauna

Relieful foarte variat al județului, formând un urcuș în trepte domoale, ce începe din lunca Siretului și se continuă peste Obcinele Bucovinene, spre crestele Carpaților Răsăriteni de Nord, la care se adaugă climatul cu caracter continental, precum și precipitațiile destul de abundente, permit dezvoltarea pe o scară largă a unei bogate vegetații și faune, conferind peisajului natural aspectul proaspăt al unei grădini înfloritoare.

Ponderea vegetației o alcătuiesc pădurile, care ocupă 52,7% din suprafața județului, reprezentând un important fond forestier al țării, atât ca

întindere (7,1% din totalul suprafețelor împădurite ale țării), cât și al calității și compoziției (79,4% rășinoase și 20,6% foioase).

De-a lungul luncilor, în formațiunile vegetale cunoscute sub numele de zăvoaie, cresc specii de sălcii – *Salix alba* ș.a., diverși ploi, arini negri (*Alnus glutinosa*) etc.

Pe prundișurile văilor din zona montană (cursul superior al Sucevei, Slătioarei, Suhelor, Negrei Broștenilor) se găsesc suprafețe ocupate de cătină de râu (*Myricaria germanica*) și specii ierbacee ca menta (*Mentha longifolia*), iarba câmpului (*Agrostis alba*) ș.a. Pădurile de luncă însă cuprind specii numeroase, începând cu stejarul (*Quercus robur*), ulmul (*Ulmus foliacea*), frasinul (*Fraxinus excelsior*), mărul sălbatic (*Malus silvester*), până la arbuști ca păducelul (*Crataegus monogyna*), cornul (*Cornus mas* și *C. sanguinea*), lemnul câinesc (*Ligustrum vulgare*), călinul (*Viburnum opulus*) etc. și la speciile volubile sau agățătoare de hamei (*Humulus lupulus*), curpen (*Clematis vitalba*) ș.a.

Pădurile montane de foioase ocupă 20,6% din suprafața păduroasă a județului, fiind în cea mai mare parte formate din făgete (13,5%), cărpinete, stejăriș, frășinete, teișuri, mestecănișuri, ultimele în amestecuri cu numeroși subarbuști. Flora ierbacee este alcătuită din numeroase specii, predominând dentaria (*Dentaria bulbifera*, *D. grandulosa*), găinuși (*Isopyrum thalictroides*), vinarița (*Asperula odorata*), mierea ursului (*Pulmonaria rubra*), brebenei (*Corydalis cava*), floarea paștilor (*Anemone nemorosa*), usturoiul de pădure (*Allium ursinum*) ș.a.

Zona pădurilor de amestec conține o floră însemnată, ca măcrișul iepuresc (*Oxalis acetosella*), mălaiul cucului (*Luzula luzuloides*) și multe altele. Pajiștile din poienile făgetelor sunt bogate în multe specii, predominând gramineele, ciuboțica cucului (*Primula officinale*) etc.

Întinsele păduri de rășinoase cuprind molidișuri, brădete și pinete. Diseminat sau chiar în amestec se găsesc plopul tremurător, sorbul, teiul, mesteacănul, paltinul și foarte rar tisa (*Taxus baccata*). Spre limita superioară a munților cresc asociații de jneapăn și ienupăr. Dintre arbuști și subarbuști, amintim măceșul (*Rosa pendulina*), zmeurul (*Rubus idaeus*), cununița (*Spirea ulmifolia*), tulichina (*Daphne mezereum*), afinul (*Vaccinium myrtillus*), merișorul (*V. vitis idaea*) ș.a.

Vegetația ierboasă din păduri și pajiști montane cuprinde feriga (*Dryopteris sp.*), coada calului (*Equisetum silvaticum*), trepădătoarea (*Mercurialis perennis*), ciocul berzei (*Geranium sp.*), sănișoara (*Sanicula europaea*), degetăruța (*Soldanella montana*), jaleș (*Salvia glutinosa*), clopoței (*Campanula patula*, *C. persicifolia* etc.), veronici (*Veronica chamaedris*) ș.a. În acest inventar floristic trebuie incluse numeroasele endemisme, localizate pe

areale foarte limitate. Comparativ cu zona colinară, în zonele montană și alpină numărul endemismelor este mult mai ridicat, ponderea având-o plantele din familia composeelor. Cea mai interesantă specie este pietrosia (*Andrialla levitomentosa*) aflată în număr foarte redus. Dintre relice, amintim pinul de turbă (*Pinus sylvestris f. turfosa*) de la Poiana Stampei, jneapănul (*Pinus mugho*), zâmbrul (*Pinus cembra*), mesteacănul pitic (*Betula nana*) de la Lucina, salba pitică (*Evonymus nana*), tulichina pitică (*Daphne cneorum*), strugurele ursului (*Arctostaphyllae uva-ursi*), argințica (*Dryas octopetala*), albumița (*Leontopodium alpinum*). Dintre arborii ocrotiți cităm stejarul de la Cașvana (cca. 500 ani) și de la Botoșana (circa 350 ani), ulmii de la Câmpulung Moldovenesc (cca. 500 ani), tisa și unele specii cultivate – arborele mamut (*Ginkgo biloba*), tuliparul (*Liriodendron tulipifera*) etc.

Fauna, de asemenea bogată, include numeroase specii cu o valoare cinegetică ridicată, cum sunt: ursul carpatin (*Ursus arctos*) trăind retras în locurile mai puțin umblate de om; cerbul carpatin (*Cervus elaphus*) ce populează pădurile din zona muntoasă; mistrețul și căpriorul răspândiți începând din lunci și zăvoaie până la munte; râsul (*Lynx lynx*), monument al naturii, lupul, vulpea, jderul, hermina, dihorul și altele. În lumea păsărilor se distinge prezența cocoșului de munte (*Tetrao urogallus*), cocoșului de mesteacăn (*Lyrurus tetrix*), specie declarată monument al naturii (aflată numai în nordul țării), corbul (*Corvus corax*), de asemenea monument al naturii, a diverselor specii de vulturi, acvile, bufnițe etc. Râurile de munte adăpostesc pești rari, ca loștrița din Bistrița, păstrăvi și lipani, clenii, mrele, scobari etc. (Ostafi G. și colab., 1980).

Recunoscându-se rolul important pe care îl are pădurea în dezvoltarea, în ansamblu, a societății, apare evident și se impune să i se acorde, în continuare, grija necesară pentru a-și menține și dezvolta corespunzător funcțiile de protecție și producție.

**PARTEA A II- A
CONTRIBUȚIA PERSONALĂ**

**PART II
PERSONAL CONTRIBUTIONS**

3. SCOPUL, OBIECTIVELE STUDIULUI, MATERIALUL ȘI METODA DE CERCETARE

3. AIM, OBJECTIVES OF THE THESIS, MATERIALS AND METHODS

3.1. Scopul și obiectivele studiului

Analiza impactul centralelor hidroelectrice de mică putere asupra mediului înconjurător reprezintă o temă de interes deoarece acestea utilizează resursele de apă existente. Apa reprezintă unul dintre elementele naturale fundamentale, este indispensabilă existenței biotopurilor și a biocenozelor, totodată având și un rol esențial în desfășurarea proceselor naturale.

Centralele hidroelectrice de mică putere, precum toate celelalte tipuri de centrale influențează, într-un fel sau altul, mediul înconjurător. Însă datorită dimensiunii mai reduse și dacă respectă normele de construcție, se pot limita și controla factorii cu influență negativă, mai mult, în unele situații se poate îmbunătăți starea mediului.

Având în vedere că majoritatea centralelor hidroelectrice de mică putere sunt amplasate în zonele montane ale României, la distanțe relativ mici față de izvoarele pâraielor și a râurilor, este necesară efectuarea de analize minuțioase a impactului pe care-l poate avea asupra mediului.

Amplasarea greșită a centralelor hidroelectrice pe râurile cu un potențial energetic redus, dar cu o valoare ecologică inestimabilă, poate duce la dezechilibre majore ale habitatelor. În acest sens trebuie efectuată o analiză clară a minimumului biologic sau de servitute, deoarece acest debit minim necesar asigură existența florei și faunei acvatice.

Scopul tezei a constat pe de o parte în observarea comportării în exploatare a centralele hidroelectrice de mică putere amenajate în bazinele hidrografice ale râurilor Bistrița, Moldova și Suceava, iar pe de altă parte în determinarea impactului produs de acestea asupra mediului.

În cadrul tezei obiectivele demersului științific propus au fost focusate în principal pe următoarele:

1. Caracterizarea lucrărilor de amenajare a albiei râurilor din județul Suceava și elaborarea studiului privind comportarea în exploatare a centralelor hidroelectrice de mica putere din bazinele hidrografice analizate;
2. Identificarea și caracterizarea centralelor hidroelectrice de mică putere din bazinul hidrografic al râurilor Bistrița, Moldova și Suceava;

3. Studiul comportării în exploatare a centralelor hidroelectrice de mică putere;
4. Studiul eficienței tehnice și economice a centralelor hidroelectrice de mică putere din bazinele hidrografice analizate;
5. Evaluarea impactului asupra mediului produs de centralele hidroelectrice de mică putere.

3.2. Materialul și metoda de cercetare

Pentru atingerea obiectivelor propuse în cadrul tezei a fost nevoie mai întâi de stabilirea unui demers în care etapele, care uneori s-au întrepătruns, să urmărească o succesiune logică. Prin urmare, activitățile desfășurate au fost grupate pe trei niveluri, astfel: activități de informare și documentare, activități de teren și activități de prelucrare a datelor, de interpretare și analiză a rezultatelor obținute.

Prima etapă, cea preliminară, a constat în acțiuni de documentare, analiză și sinteză a materialului bibliografic, orientat îndeosebi pe cercetări referitoare la apă, ca resursă economică, pe de o parte, iar pe de altă parte ca element din întregul complex de condiții naturale (climă, relief, rocă, vegetație, apă freatică). De asemenea, s-au avut în vedere și noțiunile legate de impactul produs de amenajările hidroenergetice asupra mediului înconjurător. Este important de precizat faptul că informațiile desprinse din referințele bibliografice au fost coroborate cu activități de documentare legislativă, anume: analiza directivelor europene, a legilor, ordinelor, hotărârilor naționale și internaționale, strict legate de interrelația mediu-hidrocentrale.

În a doua etapă a cercetării s-au efectuat deplasări în arealele stabilite inițial, la începutul demersului științific, în toate cele 4 anotimpuri ale anilor 2015, 2016, 2017 și 2018. Activitățile de observare din teren au vizat 30 de centrale hidroelectrice de mică putere de pe teritoriul județului, însă analiza a fost posibilă pentru 5 dintre acestea, cele pentru care a fost acceptat acordul de colaborare.

Concomitent cu activitățile de observare au fost culese date de la instituțiile de stat specializate, precum Sistemul de Gospodărire al Apelor Suceava, dar și de la societăți particulare, ca S.C. Vienna Energy Forța Naturala S.R.L. Pentru prelucrarea datelor și interpretarea diferitelor situații economice ori referitoare la starea mediului, s-a avut în vedere elaborarea unei baze de date.

Demersurile de informare, observare, de culegere și interpretare a datelor au fost completate de activități de determinare a vitezei medii pe cursurile de apă, pe care au fost amplasate centralele hidroelectrice de mică

putere. Determinările au fost realizate cu ajutorul moriștii hidrometrice și au urmărit să stabilească dacă hidrocentralele favorizează sedimentarea.

O altă activitate specifică acestei etape de cercetare a constat în analiza, din punct de vedere al reliefului și hidrografiei, a bazinelor hidrografice în cadrul cărora au fost amplasate hidrocentralele de mică putere. Acest tip de analiză a fost efectuat cu ajutorul programelor GIS

Pentru realizarea acestei activități au fost elaborate și interpretate hărți topografice redactate la diferite scări, în funcție de mărimea bazinelor hidrografice, pentru determinarea indicatorilor morfometrici și a volumul de apă afluent.

Astfel, pentru determinarea indicatorilor morfometrici au fost extrase pe calc, de pe hărțile topografice, curbele de nivel. Ele se pot extrage fie complet, fie selectiv, în funcție de gradul de fragmentare, altitudine și tipul de relief. Scopul este acela de a surprinde caracteristicile principale ale teritoriului considerat. Elementele extrase pot fi, în funcție de scara hărții (și după gradul de generalizare), curbe de nivel principale, curbe de nivel normale, curbe de nivel secundare și cote altitudinale. Ele pot fi extrase împreună sau în diferite asociații. Pentru zonele montane s-au analizat hărți la scară mare (maxim 1:50000) (în zonele de deal, podiș, câmpie, în funcție de arealul studiat, pot fi utilizate și hărți topografice la scări mai mici 1:100000, 1:200000). La capetele curbelor au fost înscrise altitudinile curbelor de nivel, pentru o mai ușoară identificare a valorilor altitudinale ale curbelor în etapele ulterioare ale analizei indicatorilor morfometrici.

Pentru determinarea lungimii cumpenei apelor, lungimea bazinului hidrografic, lungimea talvegurilor, sinuozitatea talvegurilor și densitatea talvegurilor s-a folosit instrumentul cartografic simplu, curbimetru. Acesta este compus din două cadrane de citire a lungimilor de pe hărți cu scara cuprinsă între 1:25000 – 1:100000, o roțiță înregistratoare a mișcării pe linia de măsurat și un mâner pentru manevrare.

Determinarea volumul de apă afluent a fost necesară în cazul bazinelor mici deoarece în cadrul acestora nu se regăsesc stații pluviometrice. Pentru determinarea pluviozității medii a fost folosită metoda izohietelor, astfel s-au conturat pe hârtia de calc conturul bazinelor hidrografice și s-au determinat ariile acestora cu ajutorul planimetrului polar. Pe aceeași hârtie de calc au fost reprezentate și stațiile meteorologice din afara bazinului, cât mai apropiate de acestea, altfel, prin unirea lor două câte două s-a obținut un triunghi. În fiecare vârf al triunghiului au fost scrise mediile anuale ale precipitațiilor. Laturile triunghiurilor au fost împărțite în mod egal iar prin interpolare au fost înscrise în puncte de diviziuni valorile intermediare ale precipitațiilor (h_1, h_2, \dots, h_n). Liniile izohiete s-au obținut prin unirea punctelor intermediare cu aceleași valori ale precipitațiilor de pe două laturi ale triunghiului. În continuare au fost

determinate prin planimetrie ariile porțiunilor din suprafața bazinului hidrografic ($f_1, f_2, f_3, \dots, f_n$) cuprinse între liniile izohiete. Valoarea pluviozității medii a bazinelor hidrografice a fost calculată ca medie ponderată cu următoarea relație:

$$H = \left(\frac{\sum \frac{h_1 + h_{i+1}}{2}}{\sum f_i} \right)$$

unde:

H - reprezintă media precipitațiilor anuale în bazinul hidrografic considerat;

$\frac{h_1 + h_{i+1}}{2}$ - media aritmetică a precipitațiilor pentru două izohiete vecine care încadrează porțiunea (f_i) de suprafață m^2 ;

f_i - porțiuni din suprafața bazinului hidrografic cuprins între 2 izohiete vecine în m^2 ;

$\sum f_i = F$ - aria bazinului hidrografic în m^2 .

Pentru analiza impactului asupra mediului produs de centralele hidroelectrice de mică putere, s-au efectuat deplasări în bazinele analizate, în timpul anotimpurilor de vegetație din ultimii trei ani (2015-2018), totodată s-au efectuat observații privind starea vegetației lemnoase de pe versanți, comportarea în exploatare a elementelor constructive ale amenajărilor hidrotehnice luate în studiu, urmărirea debitelor de servitute și determinarea vitezei curentului de apă.

Pentru determinarea vitezei curentului de apă s-a folosit morișca hidrometrică. Principiul de funcționare constă în semnalizarea (acustică și/sau luminoasă) sau înregistrarea producerii într-un interval de timp (t) a aceluiași număr (N) de rotații ale axului solidar cu elicea, prin închiderea periodică a unui circuit electric. Părțile componente ale moriștii hidrometrice sunt: corpul moriștii (CM), axul de rotire (AR), elicea (E), dispozitivul de stabilizare sau ampenajul (A) și tija (T) pentru fixarea moriștii în curentul de apă. În corpul moriștii este montat mecanismul de contact iar la exterior șuruburile pentru fixarea pe tijă sau dispozitivul pentru fixarea moriștii pe cablu. Axul de rotire este solidar cu elicea și se mișcă pe un rulment capsulat.

Astfel, pe teren s-au stabilit zonele în care s-au putut efectua determinările vitezei râurilor, pe râul Moldova au fost alese două puncte verticale de sondaj iar pe pâraiele Dornișoara, Vorova, Sihăstrie și Negrișoara un singur punct. Măsurătorile s-au repetat de 3 ori pentru a asigura precizia rezultatelor iar viteza curentului s-a determinat cu relația:

$$V = a \times n + b$$

unde:

V - este viteza curentului de apă în punctul din secțiunea udată în care funcționează morișca, în m/s;

a și b – parametrii elicei folosite;

n - numărul de rotații într-o secundă ale rotorului moriștii.

În ultima etapă de cercetare, datele obținute de la instituții și rezultatele determinărilor au fost analizate, interpretate și prezentate în teza de doctorat.

Pentru estimarea cantitativă a eroziunii solului s-a utilizat ecuația universală a eroziunii solului, adaptată pentru România de Moțoc M., după Wischmeyer, 1960.

$$E=K \times S \times C \times Cs \times L^{0.3} (1,36 + 0,97 \times i + 0,138 \times i^2)$$

Pentru determinarea elementelor morfometrice ale bazinelor hidrografice analizate s-au folosit hărți realizate cu ajutorul Sistemelor Internaționale Geografice (GIS), redactate la scara 1:25.000.

**4. STUDIUL BAZINELOR HIDROGRAFICE ȘI A
LUCRĂRILOR DE AMENAJARE A ALBILOR
RÂURILOR DIN JUDEȚUL SUCEAVA**
**4. STUDY OF BASIN RESERVOIRS AND WORKS OF
RIVERBEDS IN SUCEAVA COUNTY**

4.1. Studiul bazinelor hidrografice Bistrița, Moldova și Suceava

4.1.1. Descrierea bazinului hidrografic al râului Bistrița

Cea mai simplă identificare și delimitare a unui sistem geomorfologic este cea a sistemului morfologic fluvial. Sistemul morfologic fluvial este delimitat de cumpăna apelor de suprafață (cumpăna topografică). În acest sistem, întregul flux de materie și energie este direcționat gravitațional dar, totodată, influențat de starea sistemului din aval (Grudnicki F., 2008).

Suprafața bazinului hidrografic este supusă unui flux permanent de materie și energie, principala sursă de pătrundere a acestora în bazin o constituie precipitațiile, pătrunderea din bazinele învecinate pe cale subterană sau cu ajutorul vântului și intervenția omului (Zăvoianu I., 2006).

Pentru o bună înțelegere a condițiilor în care s-a format bazinul hidrografic al râului Bistrița, este necesară analiza poziției geografice a acestuia și a condițiilor care decurg din aceasta. Râul Bistrița s-a format prin unirea a două râuri, Putreda și Bistricioara care izvorăsc dintr-un mic circ glaciatic situat sub vârful Gargalău, din Munții Rodnei. Poziția geografică a acestuia este la 47°34'27" latitudine nordică și 24°48'9" longitudine estică (Cojoc Maria G., 2016).

Râul Bistrița străbate Carpații Orientali și trece prin orașele Vatra Dornei, Broșteni, Bicăz, Piatra Neamț, Roznov, Buhuși și Bacău. La o distanță de 9 km față de municipiul Bacău acesta se varsă în râul Siret. Râul Bistrița este considerat de către geograful Simion Mehedinți drept „*podoaba apelor moldovene*”, deoarece străbate zona montană pe o distanță de 216 km, devenind astfel și râul cu cel mai lung traseu montan din România (Cojoc Maria G., 2016).

Râul Bistrița este cel mai mare afluent al râului Siret, fiind o importantă resursă hidroenergetică. Debitul mediu multianual al acestuia este de 50 m³/s iar potențialul mediu 1200 kW/km (Dunca Georgiana și colab. 2010). Are o lungime de 283 km, o suprafață a bazinului hidrografic de 7039 km² și 193 de afluenți.

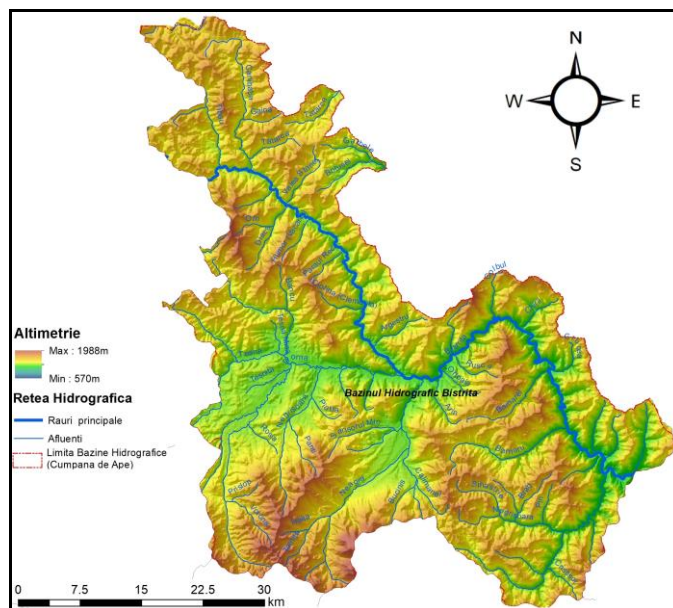


Figura 4.1 Bazinului hidrografic a râului Bistrița din județul Suceava (original)
 Figure 4.1 Hydrographic reservoir of Bistrița river from Suceava county (original)

Râul Bistrița face parte din principalii afluenți de ordinul 1 ai Siretului (anume: Suceava, Moldova, Bistrița, Trotuș, Bârlad, Putna, Râmnicu Sărat, Bârlad și Buzău). Acest râu este considerat cel mai important afluent carpatic al Siretului datorită faptului că bazinul său drenează cele mai înalte unități montane din Carpații Orientali, astfel încât scurgerea apei este bogată (debitul mediu multianual, la vărsarea Bistriței în Siret, este de $62 \text{ m}^3/\text{s}$). În partea de nord – nord-est bazinul se învecinează cu bazinele hidrografice Suceava și Moldova. În partea de est se învecinează cu bazinele hidrografice Valea Neagra, Turbata și Precista, în partea de sud se învecinează cu bazinele hidrografice Bahna și Trotuș, iar în partea de vest se învecinează cu bazinele Tisa, Someș și Mureș.

În județul Suceava râul Bistrița (figura 4.1) are o lungime de 123 km și o suprafață a bazinului hidrografic de 2532 km^2 . Acesta are o curgere pe teritoriul județului dinspre nord-vest (limita cu județul Maramureș) spre Sud (limita cu județul Neamț) (Geanina M. Costea, 2015).

Râul Bistrița, cel mai mare afluent al Siretului totalizează, la ieșirea din județ, o lungime de 121,9 km și o suprafață de bazin de $2.531,8 \text{ km}^2$. Afluenții săi principali de pe partea dreaptă sunt: Dorna ($F = 595,9 \text{ km}^2$, $L = 46,2 \text{ km}$), Neagra Șarului ($F = 302,4 \text{ km}^2$, $L = 52,8 \text{ km}$) și Neagra ($F = 354,7 \text{ km}^2$, $L = 40,2 \text{ km}$). În partea stângă, se găsesc afluenți mai mici, cei mai importanți fiind Țibău ($F = 135 \text{ km}^2$, $L = 24 \text{ km}$) și Cârlibaba ($F = 111 \text{ km}^2$, $L = 24,3 \text{ km}$).

Pentru analiza bazinelor hidrografice a fost necesară analiza indicatorilor morfometrici care caracterizează bazinul hidrografic (figura 4.2). Astfel, s-au obținut următoarele valori:

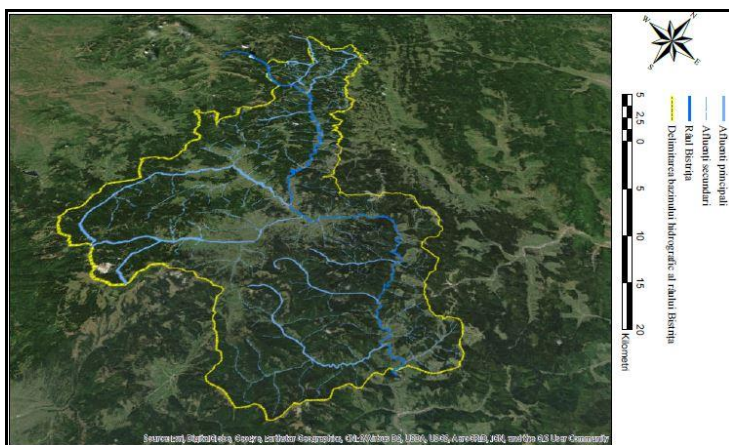


Figura 4.2 Harta rețelei hidrografice a râului Bistrița în județul Suceava (original)
Figure 4.2 Hydrographic map of Bistrița river from Suceava County (original)

a) Lungimea cumpenei apelor (C) este distanța corespunzătoare traseului punctelor de cea mai mare cotă (altitudine) din cuprinsul bazinului hidrografic, în amonte de secțiunea de control. Secțiunea de control este reprezentată în plan de linia planului vertical, normal pe cursul de apă, în punctul până la care se consideră bazinul hidrografic. Lungimea liniei de separație a apelor se măsoară pe plan cu curbimetrul sau, folosind distanțierul (deschidere 4-5 mm).

$$C = 319 \text{ km}$$

b) Aria bazinul hidrografic (F) este delimitată pe proiecția pe orizontală a cumpenei apelor, aria acestuia poate fi determinată cu planimetrul polar sau prin procedeul grafic.

$$F = 2532 \text{ km}^2$$

c) Coeficientul de dezvoltare a cumpenei (m), reprezintă raportul dintre lungimea cumpenei și perimetrul (c) al cercului care are aria (F) egală cu cea a bazinului.

$$m = 1,79$$

d) Lungimea bazinului hidrografic (L), este echivalentă cu lungimea curbei mediane, cuprinsă între secțiunea de control și cumpăna apelor la extremitatea amonte a talvegului principal.

$$L = 88,5 \text{ km}$$

e) Lățimea medie a bazinului hidrografic (B), este raportul dintre aria suprafeței de colectare și lungimea bazinului.

B = 25,176 km

f) Lungimea talvegurilor (Ls), se măsoară pe hartă sau pe plan cu curbimetrul sau distanțierul, de la secțiunea interesată până la cumpăna apelor

Ls = 123 km

g) Sinuozitatea talvegului (St), se exprimă prin coeficientul de sinuozitate, care este raportul dintre lungimea sinuoasă și lungimea segmentului de dreaptă dintre cele două puncte considerate talveg.

St = 1,71

h) Densitatea talvegurilor (D), reprezintă raportul dintre lungimea totală a talvegurilor și aria bazinului hidrografic.

D = 0,43 km⁻¹

i) Frecvența talvegurilor (n), reprezintă raportul dintre numărul talvegurilor din bazin și aria bazinului hidrografic.

n = 0,08 km⁻²

4.1.2. Descrierea bazinului hidrografic al râului Moldova

Râul Moldova (figura 4.3), izvorăște din lanțul muntos al Carpaților Orientali, unitatea fizico-geografică a Munților Maramureșului și ai Bucovinei, din Obcina Lucinei, aparținând grupei muntoase Obcina Feredeului, pe teritoriul unității administrativ teritoriale a comunei Moldova Sulița.

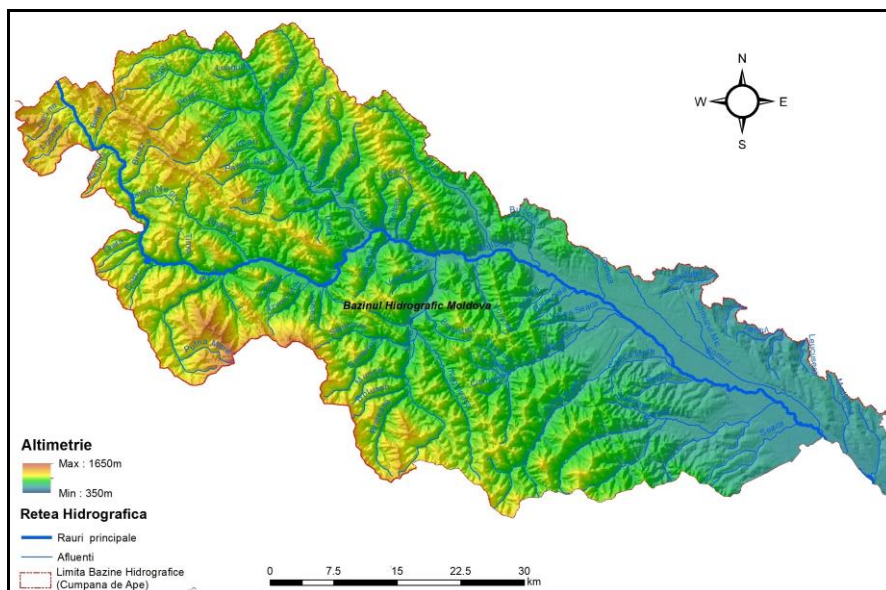


Figura 4.3 Bazinul hidrografic al râului Moldova în județul Suceava (original)

Figure 4.3 Hydrographic reservoir of Moldova river from Suceava county (original)

Acesta izvorăște de sub vârful Lucina de la altitudinea de 1300 m și străbate teritoriul județului Suceava de la nord-vestul la sud-estul acestuia pe o distanță de aproximativ 140 km, din cei 216 km pe care îi are de la izvorâre până la vărsarea în râul Siret în dreptul localității Roman.

În județul Suceava râul Moldova are o suprafață de bazin de 2575 km² ceea ce înseamnă că drenează aproximativ 30% din suprafața județului. În zona montană între localitățile Moldova Sulița și Vama acesta are o curgere mai rapidă datorită pantei mai accentuate. Odată cu ieșirea din zona montană, cursul râului se modifică, formând grinduri, praguri și ostroave.

Rețeaua hidrografică are o densitate destul de mare, peste 0,3 km/km², iar afluenții principali din teritoriul județului din partea dreapta sunt: Putna (S = 90,5 km², L = 20 km), Suha (S = 359,3 km², L = 33 km), Suha Mare (S = 128,2 km², L = 29,3 km), Suha Mică (S = 135,2 km², L = 24,1 km) iar pe partea stânga: Moldovița (S = 564,2 km², L = 47,5 km), Humor (S = 106,1 km², L = 26 km), Șomuz (S = 95,4 km², L = 20 km).

Bazinul hidrografic al râului Moldova este simetric în zona montană, din dreptul localității Gura Humorului spre aval acesta devine asimetric, datorită lipsei afluenților de pe partea stângă.

Indicatorii morfometrici determinați pentru bazinul hidrografic al râului Moldova din județul Suceava sunt:

- | | |
|----------------------------|------------------------------|
| - C = 379,84 km | - St = 1,36 |
| - F = 2575 km ² | - D = 0,37 km ⁻¹ |
| - m = 2,01 | - n = 0,029 km ⁻² |
| - B = 24,69 km | - L = 115,1 km |

4.1.3. Descrierea bazinului hidrografic al râului Suceava

Râul Suceava (figura 4.4) este primul afluent important de pe partea dreaptă a râului Siret, după intrarea acestuia în România. Acesta izvorăște din lanțul muntos al Carpaților Orientali, unitatea fizico-geografică a Munților Maramureșului și ai Bucovinei, aparținând grupei muntoase Obcina Feredeului, pe teritoriul unității administrativ teritoriale a comunei Izvoarele Sucevei.

Râul Suceava izvorăște de sub vârful Aluniș, de la cota 1950 m în prima parte a scurgerii sale până la granița cu Ucraina acesta are o curgere de la sud spre nord, după care delimitează granița dintre România și Ucraina pe o distanță de 21 km (între localitățile Șipot și Ulma). Din suprafața totală a bazinului hidrografic, 340 km², reprezentând aproximativ 13%, este amplasată pe teritoriul

statului Ucraina. În cadrul teritoriului României, bazinul hidrografic al Sucevei se suprapune pe trei sectoare fizico-geografice diferite, cu caracteristici diferite de la izvorâre până la revărsarea în râul Siret. În zona vestică, bazinul se suprapune grupelor de munți Obcina Feredeului și Obcina Mare, sectorul mijlociu este tributari unei zone de tranziție care cuprinde o treaptă de piemont și o serie de depresiuni (Depresiunea Rădăuți), zona de est a bazinului este dezvoltată în Podișul Sucevei, o subunitate a Podișului Moldovei (Porcuțan A. M., Sorocovschi V., 2017).

Indicatorii morfometrici ai bazinului hidrografic al râului Suceava din județul Suceava sunt:

- $C = 452,31\text{km}$
- $F = 2276\text{ km}^2$
- $m = 2,19$
- $B = 23,91\text{km}$
- $St = 1,63$
- $D = 0,43\text{ km}^{-1}$
- $n = 0,034\text{ km}^{-2}$
- $L = 142,3\text{ km}$

Bazinul hidrografic al Sucevei (figura 6.4) este un bazin asimetric, fiind dezvoltat în principal în partea dreaptă, datorită faptului că majoritatea afluenților își au obârșia în zona montană (Pogonișoara, Nisipitu, Brodina $F= 142\text{ km}^2$, Valea Boului, Putna $F = 53\text{ km}^2$, Remezeul, Voitinelul, Pietroasa, Pozenul $F = 67\text{ km}^2$, Solca, Soloneț etc.) (Porcuțan Adriana Mihaela, 2017). În zona de platou râul Suceava are afluenți mai mici, atât pe partea dreaptă (Ilișești și Șcheia) cât și pe partea stângă (Dragomirna și Plopeni) (Porcuțan Adriana Mihaela, 2017).

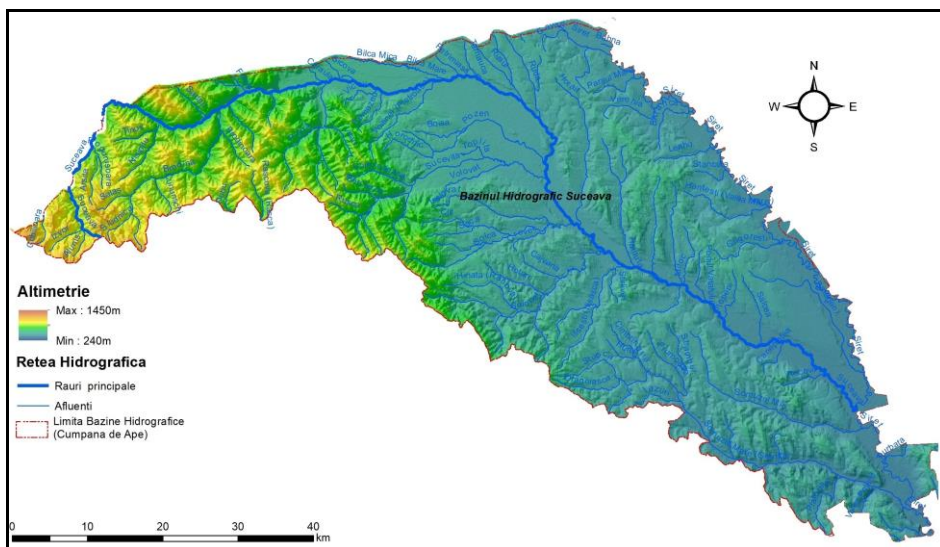


Figura 4.4 Bazinul hidrografic al râului Suceava din județul Suceava (original)
 Figure 4.4 Hydrographic reservoir of Suceava river from Suceava county (original)

Indicatorii morfometrici pentru cele 3 bazine (original)

Table 4.1

Morphometric indicators for the 3 catchments (original)

Indicatori morfometrici	b.h. Bistrita	b.h. Moldova	b.h. Suceava
Lungimea cumpenei apelor	319 km	379,84 km	452,31 km
Aria bazinului hidrografic	2532 km ²	2575 km ²	2276 km ² .
Coeficientul de dezvoltare al cumpenei	1,79	2,01	2,19
Lungimea bazinului hidrografic	88,5 km	115,1 km	142,3 km
Lățimea medie a bazinului hidrografic	25,176 km	24,69 km	23,91 km
Sinuozitatea talvegului	1,71	1,36	1,63
Densitatea talvegurilor	0,43 km ⁻¹	0,37 km ⁻¹	0,43 km ⁻¹
Frecvența talvegurilor	0,08 km ⁻²	0,029 km ⁻²	0,034 km ⁻²

În urma analizei indicatorilor morfometrici se pot formula următoarele:

- lungimea cumpenelor bazinelor variază între 319 km (b.h. Bistrița) și 452,31 km (b.h. Suceava);
- cel mai mare bazin hidrografic din județul Suceava este al râului Moldova, urmat îndeaproape de bazinul hidrografic al râului Bistrița și bazinul hidrografic al râului Suceava.
- cel mai mare coeficient de dezvoltare al cumpenei îl are bazinul hidrografic al râului Sucevei deținând valoarea de 2,19, apoi bazinul hidrografic al râului Moldova - 2,09 și bazinul hidrografic al râului Bistrița - 1,79;
- analizând lungimea bazinelor se constată că râul Suceava are cel mai lung bazin, de aproximativ 142,3 km;
- lățimea medie a bazinelor este echilibrată, valorile acesteia fiind cuprinse între 25,17 și 23,91 km;
- sinuozitatea medie talvegurilor este de 1,56, dintre cele 3 bazine analizate cel mai mare coeficient de sinuozitate este prezent în cazul râului Bistrița;
- densitatea medie a talvegurilor este de 0,41 km⁻¹, bazinele râurilor Bistrița și Suceava având indicatori similari;
- bazinul râului Bistrița se diferențiază cu o frecvență a talvegurilor net superioară (0,08 km⁻²) față de cele două râuri (aproximativ 0,03 km⁻²).

4.2. Caracterizarea lucrărilor de amenajare a albiei râurilor

Pornind de la considerentele că disponibilul de apă în România este sub media europeană, că resursele de apă din rețeaua hidrografică sunt răspândite neuniform pe teritoriul țării și prezintă variații mari, atât ale volumelor de apă scurse în anii ploioși sau secetoși – comparativ cu anul mediu – cât și ale debitelor din timpul unui an, și că în ultimele decenii a crescut considerabil frecvența fenomenelor hidrologice extreme, cu efecte deosebit de păgubitoare, preocupările pentru asigurarea condițiilor de prevenire sau de atenuare a consecințelor distructive ale apelor mari sau ale secetelor prelungite, precum și pentru folosirea optimă a apei de către consumatori, sunt necesare și pe deplin justificate (Savu P., Bucur D., 2009).

În stare naturală, cursurile de apă nu îndeplinesc întotdeauna condițiile pentru utilizarea complexă și rațională a resurselor hidraulice care au rol esențial în activitatea economică și socială, de aceea se execută lucrări de amenajare și regularizare pe traseul râurilor și bazinelor hidrografice.

Variația continuă a regimului hidrologic al râului modifică forma și dimensiunile albiei. Procesele de albie au efecte nefavorabile ca:

- schimbarea traseului;
- erodarea malurilor și periclitarea construcțiilor limitrofe;
- formarea de sedimente care perturbă funcționarea prizelor de apă sau a navigației;
- inundarea terenurilor, căilor de comunicație și a construcțiilor riverane;
- întreruperea temporară sau permanentă a proceselor de producție;
- efecte ecologice negative evidențiate prin degradarea mediului ambiant.

Amenajarea unui curs de apă reprezintă totalitatea lucrărilor ingineresti, executate în bazinul de recepție și în albie, pentru a elimina sau a reduce efectele negative directe și indirecte ale scurgerii naturale, necontrolate a apelor (Nisteanu M., și colab., 2000).

Lucrările din bazinul hidrografic (împăduriri, plantații, lucrări de fixare a solului) urmăresc diminuarea eroziunii pe versanți, care este produsă de scurgerea superficială a apei din precipitații. Pentru folosirea complexă a apelor se realizează lacuri de acumulare.

Lucrările din albie au scopul de a limita procesele de modelare, de a modifica sau de a consolida albia în mod artificial pentru a se obține o albie stabilă pe o perioadă de timp cât mai mare. Acestea poartă denumirea de lucrări de regularizare și consolidare a albiei.

Regularizarea albiilor reprezintă un ansamblu de măsuri, lucrări de modificare sau consolidare a acesteia, prin care îi este asigurat profilul transversal cât mai regulat, profilul longitudinal cât mai uniform și un traseu

plan cât mai stabil. Acest ansamblu de măsuri și lucrări are ca scop diminuarea proceselor de afuire, protejarea obiectivelor social-economice și crearea condițiilor optime de curgere și folosire a apei.

Factorii naturali, precum și interacțiunea dintre curentul de apă, aluviunile deplasate determină eroziuni și depuneri care schimbă capacitatea de transport a albiei, având drept consecință creșterea frecvenței inundațiilor la producerea apelor mari sau, în cazul debitelor minime, pot duce la înrăutățirea condițiilor de curgere salubră.

Regularizarea cursului de apă se poate realiza local sau pe sectoare mari ale cursului de apă. Regularizarea locală a cursurilor de apă cuprinde sectoare limitate ale albiei, cum ar fi: consolidarea malului într-un teren slab, concentrarea curenților la priza de apă, amenajarea unei confluențe sau a unei traversări etc. Pentru sectoarele de regularizare locală este necesară învecinarea acestora în amonte și aval cu sectoare de albie stabilă. Lucrările de regularizare pe sectoare întinse stabilizează albia și preîntâmpină efectele nefavorabile ale apelor mari pe întreaga lungime a albiei, sau pe sectoare lungi ale acesteia.

Cele mai importante date pentru proiectarea regularizării unei alpii sunt cele climatice, geomorfologice, pedologice, hidrologice, hidrogeologice, botanice și social-economice. Toate aceste date sunt extrase din cadastrul râului și sunt completate cu date provenite din înregistrările făcute la posturile hidrometrice.

4.2.1. Lucrări de regularizare, apărare de mal și îndiguire

Viiturile naturale și efectele lor dezastruoase sunt tot mai frecvente și de intensitate mai mare. Consecințele lor sunt amplificate de cedarea unor sisteme de apărare mai puțin studiate; aceste sisteme liniare sunt cele care tocmai în ultimii ani produc mari neazuri (Clinciu I., Lazăr N., 1997)

Regularizarea debitelor cursurilor de apă reprezintă un ansamblu de lucrări cu caracter ingineresc care se execută în albia unui râu pentru reducerea variațiilor de debit și pentru asigurarea unor repartizări potrivite și dirijate ale scurgerii într-un anumit interval de timp. Prin acțiunea de regularizare a debitelor se preîntâmpina producerea inundațiilor și se asigură resursa necesară diverselor folosințe.

Consecințele viiturilor sunt diverse și păgubitoare. Revărsarea apelor pe suprafețele cultivate din luncile râurilor, a elementelor rețelei de circulație, a obiectivelor socio-economice și a intravilanelor, colmatarea și deteriorarea secțiunii albiilor majoră și uneori modificări ale traseului albiei.

Sistemul de Gospodărire a Apelor (S.G.A.) Suceava, administrează o suprafață de 8856 km². Lucrările de amenajare a albiei râurilor din județul Suceava sunt:

- lucrări de regularizare (140 km.);

- lucrări de apărare de mal (25,8 km.);
- lucrări de îndiguire (70,6 km).

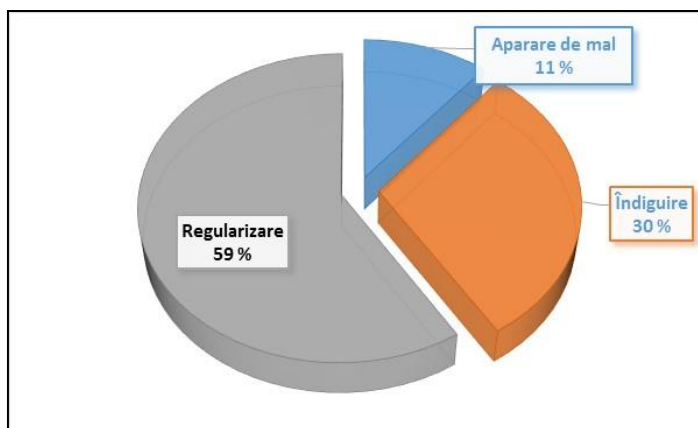


Figura 4.5. Structura lucrărilor de amenajare a albiei râurilor din județul Suceava (SGA Suceava)
Figure 4.5 Structure of riverbed development works in Suceava County (SGA Suceava)

După cum se poate observa în figura 4.5., cel mai mare procent al lucrărilor de amenajare este reprezentat de lucrările de regularizare (59%) urmat de lucrările de îndiguire cu un procent de 30% și lucrările de apărare de mal într-un procent de 11%.

În figura 4.6 sunt prezentate lucrările efectuate pe râul Suceava, lucrările de îndiguire având cea mai mare lungime, respectiv 25 km, apoi lucrările de regularizare cu 18 km și lucrările de amenajare a albiei de aproximativ 2 km.

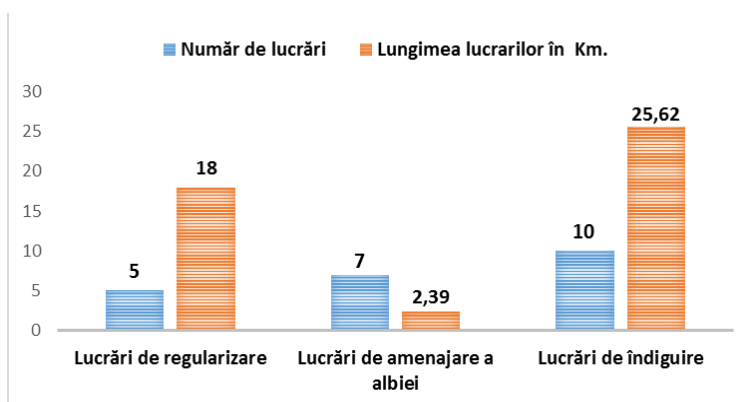


Figura 4.6 Tipul lucrărilor de amenajare a râului Suceava din județul Suceava (SGA Suceava)

Figure 4.6 The type of river management works on the Suceava river from Suceava County (SGA Suceava)

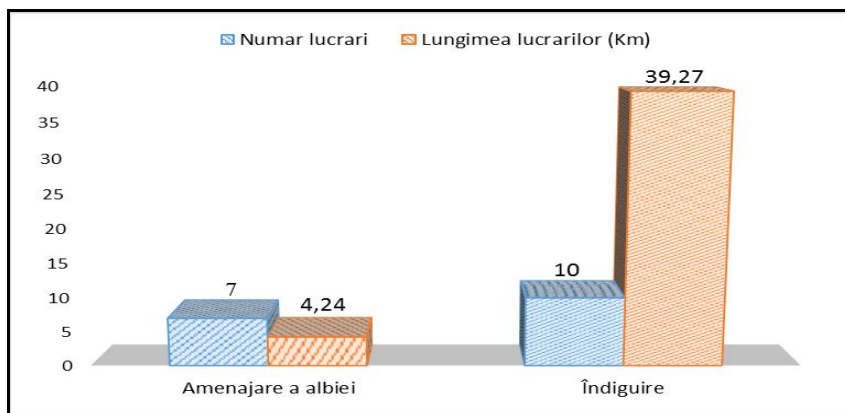


Figura 4.7 Tipul de lucrări de amenajare a râului Moldova din județul Suceava (SGA Suceava)
 Figure 4.7 Type of Moldova river management works in Suceava County

În cadrul lucrărilor de amenajare a râului Moldova (figura 4.7) lucrările de îndiguire, față de lucrările de amenajare a albiei, au cel mai mare număr și cea mai mare lungime. Pe toată lungimea râului Moldova, de pe teritoriul județului Suceava, lipsesc lucrări de regularizare.

Pe râul Moldova (figura 4.7) au fost realizate îndeosebi lucrări de îndiguire și într-o mai mică măsură lucrări de amenajare a albiei.

În cadrul bazinului hidrografic al râului Suceava au fost amenajate până în anul 2019 albiile a 22 de râuri (tabelul 4.2). Cel mai mare procent este reprezentat de lucrările de regularizare 67%, apoi lucrările de îndiguire cu 24% și lucrările de apărare de mal cu 9%.

Tabelul 4.2
 Lucrările de amenajare a albiei râurilor din cadrul bazinului hidrografic al râului Suceava
 (SGA Suceava)

Table 4.2
 The river basin management works within the Suceava river basin (SGA Suceava)

1	2	3	4	5
Nr.	Curs apă	Lucrări de regularizare (km)	Lucrări de apărare de mal (km)	Lucrări de îndiguire (km)
1	Branca	2,3	-	-
2	Clit	3,6	-	-
3	Dragomirna	3,8	-	-
4	Hatia	4,59	-	-
5	Herbova	6,29	-	-
6	Horodnic	12	0,45	-
7	Huțuleac	6,12	-	-
8	Iaslovăț	0,58	-	-
9	Mereni	0,33	-	-
10	Pîtrăuțeanca	1,2	-	-
11	Plopeni	1,75	-	-

1	2	3	4	5
12	Pozen		-	19,55
13	Putnișoara	0,62	-	-
14	Remezeu		1,35	-
15	Ruda	1,07	-	-
16	Sălăgeni	21,6	-	-
17	Salcea	1,33	-	-
18	Soloneț		1,62	-
19	Sucevița	1,66	3,69	1,2
20	Toplița	1,52	-	-
21	Voitinel		3,69	7,15
22	Volovăț	9,58	-	-
	Total	79,94 km.	10,8 km.	27,9 km.

În cadrul bazinului hidrografic al râului Suceava au fost amenajate până în anul 2019 albiile a 22 de râuri. Cel mai mare procent este reprezentat de lucrările de regularizare 67%, apoi lucrările de îndiguire cu 24% și lucrările de apărare de mal cu 9%.

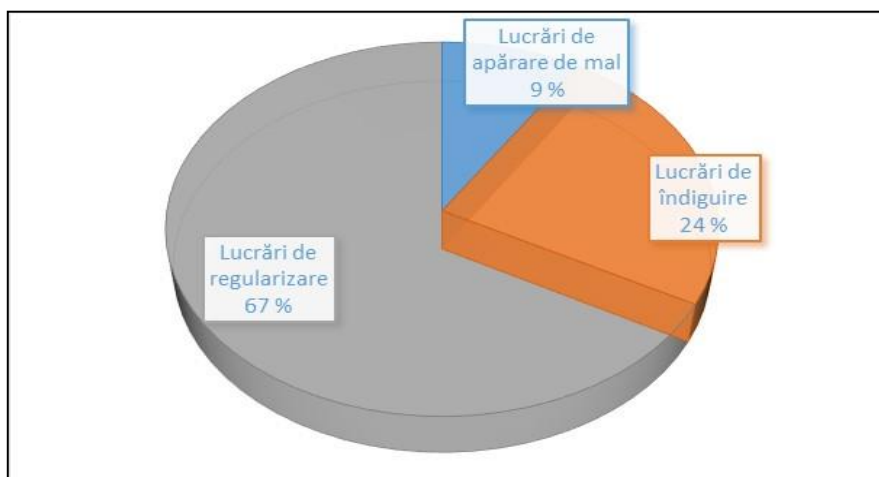


Figura 4.8 Ponderea lucrărilor de amenajare a albiei afluenților râului Suceava (SGA Suceava)

Figure 4.8 The percentage of works for the settlement of the river bed of Suceava river affluents (SGA Suceava)

Dintre lucrările de regularizare, cea mai mare lungime regularizată o are râul Sălăgeni (21,6 km) (tabelul 4.2), iar cea mai mică lungime o are râul Mereni (0,33 km). În cadrul bazinului hidrografic al râului Suceava râul cu cea mai mare distanță îndiguită este râului Pozen (19,55 km).

Tabelul 4.3

Lucrările de amenajare a albiei râurilor din cadrul bazinului hidrografic al râului Moldova (SGA Suceava)

Table 4.3

River basin management works within the river basin of the Moldova River

1	2	3	4
Nr.	Curs apă	Lucrări de regularizare (km)	Lucrări de apărare de mal (km)
1	Bucovăț	1,3	-
2	Gemenea	-	1,54
3	Humor	4	-
4	Izvorul Alb	-	0,16
1	2	3	4
5	Râșca	8	-
6	Sadova	-	1,14
7	Seaca	0,6	0,57
8	Solcuța	-	1,9
9	Suha	-	1,47
10	Suha Mică	-	0,57
11	Voroneț	1	-
	Total	14,9 km	7,35 km

În cadrul bazinului hidrografic al râului Moldova (tabelul 4.3), au fost efectuate lucrări de amenajare a albiei pe o distanță de aproximativ 22 km pentru 11 afluenți ai râului Moldova. Aproximativ 67% din totalul lucrărilor sunt reprezentate de lucrări de amenajare și lucrări de apărare de mal într-un procent de 33%. În cadrul bh Moldova lipsesc lucrări de îndiguire ai afluenților râului Moldova.

4.2.2. Lucrări de regularizare a scurgerii și de atenuare a undei de viitură

Viiturile naturale și efectele lor dezastruoase sunt tot mai frecvente și de intensitate mai mare. Consecințele lor sunt amplificate de cedarea unor sisteme de apărare mai puțin studiate, sisteme liniare care în ultimii ani produc mari pagube.

Regularizarea debitelor reprezintă ansamblul de măsuri și lucrări ingineresti aplicate pe un curs de apă pentru obținerea unor variații cât mai mici ale debitului și a unor repartiții convenabile și dirijate ale scurgerii pe o perioadă de timp considerată. Prin regularizarea debitelor se previn viiturile și se satisfac necesitățile consumatorilor de apă.

Printre efectele viiturii de apă sunt de remarcat: inundarea terenurilor agricole fertile situate în lunca râurilor, a căilor de comunicație, a obiectivelor economice și a localităților, colmatarea și degradarea albiilor majoră și principală, modificări ale secțiunilor de scurgere și chiar schimbări ale traseului albiei minore și medii.

Variații semnificative ale debitelor se semnalează și de la un an la altul. De exemplu, la viiturile de primăvară de pe râurile din România (cu excepția unor zone de munte) se scurge circa 40-50% din volumul total al scurgerii anuale. În mod inevitabil variația anuală a debitelor nu coincide cu variația debitelor necesare consumatorilor. Consumul maxim este de obicei vara când debitele afluate pe râuri sunt minime – pentru irigații – sau iarna – pentru producerea de hidroenergie.

Problema prevenirii și combaterii inundațiilor constă în găsirea celor mai adecvate lucrări hidrotehnice de amenajare a cursurilor de apă pentru evitarea pagubelor produse de inundații (Mitoiu C., Mărăcineanu G., 2000).

Lucrările de prevenire și combatere a inundațiilor se pot grupa în trei categorii:

a) Măsuri pentru reducerea viiturilor:

- amenajarea versanților cu lucrări antierozionale pentru reducerea scurgerii;

- atenuarea viiturilor în lucrările de acumulare;

- devierea unei părți din debit, prin derivații, în alt bazin hidrografic;

- creșterea capacității de scurgere a albiilor râurilor prin regularizarea albiei minore.

b) Măsuri de apărare împotriva viiturilor care constau în:

- îndiguirea cursurilor de apă și/sau a obiectivelor;

- impermeabilizarea și etanșarea obiectivelor de apărat;

- realizarea obiectivelor economice pe platforme la cote superioare cotei de inundații;

c) Măsuri pentru limitarea pagubelor care constau în:

- organizarea teritoriului în funcție de zonele inundabile;

- organizarea prognozei viiturilor pe bazine hidrografice;

- organizarea unui sistem de alarmare funcțional;

- măsuri educative (Mitoiu C., Mărăcineanu G., 2000).

S.G.A. Suceava are în administrare și exploatare 8 baraje (figura 4.9) pentru retenții permanente și nepermanente de apă, cu un volum total de 93 milioane m³ de apă.

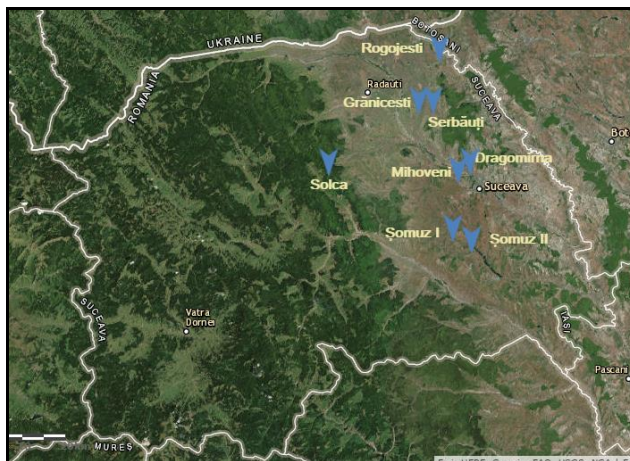


Figura 4.9 Distribuția barajelor din cadrul S.G.A. Suceava, în județul Suceava (original)
 Figure 4.9 The distribution of dams within the S.G.A. Suceava, in Suceava County (original)

Acumularea Rogojești, cea mai mare din cadrul județului Suceava (figura 4.10), este amplasată pe râul Siret, având înălțimea barajului de 14 m și un volum total de 55,8 milioane m³, cu funcție principală de suplimentare a debitelor pentru barajul Bucecea din aval și de alimentare cu apă.

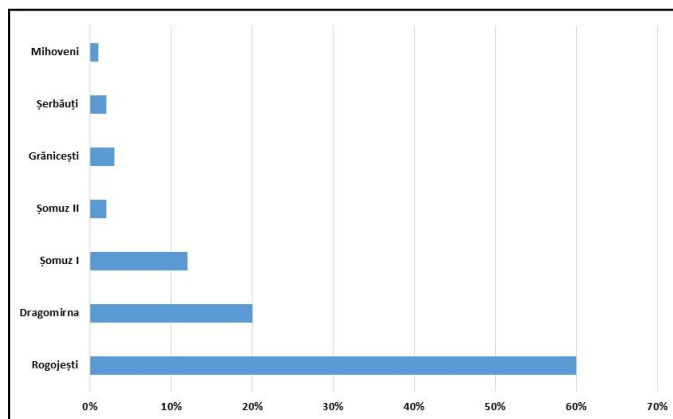


Figura 4.10 Ponderea acumulărilor din volumul total de apă acumulat în județul Suceava (original)
 Figure 4.10 The percentage of accumulations from the total volume of water accumulated in Suceava County (original)

4.2.3. Amenajarea albiei pentru producerea de energie electrică

Energia hidrolică rezultată în urma curgerii râurilor reprezintă o sursă de energie de mii de ani. În ultimii 500 de ani această metodă de producere a energiei s-a dezvoltat foarte mult, cu ajutorul invenției roții excedentare care

transformă eficient energia hidrolică în energie mecanică (Curtean-Bănăduc Angela, 2015).

Microhidrocentralele și centralele electrice de mică putere produc o cantitate relativ mică de energie. Cele mai potrivite zone geografice pentru exploatarea MHC și CHEMP sunt cele în care râurile au pante abrupte, cu curgere pe toată perioada anului (Curtean-Bănăduc Angela, 2015).

Funcționarea MCH și CHEMP poate fi realizată la debite mici iar energia produsă poate fi apoi livrată la distanțe mari față de locul de producere a acesteia.

În România micro potențialul amenajat totalizează peste 380 de MCH și CHEMP-uri, având puterea instalată de 500 MW iar energia medie de proiect de 1508 GWh/an. În județul Suceava sunt construite până în prezent 40 de MHC și CHEMP, dintre acestea 27 sunt în stare de funcționare iar 13 sunt în stare de conservare.

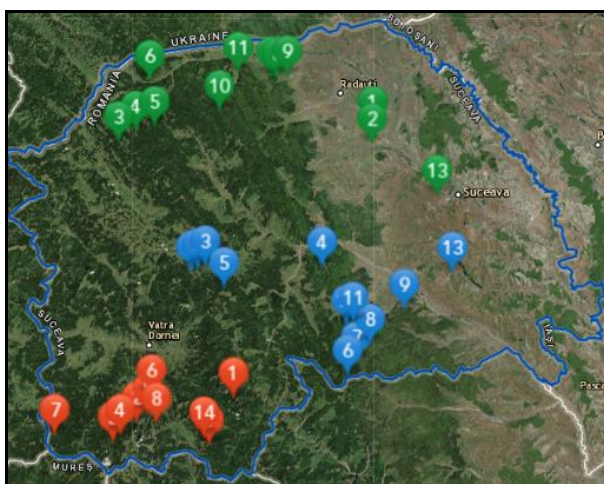


Figura 4.11 Distribuția CHEMP-urilor și a MHC-urilor din județul Suceava (original)
Figure 4.11 Distribution of SHP and MHC in Suceava county (original)

După cum se poate observa în figura 4.11 centralele hidroelectrice de mică putere sunt dispuse relativ uniform pe toată suprafața județului.

Cele mai multe CHEMP-uri funcționale se află în bazinul hidrografic al râului Suceava, într-un număr mai mic în bazinul hidrografic al râului Bistrița iar cele mai puține în bazinul hidrografic al râului Moldova. Majoritatea centralelor au fost construite înainte de anii '90, doar 9 dintre acestea au fost construite după 1990.

Lucrările de amenajare a albiei râurilor pentru producerea de energie electrică sunt realizate prin construcția unui prag de beton simplu cu profil

practic curb, cu rol de reducere a vitezei apei și deviere a debitului necesar funcționării MCH și CHEMP. În cadrul amenajărilor analizate, pragurile au deschiderea cuprinsă între 20 m (CHEMP Brodina) și 98 m (MCH Mihoveni) (figura 4.12) și înălțimi care variază de la 2 m la 8 m (MCH Mihoveni). Toate pragurile sunt prevăzute cu scară pentru migrarea biotei (pești și alte viețuitoare acvatice).

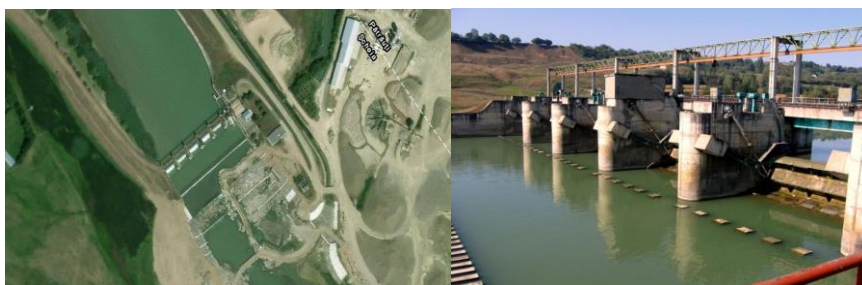


Figura 4.12 Evidențierea acumulării Mihoveni pe râul Suceava (original)
Figure 4.12 Highlighting the accumulation of Mihoveni on the Suceava River (original)

5. STUDIUL CENTRALELOR HIDROELECTRICE DE MICĂ PUTERE AMPLASATE ÎN BAZINELE HIDROGRAFICE ALE RÂURILOR BISTRIȚA, MOLDOVA ȘI SUCEAVA

5. STUDY OF SMALL HYDRO POWER PLANTS INSTALLED IN BISTRITA, MOLDOVA AND SUCEAVA HYDROGRAPHIC BASIN

5.1. Centrale hidroelectrice de mică putere amenajate în bazinul hidrografic Bistrița

Conform SGA Suceava, în cadrul bazinului hidrografic al râului Bistrița sunt amenajate un număr de 14 CHEMA-uri și MCH-uri, dintre acestea 11 sunt în exploatare iar 3 sunt trecute în modul de conservare, acestea sunt amplasate pe afluenți ai râului Bistrița și sunt prezentate în tabelul 5.1.

Tabelul 5.1.

CHEMA-urile și MCH-urile amenajate în bazinul hidrografic al râului Bistrița din județul Suceava (original)

Table 5.1.

SHPs and MHCs set up in the Bistrita river basin from Suceava County (original)

BAZINUL HIDROGRAFIC AL RÂULUI BISTRIȚA				
NR.	CHEMA	Resursă hidrică (râu)	Stare	Administrator
1	BROȘTENI	Bârnaru	în funcțiune	SC Hidroenergie RO Water SRL
2	GURA HAITII	Neagra	în conservare	
3	BROȘTENI	Negrișoara	în funcțiune	S.C. Vienna Energy Forța Naturala S.R.L.
4	BROȘTENI	Sihăstrie	în funcțiune	
5	PANACI	Călimănel	în funcțiune	
6	POIANA STAMPEI	Dorna	în funcțiune	
7	POIANA STAMPEI	Vorova	în funcțiune	
8	GURA HAITII	Neagra	în funcțiune	SC Hidroelectrica SA-SH Bistrița P. Neamț
9	NEAGRA ȘARULUI	Neagra	în funcțiune	
10	NEAGRA ȘARULUI	Neagra	în funcțiune	
11	ȘARU DORNEI	Neagra	în funcțiune	
12	ȘARU DORNEI	Neagra	în conservare	
13	ȘARU DORNEI	Neagra	în conservare	

În cadrul acestui bazin hidrografic au fost analizate centralele hidroelectrice administrate de S.C. Vienna Energy Forța Naturală S.R.L. respectiv CHEMA-uri: Dorna, Dornișoara, Vorova și Sihăstrie.

5.1.1. Centrala hidroelectrică de mică putere Dornișoara

Centrala hidroelectrică Dornișoara este amplasată pe pârâul Dornișoara, aparținând localității Dornișoara, comuna. Poiana Stampei, din județul Suceava. Amenajarea hidroenergetică CHEMA Dornișoara are următoarele elemente constructive:

- Captare principală
- Captare secundară
- Bazin compensator
- Conductă forțată
- Centrală
- Echipamente din centrală
- Canal de fugă
- Evacuarea puterii
- Captarea principală

Captarea (figura 5.1) este amplasată pe pârâul Dornișoara amonte de confluența acestuia cu pârâul Vorova. Captarea este compusă din prag, scară de pești, priză tiroleză și denisipator.



Figura 5.1 Captarea principală a CHEMA Dornișoara, amenajată pe pârâul Dornișoara (Original)
Figure 5.1 Main intake of SHP Dornisoara fitting on Dornisoara river (original)

Pragul este construit din beton cu profil poligonal și deschiderea de 40 m, are înălțimea față de talveg de 0.5 m. Scara pentru pești este construită din

beton, are deschiderea de 0.5 m și are rolul de a asigura debitul de servitute pe pârâu. Priza tiroleză are trei fronturi de grătare, unul de 3 m deschiderea iar celelalte a câte 1m deschidere. Elementele de grătar sunt confecționate din cadre de cornier metalic de 1 x 1.8 m pe care sunt sudate bare de 20 mm diametru cu distanța între ele de 20 mm. Aval de prag pe toată lățimea acestuia este construit radierul disipator din dale prefabricate din beton. Sub grătare este galeria de transport a apei ce conduce apa captată spre denisipator.

Denisipatorul este construit în bazinul compensator, din beton armat, cu lungimea de 14 m și lățimea de 3.5 m. Apa intră în denisipator, prin peretele stâng, amonte și iese prin peretele drept, aval. În peretele stâng aval este montată vana VP1, de 1 x 1/4 m ce închide intrarea în conducta de spălare Dn 1000 mm care se descarcă în albie.

- Captarea secundară

Captarea secundară (figura 5.2) este amplasată pe pârâu Vorova în apropierea clădirii CHEMP Vorova, aceasta este compusă dintr-un prag, priză, scară de pești și denisipator.



Figura 5.2. Captarea secundară a CHEMP Dornișoara amenajată pe pârâu Vorova (original)
Figure 5.2. Secondary intake of SHP Dornisoara fitting on Vorova river (original)

Pragul este construit din beton, are profilul poligonal, și deschiderea de 20 m. Înălțimea față de talveg de 0.5 m iar sarcina pe prag la viitură este de 1 m. Scara pentru pești este de tip deversor și este amplasată la mijlocul pragului.

Priza tiroleză are două fronturi de grătare, unul de 2 m² și unul de 1 m², confecționate din cadre de cornier metalic pe care sunt sudate bare de 16 mm diametru cu distanța între ele de 20 mm. Aval de prag, pe toată lățimea este construit disipatorul din dale prefabricate din beton. Sub grătare este galeria de captare a apei ce conduce apa spre denisipator.

Denisipatorul este situat pe malul stâng și este construit din beton, cu lungimea de 10 m și lățimea de 2 m. În peretele dinspre aval este montată vana plană VP4, de 0.6x0.6/3 m ce închide intrarea în conducta de spălare Dn 600 mm care se descarcă în albie. Din peretele aval stânga pleacă o conductă de 1000 mm diametru ce transportă apa captată de captarea secundară în bazinul compensator al CHEMP Dornișoara.

- Bazinul compensator

Bazinul compensator (figurile 5.3 - 5.4) este construit prin săpătură și are lungimea de 140 m și lățimea de 50 m. Secțiunea bazinului este trapezoidală, iar bazinul este dalat cu dale din beton prefabricate iar panta taluzelor este $m = 1$.



Figura 5.3 Vedere asupra bazinului compensator al amenajării Dornișoara (original)
Figure 5.3 View on reservoir of SHP Dornisoara (original)

În colțul din amonte stânga este denisipatorul captării principale ce descarcă apa prin fereastra sa laterală în bazin. În zona aval stânga, este construit un cămin de vană plană ce comunică cu partea cea mai de jos a bazinului și unde este montată vana plană VP2 de 1 x 1/4 ce închide intrarea apei în conducta de spălare - golire Dn 1000 mm care se descarcă în albie.



Figura 5.4 Bazin compensator CHEMP Dornișoara (original)
Figure 5.4 Forebay tank of Dornisoara SHP (original)

În zona aval este construit un deversor de preaplin, cu lățimea de 5 m cu rol de a descărca surplusul de apă în timpul viiturilor. În porțiunea aval a bazinului este construit un confuzor din beton închis cu două grătare de 1.4 lățime și 1 m înălțime, înclinate la 70 grade ce pot culisa în profile tip "U".

Confuzorul direcționează apa în căminul de vană plană unde este montată vana VP 3 de 1.6 x 1.6/4 m ce închide intrarea apei în conducta forțată, iar în spatele vanei se află conducta de aerisire.

- Conducta forțată

Conducta forțată are diametrul de 1500 mm și lungimea de 7,7 km. În ultimii 3 km din aval conducta de aducțiune se desparte în două fire de 1000 mm diametru. Pe traseul acesteia sunt prevăzute masive de ancoraj din blocuri de beton, situate la coturi pentru a preveni deplasarea conductei în timpul șocurilor create de loviturile de berbec în conductă.

- Centrala

Clădirea centralei (figura 5.5) este semi-îngropată cu infrastructura din beton și suprastructura din zidărie portantă de cărămidă. Șarpanta este în două ape, cu frontoane zidite și grinzi cu zăbrele din cornier. Înelitoarea este din tablă cutată, izolată cu vată minerală protejată cu mască din PVC.



Figura 5.5 Clădirea CHEMP Dornișoara (original)

Figure5.5 Building of Dornisoara SHP (original)

Iluminatul natural este asigurat de două ferestre montate în frontoane iar accesul în clădirea centralei se face prin ușa metalică dublă din peretele din stânga, situată la 1 m mai sus de cota pardoselii, pe trepte din beton.

Cabina de exploatare este construită în interior din pereți de cărămidă . Accesul în cabina de exploatare se face prin centrală. În acoperiș există două capace demontabile pe unde se poate scoate cu ajutorul macaralei , utilajul.

Cele două conducte paralele de 1000 mm ale aducțiunii, trec prin partea dreaptă a clădirii centralei, iar din aceste conducte se ramifică spre stânga câte o conductă Dn 600 mm ce intră în clădirea centralei și pe care sunt montați robinetii fluture Dn 600 mm acționați hidraulic. În continuare cele două conducte, intră în căminul de bypass unde au montați robinetii de tip clapă de fluture Dn 600 mm, acționați manual. După acești robinetii, conductele se descarcă separat în camera de liniștire. În camera de liniștire ce este construită

sub centrală descarcă cele două aspiratoare și în porțiunea ce iese de sub centrală descarcă cele două conducte de bypass. Porțiunea vizibilă a camerei de liniștire este de 10 m lungime și 3 m lățime. În partea aval a ei sunt două rânduri de vaneți ce înecă aspiratoarele, după care apa este evacuată în canalul de fugă.

- Echipamente din centrala :

Echipamentul din centrală sunt compuse din :

- două turbine FO 125/640 la 1000 rot./min.;
- două generatoare electrice asincrone GA 120/50-6-2 de 1200 kw;
- două dulapuri de protecție automatizare DPG 1200 ;
- două dulapuri de comandă și distribuție DCD 1200;
- patru dulapuri conținând baterii de condensatoare 4 x 15 kvAr;
- trei dulapuri în care sunt amplasate baterii de condensatoare 3 x 15

kvAr;

- un dulap care conține baterii de condensatoare 2 x 20 kvAr;
- două redresoare cu seleniu pentru transformarea tensiunii în raportul 220 Vc.a./24 V c.c. ;

- redresoarele funcționează în regim tampon cu patru baterii de acumuloare asemănătoare celor de tip auto (180 Ah/buc);

-două mecanisme de acționare tip REGMO pentru manevrarea aparatelor directe;

- instalație de iluminat și forță ;
- instalație pentru iluminat de siguranță ;
- instalație de legare la pământ ;

- doi robineti clapă fluture montați în amonte de turbine ,având Dn 600 și Pn 25, acționate hidraulic cu dispozitiv cu revenire prin contragreutate;

- doi robineti clapă fluture montați pe conducta de bypass având Dn 600 mm și Pn 25, pentru golirea și spălarea aducțiunii;

- un turometru;
- două tahorelee pentru cuplare generatoare la sistem;
- instalație IMSAT;
- legături DISBAR între generatori și dulapurile DPG.

- Canalul de fugă

Din camera de liniștire apa iese în canalul de fugă cu secțiune trapezoidală cu baza de 1.5 m și panta taluzelor de 1.5. Etanșarea este făcută cu dale de beton de 15 cm grosime cu rosturi verticale la 1 m distanța umplute cu mortar de ciment. Lungimea canalului de fugă este de 50 m.

- Evacuarea puterii

Energia electrică produsă de CHEMP se evacuează prin intermediul a două sisteme de bare din aluminiu (100 x 10) mm la un post de transformare, în cabina de zid, echipat cu doi transformatori tip TTU 20/0.4 kV,1600 kVA în LEA 20 kV Dornișoara. Protecția la scurtcircuit se realizează prin

CONSTANTIN DRAGOȘ MOȚCO

declanșatoarele de curent ale OROMAX-urilor. protecția la suprasarcină se realizează prin OROMAX 2500 A. Pe primii stâlpi de la PTA spre LEA 20kv sunt montați separatori tip STE 20 kv.

Valori admisibile ale parametrilor care influențează funcționarea CHEMP (tabelele 5.2 – 5.5)

Tabelul 5.2

Limitele topometrice ale amenajării Dornișoara(original)

Table 5.2

Topometric limits of fitting Dornișoara(original)

Cădere brută	104.00 m
Cădere neta pe un grup	100.89 m
Cădere neta pe grup 1+2	92.64 m

- Limite hidrologice

La ape mici când debitul afluent este mai mic de jumătate din debitul instalat al unui singur grup, centrala va funcționa pe principiul „totul sau nimic”. Dacă debitul afluent este egal cu debitul de servitute și există tendința micșorării în continuare a acestuia, se va retrage din exploatare centrala până la apariția unui debit afluent mai mare decât debitul de servitute.

Personalul care deservește centrala este obligat să aleagă regimul de funcționare care să asigure menținerea debitului de servitute în aval de punctul captare a apei. Debitul minim necesar este asigurat de volumul de apă scurs prin scările pentru pești.

Tabelul 5.3

Debitele care influențează funcționarea amenajării Dornișoara (original)

Table 5.3

Flows that affect the operation of the arrangement Dornișoara (original)

Debit mediu multianual	2.12 m ³ /s
Debit de servitute	0.10 m ³ /s
Debit instalat pe grup	1.25 m ³ /s
Debit instalat în centrală	2.50 m ³ /s
Volumul bazinului de acumulare	2300 m ³

Tabelul 5.4

Parametrii tehnici ai centralei Dornișoara (original)

Table 5.4

Technical parameters of the Dornișoara plant (original)

1	2
Tensiunea electrică	0.4 kv
Tensiunea circuitelor de forță	380 V 50 Hz
Tensiunea circuitelor de semnalizare	220 V 50 Hz
Tensiunea circuitelor de comandă	24 V c.c
Curent nominal generator	1950 A

1	2
Curent de scurtcircuit trifazat pe borna de joasă tensiune	25.97 kA
Putere transformator	1600 kVA
Puterea nominală a centralei	2400 kW
Puterea disponibilă pe centrală	1889 kW
Puterea disponibilă unitară	1029 kW
Capacitatea bateriei de condensatoare	370 kVA _r
Factorul de putere la generator	0.89
Turația de sincronism	1000 rot/min
Energia produsă în anul hidrologic mediu-	6207 Mwh
Numărul de ore de funcționare an mediu	3740 ore

Tabelul 5.5

Limitele meteorologice ale amenajării Dornișoara și temperatura de funcționare a generatorului (original)

Table 5.5

Meteorological metering conditions and operating temperature of the generator of Dornisoara(original)

Temperatura mediului minimă	-30 ⁰ .C
Temperatura mediului maximă	+ 40 ⁰ C
Temperatura minimă în centrală	+ 5 ⁰ C
Temperatura maximă în centrală	+ 35 ⁰ C
Umiditatea maximă în centrală	85 %
Temperatura de lucru a turbinei (în lagăre)	>+ 5 ⁰ <+60 ⁰ C
Temperatura de lucru a generatorului	
- în înfășurările statorului-	< + 120 ⁰ C
- aer cald	< + 65 ⁰ C
- aer rece	< + 40 ⁰ C
- în lagăre	< + 80 ⁰ C

- Captare principală

Captarea principală este amplasată la cota 727,00 m pe pârâul Negrișoara. Aceasta este realizată dintr-un prag de beton cu profil poligonal cu deschiderea de 20 m și înălțimea de 1 m. Aval de prag este construit un disipator de energie din beton de 6 m lungime cu bazin disipator de 0,5 m adâncime.

În prag este prevăzut un deversor pentru debitul de servitute cu lățimea de 0,9 m ce se continuă cu scara pentru pești. Pragul deversor se încastrează în maluri prin două culei de beton, sarcina pe prag este de 1,4 m. În zona din partea stângă a pragului se află priza tiroleză compusă din 3 grătare de 1,2 m lungime și 1 m lățime fiecare. Grătarele sunt confecționate din rama de oțel tip “L40” pe care sunt sudate bare de 16 mm diametru și 20 mm distanță între ele.

După trecerea apei prin grătare, apa intră în galeria de captare ce este închisă de o vană plană VP1 construită artizanal, de unde apa poate pătrunde în denisipatorul din beton construit pe partea dreaptă a bazinului compensator.

Între priza tiroleză și culeea din malul stâng se află priza de iarnă sub forma unei ferestre de 2 m lățime și 1 m înălțime ce permite captarea apei pe sub podul de gheață direct în galeria de captare. Priza de iarnă se poate închide cu două rânduri de vaneți ce culisează în profile tip “U10”.

Denisipatorul are formă dreptunghiulară în plan cu lățimea de 2 m și lungimea de 10 m. Apa intră prin peretele amonte și iese prin lateral stânga prin fereastra ce descarcă în bazinul compensator. În peretele aval al denisipatorului este montată o vană plană VP2 ce are rol de spălare a denisipatorului ce închide intrarea în conducta Dn 1000 mm și care se descarcă în albie.

- Captarea secundară

Captarea secundară este amplasată pe pârâul Pinului și este compusă din: prag deversor, priza tiroleză, conducta de legătură, denisipator și camera de spălare.

Pragul este din beton simplu cu profil poligonal, cu deschiderea de 15 m și sarcina de 1,5 m. Denisipatorul de energie este tip radier din beton, cu lungimea de 4 m. Priza tiroleză are deschiderea de 2 m și o suprafață a grătarelor de 2 m². Cele două grătare de 1x1 m sunt construite din ramă de cornier pe care sunt sudate bare metalice Dn 16 mm cu lumina de 16 mm între bare. Sub grătare este galeria de transport ce transportă apa spre malul stâng de unde este preluată de conducta de legătură DN 600 mm, ce conduce spre denisipator.

Denisipatorul este construit din beton armat și este acoperit cu dale prefabricate din beton. În zona aval, denisipatorul este mai înalt și se termină cu vana plană VP3 de 1x1/6 m, montată la peretele din aval. Această vană închide accesul apei în conducta forțată cu diametrul 1000 mm. În amonte de VP3 pe

peretele din dreapta pleacă conducta de spălare Dn 300 mm spre căminul de spălare în care este montată vana plană VP4 de 0,8x0,8/6 m ce descarcă în albie.

- Bazinul compensator

Bazinul compensator este construit din beton armat și are secțiunea dreptunghiulară cu baza de 10 m. Lungimea bazinului este de 50 m iar înălțimea de 4 m, bazinul ridicându-se până la cota culeelor pragului.

În zona aval a bazinului se află un confuzor din beton armat, în fața căruia este frontul de grătare compus din 2 grătare de 1x1 m din ramă de cornier pe care sunt sudate bare Dn 16 mm cu distanța între ele de 16 mm. Pentru a avea acces la grătare este prevăzută o pasarelă din confecții metalice cu scara de acces și mina curentă, pasarelă de pe care se pot curata și grătarele.

Confesorul direcționează apa spre o conductă Dn 1000 mm ce trece prin căminul robinetului fluture apoi se continuă cu conducta forțată. În cămin este montat un robinet RF1 cu clapa fluture, ce închide accesul apei în conducta forțată.

În partea cea mai de jos a bazinului, zona aval dreapta, se află conducta de golire Dn 600 mm, ce trece prin căminul de golire unde are montat un robinet RF2 cu clapă fluture apoi se continuă până în albie.

- Conducta forțată

Debitul instalat este transportat de o conductă cu diametrul de 1000 mm pe o lungime de 4,5 km. În această conductă se înțeapă și conducta forțată Dn 1000 mm ce aduce apa de la captarea secundară. Pe traseul conductei de aducțiune sunt prevăzute masive de ancoraj din blocuri de beton, situate la coturi pentru a preveni deplasarea conductei în timpul șocurilor create de loviturile de berbec în conductă.

- Centrala

Clădirea centralei are infrastructura din beton și suprastructura din zidărie de cărămidă. Clădirea este tencuită interior și exterior, iar în interior este văruiată. Șarpanta este în două ape cu frontoane zidite și învelitoare din azbociment pe ferme metalice cu zăbrele. În cazul acestei amenajări nu este prevăzută o cabină de exploatare iar accesul în clădire se face pe o ușă metalică de la nivelul solului la 1 m deasupra pardoselii.

Conducta forțată intră direct în centrală, iar la intrarea în clădirea centralei este montat un robinet clapă fluture Dn 1000 mm acționat manual după care este montată, prin compensatorul de montaj, turbina.

Amonte de clădirea centralei, din conducta forțată, se ramifică o conductă de bypass ce trece prin căminul de beton unde este montat robinetul clapă fluture Dn 600 mm. La vărsarea conductei de bypass este montat un

robinet sertar Dn 100 mm. Turbina conduce apa prin aspirator în camera de liniștire construită din beton armat aval de centrală.

- Echipamente din centrală

Echipamentele din centrală sunt:

- o turbină FO 125/640 la 750 rot./min.;
- un generator electric asincron GA 100/55 – 8 de 400 kW;
- un dulap pentru protecția generatorului DPG 800 kW;
- un dulap de comandă și distribuție DCD 800;
- două dulapuri cu baterii de condensatoare unul de 2x20 kVAr;
- un redresor cu seleniu 220 V ca / 24 V cc;
- două baterii de acumulatori tip auto, ce funcționează în regim tampon cu redresorul (180 Ah/buc.);
- un mecanism de acționare tip REGMO pentru manevrarea aparatului director al turbinei;
- instalație de iluminat și forță;
- instalație pentru iluminat de siguranță;
- instalație de legare la pământ;
- un robinet clapă fluture montate în amonte de turbină, având Dn 1000 și Pn 16 acționat hidraulic cu dispozitiv cu revenire prin contragreutate;
- un robinet clapă fluture montat pe conducta de bypass având Dn 600 mm și Pn 16, pentru golirea și spălarea aducțiunii;
- un tahoreleu pentru comanda cuplării automate la sistem;
- legătura DISBAR între generator și dulapul DPG;

- Canalul de fugă

Din camera de liniștire apa iese în canalul de fugă cu secțiune trapezoidală cu baza de 1,2 m și panta talabelor de 1,5 m. Etanșarea este făcută cu dale de beton de 15 cm grosime. Lungimea canalului de fugă este de 20 m dalat și 30 m nedalat până la vărsarea în albie.

- Evacuarea puterii

Energia electrică produsă de centrala hidroelectrică este evacuată prin intermediul unui sistem de bare de aluminiu 100x10 mm până la PTM echipat cu un transformator tip TTU 20/0,4 kV, 630 kVA montat la sol lângă clădirea centralei în LEA 20 kV racord Dârmoxa. Protecția la scurtcircuit se realizează prin declanșatoarele de curent ale OROMAX –ului. Protecția la suprasarcină se realizează prin OROMAX 2000 A. Pe al doilea stâlp de la PTA spre stație este montat un separator tip STE 20 kV 200 A.

Valori admisibile ale parametrilor care influențează funcționarea CHEMP (tabelele 5.6 - 5.9)

Tabelul 5.6

Limite topometrice ale amenajării Dârmoxa (original)

Table 5.6

Topometric limits of fitting Darmoxa (original)

Cădere brută	87,00 m
Cădere netă pe grup 1	72,93 m
Cădere netă pe grup 1+2	72,93 m

- Limite hidrologice

La ape mici când debitul afluent este mai mic de jumătate din debitul instalat al unui singur grup, centrala va funcționa pe principiul “totul sau nimic”. Dacă debitul afluent este egal cu debitul de servitute și există tendința micșorării în continuare a acestuia, se va retrage din exploatare centrala până la apariția unui debit afluent mai mare decât debitul de servitute.

Personalul de servire operativă este obligat să aleagă regimul de funcționare astfel încât să fie asigurat debitul de servitute pe albia pârâului în aval de captare. Acest debit se asigură prin curgerea continuă a apei peste scările amenajate pentru pești.

Tabelul 5.7

Debitele care influențează funcționarea amenajării Dârmoxa (original)

Table 5.7

Flows that affect the operation of the arrangement Darmoxa (original)

Debit mediu multianual	0,98 mc/s
Debit de servitute	0,20 mc/s
Debit instalat pe grup	1,20 mc/s
Debit instalat în centrală	1,20 mc/s
Volumul bazinului de acumulare	2200 mc

Tabelul 5.8

Parametrii tehnici ai amenajării Dârmoxa (original)

Table 5.8

Technical parameters of the Darmoxa plant (original)

1	2
Tensiunea electrică	0,4 kV
Tensiunea circuitelor de forță	380 V 50 Hz
Tensiunea circuitelor de semnalizare	220 V 50 Hz
Tensiunea circuitelor de comandă	24 V cc
Curent nominal generator	1345 A
Curent de scurtcircuit trifazat pe borna de joasă tensiune	15,50 kA
Puterea transformator	630 kVA
Puterea nominală	800 kW
Puterea disponibilă pe centrală	697 kW
Puterea disponibilă unitară	697 kW
Capacitatea bateriei de condensatoare	80 kVAr

1	2
Factorul de putere la generator	0,85
Turația de sincronism	750 rot/min.
Energia produsă în anul hidrologic mediu	1114 MWh
Numărul de ore de funcționare an mediu	1957 ore

Tabelul 5.9

Limitele meteorologice ale amenajării Dârmoxa (original)

Table 5.9

Meteorological metering conditions of Dârmoxa and operating temperature of the generator (original)

Temperatura mediului minimă	- 30 ° C
Temperatura mediului maximă	+ 40 ° C
Temperatura minimă în centrală	+ 5 ° C
Temperatura maximă în centrală	+ 35 ° C
Umiditatea maximă în centrală	85%
Temperatura de lucru a turbinei (în lagăre)	> +5; < +60 ° C
Temperatura de lucru a generatorului:	
- în înfășurările statorului	< + 120 ° C
- aer cald	< + 65 ° C
- aer rece	< + 40 ° C
- în lagăre	< + 80 ° C

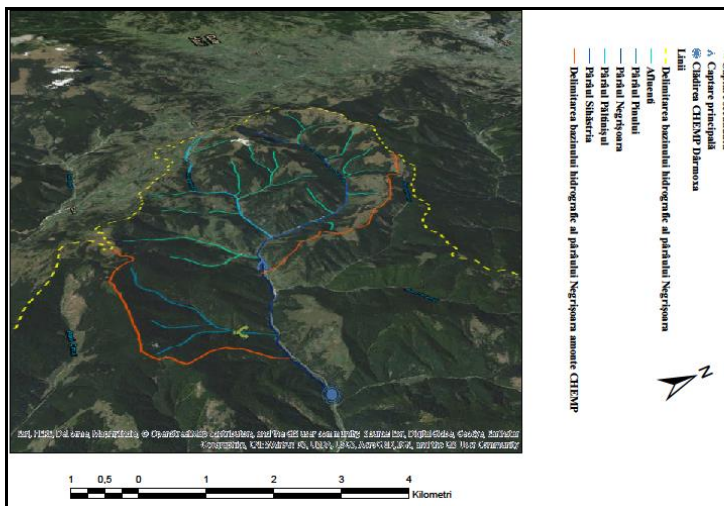


Figura 5.7 Bazinul hidrografic al râului Neagra amonte de CHEMP Dârmoxa (original)
 Figure 5.7 The Neagra river basin upstream of SHP Dârmoxa (original)

5.1.3. Centrala hidroelectrică de mică putere Sihăstrie

Centrala hidroelectrică Sihăstrie este amplasată pe pâraiele Sihăstrie și Negrișoara. Aparținând localității Dârmoxa, comuna Broșteni din județul Suceava.

Amenajarea hidroenergetică are următoarele elemente constructive:

- captare principală;
- captare secundară;
- bazin compensator;
- conducta forțată;
- centrala;
- echipamente din centrală;
- conducta de evacuare;
- evacuarea puterii.

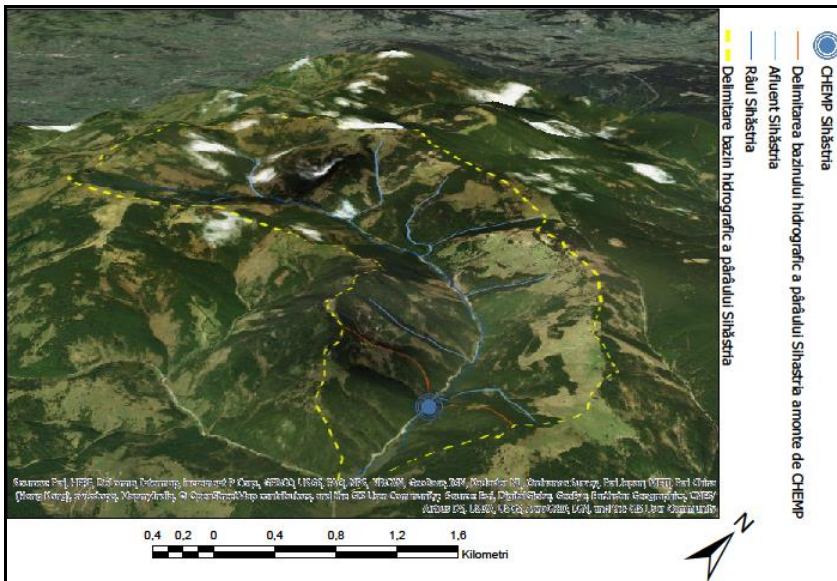


Figura. 5.8. Bazinul hidrografic al pâraului Sihăstrie și CHEMP Sihăstrie (original)
Figure 5.8. The hydrographic basin of the Sihăstrie and SHP Sihăstrie (Original)

- Captare principală

Captarea principală (figura 5.9) este amplasată pe pâraul Sihăstrie și este alcătuită din: pragul de beton cu profil poligonal, priza tiroleză și denisipator. Pragul are deschiderea de 12 m, înălțimea față de talveg de 0,5 m și sarcina la viitura de 1,5 m. Priza tiroleză este formată din fronturi de grătare înclinate cu lățimea de 2 m fiecare și un front de grătare orizontal cu lățimea de 1 m. Grătarele înclinate sunt construite din 4 elemente de grătar cu lățimea de 1 m și lungimea de 1,6 m, din ramă metalică pe care sunt sudate bare Dn 30 mm cu lumina de 20 mm.

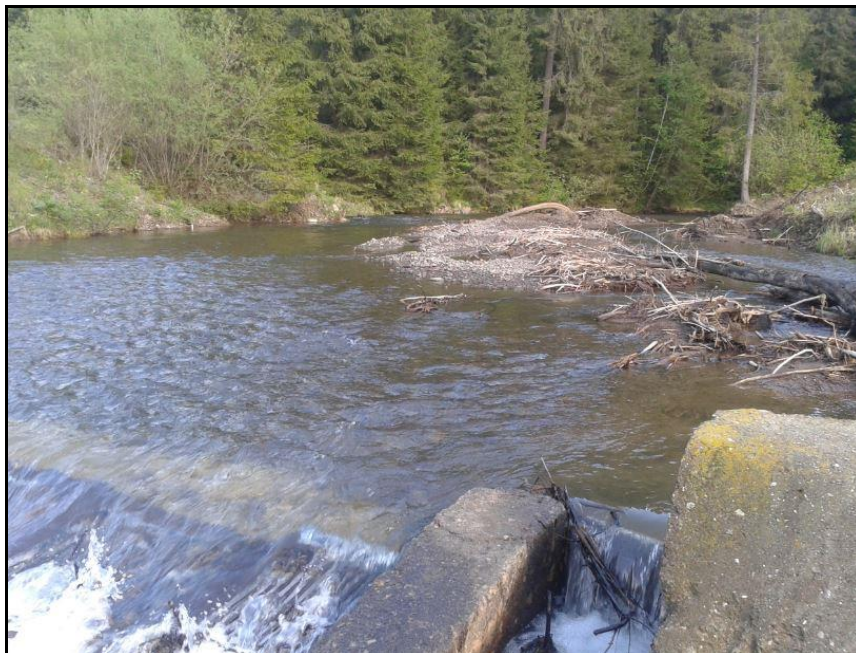


Figura 5.9 Captarea principală a CHEMP Sihăstrie (original)

Figure 5.9 Main intake of Sihastrie SHP (original)

Grătarul orizontal este construit la fel numai că are suprafața de 1 m^2 . În partea din dreapta a pragului este construită o scară pentru pești de tip deversor cu lățimea de 1 m și locaș pentru vaneți. În fața fiecărui front de grătare este amenajat un locaș pentru vaneți.

Sub grătare este galeria de transport a apei spre denisipator. Denisipatorul este construit în interiorul bazinului compensator și este din beton armat cu lățimea de 4 m și lungimea de 15 m. În amonte prin peretele din dreapta intră apa din galeria de transport a captării, iar în aval prin peretele din stânga iese, prin fereastra de 0,5 m înălțime și 2 m lungime, în bazinul compensator.

- Captarea secundară

Captarea secundară este amplasată pe pârâul Negrișoara și este compusă din: prag, priza tiroleză, denisipator și camera de încărcare.

Pragul deversor are profilul poligonal și deschiderea de 8 m. Priza tiroleză are lățimea de 3 m și un front de grătare de 3 m^2 . Fiecare element de grătar este confecționat din rama metalică pe care sunt sudate bare din oțel beton PC 52 Dn 25 mm cu lumina de 20 mm.

CONSTANTIN DRAGOȘ MOȚCO

În partea din dreapta pragului este construită o scară pentru pești de 0,5 m lățime de tip deversor. Sub frontul de grătare se află galeria de transport a apei spre denisipator.

Denisipatorul este construit din beton armat de 14 m lungime și 4 m lățime prevăzut pe latura din dreapta aval cu o vană plană VP4 de 0,8x0,8/3 m, ce închide ieșirea apei spre albie. Din peretele aval pleacă conducta Dn 600 mm de legătură între denisipator și camera de încărcare.

Camera de încărcare are două compartimente. Primul compartiment în care descarcă conducta de legătură este prevăzut în peretele lateral dreapta cu un deversor de preaplin de 1 m lățime ce descarcă apa în exces provenită de la undele de la lovitura de berbec sau când centrala se oprește cu bazinul plin. În al doilea compartiment apa se trage prin frontul de grătare GR7 de 1 m² de unde apa poate pătrunde prin vana plană VP5 în conducta forțată Dn 600 mm. Sub deversorul de preaplin se află un disipator tip bazin tot din bare cu scurgere spre albie prin tubul Dn 300 mm.

- Bazinul compensator

Bazinul compensator este construit din beton armat cu pereți de tip zid de sprijin. Lățimea bazinului este de 20 m și lungimea de 90 m. Prin interiorul bazinului la baza peretelui din dreapta este pozată conducta de spălare a denisipatorului, ce iese din bazin și se descarcă în albie. În porțiunea aval a bazinului este amplasată vana plană VP2 de 0,8x0,8/5 m, ce închide intrarea apei în conducta de golire Dn 600 mm care se descarcă în același loc cu conducta de spălare.

În zona aval a bazinului se află un confuzor din beton armat închis de două grătare de 1 m² fiecare ce culisează în profile de tip "U" înclinate la 70 de grade. Confesorul direcționează apa spre conducta forțată Dn 1000 mm, închisă de vana plană VP3 de 1x1/5 m.

- Conducta forțată

Conducta forțată are lungimea de 2,36 km și diametrul de 1000 mm. În conducta principală se înțeapă și conducta ce aduce apa de la captarea secundară și are diametrul de 600 mm.

Pe traseul conductei de aducțiune sunt prevăzute masive de ancoraj din blocuri de beton, situate la coturi pentru a preveni deplasarea conductei în timpul șocurilor create de loviturile de berbec în conductă.

- Centrala

Clădirea centralei are infrastructura din beton și suprastructura din cadre din beton armat, cu pereții de umplutură din cărămidă. Tavanul este din fâșii cu goluri prefabricate sprijinite pe cadre și monolitizate cu beton. Acoperișul este

șarpantă din lemn de rășinoase cu luminator, iar învelitoarea din țiglă. În peretele din stânga sunt 3 ferestre cu toc metalic.

Clădirea este prevăzută cu pod rulant pe profile tip “I” ce se sprijină pe ciocurile cadrelor special construite. Interiorul este tencuit și văruiat iar exteriorul tencuit stropit. Cabina de exploatare este construită în exterior amonte din zidărie de cărămidă cu acoperiș în două ape din țiglă.

Accesul în cabina de exploatare se face prin interiorul centralei. Accesul în clădirea centralei se face prin ușa metalică glisantă de 3 m înălțime și 3 m lățime la nivelul solului, astfel încât în centrală poate intra mașina ce transportă utilajul.

Conducta forțată intră sub clădirea centralei de unde se ramifică pe verticală la 30 de grade cu câte o conductă de 600 mm pentru fiecare turbină. Pe aceste conducte sunt montați robinetii cu clapă fluture, RFG1 și RFG22, Dn 600 Pn 25 acționați hidraulic cu dispozitiv cu revenire prin contragreutate.

În continuare conducta forțată are o reducție la 600 mm diametru, apoi iese de sub clădirea centralei intrând în căminul de bypass. Aici este montat pe conducta robinetului clapă fluture RF1 Dn 600 mm. Din aspiratoarele turbinei apa este condusă în camera de liniștire unde descarcă și conducta de bypass.



Figura 5.10 Turbina FO 90/570 din CHEMP Sihăstrie (original)
Figure 5.10 FO 90/570 turbine of Sihastrie SHP (original)

CONSTANTIN DRAGOȘ MOȚCO

- Echipamente din centrală:
 - o turbină FO 90/570 la 750 rot./min. (figura 5.10);
 - două generatoare electrice asincrone GA 100/55 – 8 de 400 kW;
 - două dulapuri de protecție automatizare DPG 400;
 - două dulapuri de comandă și distribuție DCD 400;
 - două dulapuri cu baterii de condensatoare (4x15) kVAr;
 - patru dulapuri cu baterii de condensatori (3x15) kVAr;
 - două redresoare cu seleniu 220 V ca / 24 V cc;
 - patru baterii de acumuloare tip auto, ce funcționează în regim tampon cu redresorul (180 Ah/buc.);
 - două mecanisme de acționare tip REGMO pentru manevrarea aparatelor directe ale turbinelor;
 - instalație de iluminat și forță;
 - instalație pentru iluminat de siguranță;
 - instalație de legare la pământ;
 - două robinete clapă fluture montate în amonte de turbină, având Dn 600 și Pn 16 acționați hidraulic cu dispozitiv cu revenire prin contragreutate;
 - un robinet clapă fluture montat pe conducta de bypass având Dn 600 mm și Pn 16, pentru golirea și spălarea aducțiunii;
 - un tuometru;
 - instalație IMSAT;
 - pod rulant acționat manual 5 tf;
 - două SCTS pentru control termic;
 - legătura DISBAR între generator și dulapuri DPG;

- Conducta de evacuare

Din camera de liniștire apa iese prin peretele aval prin conducta de evacuare de 1000 mm diametru în albie amonte de captarea principală a CHEMP Dârmoxa.

- Evacuarea puterii

Energia electrică produsă de CHEMP se evacuează prin intermediul a câte două cabluri ACYABY 3x150+70 mm, la două posturi de transformare aeriene PTA nr.1 și PTA nr.2 Sihăstrie echipate cu transformatori tip TTU 20/0,4 kV, 250 kVA în axa 20 kV Șaru Dornei - Păltinoasa. Protecția la scurtcircuit se realizează prin declanșatoarele de curent ale OROMAX 1000 A. Pe primii stâlpi de la PTA spre LEA 20 kV sunt montați separatori cu cuțite de legare la pământ tip STEPNO 20 kV.

În tabelele 5.10-5.14 sunt prezentate valorile admisibile ale parametrilor care influențează funcționarea CHEMP Sihăstrie.

Tabelul 5.10

Limite topometrice ale amenajării Sihăstrie (original)

Table 5.10

Topometric limits of fitting of Sihaltrie (original)

Cădere brută	77,00 m
Cădere netă pe grup 1	73,90 m
Cădere netă pe grup 1+2	70,28 m

- Limite hidrologice

La ape mici, când debitul afluent este mai mic de jumătate din valoarea celui necesar funcționării unui grup, centrala va funcționa conform sintagmei *totul sau nimic*. Dacă debitul afluent este egal cu debitul minim necesar și are tendința de reducere, centrala va fi oprită până la formarea unui debit afluent mai mare decât debitul de servitute. Personalul de servire operativă este obligat să aleagă regimul de funcționare astfel încât să fie asigurat debitul de servitute pe albia pârâului în aval de captare. Acest debit se asigură prin curgerea continuă a apei prin scările pentru pești.

Tabelul 5.11

Debitele care influențează funcționarea amenajării Sihăstrie (original)

Table 5.11

Flows that affect the operation of the Sihaltrie arrangement (original)

Debit mediu multianual	0,521 m ³ /s
Debit de servitute	0,05 m ³ /s
Debit instalat pe grup	0,5 m ³ /s
Debit instalat în centrală	1,0 m ³ /s
Volumul bazinului de acumulare	400 m ³

Tabelul 5.12

Parametrii tehnici ai centralei Sihăstrie (original)

Table 5.12

Technical parameters of the Sihaltrie plant (original)

Tensiunea electrică	0,4 kV
Tensiunea circuitelor de forță	380 V 50 Hz
Tensiunea circuitelor de semnalizare	220 V 50 Hz
Tensiunea circuitelor de comandă	24 V cc
Curent nominal generator	705 A
Curent de scurtcircuit trifazat pe borna de joasă tensiune	8,37 kA
Puterea transformator	250 kVA
Puterea nominală	800 kW
Puterea disponibilă pe centrală	545 kW
Puterea disponibilă unitară	286 kW
Capacitatea bateriei de condensatoare	300 kVAr
Factorul de putere la generator	0,82
Turația de sincronism	750 rot/min.
Energia produsă în anul hidrologic mediu	1480 MWh
Numărul de ore de funcționare an mediu	5104 ore

Tabelul 5.13

Limite meteorologice și temperatura de funcționare în centrala Sihăstrie (original)

Table 5.13

Meteorological limits and operating temperature in the Sihastrie plant (original)

Temperatura mediului minimă	- 30 ° C
Temperatura mediului maximă	+ 40 ° C
Temperatura minimă în centrală	+ 5 ° C
Temperatura maximă în centrală	+ 35 ° C
Umiditatea maximă în centrală	85%
Temperatura de lucru a turbinei (în lagăre)	> +5; < +60 ° C

Tabelul 5.14

Temperatura de lucru a generatorului a amenajării Sihastrie(original)

Table 5.14

Generator working temperature of Sihastrie arrangement (original)

În înfășurările statorului	< + 120 ° C
Aer cald	< + 65 ° C
Aer rece	< + 40 ° C
În lagăre	< + 80 ° C

Pârâul Sihăstrie este unul dintre principalii afluenți ai pârâului Negrișoara de pe partea stângă, fiind așezat în partea de sud a bazinului hidrografic a râului Bistrița.

Principalii indicatori morfometrici ai bazinului hidrografic al pârâului Sihăstrie sunt enumerați după cum urmează:

$$C = 33,4 \text{ km};$$

$$F = 48,55 \text{ km}^2;$$

$$m = 1,99;$$

$$L = 14 \text{ km};$$

$$B = 1,6 \text{ km};$$

$$St = 1,56;$$

$$D = 0,96 \text{ km}^{-1};$$

$$n = 0,44 \text{ km}^{-2};$$

5.1.4. Centrala hidroelectrică de mică putere VOROVA

Centrala hidroelectrică este amplasată pe pârâul Vorova (figura 5.11), fiind situată în localitatea Dornișoara comuna Poiana Stampei din județul Suceava.

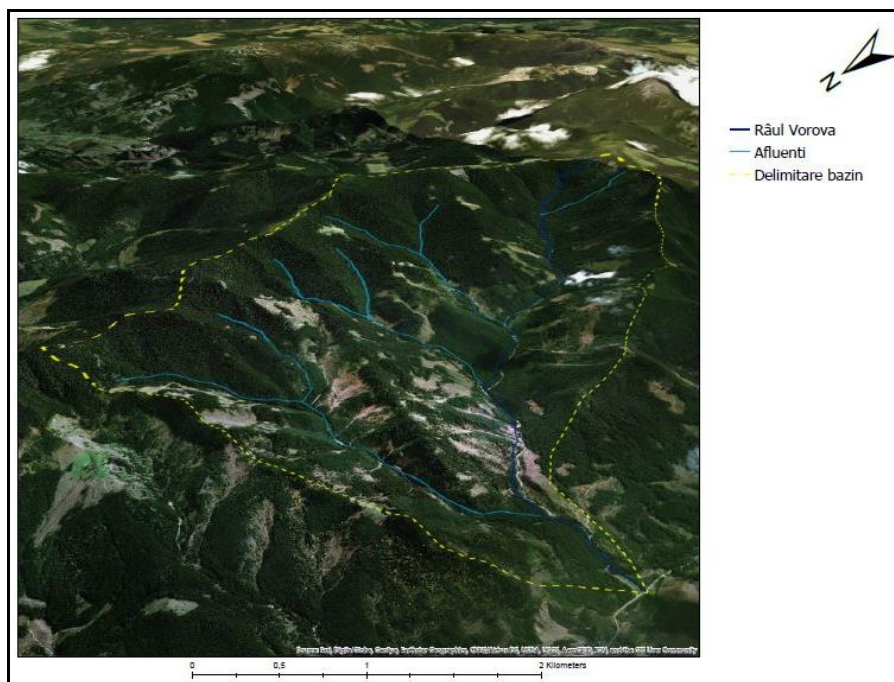


Figura 5.11 Bazinul hidrografic al râului Vorova (original)

Figure 5.11 Catchment of Vorova river (original)

Amenajarea hidroenergetică CHEMP Vorova are următoarele elemente constructive:

- Captare principală;
- Bazin compensator;
- Conductă forțată;
- Centrală;
- Captarea principală
- Echipamente din centrală;
- Conducta de evacuare;
- Evacuarea puterii;

Este amplasată pe pârâul Vorova (figura 5.12) și este compusă din prag, scara pentru pești și denisipator. Pragul este construit din beton simplu cu profil poligonal iar deschiderea acestuia este de 35 m.

Aval de prag este disipatorul de energie de tip bazin cu lungimea de 6 m. și adâncimea de 0.5 m. În malul stâng pragul se încastrează în mal prin culeea de beton de 1 m. înălțime. Înălțimea pragului față de talveg este de 0.3 m. iar la mijlocul pragului este construită o scară pentru pești cu lățimea de 40 cm. pentru a asigura debitul de servitute. Spre malul drept pragul se termină cu o pilă din beton la cota bermei bazinului. Lângă această pilă este priza tiroleză formată din două fronturi cu deschiderea de 1.5 m. fiecare având bare cu un diametru de 16 mm. iar distanța dintre acestea fiind de 20 mm.



Figura 5.12 Captarea principală a CHEMP amenajată pe pârâul Vorova (original)
Figure 5.12 Main capture of CHEMP arranged on the Vorova river (original)

Între pilă și denisipator se află culoarul de spălare a galeriei, închis amonte și aval de vaneți. De aici apa pătrunde în denisipatorul de 15 m. lungime și 3 m. lățime.



Figura 5.13 Bazinul deznisipator al CHEMP Vorova (original)
Figure 5.13. De-sanding basin of Vorova SHP (original)

Acesta este construit din beton și este prevăzut în aval cu un tub de spălare, ce face legătura cu căminul de vană unde este montată vana plană VP1 de $1 \times 1/3$ m. Această vană închide intrarea în conducta de spălare Dn 500 mm. ce descarcă în albie.

Din denisipator (figura 5.13.) apa este condusă în bazinul compensator prin galeria de betio lată de 3 m și înaltă de 0.5 m.

- Bazinul compensator

Bazinul compensator (figura 5.14) are lungimea de 52 m. și lățimea de 18 m. Secțiunea bazinului este trapezoidală, iar bazinul este dalta cu dale din beton prefabricate. Acesta este împrejmuțit cu sârmă ghimpată pe stâlpi metalici.



Figura 5.14 Bazinului compensator a CHEMP Vorova (a) pregătire pentru decolmatare
(b) vedere asupra bazinului iarna (original)

*Figure 5.14 Forebay tank of Vorova SHP (a) preparing for unclogging
(b) view on the basin on winter time (original)*

În zona aval stânga a bazinului este montată o vana plană VP2 de 0.8x0.8/3 ce închide intrarea apei în conducta de spălare Dn 500 mm care se descarcă în albie. Tot în zona de aval este construit un deversor de preaplin, cu lățimea de 5 m. cu rol de a descărca surplusul de apă în timpul viiturilor.

În porțiunea aval dreapta a bazinului este construit un confuzor din beton închis cu două grătare de 1.5 x 1.5 m înclinate la 70 grade ce pot culisa în profile tip "U".

Confuzorul direcționează apa în căminul de vană plană unde este montată vana VP 3 de 1 x 1/4 m ce închide intrarea apei în conducta forțată.

- Conducta forțată

Conducta forțată are diametrul de 800 mm și lungimea de 4700 m. Această conductă trece printr-un cămin de beton unde se unește cu conducta secundară ce transportă apa de la captarea secundară și pe care este montat robinetul RF în acest cămin. Pe traseul conductei de aducțiune sunt prevăzute masive de ancoraj din blocuri de beton, situate la coturi pentru a preveni deplasarea conductei în timpul șocurilor create de loviturile de berbec în conductă.

- Centrala

Clădirea centralei are infrastructura din beton și suprastructura din zidărie portantă de cărămidă cu grosimea de 30 cm, tencuită și văruiată pe interior iar la exterior cu tencuială stropită. Acoperișul este din tablă cutată pe ferme tip grinzi cu zăbrele fără tavan , căptușită la interior cu mască din PVC. În acoperiș

CONSTANTIN DRAGOȘ MOȚCO

există două panouri demontabile pe unde se pot scoate turbinele sau generatoarele cu ajutorul macarale. Clădirea este prevăzută cu pod rulant pe grinzi din beton ce se sprijină pe ciocurile cadrelor special construite.

Cabina de exploatare este construită în interior din pereți de cărămidă de 30 cm grosime. Accesul în cabina de exploatare se face prin centrală. Accesul în clădirea centralei se face prin ușa metalică dublă direct de afară. Iluminatul natural este asigurat de două ferestre de 1 m lățime și 1.5 înălțime.

Înainte de intrarea în clădire conducta forțată trece prin căminul de bypass de unde se ramifică o conductă Dn 600 mm ce descarcă în albia pârâului Vorova.

Din conducta forțată se ramifică spre stânga la 30 de grade două conducte de 600 mm diametru ce intră în clădirea centralei și pe care sunt montați robinetii cu clapa fluture RF1 și RF2 Dn 300 mm acționați manual. Din turbine apa este condusă în camera de liniștire prin cele două aspiratoare iar camera de liniștire se află sub centrala și în aval de capătul acesteia.

- Echipamente din centrala

Echipamentul din centrală sunt următoarele:

- două turbine FO 90/390 la 1500 rot./min.;
- două generatoare electrice asincrone GA 70/46-4 de 315 kw;
- un dulap de protecție automatizare DPA 315 ;
- două dulapuri de comandă și distribuție DCD 315;
- două dulapuri cu baterii de condensatori 2 x 15 kvAr
- un dulap cu baterii de condensatoare 4 x 15 kvAr;
- un dulap cu baterii de condensatori 2 x 20 kvAr
- un redresor cu seleniu 220 Vc.a./24 V c.c. ;
- patru baterii de acumulate tip auto , (180 Ah/buc) , ce funcționează în regim tampon cu redresoarele .
- instalație de iluminat și forță ;
- instalație pentru iluminat de siguranță ;
- instalație de legare la pământ ;
- două mecanisme de acționare tip REGMO pentru manevrarea aparatelor directe;
- un turometru;
- două tahorelee pentru comanda cuplării automate la sistem.
- două robinete clapă fluture montate în amonte de turbine, având Dn 300 și Pn 25, acționate manual;
- un robinet clapa fluture montat pe conducta de bypass având Dn 600 mm și Pn 25, pentru golirea și spălarea aducțiunii;
- instalație IMSAT.

TEZĂ DE DOCTORAT – 2019

- Conducta de evacuare

Din camera de liniștire apa intră peste un front de vaneti ce asigură înecarea aspiratoarelor, în conducta de evacuare cu diametrul de 100 mm ce descarcă în albia pârâului Vorova.

- Evacuarea puterii

Energia electrică produsă de centrală se evacuează prin intermediul a două cabluri ACYABY 3 x 120+ 70 mmp la două posturi de transformare aeriene PTA Nr.6 și Nr.7 Vorova ,echipate cu transformatori tip TTU 20/0.4 kV, 400 kVA în axa derivației 20 kV IPEG Dornișoara.

Protecția la scurtcircuit se realizează prin siguranțe MPR 630/630 A. Protecția la suprasarcină se realizează prin relele termice TSAW 400 A. Pe primul stâlp de la PTA spre LEA 20kv este montat un separator tip STE 20 kv.

În tabelele 5.15 – 5.19 sunt prezentate valorile admisibile ale parametrilor care influențează funcționarea CHEMP

Tabelul 5.15

Limitele topometrice ale amenajării Vorova (original)

Table 5.15

Topometric limits of Vorova fitting (original)

Cădere brută	127.00 m
Cădere neta pe un grup	123.29 m
Cădere neta pe grup 1+2	115.89 m

- Limite hidrologice

La ape mici când debitul afluent este mai mic de jumătate din debitul instalat al unui singur grup, centrala va funcționa pe principiul "totul sau nimic". Dacă debitul afluent este egal cu debitul de servitute și există tendința micșorării în continuare a acestuia , se va retrage din exploatare centrala până la apariția unui debit afluent mai mare decât debitul de servitute.

Personalul de servire operativă este obligat să aleagă regimul de funcționare astfel încât să fie asigurat debitul de servitute pe albia pârâului în aval de captare. Acest debit se asigura prin curgerea continuă a apei prin scările pentru pești.

Tabelul 5.16

Debitele care influențează funcționarea amenajării Vorova (original)

Table 5.16

Flows that affect the operation of the Vorova arrangement (original)

Debit mediu multianual	0.32 m ³ /s
Debit de servitute	0.05 m ³ /s
Debit instalat pe grup	0.3 m ³ /s
Debit instalat în centrală	0.6 m ³ /s
Volumul bazinului de acumulare	600 m ³

Tabelul 5.17

Parametrii tehnici ai centralei Vorova (original)

Table 5.17

Technical parameters of the Vorova plant (original)

Tensiunea electrică	0.4 kv
Tensiunea circuitelor de forță	380 V 50 Hz
Tensiunea circuitelor de semnalizare	220 V 50 Hz
Tensiunea circuitelor de comandă	24 V c.c
Curent nominal generator	295 A
Curent de scurtcircuit trifazat pe borna de joasă tensiune	8.21 kA
Putere transformator	400 kVA
Puterea nominală a centralei	630 kW
Puterea disponibilă pe centrală	546 kW
Puterea disponibilă unitară	289 kW
Capacitatea bateriei de condensatoare	160 kVAr
Factorul de putere la generator	0.90
Turația de sincronism	1500 rot/min
Energia produsă în anul hidrologic mediu	1826 Mwh
Numărul de ore de funcționare mediu pe an	6086 ore

Tabelul 5.18

Limitele meteorologice ale amenajării Vorova (original)

Table 5.18

Meteorological limits and operating temperature in the Vorova plant (original)

Temperatura mediului minimă	-30° C
Temperatura mediului maximă	+ 40° C
Temperatura minimă în centrală	+ 5° C
Temperatura maximă în centrală	+ 35° C
Umiditatea maximă în centrală	85 %
Temperatura de lucru a turbinei (în lagăre)	> + 5°; <+60° C

Tabelul 5.19

Temperatura de lucru a generatorului din cadrul amenajării Vorova (original)

Table 5.19

Generator working temperature of Vorova power plant (original)

În înfășurările statorului	<+120° C
- aer cald	<+ 65° C
- aer rece	<+ 40° C
- în lagăre	< + 80° C

5.2. Centralele hidroelectrice amenajate în bazinul hidrografic al râului Moldova pe teritoriul județului Suceava

În cadrul acestui bazin sunt amenajate un număr de 12 centrale hidroelectrice (tabelul 5.20), acestea fiind administrate de doua societăți respectiv, S.C. VIENNA ENERGY FORTA NATURALA S.R.L. București și

S.C. TRANSEASTERN VISTEA HIDROELECTRICA (TVH) SPV IV S.R.L. Din cele 12 centrale, 5 sunt amenajate pe râul Moldova în partea superioară a acestuia. În cadrul acestui bazin a fost analizată centrala Pojorâta.

Tabelul 5.20
Centralele hidroelectrice amenajate în bazinul hidrografic al râului Moldova (original)

Table 5.20

Hydroelectric power plants set up in the river basin of the Moldova river (original)

BAZINUL HIDROGRAFIC AL RÂULUI MOLDOVA				
Nr	CHEMP	Resursă hidrică (râu)	Stare	Administrator
1	FCL	Moldova	în funcțiune	S.C. Vienna Energy Forța Naturala S.R.L.
2	IZVORU ALB	Izvorul Alb	în funcțiune	
3	MĂLINI	Suha mare	în conservare	S.C. Transeastern Vistea Hidroelectrica S.R.L
4	MĂLINI	Suha mare	în conservare	
5	MĂLINI	Suha mare	în conservare	
6	MĂLINI	Suha mare	în conservare	
7	MĂLINI	Suha mică	în conservare	
8	MĂLINI	Suha mică	în conservare	
9	POJORÂTA	Moldova	în funcțiune	S.C. Vienna Energy Forța Naturala S.R.L.
10	SADOVA	Moldova	în conservare	
11	SĂHLA	Moldova	în funcțiune	
12	VORONEȚ	Moldova	în conservare	

5.2.1. Centrala hidroelectrică de mică putere Pojorâta

CHEMP Pojorâta este amplasată pe râul Moldova și este situată în localitatea Pojorâta, comuna Pojorâta din județul Suceava. Amenajarea hidroenergetică este compusă din următoarele elemente constructive:

- Captare;
- Denisipator
- Canal de legătură
- Bazin compensator
- Conducta forțată
- Centrala
- Echipamente din centrală
- Canal de fugă
- Evacuarea puterii

- Captarea

Captarea CHEMP Pojorâta (figura 5.15) este amplasată pe râul Moldova aval de confluența cu pârâul Valea Putnei. Pe albia râului Moldova este construit un prag de beton simplu cu profil practic curb. Pragul are deschiderea de 60 m și înălțimea de 2 m. Acesta este încastrat în malul drept printr-o culee din beton simplu în formă de “U” ce se ridică deasupra crestei pragului cu 3 m.

Pe malul stâng pragul deversor se termină cu o pilă din beton simplu ascuțită amonte și aval groasă de 1,0 m ce se ridică la cota culeei de pe malul drept. Amonte de pilă este construită o avanpilă la cota pragului.



Figura 5.15 Pilă din beton (a) și scara pentru pești (b) CHEMP Pojorâta(original)
Figure 5.15 concrete pile (a) and scale for fish (b) SHP Pojorata (original)

Lângă pila spre prag este construită o scară pentru pești din beton simplu având lățimea de 2 m și sarcina de 1 m. Între pilă și culeea de pe malul stâng se află culoarul de spălare a grătarelor lat de 7 m. Acesta este acoperit de pasarela de acces carosabilă împrejmuțată cu balustradă din țevă metalică.

La capătul aval al culoarului sunt montate două vane plane VB1 și VBP2 de tip BOCSA din care cea dinspre grătare este acționată de un dispozitiv electric de ridicare.

Vanele BOCSA au dimensiunile de 2 m înălțime și 3 m lățime. În culeea din malul stâng amonte de VB2 se află frontul de priză compus din 10 grătare de 1 m² fiecare înclinate la 70 de grade față de orizontală.

Grătarele închid golul pentru accesul apei de sub timpanul de beton armat al prizei și pot culisa pe verticală în profile tip “U10” montate pe timpan.

Timpanul se ridică până la cota culeelor și se termină sus cu o pasarelă metalică prevăzută cu balustradă.

În fața grătarelor la cota pragului este construită o pasarelă metalică pentru accesul la grătare în timpul curățării acestora. Priza se continuă în amonte cu culeea ce se încastrează în malul stâng al râului Moldova.

Elementele de grătar au fiecare 1 m² și sunt construite din ramă din profile “L 40” pe care sunt sudate benzi metalice de 5 mm grosime și 40 mm lățime având lumina între lamele de 40 mm.

- Deznisipatorul

După ce trece prin grătare, apa pătrunde în deznisipator. Aceasta are formă asemănătoare unui sfert de cerc și este prevăzută pe radier cu un prag de reținere a aluviunilor.

Deznisipatorul (figura 5.16) poate fi spălat prin deschiderea vanei VB3. Înspre canalul de legătură sunt amplasate două vane plane VP4 și VP5 ce pot închide accesul apei spre bazinul compensator. Toate vanele sunt aliniate la marginea amonte a pasarelei carosabile acoperită cu fâșii cu goluri.



Figura 5.16. Bazinul deznisipator CHEMP Pojorâta (original)

Figure 5.16. De-sanding basin SHP Pojorata (original)

- Canalul de legătură

Din deznisipator apa pătrunde în canalul de legătură prin vanele plane VP4 și VP5 de tip ISGLC de 3 m lățime și 2 m înălțime fiecare. Canalul face legătura între deznisipator și bazinul compensator și are secțiune dreptunghiulară cu lățimea de 5 m.



Figura 5.17. Canalul de legătură CHEMP Pojorâta (original)

Figure 5.17. Connection channel SHP Pojorâta (original)

Acest canal (figura 5.17) este construit din beton iar lateral dreapta în porțiunea aval se află deversorul de preaplin. Deversorul are deschiderea de 6 m și are cota pe creastă cu 0,5 m mai sus de cota pragului. Lungimea canalului de legătură este de 55 m și se continuă cu bazinul compensator.

- Bazinul compensator

Bazinul compensator (figura 5.18) are secțiunea trapezoidală cu panta talabelor $m = 1,5$ iar lățimea variabilă de la 5 m la 15 m. Acesta are formă neregulată în plan și este împrejmuit cu gard de plasă de sârmă pe stâlpi din beton de 1 m înălțime.

La mijlocul bazinului pe cele două laturi sunt construite două rampe de acces iar lungimea bazinului este de 500 m.



Figura 5.18 Bazinul compensator CHEMP Pojorâta (original)

Figure 5.18 Forebay tank SHP Pojorâta (original)

În partea aval a bazinului este construit un confuzor din beton în care apa intră prin două grătare tip BOCSA GR2 și GR3.

Confuzorul conduce apa direct în conducta forțată de 2000 mm.

Din colțul din aval dreapta al bazinului apa poate fi golită prin conducta Dn 500 care trece prin robinetul fluture RF1, aflat în căminul de golire din beton. La vărsarea în albie conducta de golire are consolidare de mal.

- Conducta forțată

Apa este condusă spre centrală de conducta forțată cu diametrul de 2000 mm și are lungimea de 910 metri. Conducta de aducțiune este fixată cu ajutorul unor masive de ancoraj executate din blocuri de beton, amplasate în punctele de schimbare a direcției astfel încât să fie preîntâmpinată deplasarea conductei în situația producerii de șocuri în urma apariției loviturilor de berbec în conductă.

- Centrala

Infrastructura clădirii aferentă centralei este din beton iar suprastructura este constituită din cadre de beton armat, cu pereți de umplutură din cărămidă. Tavanul este din fâșii cu goluri prefabricate sprijinite de cadre și monolitizate cu beton. Acoperișul este șarpantă din lemn de rășinoase cu luminator, iar învelitoarea din țiglă.

În perețele amonte sunt amenajate 3 ferestre cu toc metalic de 1,5 m înălțime și 2 m lățime fiecare.

Clădirea este prevăzută cu pod rulant pe grinzi din beton ce se sprijină pe ciocurile cadrelor special construite. Interiorul este tencuit și văruiț iar exteriorul tencuit stropit.

Cabina de exploatare este construită în interior amonte pe platforma de depozitare a utilajului. Accesul în cabină se face din interior iar iluminatul prin fereastra cu toc de lemn. Accesul în clădirea centralei se face prin ușa metalică dublă de 4 m înălțime și 3,6 m lățime la nivelul solului, astfel încât în centrală poate intra mașina ce transportă utilajul.

Amonte de clădirea centralei conducta de aducțiune se bifurcă în trei ramuri, Dn 1000 mm prin construcție metalică. Cele 3 conducte metalice intră în centrală unde au la partea superioară guri de vizitare. După gurile de vizitare sunt montate reducții de la Dn 1000 mm la Dn 700 mm.

După reducție urmează robinetii clapă fluture RFG1 și RFG2. Aceștia sunt acționați de dispozitive de acționare hidraulice cu revenire prin contragreutate. Robinetii cu clapă de fluture au Pn 16 și Dn 700 mm.

De la robinetii, prin intermediul compensatoarelor de montaj, se face legătura la cele două turbine de tip EOS 700.

Aval de centrală se află camera de liniștire, construită din beton de secțiune dreptunghiulară, în care varsă aspiratoarele turbinelor.

- Echipamente din centrală

Echipamentul din centrală se compune din:

- 2 turbine EOS 700 la 600 rot/min. (fig. 5.19.);
- 2 generatoare electrice asincrone GA 100/40-10 de 250 kW (fig. 5.14.);
- două dulapuri de protecție automatizare DPG 250;
- două dulapuri de comandă și distribuție DCD 250;
- două dulapuri cu baterii de condensatoare 2x15 kVAr la grupul nr. 2;
- două dulapuri cu baterii de condensatoare 2x15 kVAr la grupul nr. 3;
- două redresoare cu seleniu 220 V c.a./24 V c.c.;
- patru baterii de acumulare tip auto (180 Ah/buc) ce funcționează în regim tampon cu redresoarele;
- instalație de iluminat și forță;

CONSTANTIN DRAGOȘ MOTCO

- instalație de iluminat de siguranță;
- instalație de legare la pământ;
- doi robineti calpă fluture montați la cele două turbine având Dn 700 și Pn 16, acționați cu dispozitiv hidraulic cu revenire prin contragreutate;
- un robinet clapă fluture montat pe conducta de bypass având Dn 800 și Pn 12;
- două mecanisme de acționare tip NOTOR pentru manevrarea aparatelor directe ale turbinelor;
- două tahorelee montate la generatoare pentru comanda cuplării automate la sistem;
- două dispozitive de acționare hidraulice cu revenire prin contragreutate;
- două relee de nivel cu electrozi tip SNE 3 pentru comanda pornirii automate;
- instalație de epuismenț;
- un pod rulant acționat manual de 5 tf.



a).

b).

Figura 5.19 Generatorul asincron 250 KW (a) și turbina EOS 700 (b) CHEMP Pojorâta(original)
Figure 5.19 Asynchronous generator 250 KW (a) and EOS 700 turbine SHP Pojorata (original)

- Canal de fugă

Din camera de liniștire apa iese în canalul de fugă cu secțiune trapezoidală cu baza 4 m și taluzuri de 1,5. Etanșarea rosturilor dintre dalele de beton de 15 cm grosime și latura de 1 m s-a făcut cu mastic bituminos.

Lungimea canalului de fugă este de 15 m și se continuă cu o porțiune de canal de 50 m până la vărsarea în albia râului Moldova.

- Evacuarea puterii

Energia electrică produsă de CHEMP se evacuează prin intermediul a patru cabluri subterane de joasă tensiune $CYY\ 2x\ (4x120)\ mm^2$ la un post de transformare aerian PT nr. 19 Pojorâta echipat cu un transformator tip TTU 20/0,4 kV, 630 kVA în axa 20 kV Câmpulung – Fundu Moldovei.

Protecția la scurtcircuit se realizează prin siguranțe MPR 630/400 A. Protecția la suprasarcină se realizează prin relele termice TSAW 630 A. Pe primul stâlp de la punctul de transformare spre linia aeriană de alimentare cu energie electrică (20 kV) a fost prevăzut un separator cu cuțite, legat la pământ tip STE, cu tensiunea de 20 kV și intensitate de 200 amperi.

În tabelele 5.21 – 5.24 sunt prezentate valorile admisibile ale parametrilor care influențează funcționarea centralei.

Tabelul 5.21

Limite topometrice ale amenajării Pojorâta (original)

Table 5.21

Topometric limits of the Pojorâta improvement (original)

Cădere brută	12,00 m
Cădere netă pe grup 1	10,14 m
Cădere netă pe grup 1+2	9,17 m

- Limite hidrologice

La ape mici când debitul afluent este mai mic de jumătate din debitul instalat al unui singur grup, centrala va funcționa pe principiul “totul sau nimic”. Dacă debitul afluent este egal cu debitul de servitute și există tendința micșorării în continuare a acestuia, se va retrage din exploatare centrala până la apariția unui debit afluent mai mare decât debitul de servitute.

Personalul de servire operativă este obligat să aleagă regimul de funcționare astfel încât să fie asigurat debitul de servitute pe albia pârâului în aval de captare. Acest debit se asigură prin curgerea continuă a apei prin scara de pești.

Tabelul 5.22

Debitele care influențează funcționarea amenajării Pojorâta (original)

Table 5.22

Flows that affect the operation of the Pojorâta SHP (original)

Debit mediu multianual	5,38 m ³ /s
Debit de servitute	1,34 m ³ /s
Debit instalat pe grup	2,25 m ³ /s
Debit instalat în centrală	4,50 m ³ /s
Volumul bazinului de acumulare	9000 m ³

Tabelul 5.23

Parametrii tehnici ai centralei hidroelectrice Pojorâta (original)

Table 5.23

Technical parameters of SHP Pojorata (original)

Tensiunea electrică	0,4 kV
Tensiunea circuitelor de forță	380 V 50 Hz
Tensiunea circuitelor de semnalizare	220 V 50 Hz
Tensiunea circuitelor de comandă	24 V cc
Curent nominal generator	430 A
Curent de scurtcircuit trifazat pe borna de joasă tensiune	15,48 kA
Puterea transformator	630 kVA
Puterea nominală a centralei	500 kW
Puterea disponibilă pe centrală	359 kW
Puterea disponibilă unitară	220 kW
Capacitatea bateriei de condensatoare	120 kVAr
Factorul de putere la generator	0,84
Turația de sincronism	600 rot/min.
Energia produsă în anul hidrologic mediu	1615 MWh
Numărul de ore de funcționare an mediu	4472 ore

Tabelul 5.24

Limitele meteorologice ale amenajării Pojorâta și temperatura de lucru a turbinei (original)

Table 5.24

The meteorological limits of the SHP Pojorata and the working temperature of turbine (original)

Temperatura mediului minimă	- 30 ° C
Temperatura mediului maximă	+ 40 ° C
Temperatura minimă în centrală	+ 5 ° C
Temperatura maximă în centrală	+ 35 ° C
Umiditatea maximă în centrală	85%
Temperatura de lucru a turbinei (în lagăre)	> +5; < +60 ° C
Temperatura de lucru a generatorului	
- în înfășurările statorului	< + 120 ° C
- aer cald	< + 65 ° C
- aer rece	< + 40 ° C
- în lagăre	< + 80 ° C

5.3. Centralele hidroelectrice amenajate în bazinul hidrografic al râului Suceava pe teritoriul județului Suceava

Bazinul hidrografic al râului Suceava are un potențial hidroenergetic ridicat datorită afluenților principali ai râului Suceava din zona montană care au debite optime pentru amenajarea de centrale hidroelectrice. De asemenea potențialul hidroenergetic ridicat poate fi evidențiat prin prezența celor 14 amenajări.

În cadrul acestui bazin sunt amenajate un număr de 14 centrale hidroelectrice, acestea fiind administrate de Electromagnetica SA, Hidroelectrică Sa-Sh Bistrița, SGA Suceava și Exploatare Sistem Zonal Prahova (tabelul 5.25).

Tabelul 5.25
CHEMP-urile amenajate în bazinul hidrografic al râului Suceava și administratorii acestora
(Original)

Table 5.25

SHPs arranged in the Suceava river basin and their administrators (Original)

BAZINUL HIDROGRAFIC AL RÂULUI SUCEAVA				
Nr. crt.	Denumire	Resursă hidrică (râu)	Stare	Administrator
1	BRODINA 1	Sadău	în funcțiune	Electromagnetica SA
2	BRODINA 2	Brodina	în funcțiune	
3	BRODINA DE JOS	Brodina	în funcțiune	
4	BILCA 1	Suceava	în funcțiune	
5	BILCA 2	Suceava	în funcțiune	
6	BILCA 3	Suceava	în funcțiune	
7	ERHEȘTE	Brodina	în funcțiune	
8	PUTNA	Putna	în funcțiune	
9	SADĂU	Sadău	în funcțiune	
10	ȚIBENI	Suceava	în funcțiune	
11	MIHOVENI	Suceava	în funcțiune	Exploatare Sistem Zonal Prahova S.A.
13	RĂDĂȘENI	Șomuzul Mare	în conservare	SGA Suceava
14	MILIȘĂUȚI	Suceava	în funcțiune	Electromagnetica SA

Amenajările hidroelectrice administrate de Electromagnetica S.A. din cadrul bazinului hidrografic al râului Suceava (tabelul 5.25) au fost re tehnologizate și adaptate la debitele râurilor afluențe.

Conceptul de re tehnologizare a centralelor hidroelectrice a fost realizat prin măsurarea și recalcularea parametrilor centralelor (cădere brută/netă; debit instalat și puterea instalată). În urma analizei acestor parametri și ținând cont de curba de durată a acestora s-a putut optimiza debitul instalat. Pentru o eficiență mai ridicată și pentru sporirea producției de energie în cadrul centralelor administrate de Electromagnetica S.A. s-au efectuat lucrări de creștere a debitului captat prin schimbarea soluțiilor constructive ale prizelor de captare (vechile prize de tip tiroleză au fost înlocuite cu prize laterale care au amenajate scări pentru pești prin care este asigurat și debitul de servitute). În cadrul fiecărei

amenajări au fost utilizate echipamente cu randamente optime ținându-se cont de cădere și debitul disponibil.

După cum se poate observa în tabelul 5.26. Electromagnetica administrează 11 centrale hidroelectrice iar din acestea 9 CHEMA-uri au fost achiziționate de la Hidroelectrica iar 2 au fost construite în bazinul hidrografic al râului Brodina. Cea mai mare parte a centralelor hidroelectrice sunt amplasate în zona montană a râului Suceava.

Tabelul 5.26
Caracteristicile CHEMA-urilor administrate de Electromagnetica SA

Table 5.26
Characteristics of SHPs administered by Electromagnetica SA

Tip CHEMA	CHEMA	P _i [kW]	H brut	Q _i [m ³ /s]	E _m [MWh]
Centrale de mare cădere	Erhește	600	80	1,08	1590
	Brodina 1	650	58	1,50	1680
	Brodina de Jos	870	68	1,70	2030
	Brodina 2	990	61	2,03	2290
	Sadău	518	121	0,60	950
	Putna	239	45	0,75	280
Centrale de joasă cădere	Bilca 3	384	6,9	11,40	950
	Bilca 2	450	7,1	11,40	800
	Bilca 1	312	6,7	8,20	950
	Țibeni	454	7,1	8,20	1180
	Milișăuți	258	5	8,58	-
Total / Medie	11	520	42,34	5,04	12700

Valorificarea întregului potențial al râului Brodina (figura 5.20) s-a realizat prin construcția a două centrale hidroelectrice CHEMA Brodina 2 și CHEMA Brodina de Jos, astfel energia totală produsă de cele 4 CHEMA-uri este de aproximativ 7500 MWh ceea ce reprezintă peste 50% din totalul

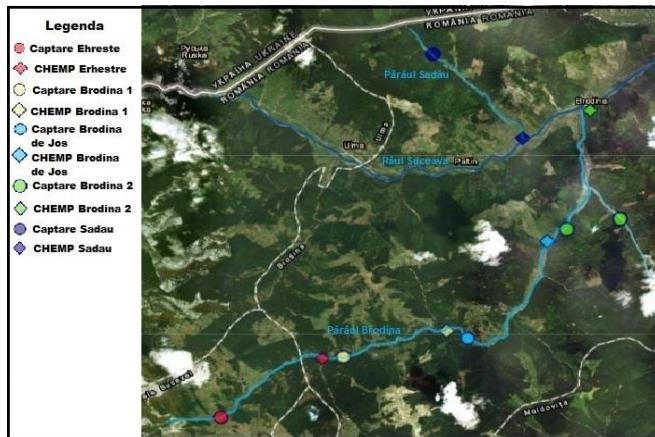


Figura 5.20. Amenajarea CHEMA-urilor în zona montana a bh Suceava
Figure 5.20. Highlighting SHPs in the mountain area of Suceava catchment (Original)

6. COMPORTAREA ÎN EXPLOATARE ȘI IMPACTUL ASUPRA MEDIULUI PRODUS DE CENTRALELE HIDROELECTRICE DE MICĂ PUTERE DIN JUDEȚUL SUCEAVA

6. BEHAVIOR IN OPERATION AND ENVIRONMENTAL IMPACT OF SMALL HYDRO POWER PLANTS IN SUCEAVA COUNTY

6.1. Comportarea în exploatare a centralelor hidroelectrice de mică putere

Cele 5 centrale analizate din cadrul bazinelor hidrografice Bistrița și Moldova, respectiv CHEMA-urile Dornișoara, Dârmoxa, Sihăstrie, Vorova și Pojorâta, sunt alcătuite din aceleași elemente constructive. CHEMA-urile amenajate în bazinul hidrografic Bistrița au instalate același tip de turbină (turbina Francis) iar CHEMA Pojorâta are instalate două turbine EOS 700.

Turbinele Francis se comportă optim la căderi (H) cuprinse între 50 m și 500 m și debite (Q) între 15-100 m³/s, acestea fiind cele mai preferabile turbine deoarece sunt foarte eficiente iar la nivel mondial contribuie cu aproximativ 60% din capacitatea hidroenergetică (Jawahara C.P., Prawin Angel Michael, 2017). În cazul acestor turbine apa pătrunde în turbină radial, acționează rotirea rotorului, după care este eliminată axial (figura 6.1).

În cazul turbinelor EOS, condițiile optime de funcționare sunt atunci când debitele sunt cuprinse între 0,1-5 m³/s și căderi cuprinse între 2,5-25 m.

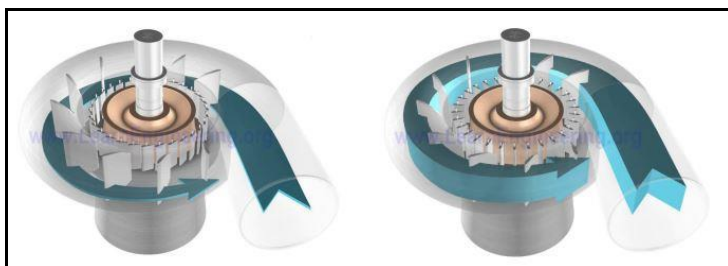


Figura 6.1 Model turbină Francis (www.green-mechanic.com/2014/06/francis-turbines)

Figure 6.1 Francis turbine model(www.green-mechanic.com/2014/06/francis-turbines)

Cota apei și debitul sunt cei mai importanți factori care determină performanța și funcționarea în parametri normali a turbinelor. Debitul este cel mai important factor în alegerea tipului de turbină. Datorită variației foarte mari

a debitului, turbinele Francis sunt recomandate deoarece acestea valorifică eficient potențialul hidrolic al apelor.

Pentru analiza comportării în exploatare a celor 5 CHEMA-uri s-au realizat observații în bazinele hidrografice aferente amenajărilor analizate, în timpul anotimpurilor de vegetație în perioada 2015 și 2018, situație în care s-au analizat date privind cantitatea medie lunară de energie produsă, volumul de apă utilizat de acestea, precum elementele constructive ale amenajărilor (captări, deznisipatoare și bazinele compensatoare) și problemele care împiedică procesul de producere a energiei electrice.

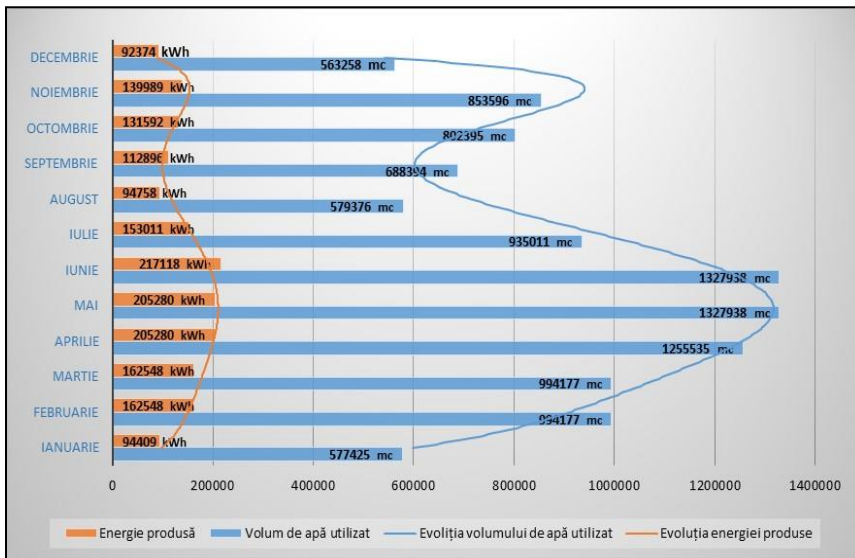


Figura 6.2 Cantitatea medie lunară de energie produsă și cantitatea de apă utilizată de CHEMA Dârmoxa (original)

Figure 6.2 The average monthly amount of energy produced and the amount of water used by SHP Dârmoxa (original)

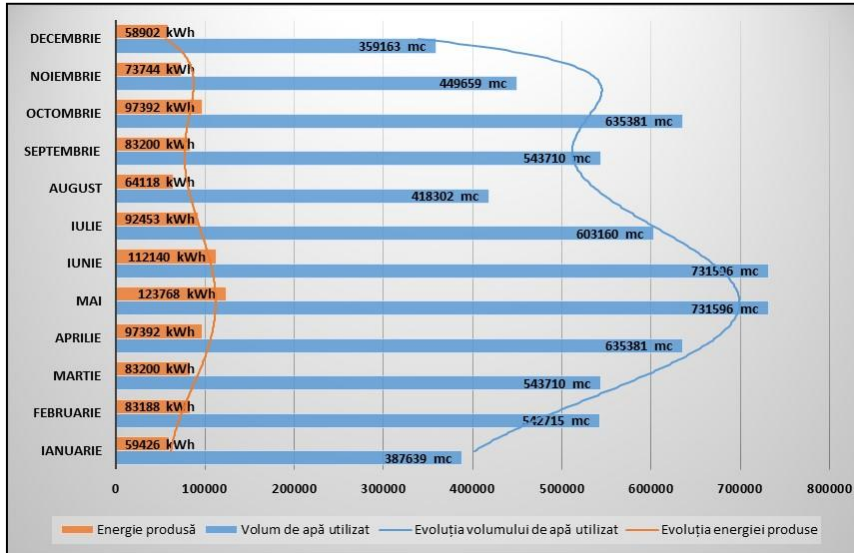


Figura 6.3 Cantitatea medie lunară de energie produsă și cantitatea de apă utilizată de CHEMP Sihăstrie (original)

Figure 6.3 The average monthly amount of energy produced and the amount of water used by SHP Sihatstrie (original)

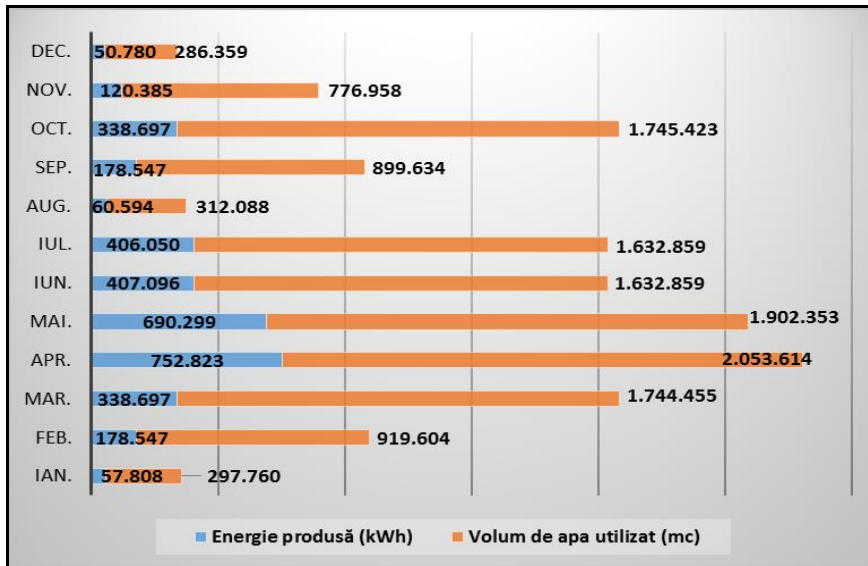


Figura 6.4 Cantitatea medie lunară de energie produsă și cantitatea de apă utilizată de CHEMP Dornișoara (original)

Figure 6.4 The average monthly amount of energy produced and the amount of water used by SHP Dornisoara (original)

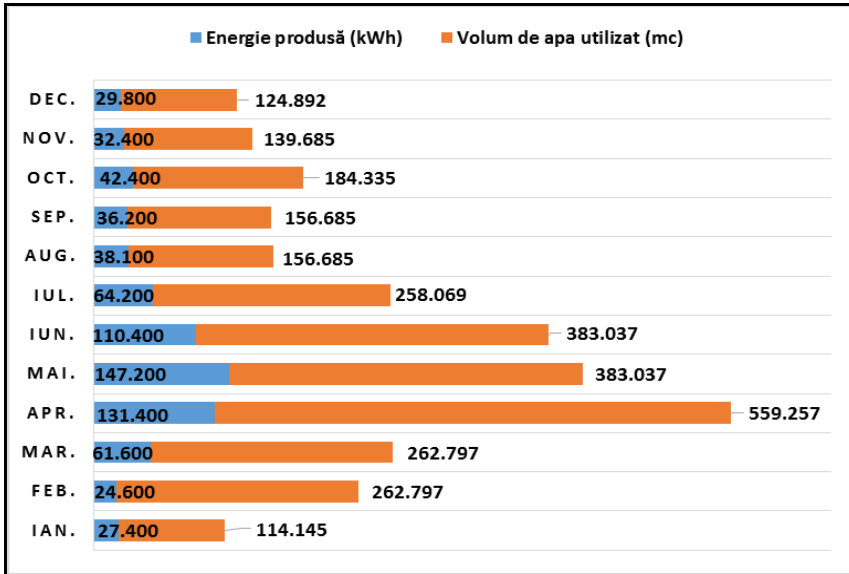


Figura 6.5 Cantitatea medie lunară de energie produsă și cantitatea de apă utilizată de CHEMP Vorova (original)

Figure 6.5 The average monthly amount of energy produced and the amount of water used by SHP Vorova (original)

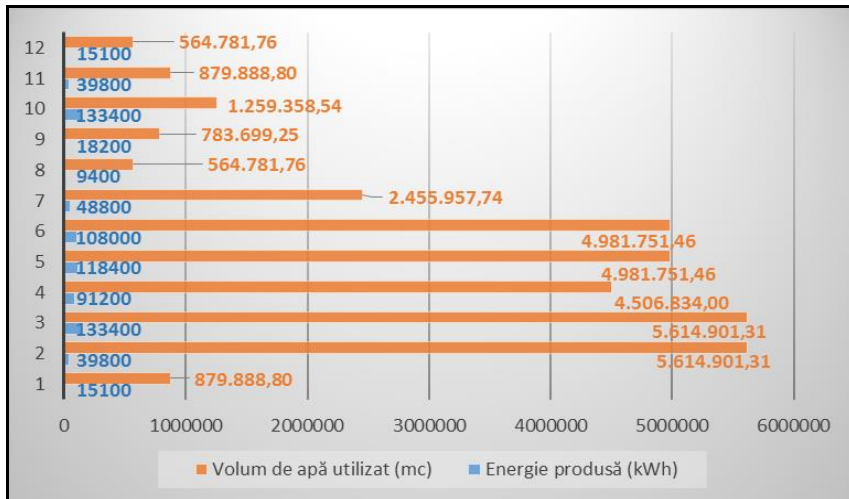


Figura 6.6 Cantitatea medie lunară de energie produsă și cantitatea de apă utilizată de CHEMP Pojorâta (original)

Figure 6.6 The average monthly amount of energy produced and the amount of water used by SHP Pojorata (original)

După cum se poate observa în figurile 6.2-6.6 cele mai mari cantități de energie produsă s-au înregistrat în lunile aprilie, mai și iunie, deoarece circulația atmosferică și condițiile climaterice permit dezvoltarea accelerată a

formațiunilor noroase pe verticală, variației precipitațiilor în timp și spațiu precum și datorită topirii zăpezii din zonele montane.

Totodată, analizând cantitatea medie orară, zilnică și lunară (figura 6.7), se poate observa că CHEMP Dornișoara produce cea mai mare cantitate medie lunară de energie, aproximativ 315,692 MWh datorită bazinului hidrografic mult mai dezvoltat și al debitului mediu multianual de aproximativ 2,12 m³/s.

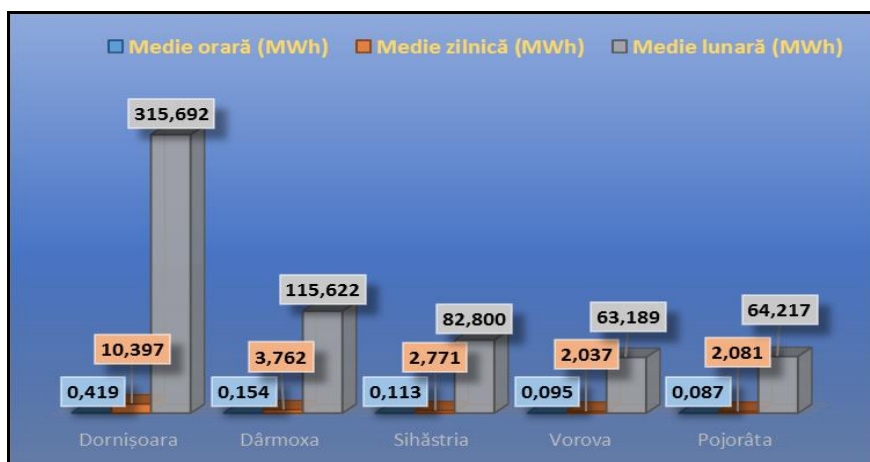


Figura 6.7 Cantitatea medie orară, zilnică și lunară de energie produsă la cele 5 CHEMP-uri (original)

Figure 6.7 The hourly, daily and monthly average energy yield of the 5 SHPs (original)

Tabelul 6.1

Cantitatea anuală de energie produsă și volumul de apă utilizat pentru producerea de energie electrică în anul 2004 și 2017 la cele 5 CHEMP-uri analizate (original)

Table 6.1

The annual amount of energy produced and the volume of water used for the production of electricity in 2004 and 2017 for the 5 SHPs analyzed (original)

Denumire CHEMP	Energie produsă anual (MWh)		Volum turbionat pe an (mil. m ³)	
	2004	2017	2004	2017
Dârmoxa	2.714,09	1.771,81	19,38	10,38
Sihăstrie	799,55	1.028,93	4,37	6,58
Dornișoara	1.579,22	3.745,32	13,40	17,51
Vorova	727,53	745,47	6,47	7,32
Pojorâta	750	770	30,84	33,08

După cum reiese din tabelul 6.1 există diferențe majore privind cantitatea de energie produsă și volumul de apă utilizat pentru producerea acestora la cele 5 amenajări. Astfel la CHEMP Dornișoara cantitatea de energie electrică produsă a fost sporită cu aproximativ 230%, la CHEMP Sihăstrie

această creștere este de aproximativ 130%, la amenajarea Vorova cantitatea de energie produsă este similară iar la centrala Dârmoxa s-a sesizat o scădere cu aproximativ 65%. În cazul centralei hidroelectrice Pojorâta diferența între anul 2004 și anul 2017 nu este semnificativă.

Tabelul 6.2

Numărul de ore de funcționare al celor cinci centrale (original)

Table 6.2

Number of hours of operation of the five plants (original)

CHEMP	Sihăstrie	Dârmoxa	Vorova	Dornișoara	Pojorâta
Nr ore	8.616	8.827	5.062	6.654	6.852

Din punct de vedere al orelor de funcționare (tabelul 6.2) se poate observa faptul că centrala hidroelectrică cu numărul cel mai mare de ore lucrate este Dârmoxa, urmată îndeaproape de Sihăstrie. În medie cele cinci amenajări funcționează 7.200 de ore, cel mai mic număr de ore de funcționare fiind la centrala Vorova, acesta reflectându-se și în cantitatea de energie electrică produsă.

Administratorii centralelor hidroelectrice tranzacționează energia produsă pe piața de energie electrică și gaze naturale. Conform operatorului pieței de energie electrică și gaze naturale din România prețul mediu al energiei electrice este de aproximativ 202,13 RON. Variația prețului este invers proporțională cu cantitatea de energie electrică produsă, astfel cele mai mari prețuri se regăsesc în lunile de iarnă (noiembrie, decembrie, ianuarie și februarie) iar cele mai mici prețuri sunt în lunile aprilie, mai și iunie (tabelul 6.3).

Tabelul 6.3

Prețul mediu lunar per MWh în perioada 2015-2018 (OPCOM)

Table 6.3

Average monthly price per MWh in 2015-2018 (OPCOM)

Anul 2015-2018	Preț mediu ponderat (Lei/MWh)
Ianuarie	211,15
Februarie	203,27
Martie	185,8
Aprilie	166,68
Mai	170,46
Iunie	183,25
Iulie	208,6
August	208,94
Septembrie	212,79
Octombrie	221,78
Noiembrie	227,88
Decembrie	225,06

Cea mai mare problemă în producția de energie electrică o reprezintă defrișările masive care au loc în bazinele hidrografice precum și deșeurile menajere aruncate sau depozitate în albiile pâraielor.

Efectele negative ale defrișărilor asupra calității mediului și a procesului de producere a energiei se observă prin: intensificarea proceselor de eroziune, scăderea considerabilă a cantității de apă înmagazinată în sol în urma precipitațiilor, creșterea debitului solid al pâraielor. Toate aceste efecte negative determină colmatarea bazinelor compensatoare, care duce mai departe la scăderea capacității de înmagazinare a apei și implicit la scăderea cantității de energie electrică produsă.

Deșeurile menajere depozitate în albia minoră sau majoră a pâraielor au un efect negativ în producerea energiei electrice deoarece înfundă grătarele și acționează ca niște stăvilare, împiedicând apa să ajungă în construcțiile hidrotehnice.



Figura 6.8 Lucrare de decolmatare a captării Dârmoxa (original)
Figure 6.8 Unsilting intake of Dârmoxa SHP (original)



Figura 6.9 Captarea Dornișoara colmatată cu resturi lemnoase provenite de la
exploatarea forestieră aflate în amonte de CHEMP (original)
*Figure 6.9 Intake Dornișoara clogged with wood remnants from
forest exploitations upstream of SHP (original)*

După cum se poate observa în imaginile din figurile 6.8 și 6.9, principala cauză a colmatării captărilor este reprezentată de defrișarea masivă, în urma căreia rămân resturi lemnoase, însă și intensificarea proceselor de eroziune, după defrișările necontrolate, are ca efect creșterea debitului solid (Tetzlaff D., Malcolm I. A., 2007)



Figura 6.10 Bazin compensator colmatat CHEMP Pojorâta (original)
Figure 6.10 Silted forebay tank at SHP Pojorata (original)

Bazinul hidrografic al pârâului Sihăstrie (figura 6.11) este cel mai afectat de defrișări masive și necontrolate. După cum se poate observa în figura 6.12, sunt suprafețe mari de teren care au fost complet sau parțial defrișate.

În anul 1990 suprafața de teren acoperită cu vegetație forestieră a fost de 1476 ha, după acest an majoritatea suprafețelor de teren împădurite au fost retrocedate proprietarilor de drept, care au executat tăieri rase pe o suprafață de aproximativ 500 ha. În prezent suprafața de teren acoperită cu vegetație lemnoasă este de aproximativ 1000 ha, din care pe o suprafață de 400 de hectare densitatea arborilor este foarte redusă și predispusă fenomenelor climatice torențiale.

Prin urmare, pentru stabilirea unui mod rațional de folosință a terenurilor s-a considerat necesară organizarea și amenajarea antierozională a terenurilor aferente bazinelor de recepție a centralelor iar suprafețele cu panta de peste 25 % și/sau cele afectate de procese intense de degradare, să fie folosite ca pajiști sau protejate cu specii silvice.

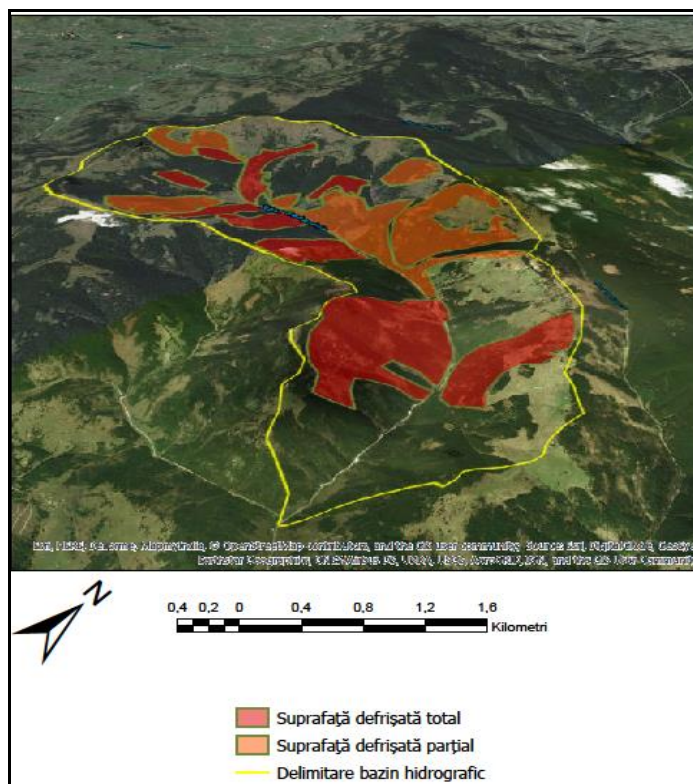


Figura 6.11 Starea vegetației lemnoase în cadrul bazinului hidrografic a pâraului Sihăstrie (original)

Figure 6.11 State of woody vegetation within in the catchment of the Sihăstrie river (original)

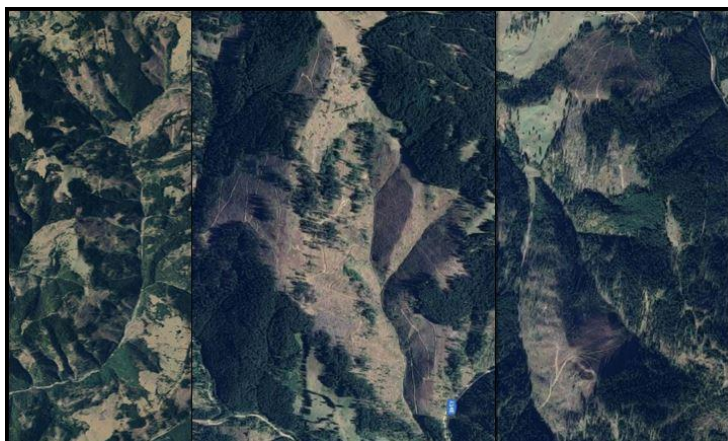


Figura 6.12 Defrișările masive în cadrul bazinelor hidrografice ale pâraielor Sihăstrie și Negrișoara (original)

Figure 6.12 Massive deforestation within in the catchments of the Sihăstrie and Negrișoara streams (original)

CONSTANTIN DRAGOȘ MOȚCO

Suprafața bazinului hidrografic a râului Sihăstrie este de 4855 ha, în anul 1990 suprafața bazinului era acoperită cu vegetație lemnoasă în proporție de 66,39% (1476 ha) iar pășunile și fânețele erau reprezentate de un procent de 33,61% (aproximativ 747 ha).

În prezent situația terenurilor cu destinație forestieră s-a schimbat considerabil datorită defrișărilor necontrolate care au avut loc odată cu promulgarea Legii nr. 18 din 19.02.1991 prin care a fost reconstituit dreptul de proprietate. Cele mai mari cantități de masă lemnoasă au fost defrișate începând cu anul 2005 până în anul 2012. În anul 2017 situația pădurilor se prezintă astfel:

- 451 ha au fost defrișate ras;
- 442 ha au fost efectuate defrișări pe aproximativ 60% din suprafață;
- 583 ha intervenția factorului antropic a fost restrânsă.

În urma analizei hărților topografice privind geodeclivitatea și lungimea medie a versanților a fost posibil calculul ecuației universale a eroziunii solului pentru bazinul analizat, rezultatul calculelor este prezentat în tabelul 6.4.

Tabelul 6.4
Estimarea cantitativă a eroziunii solului în bazinul hidrografic al pârâului Sihăstrie
(Moțco C. D. și colab., 2018)

*Quantitative estimation of soil erosion in the Sihastrie river basin
(Motco C.D. și colab. 2018)*

Table 6.4

i	Pajiști bine încheiate	Pajiști moderat încheiate	Pădure pe terenuri degradate
10%	E=0,541 t/ha/an	E=2,137 t/ha/an	E=1,814 t/ha/an
15%	E=0,799 t/ha/an	E=5,049 t/ha/an	E=4,246 t/ha/an
20%	E=1,367 t/ha/an	E=8,203 t/ha/an	E=6,988 t/ha/an
25%	E=2,125 t/ha/an	E=12,863 t/ha/an	E=10,962 t/ha/an
30%	E=3,093 t/ha/an	E=18,868 t/ha/an	E=16,084 t/ha/an
i_{med} 18%	$E_{med}=1,585$ t/ha/an	$E_{med}=9,424$ t/ha/an	$E_{med}=8,018$ t/ha/an

În urma determinării cantității de sol erodate (tabelul 6.4), cu ajutorul ecuației universale a eroziunii solului revizuită de Moțoc M., pentru condițiile din România, (1973 și 1979) după Wischmeyer, se remarcă faptul că cele mai afectate terenuri sunt pajiștile moderat încheiate și pădurile de pe terenurile degradate cu panta $i \geq 20\%$, iar cantitatea medie de sol pierdută de pe acestea este cuprinsă între 9,424 și 8,018 t/ha/an.

6.2. Impactul asupra mediului produs de centralele hidroelectrice de mică putere amenajate pe râuri din județul Suceava

Dezvoltarea durabilă presupune folosirea chibzuită a resurselor de apă. Considerată o resursă inepuizabilă și reînnoibilă, apa este factorul limitativ al dezvoltării economico-sociale, fapt din ce în ce mai evident astăzi.

Factor de mediu esențial, suport al existenței pe suprafața uscatului, apa este și suportul de transmitere a poluării atât la nivel zonal cât și transfrontalier. Protecția calității apei este obiectivul de primă importanță în gospodărirea apelor.

Componentele ecosistemelor cursurilor de apă sunt alterate în multe cazuri uneori alungându-se la desființarea lor. În aceste condiții, *zonele umede* limitrofe cursurilor de apă vor suferi procese de eutrofizare, fiind posibilă evoluția spre terestrializare, adică la transformarea în ecosistem terestru, datorită înălțării cotelor malurilor ca urmare a depunerii sedimentelor și a materiilor organice. Principial, zona umedă se definește ca fiind permanent sau pentru mici intervale de timp, saturată cu apă.

Obiectivele reabilitării ecologice urmăresc revenirea starea anterioară intervenției antropice. În accepție ecologică teoretică tranziția ireversibilă a proceselor de transformare ecologică se datorează perturbațiilor și componentelor aleatorii. De aceea, ecosistemul reabilitat nu va fi identic cu cel similar, neperturbat și nici nu va conține în mod obligatoriu aceleași specii dominante, diversitate a speciilor și respectiv aceeași productivitate sau ritm de reciclare. Asigurarea viabilității și autonomiei ecosistemelor este posibilă prin restabilirea capacităților funcționale inițiale.

Dezvoltarea durabilă sau sustenabilă a acestor resurse regenerabile de energie trebuie efectuată astfel încât să satisfacă necesitățile generației actuale, fără a compromite capacitatea generațiilor viitoare de a-și satisface propriile nevoi.

Efectele pe care le au amenajările hidroelectrice asupra mediului pot fi clasificate în funcție de mai multe criterii:

a) efecte funcționale, care decurg din scopul în care au fost realizate amenajările hidroenergetice:

- regularizarea debitelor naturale de apă în secțiunea captare-evacuare;
- protecția împotriva inundațiilor în cazul CHEMP-urilor cu bazine compensatoare mari;
- convertirea energiei hidraulice în alte forme de energie;

b) efecte ecologice, se referă la acțiunile directe sau indirecte asupra viețuitoarelor, plantelor sau animalelor, considerate individual, dar mai ales ca specii. În amenajările analizate efectul ecologic al acestora se restrânge asupra diminuării debitelor între secțiunile de captare și evacuare, schimbarea morfologiei albiilor în cazul amenajărilor amplasate pe râuri cu debite mici precum și diferențele de cotă ale albiei minore amonte și aval de captările cu prag.

c) efecte economico-sociale, acestea înglobează consecințele realizării amenajărilor hidroenergetice asupra omului și modificarea destinației/calității terenurilor care au valoare economică incontestabilă.

Privind din perspectiva probabilității de generare și manifestare, efectele pot fi:

- efecte incontestabile, a căror apariție și acțiune este foarte probabilă și sigură, în orice condiții; a căror șansă de apariție este mare. În cazul centralelor analizate aceste efecte sunt reprezentate de colmatarea bazinelor compensatoare care se produce anual sau bienal. Impactul asupra mediului al nămolului asupra mediului nu este unul negativ, acesta putând fi utilizat de către agricultorii din zonele învecinate amenajărilor hidrotehnice pentru îmbunătățirea proprietăților fizice ale acestora, îmbunătățirea activității microbiene etc.
- efecte improbabile, posibilitatea de apariție există în anumite condiții cu efecte asupra mediului, iar șansa de realizare a acestora este redusă. Acest caz poate fi reprezentat de riscul de avarie al construcțiilor hidrotehnice precum și al echipamentelor de direcționare a apei. În acest caz fiind vorba despre posibilitatea apariției unei pierderi accidentale de ulei care fac parte din echipamentele hidraulice sau care intră în componența hidroagregatelor, acestea având un impact negativ semnificativ asupra biotopului.

Analizând din punct de vedere a perioadei de manifestare, se disting:

- efecte permanente, acțiunea acestora se manifestă continuu în timp. În acest caz efectul permanent produs de către amenajările hidroenergetice asupra mediului sunt reprezentate de modificare regimului natural de scurgere al râurilor precum și modificarea morfologiei albiilor. În urma deplasărilor efectuate în teren s-a observat o îngustare a albiilor minore datorită debitelor mici în intervalul captare-evacuare, aceste efecte au un impact relativ nesemnificativ deoarece distanțele între cele două elemente constructive ale amenajărilor sunt mici, de ordinul kilometrilor (2-5 km).
- efecte temporare, cu o acțiune restrânsă în timp, având o singură perioadă sau mai multe perioade, apariția fiind ciclică sau întâmplătoare. În cazul acestui criteriu de analiză a impactului se poate discuta despre o exploatare

judicioasă în lunile secetoase care poate perturba activitatea biocenozei prin nerespectarea criteriilor de exploatare a amenajărilor hidrotehnice. În urma deplasărilor efectuate nu au fost observate nereguli privind nerespectarea normelor de exploatare.

Pentru evidențierea impactului centralelor hidroelectrice analizate din cadrul bazinelor hidrografice ale râurilor Bistrița și Moldova din județul Suceava a fost efectuată o analiză a 6 parametri de mediu, care pot suferii sau pot fi predispuși la modificări față de starea lor naturală (tabelul 6.5). Analiza s-a efectuat asupra următorilor parametri de mediu: a - deteriorarea habitatului; b - pasaje pentru fauna; c - deșeuri; d - noxe; e - zgomot și vibrații produse de hidroagregate; f - poluare vizuală.

Tabelul 6.5

Analiza impactului asupra mediului produs de cele 5 centrale analizate (original)

Table 6.5

Analysis of the environmental impact produced by the 5 power plants analyzed (original)

Nr.	CHEMP	Capacitate (MWh)	Impact asupra mediului					
			Grad de impact (1= nu produce impact; 5 = impact sever; ? = impact nesigur)					
			a	b	c	d	e	f
1	Dornișoara	1,88	2	1	2/3	1	3	4
2	Dârmoxa	0,69	2	1	2/3	1	2	4
3	Sihăstrie	0,54	2	1	2/3	1	3	3
4	Vorova	0,54	2	1	2/3	1	3	3
5	Pojorâta	0,35	1	1	2/3	1	2	4

Deteriorarea habitatului reprezintă o problemă esențială în analiza impactului asupra mediului (Zapata-Sierra A.J., Manzano-Agugliaro F., 2019) produs de centralele hidroelectrice. Deteriorarea habitatului poate fi privită sau analizată ca o formă de degradare, fragmentare, pierdere sau alterare a acestuia, care poate fi provocată sau cauzată de următorii factori: defrișări, construcție de drumuri, construcția sistemelor de captare a apei sau de stocare, săpături, pierderea zonei riverane sau distrugerea zonelor umede.

Din punct de vedere al deteriorării habitatului, centralele hidroelectrice analizate nu produc un impact negativ semnificativ deoarece analiza acestora a fost efectuată la mulți ani după punerea în lor în funcțiune. În general centralele hidroelectrice produc un impact major asupra mediului atunci când sunt în faza de construcție. Factorii de mediu asupra cărora au fost exercitate presiuni sunt terenurile care au fost ocupate de apă sau li s-a schimbat destinația ori categoria de folosință, precum și construcția captării care a dus la o lărgire a albiei minore și la diferențe de cote între partea amonte de captare și partea aval de captare.

CONSTANTIN DRAGOȘ MOȚCO

Pasajele pentru pești, conform legislației în vigoare, la lucrările de barare a cursurilor de apă mai înalte de 40 cm se impune amenajarea unei scări sau pasaj pentru migrarea faunei acvatice exceptând cazurile în care nu există soluții tehnice fezabile. În cazul centralelor hidrotehnice analizate există amenajate scări pentru migrarea faunei acvatice, iar prin acestea este tranzitat debitul de servitute care menține legătura între zona de captare a apei și cea de evacuare a acesteia.

CHEMP Dârmoxa are amenajată în pragul de beton de 1 m înălțime, care captează apa din pârâul Negrișoara, un deversor cu lățimea de 0,9 m pentru debitul de servitute, iar acesta se continuă cu o scară pentru pești. Așadar, prin scara pentru pești circulă debitul de servitute care a fost calculat la un debit de $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ din debitul multianual de $0,98 \text{ m}^3/\text{s}$. În cazul captării secundare amplasată pe pârâul Pinului este amenajată o scară pentru pești care are același rol precum în cazul captării principale.

CHEMP Dornișoara are amenajată, în cazul ambelor captări, scări pentru pești. Pragurile din beton care captează apa și în care sunt amenajate scările pentru pești au deschiderea cuprinsă între 40 m în cazul captării principale și 20 m în cazul captării secundare și cota față de talveg de 0,5 m. Asemenea amenajării Dârmoxa, prin scările pentru pești circulă debitul de servitute, acesta fiind apreciat la valoarea de $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ din debitul multianual de $2,12 \text{ m}^3/\text{s}$.

CHEMP Sihăstrie are amenajate două captări acestea fiind amplasate pe pâraiele Sihăstrie și Păltiniș. Captarea principală are o deschidere de 12 m iar cea secundară de tip tiroleză de 8 m și cota față de talveg are o deschidere de 0,5m. În cazul ambelor captări sunt amenajate scări pentru pești prin care este tranzitat debitul de servitute de $0,05 \text{ m}^3/\text{s}$, debitul mediu multianual fiind de $0,52 \text{ m}^3/\text{s}$.

CHEMP Vorova are amenajată o singură captare pe pârâul Vorova cu o deschidere de 35 m și cota față de talveg de 0,5 m. Captarea are amenajată o scară pentru migrarea ihtiofaunei cu lățimea de 0,4 m și prin care curge debitul de servitute de $0,05 \text{ m}^3/\text{s}$, debitul mediu multianual - $0,32 \text{ m}^3/\text{s}$.

CHEMP Pojorâta are amenajată o singură captare amplasată pe râul Moldova cu o deschidere de 60 m, cota față de talveg fiind de 2 m. În cadrul acestei captări a fost amenajată o scară pentru pești cu lățimea de 2 m și sarcină de 1 m prin care curge debitul de servitute de $1,34 \text{ m}^3/\text{s}$, debitul mediu multianual fiind de $5,38 \text{ m}^3/\text{s}$.

În urma deplasărilor efectuate la amenajările analizate nu au fost observate abateri privind utilizarea resurselor hidrice. În cazul amenajărilor din bazinul hidrografic al râului Bistrița s-a constatat că în lunile de vară la

producerea viiturilor, scările pentru pești sunt vulnerabile la colmatarea cu aluviuni și material lemnos din exploatarea forestiere.

Din punct de vedere al deșeurilor rezultate în urma exploatarea resurselor hidrice, aceste amenajări nu produc deșeuri. Singurele riscuri în ceea ce privește posibilitatea apariției deșeurilor în cadrul construcțiilor hidrotehnice sau în zonele arondate acestora sunt atunci când sunt executate lucrări mecanizate de decolmatare a elementelor hidrotehnice (captări și bazine compensatoare). Astfel, lucrările de decolmatare se efectuează mecanizat, periodic, în funcție de gradul de colmatare al acestora. În urma deplasărilor în teren s-a constatat faptul că bazinele compensatoare necesită lucrări de decolmatare anual iar captările amplasate pe afluenții râului Bistrița sunt afectate de aproximativ 3 ori pe an. Deșeul rezultat în urma colmatării este depozitat în spații special amenajate de administrațiile locale din cadrul unităților teritorial administrative de care aparțin.

În ceea ce privește amenajările aflate în stadiul de construcție, probabilitatea de apariție a deșeurilor este foarte ridicată, în special a resturilor menajere, resturi din materialele de construcții, combustibili de la utilajele care efectuează lucrări etc.

Din punct de vedere al noxelor, toate centralele analizate nu produc și nu prezintă riscuri de poluare a mediului înconjurător cu gaze provenite din procesul de producere a energiei electrice, deoarece acestea nu emană gaze.

Din analiza impactului asupra mediului produs de zgomotul și vibrațiile hidroagregatelor (Varun G., Ravi P., 2010), aceste amenajări nu produc daune mediului înconjurător. Conform cărților tehnice ale turbinelor, acestea nu depășesc limita nivelului de vibrații de 2,3 mm/s indicând faptul că nu produc o poluare a mediului. Din punct de vedere a poluării fonice, nivelul de zgomot produs la o distanță de 1 m față de turbinele analizate este de maxim 80 dB. Conform literaturii de specialitate pereții construcțiilor confecționați din materiale tradiționale atenuază nivelul de zgomot cu aproximativ 40 dB. Astfel, datorită pereților construcțiilor, nivelul de zgomot la limita incintelor este mai mic de 50 dB, fapt ce încadrează aceste amenajări sub limita admisibilă de zgomot și vibrații. Însă amenajările amplasate în zonele izolate de așezările omenești pot perturba fauna locale datorită zgomotului produs de turbine.

Din punct de vedere vizual, construcțiile hidrotehnice nu afectează populația locală deoarece, în cele mai multe cazuri, sunt amenajate în zone relativ izolate. Singura neconcordanță ar consta uneori în starea de degradare ori aspectul estetic discordant al clădirii centralelor, fiind amplasate în zone mai populate.

Legat de impactul amenajărilor asupra apelor de suprafață, amenajările hidroenergetice diminuează debitele lichide din cadrul bazinelor în care sunt amplasate, acest lucru fiind prezent în intervalul zonelor de captare și evacuare. În acest interval fiind asigurat debitul minim de servitute. Impactul negativ asupra debitului lichid al râurilor se face resimțit în lunile secetoase de vară, prin faptul că, în secțiunile sus menționate, este asigurat doar debitul de servitute iar utilizarea apei pentru folosințe gospodărești în unele cazuri nu este posibilă.

Funcționarea centralelor hidroelectrice de mică putere implică barbotarea aerului, acest lucru asigurând un nivel ridicat al concentrației de oxigen dizolvat, lucru benefic pentru folosințele din aval, precum și pentru fauna acvatică.

În urma deplasărilor efectuate la obiectivele stabilite nu au fost identificate surse de poluare cauzate de exploatarea centralelor hidroelectrice, care să producă un impact negativ asupra calității și regimului cantitativ al apei. Amenajările se adaptează la condițiile naturale care determină debitele de apă din fiecare bazin în parte, astfel încât să asigure în permanență debitul de servitute tranzitat prin scara de pești aval de prizele de captare. În cadrul centralelor hidroelectrice de mică putere prevăzute cu sistem de captare a apei de tip priză tiroleză exploatarea acestora neconformă poate duce la afectarea regimului natural de curgere a apei.

Impactul, din perspectiva funcțiilor proiectate ale centralelor și construcțiilor hidrotehnice amenajate în arealul învecinat resurselor hidrice, devine vizibil prin acțiuni foarte diverse: producerea de energie electrică, asigurarea surselor de alimentare cu apă pentru orice tip de folosințe, regularizarea albiilor râurilor, apărarea împotriva inundațiilor, protecția malurilor, transportul apei, îmbunătățirea calității apelor.

Domeniile mediului înconjurător asupra cărora se exercită impactul funcțional pot fi cele mai diverse: economic, social, ecologic, geofizic. De aceea, în aprecierea globală a impactului, realizarea unei amenajări hidroenergetice trebuie întotdeauna comparată cu varianta zero, respectiv cea care prevede nerealizarea acesteia. De multe ori se constată în acest fel că, pe ansamblu, o amenajare hidroenergetică bine concepută, realizată și exploatată poate fi benefică pentru mediul înconjurător în general și pentru cel natural în particular.

Din punct de vedere al impactului funcțional și al efectelor pe care le produc centralele hidroelectrice analizate, și care decurg pe lângă scopul pentru care au fost realizate amenajările hidroenergetice, se remarcă următoarele:

- Regularizarea debitelor naturale de apă – acest efect de regularizare al debitului natural nu este prezent în cadrul centralelor hidroelectrice analizate, deoarece acestea utilizează un procent foarte mic din resursa de

apă în perioadele secetoase ale anului, iar cele mai mari cantități de apă sunt utilizate în timpul viiturilor.

- Regularizarea debitului natural sau modificarea regimului natural de curgere este prezent doar în intervalul captare-evacuare. Acestea nu aduc modificări semnificative mediului, impactul asupra mediului fiind nesemnificativ.
- Efectul captărilor asupra biotopului – efectul amenajărilor de captare a apei poate fi resimțit în special asupra scăderii cantității de oxigen dizolvat, temperaturii, scăderea turbidității. În cazul centralelor analizate, pragurile amenajate pentru captarea apei exercită presiuni asupra calității apei prin scăderea turbidității. Din punct de vedere al modificării temperaturii apei nu s-au constatat variații semnificative deoarece distanța medie între captare și evacuare este de doar 4 km iar amenajările sunt situate în zone împădurite sau cu o vegetație forestieră bine dezvoltată care împiedică modificări majore ale temperaturii.

Analiza impactului asupra mediului produs de centralele hidroelectrice amenajate în județul Suceava a fost realizată prin analiza SWOT, o analiză eficientă pentru evidențierea situației reale a amenajărilor.

Puncte tari:

- producerea de energie electrică nepoluantă;
- barbotarea aerului în hidroagregate, care determină creșterea oxigenului dizolvat din ape;
- protecție împotriva inundațiilor în cazul centralelor amenajate în cascadă pe aceeași resursă de apă.

Puncte slabe:

- aspect vizual discordant deoarece centralele amenajate pe râul Moldova se află într-o stare relativă de degradare;
- modifică regimul natural de curgere al apei segmentul cuprins între captare și evacuare;
- creșterea turbidității apei în aval de centrale, după deversarea apei utilizate pentru producerea de energie.

Oportunități:

- bazinele compensatoare ale centralelor electrice nefuncționale amenajate în zona montană pot fi folosite pentru amenajarea unor păstrăvării sau iazuri pentru pescuit sportiv;
- folosirea resurselor de apă pentru irigații în cazul CHEMA-urilor, Țibeni și Milișăuți;
- nămolul rezultat în urma colmatării bazinelor compensatoare poate fi utilizat de localnici ca îngrășământ pentru fertilizarea terenurilor agricole.

Amenințări:

- amenajările hidroelectrice care folosesc prizele tiroleze pentru captarea apei care sunt mult mai greu de gestionat și predispuse la colmatare, fapt ce poate duce la întreruperea migrării faunei piscicole (CHEMP Sihăstrie, Dârmoxa);
- modificarea morfologiei albiilor în cazul amenajărilor amplasate pe râuri cu debite mici (CHEMP Sihăstrie, Vorova și Dârmoxa);
- utilizarea nejudicioasă a resurselor de apă în lunile octombrie și decembrie atunci când debitele apelor sunt mici, perioadă care coincide cu migrarea faunei piscicole pentru depunerea icrelor, poate duce la întreruperea lanțului trofic prin dispariția speciilor de pești din fauna locală

7. CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

7.1. Concluzii

- 1.** În Uniunea Europeană, apa este utilizată în procent de 44% pentru producerea de energie electrică, 24% în agricultură, 17% ca apă potabilă iar diferența de 15% în industrie.
- 2.** La nivel global se estimează că aproximativ 36 % din potențialul utilizabil de CHEMP-uri este valorificat, iar Europa se află pe primul loc în ceea ce privește rata potențialului dezvoltat prin CHEMP-uri.
- 3.** Rețeaua hidrografică a județului Suceava însumează 3.092 km, cu o densitate de 0,367 km râu/km², valoare inferioară mediei pe țară.
- 4.** Principalele cursuri de apă care străbat teritoriul județului Suceava sunt: Siretul, Suceava, Moldova, Șomuzul Mare și râul Bistrița.
- 5.** Micro-potențialului amenajat în România, însumează aproximativ 400 de CHEMP-uri, cu o putere instalată de peste 500 MWh, energia medie per amenajare fiind de 1500 MWh.
- 6.** Lucrările de amenajare a albiei râurilor Moldova și Suceava, realizează regularizarea scurgerii, protecția împotriva inundațiilor și apărarea malurilor pe o distanță totală de 140,9 km.
- 7.** Pentru regularizarea scurgerii și atenuare a undei de viitură au fost realizate 8 baraje.
- 8.** Pentru producerea de energie electrică în județul Suceava au fost construite 40 de centrale hidroelectrice în bazinele hidrografice ale râurilor Moldova, Bistrița și Suceava.
- 9.** În județul Suceava râul Moldova are o suprafață de bazin de 2575 km², și drenează aproximativ 30% din suprafața județului.
- 10.** Bazinul hidrografic al Sucevei, asimetric, dezvoltat în principal în partea dreaptă, are suprafața de 2276 km² și coeficientul de dezvoltare a cumpenei apelor de 2,16.
- 11.** Aria bazinului hidrografic al râului Bistrița este de 2532 km² iar lungimea de 88,5 km.
- 12.** Analizând lungimea bazinelor hidrografice se constată că râul Suceava are cel mai lung bazin, de aproximativ 142,3 km.
- 13.** Lățimea medie a bazinelor variază în limite restrânse, valorile acestea fiind cuprinse între 25,17 și 23,91 km.

- 14.** Lungimea cumpenei apelor este cuprinsă între 319 km în bh Bistrița și 452,31 km în bh Suceava;
- 15.** Din cele 40 de centrale hidroelectrice executate pe teritoriul județului Suceava în prezent mai sunt funcționale numai 27 restul fiind în conservare.
- 16.** Pe afluenții râului Bistrița sunt amenajate pe afluenți un număr de 14 CHEMP și MCH, din care 11 sunt în exploatare iar 3 sunt trecute în modul de conservare.
- 17.** În bazinul hidrografic al râului Moldova din totalul celor 16 CHEMP, în perioada efectuării cercetărilor au funcționat doar 4.
- 18.** Cele mai multe centrale funcționale (13) se regasesc în bazinul hidrografic al Sucevei, unde doar o singura centrală este trecută în modul de conservare.
- 19.** Dintre cele 27 de CHEMP-uri funcționale, au fost analizate detaliat 5 asemenea amenajări hidroelectrice respectiv, centralele hidroelectrice Dornișoara, Sihăstrie, Vorova, Dârmoxa, amplasate pe afluenți ai râului Bistrița și CHEMP Pojorâta amplasată pe râul Moldova.
- 20.** Caracteristicile constructive ale centralelor studiate sunt asemănătoare diferențindu-se doar forma și dimensiunile elementelor componente.
- 21.** Captările principale au deschideri cuprinse între 60 m CHEMP Pojorâta și 12 m CHEMP Sihăstrie iar cele secundare între 21 m CHEMP Vorova și 8 m CHEMP Sihăstrie.
- 22.** Bazinele compensatoare au forme trapezoidale și dreptunghiulare cu lungimi și lățimi care variază între 500/15 m CHEMP Pojorâta și 50/4 m CHEMP Dârmoxa.
- 23.** Lungimea medie a conductelor forțate este 4,06 km, cu diametre care variază între \varnothing 800 mm CHEMP Vorova și \varnothing 2000 mm CHEMP Pojorâta.
- 24.** Căderea medie per centrală este de 72,18 m, cea mai mică valoare înregistrându-se la CHEMP Pojorâta 9,17 m.
- 25.** Debiturile de servitute calculate pentru amenajările analizate variază între 5 – 25 % din debitul mediu multianual.
- 26.** În cadrul centralelor hidroelectrice de mare cădere sunt amplasate turbine Farcis orizontale și turbine elicoidale orizontale cu circuit în S, în cazul CHEMP Pojorâta.
- 27.** Evacuarea apei uzinate este realizată prin canale de fugă trapezoidale cu lungime medie de 57,75 m sau conductă de evacuare \varnothing 1000 mm, în cazul CHEMP Sihăstrie.
- 28.** Cantitatea medie de energie produsă anual este cuprinsă între 770 MWh CHEMP Pojorâta și 3745 MWh CHEMP Dornișoara.

- 29.** Analiza comportării în exploatare, a evidențiat principala problemă în producerea de energie electrică, fiind legată de defrișările necontrolate pe versanții bazinelor hidrografice.
- 30.** În ultimii ani din cauza diminuării debitelor lichide, a defrișărilor și colmatării elementelor constructive ale amenajărilor a dus la scăderea producției de energie electrică cu aproximativ 44 %.
- 31.** În bazinul hidrografic al pârâului Sihăstrie, unde s-au executat defrișări masive în ultimele două decenii, procesul de eroziune se manifestă cu intensitate ridicată.
- 32.** Pentru analiza impactului centralelor hidroelectrice de mică putere s-au luat în considerare următorii parametri: deteriorarea habitatului, pasajele pentru faună, deșeurile, noxele, poluarea vizuală, zgomotul și vibrațiile produse de hidroagregate.
- 33.** În conformitate cu analiza impactului asupra mediului, prin prisma parametrilor analizați, se poate afirma că nu sunt depășite limitele maxime admise.
- 34.** Amenajările hidroelectrice CHEMP Sihăstrie și Dârmoxa, care folosesc prize tiroleze pentru captarea apei, sunt mai greu de gestionat și predispuse la colmatare, fapt ce poate duce la întreruperea migrării faunei piscicole.
- 35.** Din punct de vedere al normelor legislative, amenajările respectă standardele în vigoare, fiecare amenajare fiind prevăzută cu scări pentru migrarea ihtiofaunei și asigurându-se debitul de servitute.
- 36.** Debitul redus pe cursurile de apă în lunile octombrie și decembrie, perioadă care coincide cu migrarea faunei piscicole pentru depunerea icrelor, poate duce la întreruperea lanțului trofic prin dispariția speciilor de pești din fauna locală.
- 37.** Impactul restrâns al centralelor hidroelectrice de mică putere asupra componentelor mediului înconjurător, în condițiile exploatării rationale, recomandă utilizarea acestora pentru producerea de hidroenergie.

7.2. Recomandări

- 1.** Pentru a nu fi afectate componentele mediului ambiant în cadrul proiectelor viitoare de amenajare a centralelor hidroelectrice de mică putere trebuie să se pună accent pe stabilirea atentă a debitului de servitute.
- 2.** Pentru creșterea calității vieții în comunitățile rurale izolate este recomandată înființarea de CHEMP-uri pentru asigurarea energiei electrice,

susținerea și dezvoltarea economiei locale și chiar prin înființarea de noi locuri de muncă.

3. Pentru asigurarea condițiilor de migrare a salmonidelor este necesar să se amenajeze debitmetre în scările pentru pești, cu sistem de operare de la distanță, pentru supravegherea și alertarea în cazul situațiilor critice.

4. Pentru prevenirea colmatării cursurilor de apă, captărilor și a bazinelor compensatoare datorită efluenței aluvionare crescute de pe versanții limitrofi este necesară reconsiderarea preocupărilor antierozionale, prin aplicarea unui complex de măsuri și lucrări antierozionale inclusiv reîmpădurirea versanților defrișați.

5. Pentru prevenirea și diminuarea efectelor distructive ale inundațiilor precum și pentru utilizarea mai eficientă a apei provenite din ploile torențiale sau din topirea rapidă a zăpezii, trebuie luată în considerație mărirea capacității bazinelor compensatoare.

6. În vederea prevenirii colmatării captărilor de tip priză tiroleză se recomandă adoptarea soluției de prelevare a apei prin intermediul prizelor laterale.

7. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

7.1. Conclusions

- 1.** In the European Union, water is used for 44% for electricity, 24% for agriculture, 17% for potable water and 15% for industry.
- 2.** Globally, it is estimated that around 36% of the potential for SHP is being exploited, and Europe is at the forefront of the potential for SHP.
- 3.** The hydrographic network of Suceava County totals 3.092 km, with a density of 0.367 km of river / km², which is lower than the average for the country.
- 4.** The main water courses that cross the territory of Suceava County are: Siret, Suceava, Moldova, Somuzul Mare and the Bistrita river.
- 5.** The micro-potential in Romania, amounts to about 400 SHP with an installed capacity of over 500 MWh, the average energy per installation being 1500 MWh.
- 6.** The river and Moldavia riverside treatment works, regulate leakage, flood protection and bank protection on a total distance of 140.9 km.
- 7.** For the regulation of leakage and mitigation of the flood wave, 8 dams were made.
- 8.** For the production of electricity, 40 hydroelectric power stations were built and 60 ponds for the creation of the biotic environment for fish.
- 9.** In the Suceava county Moldova has a surface area of 2575 km², and drains approximately 30% of the county's surface.
- 10.** The ascetic hydrographic basin of Suceava, developed mainly on the right side, has an area of 2276 km² and a water catchment coefficient of 2.16.
- 11.** The water catchment area of the Bistrita river is 2532 km² and the length of 88.5 km.
- 12.** Analyzing the length of the hydrographic basins it is found that the Suceava river has the longest basin, about 142.3 km.
- 13.** The average width of the basins varies within limits, with values ranging from 25.17 to 23.91 km.
- 14.** The length of the waters is 319 km in ca. Bistrita and 452.31 km in catchment of Suceava river.
- 15.** Of the 40 hydroelectric power plants executed on the territory of Suceava county, only 27 are still in operation, while the rest are in conservation.

- 16.** On the tributaries of the Bistrita river, 14 SHP and MCH are arranged on tributaries, of which 11 are in operation and 3 are put into conservation mode.
- 17.** In the water catchment area of the Moldova river out of the total of 16 SHP, only 4 were operated during the study period.
- 18.** Most functional plants (13) are located in Suceava hydrographic basin, where only one plant is in conservation mode.
- 19.** Of the 27 functional SHP, 5 such hydroelectric installations were analyzed in detail, the hydroelectric centers Dornisoara, Sihastrie, Vorova, Darmoxa, located on the tributaries of the Bistrita river and SHP Pojorata located on the Moldova river.
- 20.** The constructive features of the studied plants are similar, differing only the shape and dimensions of the component elements.
- 21.** The main openings are between 60 m SHP Pojorata and 12 m SHP Sihastrie and the secondary ones between 21 m SHP Vorova and 8 m SHP Sihastrie.
- 22.** The compensating basins have trapezoidal and rectangular shapes with lengths and widths ranging between 500/15 m SHP Feeder and 50/4 m SHP Darmoxa.
- 23.** The average length of the forced pipelines is 4.06 km, with diameters ranging between 800 mm SHP Vorova and 2000 mm SHP Pojorata.
- 24.** The average fall per plant is 72.18 m, the lowest value being recorded at SHP Pojorata 9.17 m.
- 25.** Serving rates calculated for the analyzed facilities vary between 5-25% of the multiannual average flow.
- 26.** Horizontal frontal turbine and horizontal helical turbines with circuit in S in the case of SHP Pojorata are located in the high-fall hydroelectric power stations.
- 27.** The drainage of the turbine water is achieved by means of 57,75 m trapezoidal run-off channels or 1000 mm diameter exhaust pipe for SHP Sihastria.
- 28.** The average amount of energy produced annually is between 770 MWh SHP Pojorata and 3745 MWh SHP Dornisoara.
- 29.** The analysis of in-service behavior highlighted the main problem in electricity generation, being related to uncontrolled deforestation on the slopes of river basins.
- 30.** In recent years, due to the reduction of liquid flows, deforestation and clogging of the building elements of the facilities, the production of electricity has decreased by about 44%.

31. In the hydrographic basin of the Sihastrie brook, where massive deforestation has taken place over the past two decades, the erosion process is manifested with high intensity.

32. For the analysis of the impact of low power hydroelectric power plants, the following parameters were taken into account: habitat deterioration, fauna passages, waste, noxes, visual pollution, noise and vibrations produced by hydro-aggregates.

33. According to the environmental impact analysis, in view of the parameters analyzed, it can be stated that the maximum admissible limits are not exceeded beyond which they can be considered as not harming the environment.

34. SHP Sihastrie and Darmoxa hydroelectric plants, which use tyrolips for water capture, are more difficult to manage and are prone to clogging, which may lead to the discontinuation of fish migration.

35. From the point of view of the legal norms, the arrangements comply with the standards in force, each of them being fitted with stairs for the migration of the salmonides and ensuring the flow of servitude.

36. The low water flow rates in October and December when water flow rates are small, coinciding with the migration of fish stock for spawning, may result in the trophic chain being cut off by the disappearance of local fish species.

37. The limited impact of low-power hydroelectric power plants on the environment causes minor changes to environmental compartments, except for the range of water abstraction and evacuation, where water stress is felt at a higher level.

7.2. Recommendations

1. In order to avoid the reduction of the flow rate of servitude in the future projects for the planning of the low power hydroelectric power plants, it is necessary to emphasize, especially on the calculation of the servitude flows, since they directly influence the state of the environment.

2. To increase the quality of life in remote rural communities, CHEMPs are recommended for the provision of electricity, support and development of the local economy and even the creation of new jobs.

3. In order to ensure the conditions for migrating salmonidae it is necessary to set up fish-scale flow meters with a remote operating system for monitoring and alerting in case of critical situations.

4. To prevent the clogging of watercourses, catchments and compensating basins due to the alluvial effluent from the adjacent slopes, it is necessary to reconsider the anti-erosion concerns by applying a complex of measures, anti-erosion works and reforestation actions.

5. In order to prevent or mitigate the destructive effects of floods, but also for more efficient use of water from torrential rains or with rapid snow melting, consideration should be given to increasing the capacity of compensating basins.

6. To prevent the clogging of tyrolean-type catches it is recommended to replace them with lateral sockets.

BIBLIOGRAFIE
REFERENCES

1. Al-Ali A. R., 2016 - *Internet of Things Role in the Renewable Energy Resources*, 3rd International conference on power and energy systems engineering, vol. 100, p. 34-38.
2. Alonso-Tristan C., Gonzalez-Pena D., Diez-Mediavilla M., Rodriguez-Amigo M. Garcia-Calderon T., 2011 - *Small hydropower plants in Spain: A case study*, Renewable & sustainable energy reviews, vol. 15, p. 2729-2735.
3. Anabela Botelho et al., 2017 - *Assessment of the environmental impacts associated with hydropower*, vol. 70, p. 896-904.
4. Anderson D., Moggridge Helen, Warren P., et al. 2015 - *The impacts of "run-of-river" hydropower on the physical and ecological condition of rivers*, WATER AND ENVIRONMENT JOURNAL, vol 29, p. 268-276.
5. Anderson EP., Freeman MC., Pringle CM., 2006 - *Ecological consequences of hydropower development in Central America: Impacts of small dams and water diversion on neotropical stream fish assemblages*, River research and applications, vol. 22, p. 397-411.
6. Anderson Rodrigode Queirozab, Victor A.D., Fariac Luana M.M. Limad, José W.M. Limac, 2019 - *Hydropower revenues under the threat of climate change in Brazil*, Renewable energy, vol. 133, p. 873-882.
7. Antti P. E. et al., 2018 - *Hydropower impacts on reservoir fish populations are modified by environmental variation*, Science of The Total Environment, vol. 618, p. 313-322.
8. Ånund Killingtveit, 2019 - 8 – *Hydropower*, Managing Global Warming An Interface of Technology and Human Issues, p. 265-315.
9. Ardizzon G. et al., 2014 - *Operation of hydro power plants-a review*, Renewable and sustainable energy reviews, vol 31, p 746-761.
10. Arnaud P., Boucier C., Cisneros L., et al., 2002 - *Influence of rainfall spatial variability on flood prediction*, Journal of hydrology, vol. 260, p. 216-230.
11. Balciunas P., Zdankus, N., 2007 - *Harmonization of hydropower plant with the environment*, Journal of cleaner production, vol. 11, p. 1260-1274.
12. Barbier B. E., 2019 - *The Water Paradox: Overcoming the Global Crisis in Water Management*, editura TJ International.

13. Bob van der Zwaan, Agnese Boccalon, Francesco Dalla Longa, 2018 - *Prospects for hydropower in Ethiopia: An energy-water nexus analysis*, Energy Strategy Reviews, vol. 19, p. 19-30.
14. Bojic S., 2012 - *Refurbishment of small hydro power plant*, p. 1-5.
15. Borkowski D. and Wegiel T., 2013 – *Small Hydropower Plant With Integrated Turbine-Generators Working at Variable Speed*, IEEE Transactions on Energy Conversion, 28(2) p.452-459.
16. Breeze P., 2018 - Chapter 2 - *The Hydropower Resource, Hydropower Sites and Types of Hydropower Plants*, Hydropower, p. 13-21.
17. Breeze P., 2019 – Chapter 8 - *Hydropower*, Power Generation Technologies (Third Edition), p. 173-201.
18. Bruno GS., Fried L., Hopwood D., 2008 *Focus on small hydro*, Renew Energy Focus, vol. 9, p.54-57.
19. Cecile Bousquet, Irene Samora, Pedro Manso, et al., 2017 – *Assessment of hydropower potential in wastewater systems an application to Switzerland*, Renewable energy, vol. 113, p. 64-73.
20. Clinciu I., Lazăr N., 1997 - *Lucrări de amenajare a bazinelor hidrografice torențiale*, Editura didactică și pedagogică București.
21. Costa Marinis D. E. et all, 2013 *The importance of clean development mechanism for small hydro power plants*, Renewable and sustainable energy reviews, vol. 60, p. 643-647.
22. Csiki Shane, Rhoads Bruce L., 2010 - *Hydraulic and geomorphological effects of run-of-river dams*, Progress in physical geography, vol. 34, p. 755-780.
23. Curtean Băduc Angela, Pauly S., 2015 *Environmental aspects of implementation of micro hydro power plants – a short review*, , Transylv. Rev. Syst. Ecol. Res. 17 (2) "The Wetlands Diversity.
24. Deemer R. and all, 2016, *Greenhouse Gas Emissions from Reservoir Water Surfaces: A New Global Synthesis*, Bioscience, Vol 66, pag. 949-964.
25. Demirbas A., 2007 - *Focus on the world: Status and future of hydropower*, Energy sources part b-economics planning and policy, vol. 2, p. 237-242.
26. Directive 2007/60/EC of the European Parliament and of the Council on the assessment and management of flood risks.
27. Dîrja M., 2007 - *Corectarea Toreniilor*, Cluj Napoca, editura Todesco.
28. Dîrja M., Colișar A., 2010 - *Corectarea torențiilor îndrumător pentru întocmirea proiectului*, Editura Napoca Star, Cluj Napoca.

29. Dorber M., 2019 - *Quantifying net water consumption of Norwegian hydropower reservoirs and related aquatic biodiversity impacts in Life Cycle Assessment*, Environmental Impact Assessment Review, vol. 76, p. 36-46.
30. Egge D., Milewski JC., 2002 - *The diversity of hydropower projects*, Energy policy, vol. 30, p. 1225-1230.
31. Elbatran A. H., Yaakob O. B., Ahmed Yasser M., et al. 2015 - *Operation, performance and economic analysis of low head micro-hydropower turbines for rural and remote areas: A review*, Renewable & sustainable energy reviews, vol. 43, p. 40-50.
32. Environment Agency, 2009 - *The environmental assessment of proposed low head hydro power developments*.
33. Erinofiard, Pritash Gokhale, et al., 2017 - *A Review on Micro Hydropower in Indonesia*, Energy Procedia, vol. 110, p. 316-321.
34. Evans Annette, Strezov Vladimir, Evans Tim J., 2009- *Assessment of sustainability indicators for renewable energy technologies*, Renewable & sustainable energy reviews, vol 13, p.1082-1088.
35. Firoz Alam, Quamrul Alam, Suman Reza, et al., 2017 - *A Review of Hydropower Projects in Nepal*, Energy Procedia, vol. 110, p. 581-585.
36. Francisca A. Chiriloaiei, 2012 - *Analiza cantitativă a modificărilor albiei râului Moldova în sectorul extracarpatic*, teză de doctorat, Iași.
37. Gabriel Năstase, et al., 2017 - *Hydropower development in Romania. A review from its beginnings to the present*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 80, p. 297-312.
38. Gagliano A., et al., *Technical and Economic Perspective for Repowering of Micro Hydro Power Plants: a Case Study of an Early XX Century Power Plant*, 6th International conference on sustainability in energy and buildings, Book Series: Energy Procedia, vol. 62, p. 512-521.
39. Gallagher J., Styles D., McNabola A., et al. 2015 - *Life cycle environmental balance and greenhouse gas mitigation potential of micro-hydropower energy recovery in the water industry*, Journal of cleaner production, vol. 99, p.152-159.
40. Geanina M. Costea, 2015, *Analiza regimului hidrologic a râului Bistrița în contextul amenajărilor hidrotehnice*, Teză de doctorat, Universitatea Alexandru Ioan Cuza, Iași.
41. Gheorghe Romanescu, Oana-Elena Hapciuc, Ion Sandu, Ionuț Mineal, Ddan Dascalita, Marina Iosub, 2016 - *Quality indicators for Suceava river*, Revista de chimie, vol. 67, p. 245-249.

42. Grudnicki F., Ciornei I., 2008 – *Bazinele hidrografice torențiale*, în manuscris la Universitatea Ștefan cel Mare, Suceava.
43. Guzun B., Darie G., Gal S., Olovinaru D., 2005 - *Centrale, stații și rețele electrice – Elemente de bază*, Editura Academiei Române, București.
44. Harlan T. 2018 - *Rural utility to low-carbon industry: Small hydropower and the industrialization of renewable energy in China*, Geoforum, vol. 95, p. 59-69.
45. Hecht J. S. et all, 2019 - *Hydropower dams of the Mekong River basin: A review of their hydrological impacts*, Journal of hydrology, vol. 568, p. 280-300.
46. Hingray B., Picouet C., Musy A., 2015 – *Hydrology: a science for engineers*.
47. Institutul Național Român pentru Studiul Amenajării și Folosirii Surselor de Energie, 2012 - *Energetica – Aspecte din sectorul micro-hidroenergiei*, vol. 60, nr.10, București.
48. Ioan V. et all, 2016 - *Approach Channel Modelling with Advanced Hydroinformatic Tool, Case Study: Small Hydro Power Plant Huta Certeze, Romania*, Procedia engineering, vol. 161, p. 989-903.
49. Jawahara C.P., Prawin Angel Michael, 2017, *A review on turbines for micro hydro power plant*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 72, pag 882-887.
50. Jia J., Punzs P., Ma J., 2012 – *Hydropower*, Hdb climate change, p.1357-1401.
51. Jianxia Chang, Xiaoyu Wang, Yunyun Li, Yimin Wang, Hongxue Zhang, 2018 - *Hydropower plant operation rules optimization response to climate change*, Energy, vo. 160, p. 886-897.
52. Jiyun Dua and all, 2017, *Micro hydro power generation from water supply system in high rise buildings using pump as turbines*, Elsevier, vol. 137©, p. 431-440.
53. Karlis AD., Papadopoulou DP., 2000 - *A systematic assessment of the technical feasibility and economic viability of small hydroelectric system installations*, Renewable energy, vol. 20, p. 253-262.
54. Kecek D., Mikulic D., Lovrinevic Z., 2018 - *Deployment of renewable energy: Economic effects on the Croatian economy*, Energy policy, vol. 126, p. 402-410.
55. Khennas S., Barnett A., 2000 - *Best practices for sustainable development of micro hydro power in developing countries*, ESMAP technical paper nr. 006. Washington, DC: World Bank.

56. Kilama Okot D. 2013 - *Review of small hydropower technology*, Renewable and sustainable energy reviews, vol. 26, p. 515-520.
57. Klimpt JE., Rivero C., Puranen H., et al., 2002 - *Recommendations for sustainable hydroelectric development*, Energy policy, vol. 30, p. 1305-1312.
58. Kosnik Lea, 2010 - *The potential for small scale hydropower development in the US*, Energy policy, vol. 38, p. 5512-5519.
59. Kumar V. S., Singal S. K., 2017 - *Operation of hydro power plants-a review*, Renewable and sustainable energy reviews, vol. 69, p. 610-619;
60. Laydane Lilita, 2011 - *The historical development of watermills and small-scale hydroelectric power plants landscape in latvia*, Research for rural development, vol. 2, p. 200-206.
61. Leahy S., 2018 - *From Not Enough to Too Much, the World's Water Crisis Explained*, available at news.nationalgeographic.com/2018/03/world-water-day-water-crisis-explaine Benejam.
62. Legea 107/1996 cu modificările si completările ulterioare
63. Lluís B., Saura-Mas Sandra, Bardina Monica et al., 2016 - *Ecological impacts of small hydropower plants on headwater stream fish: from individual to community effects*, Ecology of freshwater fish, vol. 25, p. 295-306.
64. Manjeet Singh and all, 2009, *Impact of climatic parameters on statistical stream flow sensitivity analysis for hydro power*, Journal of the Indian Society of Remote Sensing, vol. 37, pag 601-614.
65. Manzano-Agugliaro F. et all, 2017 - *An overview of research and energy evolution for small hydropower in Europe*, Renewable and sustainable energy reviews, vol. 75, p. 476-489.
66. Maria R. Uscătescu, 2013, *Impactul asupra mediului produs amenajările hidroenergetice de mică putere*, Târgu Jiu, ISBN 978-973-0-14639-4.
67. Mehmet Bilgili, et al., 2018 - *The role of hydropower installations for sustainable energy development in Turkey and the world*, Renewable Energy, v. 126, p. 755-764.
68. Mingyue P. et all, 2018 - *Small hydropower development in Tibet: Insight from a survey in Nagqu Prefecture*, Renewable and sustainable energy reviews, vol. 81, p. 3032-3040.
69. Mitoiu C., Gabriela Marin, 1999 - *Ingineria Râurilor, Regularizarea albiilor râurilor și îndiguire*, editura BREN, București.
70. Nistoran Daniela, Ionescu Cristina Sorana, Brasoveanu Livioara, et al., 2018 - *Modeling Hydrodynamic Changes Induced by Run-of-River*

- Hydropower Plants along the Prahova River in Romania*, Journal of energy engineering, vol 144.
71. Nistreanu M., Mitoiu C., Mărăcineanu F. 2000 - *Amenajări pe râuri în Vestul României*, Editura Cogito, Oradea.
 72. Paish O., 2002 - *Small hydro power: technology and current status*, Renewable & sustainable energy reviews, vol. 6, p. 537-556.
 73. Păduraru C. 2012 - *Contribuții la îmbunătățirea metodelor de monitorizare a calității apelor din resursele de suprafață*, teză de doctorat, Iași.
 74. Pișota I., Buta I., 1974 - *Hidrologie*, Editura didactică și pedagogică, București.
 75. Plan de management al ariei naturale protejate Rosci 0321 Moldova superioară.
 76. Popa B., Paraschivescu A. V., 2007 - *Introducere în utilizarea energiei apelor*. Editura Politehnica București.
 77. Porcuțan Adriana Mihaela, Sorocovschi V., 2017 - *Particularities of the seasonal and monthly water flow regime trends of the rivers from Suceava hydrographic basin*, Riscuri și catastrofe, vol. 20, p 113-122.
 78. Prăvălie R. et al., 2019 - *Spatio-temporal changes of the climatic water balance in Romania as a response to precipitation and reference evapotranspiration trends during 1961–2013*, Catena, vol 172, p. 295-312.
 79. Punys P. Kvaraciejus A. et al., 2019 - *An assessment of micro-hydropower potential at historic watermill, weir, and non-powered dam sites in selected EU countries*, Renewable energy, vol. 133, p. 1108-1123.
 80. Raportul Agenției Europene de Mediu 2016.
 81. Raportul Agenției Europene de Mediu 2017.
 82. Savu P., Bucur D., 2009 - *Regularizarea cursurilor de apă*, Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași.
 83. Savu P., Bucur D., Jităreanu S. I., 2005, *Îmbunătățiri funciare și irigarea culturilor agricole*, *Lucrări practice*, Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași.
 84. Senior J., et al., 2010 - *New hydropower converters for very low-head differences*, Journal of Hydraulic Research, vol 48, p. 703-714.
 85. Shailesh Sharma, John Waldmanac, Shahab Afsharib, Balazs Feketeb, 2019 - *Status, trends and significance of American hydropower in the changing energy landscape*, Renewable and sustainable energy reviews, v. 101, p. 112-122.
 86. Shengwen Tang, et al., 2019 - *Current and future hydropower development in Southeast Asia countries (Malaysia, Indonesia, Thailand and Myanmar)*, Energy Policy, vol 129, p. 239-249.

87. Singal S. K., Saini R. P., Raghuvanshi, C. S., 2010 - *Analysis for cost estimation of low head run-of-river small hydropower schemes*, Energy for sustainable development, vol. 14, p. 117-126.
88. Tassinari C. A., Bonilla S. H., Agostinho F., et al, 2016 - *Evaluation of two hydropower plants in Brazil: using emergy for exploring regional possibilities*, Journal of cleaner production, vol. 122, p. 78-86.
89. Tetzlaff D., Malcolm I. A., Soulsby C., 2007 - *Influence of forestry, environmental change and climatic variability on the hydrology, hydrochemistry and residence times of upland catchments*, Journal of hydrology, vol. 346, p. 93-111.
90. Varun g., Ravi P., Bhat I. K., 2010 - *Life Cycle Energy and GHG Analysis of Hydroelectric Power Development in India*, International Journal of Green Energy, vol. 7, p. 361-375.
91. Vergilia Dadu și colab, 2017 - *Innovative Concepts Applied to Recent Small Hydropower Plants*, Energy Procedia, vol. 112, p. 426-433.
92. Viviroli D., Weingartner R., 2004 - *The hydrological significance of mountains: from regional to global scale*, Hydrology and earth system sciences, vol. 8, p. 1016-1029.
93. Vînătoru M., 2007 - *Monitoring and control of hydro power plant*, IFAC Proceedings volumes, vol. 40 p. 44-45.
94. Wagner Beatrice, Hauer C., Angelika Schoder BA, Habersack H., 2017 - *Hydropower Technologies*, Encyclopedia of sustainable technologies, p. 63-72.
95. Wagner T. and all, 2017, *Impacts of climate change on stream flow and hydro power generation in the Alpine region*, Environmental Earth Sciences, vol. 76.
96. Wang L. et all, 2018 - *Comparative Assessment of the Environmental Impacts of Hydro-Electric, Nuclear and Wind Power Plants in China: Life Cycle Considerations*, Energy procedia, vol 152, p.1009-1014.
97. Weiss S. J. et all, 2018 - *Endangered Fish Species in Balkan Rivers: their distributions and threats from hydropower development*, Riverwatch & EuroNatur.
98. World small hydropower development report, 2016.
99. Yousuf Irfan, Ghumman Abdul Razzaq, Hashmi Hashim Nisar, 2017 - *Optimally sizing small hydropower project under future projected flows*, Ksce journal of civil engineering, vol. 21, p. 1964-1978.
100. Yuksel Ibrahim, 2012 - *Global warming and environmental benefits of hydroelectric for sustainable energy in Turkey*, Renewable & sustainable energy reviews, vol. 12, p. 3816-3825.

- 101.** Zapata-Sierra A.J., Manzano-Agugliaro F., 2019 - *Proposed methodology for evaluation of small hydropower sustainability in a Mediterranean climate*, Jurnal of cleaner production, vol. 214, p. 717-729.
- 102.** Zarko J., 2004 *Small Hydro Power Plants in Croatia*, The 4th International Workshop on Research on Irrigation and Drainage, Skopje.
- 103.** Zăvoianu I., 2006, *Hidrologie*, Editura Fundației România de Măine, București.
- 104.** Zhang L., Pang M., Wang C. et al., 2016 - *Environmental sustainability of small hydropower schemes in Tibet: An emergy-based comparative analysis*, Journal of cleaner production, vol 135, p. 97-104.
- 105.** <http://www.restor-hydro.eu/restor-hydro-map>
- 106.** www.green-mechanic.com/2014/06/francis-turbines

ANEXE
ANNEXES

Anexa 1. Lista tabelelor

Tabelul 1.1 Top 5 regiuni și țări cu CHEMA-uri care produc sub 10 MW	27
Tabelul 2.1 Resursele de apă potențiale și tehnic utilizabile din județul Suceava	46
Tabelul 2.2 Temperatura medie anuală a aerului, 2015-2018 la stațiile meteorologice din județul Suceava.....	48
Tabelul 2.3 Temperatura medie lunară a aerului, la stațiile meteorologice din județul Suceava	48
Tabelul 2.4 Temperaturile maxime și minime absolute înregistrate la cele 3 stații meteorologice.....	48
Tabelul 2.5 Cantitatea medie de precipitații a ultimilor 4 ani și cantitatea maximă de precipitații căzută în 24 de ore (mm) la stațiile meteorologice din județul Suceava.....	49
Tabelul 2.6 Cantitatea medie lunară de precipitații a ultimilor 4 ani la stații meteorologice din județul Suceava.....	50
Tabelul 4.1 Indicatorii morfometrici pentru cele 3 bazine.....	65
Tabelul 4.2 Lucrările de amenajare a albiei râurilor din cadrul bazinului hidrografic al râului Moldova	69
Tabelul 4.3 Lucrările de amenajare a albiei râurilor din cadrul bazinului hidrografic al râului Moldova.....	71
Tabelul 5.1 CHEMA-urile și MHC-urile amenajate în bazinul hidrografic al râului Bistrița din județul Suceava.....	76
Tabelul 5.2 Limitele topometrice ale amenajării Dornișoara	83
Tabelul 5.3 Debitele care influențează funcționarea amenajării Dornișoara.....	83
Tabelul 5.4 Parametrii tehnici ai centralei Dornișoara	83
Tabelul 5.5 Limitele meteorologice ale amenajării Dornișoara și temperatura de funcționare a generatorului.....	84
Tabelul 5.6 Limite topometrice ale amenajării Dârmoxa	89
Tabelul 5.7 Debitele care influențează funcționarea amenajării Dârmoxa	89
Tabelul 5.8 Parametrii tehnici ai amenajării Dârmoxa	89
Tabelul 5.9 Limitele meteorologice ale amenajării Dârmoxa	90
Tabelul 5.10 Limite topometrice ale amenajării Sihăstrie.....	96
Tabelul 5.11 Debitele care influențează funcționarea amenajării Sihăstrie.....	96

Tabelul 5.12 Parametrii tehnici ai centralei Sihăstrie.....	96
Tabelul 5.13 Limite meteorologice și temperatura de funcționare în centrala Sihăstrie.....	97
Tabelul 5.14 Temperatura de lucru a generatorului a amenajării Sihastrie.....	97
Tabelul 5.15 Limitele topometrice ale amenajării Vorova..	102
Tabelul 5.16 Debitele care influențează funcționarea amenajării Vorova.....	102
Tabelul 5.17 Parametrii tehnici ai centralei Vorova.....	103
Tabelul 5.18 Limitele meteorologice ale amenajării Vorova	103
Tabelul 5.19 Temperatura de lucru a generatorului din cadrul amenajării Vorova.....	103
Tabelul 5.20 Centralele hidroelectrice amenajate în bazinul hidrografic al râului Moldova	104
Tabelul 5.21 Limite topometrice ale amenajării Pojorâta	110
Tabelul 5.22 Debitele care influențează funcționarea amenajării Pojorâta.....	110
Tabelul 5.23 Parametrii tehnici ai centralei hidroelectrice Pojorâta.....	111
Tabelul 5.24 Limitele meteorologice ale amenajării Pojorâta și temperatura de lucru a turbinei.....	111
Tabelul 5.25 CHEMP-urile amenajate în bazinul hidrografic al râului Suceava și administratorii acestora.....	112
Tabelul 5.26 Caracteristicile CHEMP-urilor administrate de Electromagnetica SA	113
Tabelul 6.1 Cantitatea anuală de energie produsă și volumul de apă utilizat pentru producerea de energie electrică în anul 2004 și 2017 la cele 5 CHEMP-uri analizate.....	118
Tabelul 6.2 Numărul de ore de funcționare al celor cinci centrale (original).....	119
Tabelul 6.3 Prețul mediu lunar per MWH în perioada 2015-2018.....	119
Tabelul 6.4 Estimarea cantitativă a eroziunii solului în bazinul hidrografic al pârâului Sihăstrie.....	123
Tabelul 6.5 Analiza impactului asupra mediului produs de cele 5 centrale analizate.....	126

Annex 1. List of tables

Table 1.1 Top 5 regions and countries with SHPs producing less than 10 MW.....	27
Table 2.1 The potential and technical water resources usable in Suceava County.....	46
Table 2.2 The annual average air temperature in 2015-2018, at the meteorological stations in Suceava County.....	48
Table 2.3 The annual average air temperature, at the meteorological stations in Suceava county.....	48
Table 2.4 The absolute maximum and minimum temperatures recorded at the 3 weather stations.....	48
Table 2.5 The average rainfall (mm) of the last 4 years and the maximum rainfall in 24 hours (mm) at the meteorological stations in Suceava County.....	49
Table 2.6 Average monthly precipitation (mm) of the last 4 years at the meteorological stations in Suceava County.....	50
Table 4.1 Morphometric indicators for the 3 catchments.....	65
Table 4.2 The river basin management works within the Suceava river basin.....	69
Table 4.3 River basin management works within the river basin of the Moldova River.....	71
Tabelul 5.1 Small hydro power plants and micro-microhydropower plants arranged in hydrographic reservoir of Bistrita river from Suceava county.....	76
Table 5.2 Topometric limits of fitting Dornisoara.....	83
Table 5.3 Flows that affect the operation of the arrangement Dornisoara.....	83
Table 5.4. Technical parameters of the Dornisoara plant.....	83
Table 5.5 Meteorological metering conditions and operating temperature of the generator of Dornisoara.....	84
Table 5.6 Topometric limits of fitting Darmoxa.....	89
Table 5.7 Flows that affect the operation of the arrangement Darmoxa.....	89
Table 5.8 Technical parameters of the Darmoxa plant.....	89
Table 5.9 Meteorological metering conditions of Darmoxa and operating temperature of the generator.....	90
Table 5.10 Topometric limits of fitting Sihastrie.....	96
Table 5.11 Flows that affect the operation of the Sihastrie arrangement.....	96
Table 5.12 Technical parameters of the Sihastrie plant.....	96
Table 5.13 Meteorological limits and operating temperature in the	97

Sihastrie plant.....	
Table 5.14 Generator working temperature of Sihastrie arrangement.....	97
Table 5.15 Topometric limits of Vorova fitting.....	102
Table 5.16 Flows that affect the operation of the Vorova arrangement	102
Table 5.17 Technical parameters of the Vorova plant.....	103
Table 5.18 Meteorological limits and operating temperature in the Vorova plant.....	103
Table 5.19 Generator working temperature of Vorova power plant	103
Table 5.20 Hydroelectric power plants set up in the river basin of the Moldova river.....	104
Table 5.21 Topometric limits of the Pojorâta improvement.....	110
Table 5.22 Flows that affect the operation of the Pojorâta SHP	110
Table 5.23 Technical parameters of Pojorata SHP.....	111
Table 5.24 The meteorological limits of the SHP and the working temperature of turbine.....	111
Table 5.25 SHPs arranged in the Suceava river basin and their administrators.....	112
Table 5.26 Characteristics of SHPs administered by Electromagnetica SA.....	113
Table 6.1 The annual amount of energy produced and the volume of water used for the production of electricity in 2004 and 2017 for the 5 SHPs analyzed.....	115
Table 6.2 Number of hours of operation of the five plants	119
Table 6.3 Average monthly price per MWH in 2015-2018	116
Table 6.4 Quantitative estimation of soil erosion in the Sihastrie river basin.....	123
Table 6.5 Analysis of the environmental impact produced by the 5 power plants analyzed.....	126

Anexa 2. Lista figurilor

Figura 1.1 Rata de electrificare la nivel mondial.....	26
Figura 1.2 Potențialul disponibil al CHEMP-urilor și capacitățile acestora instalate în diferite state ale Europei.....	28
Figura 2.1 Așezarea geografică a județului Suceava.....	38
Figura 2.2 Principalele altitudini muntoase de pe teritoriul județului Suceava.....	39
Figura 2.3 Harta geologică a județului Suceava	42
Figura 2.4 Harta hidrografică a județului Suceava.....	44
Figura 2.5 Media lunară a temperaturii aerului la stațiile meteorologice amplasate în județului Suceava.....	47
Figura 4.1 Bazinului hidrografic a râului Bistrița din județul Suceava.....	60
Figura 4.2 Harta rețelei hidrografice a râului Bistrița în județul Suceava.....	61
Figura 4.3 Bazinul hidrografic al râului Moldova în județul Suceava.....	62
Figura 4.4 Bazinul hidrografic al râului Suceava din județul Suceava.....	64
Figura 4.5 Structura lucrărilor de amenajare a albiei râurilor din județul Suceava.....	68
Figura 4.6 Tipul lucrărilor de amenajare a râului Suceava din județul Suceava	68
Figura 4.7 Tipul lucrărilor de amenajare a râului Moldova din județul Suceava	69
Figura 4.8 Ponderea lucrărilor de amenajare a albiei afluenților râului Suceava.....	70
Figura 4.9 Distribuția barajelor din cadrul S.G.A. Suceava, în județul Suceava.....	73
Figura 4.10 Ponderea acumulărilor din volumul total de apă acumulat în județul Suceava.....	73
Figura 4.11 Distribuția CHEMP-urilor și a MHC-urilor din județul Suceava.....	74
Figura 4.12 Evidențierea acumulării Mihoveni pe râul Suceava.....	75
Figura 5.1 Captarea principală a CHEMP Dornișoara, amenajată pe pârâul Dornișoara.....	77

Figura 5.2 Captarea secundară a CHEMP Dornișoara amenajată pe pârâul Vorova.....	78
Figura 5.3 Vedere asupra bazinului compensator al amenajării Dornișoara.....	79
Figura 5.4 Bazin compensator CHEMP Dornișoara.....	80
Figura 5.5 Clădirea CHEMP Dornișoara.....	81
Figura 5.6 Bazinul hidrografic al pârâului Dornișoara și CHEMP Dornișoara.....	85
Figura 5.7 Bazinul hidrografic al râului Neagra amonte de CHEMP Dârmoxa.....	90
Figura 5.8 Bazinul hidrografic al pârâului Sihăstrie și CHEMP Sihăstrie.....	91
Figura 5.9 Captarea principală a CHEMP Sihăstrie.....	92
Figura 5.10 Turbina FO 90/570 din CHEMP Sihăstrie....	94
Figura 5.11. Bazinul hidrografic al râului Vorova.....	98
Figura 5.12 Captarea principală a CHEMP amenajată pe pârâul Vorova.....	99
Figura 5.13. Bazinul deznisipator al CHEMP Vorova.....	99
Figura 5.14 Bazinului compensator a CHEMP Vorova (a) pregătire pentru decolmatare (b) vedere asupra bazinului iarna.....	100
Figura 5.15 Pilă din beton (a) și scara pentru pești (b) CHEMP Pojorâta.....	105
Figura 5.16 Bazinul deznisipator CHEMP Pojorâta.....	106
Figura 5.17 Canalul de legătură CHEMP Pojorâta.....	106
Figura 5.18 Bazinul compensator CHEMP Pojorâta.....	107
Figura 5.19 Generatorul asincron 250 KW (a) și turbina EOS 700 (b) CHEMP Pojorâta.....	109
Figura 5.20 Amenajarea CHEMP-urilor în zona montana a bh Suceava.....	113
Figura 6.1 Model turbină Francis.....	114
Figura 6.2 Cantitatea medie lunară de energie produsă și cantitatea de apă utilizată de CHEMP Dârmoxa.....	115
Figura 6.3 Cantitatea medie lunară de energie produsă și cantitatea de apă utilizată de CHEMP Sihăstrie.....	116
Figura 6.4 Cantitatea medie lunară de energie produsă și cantitatea de apă utilizată de CHEMP Dornișoara.....	116
Figura 6.5 Cantitatea medie lunară de energie produsă și cantitatea de apă utilizată de CHEMP Vorova.....	117

Figura 6.6 Cantitatea medie lunară de energie produsă și cantitatea de apă utilizată de CHEMP Pojorâta.....	117
Figura 6.7 Cantitatea medie orara, zilnică și lunară de energie produsă la cele 5 CHEMP-uri.....	118
Figura 6.8 Lucrare de decolmatare a captării Dârmoxa.....	120
Figura 6.9 Captarea Dornișoara colmatată cu resturi lemnoase provenite de la exploatările forestiere aflate în amonte de CHEMP....	120
Figura 6.10 Bazin compensator colmatat CHEMP Pojorâta.....	121
Figura 6.11 Starea vegetației lemnoase în cadrul bazinului hidrografic a pârâului Sihăstrie.....	121
Figura 6.12 Defrișările masive în cadrul bazinelor hidrografice ale pârâielor Sihăstrie și Negrișoara.....	122

Annex 2. Figure list

Figure 1.1 Electrification rates by country (%).....	26
Figure 1.2 The potential of SHPs and their capacities installed in different European countries.....	28
Figure 2.1 Geographic location of Suceava county.....	38
Figure 2.2 The main mountain altitudes on the territory of Suceava ...	39
Figure 2.3 Geological Map of Suceava county.....	42
Figure 2.4 Hydrographic map of Suceava county	44
Figure 2.5 Monthly average air temperature at meteorological stations located in Suceava County	47
Figure 4.1 Hydrographic reservoir of Bistrita river from Suceava county.....	60
Figure 4.2 Hydrographic map of Bistrita river from Suceava County..	61
Figure 4.3 Hydrographic reservoir of Moldova river from Suceava county.....	62
Figure 4.4 Hydrographic reservoir of Suceava river from Suceava county.....	64
Figure 4.5 Structure of riverbed development works in Suceava County.....	68
Figure 4.6 The type of river management works on the Suceava river from Suceava County.....	68
Figure 4.7 Type of Moldova river management works in Suceava County.....	69
Figure 4.8 The percentage of works for the settlement of the river bed of Suceava river affluents.....	70
Figure 4.9 The distribution of dams within the S.G.A. Suceava, in Suceava County.....	73
Figure 4.10 The percentage of accumulations from the total volume of water accumulated in Suceava county.....	73
Figure 4.11 Distribution of SHP and MHC in Suceava county	74
Figure 4.12 Highlighting the accumulation of Mihoveni on the Suceava River.....	75
Figure 5.1 Main intake of SHP Dornisoara fitting on Dornisoara river.....	77
Figure 5.2 Secondary intake of SHP Dornisoara fitting on Vorova river.....	78

Figure 5.3 View on reservoir of SHP Dornisoara	79
Figure 5.4 Forebay tank of Dornisoara SHP	80
Figure 5.5 Building of Dornisoara SHP	81
Figure 5.6 The hydrographic basin of Dornisoara stream and SHP Dornisoara	85
Figure 5.7 The Neagra river basin upstream of SHP Darmoxa.....	90
Figure 5.8 The hydrographic basin of the Sihastrie and SHP Sihastrie	91
Figure 5.9 Main intake of Sihastrie SHP	92
Figure 5.10 FO 90/570 turbine of Sihastrie SHP	94
Figure 5.11 Catchment of Vorova river.....	98
Figure 5.12 Main capture of CHEMP arranged on the Vorova river ...	99
Figure 5.13 De-sanding basin of Vorova SHP.....	99
Figure 5.14 Forebay tank of Vorova SHP (a) preparing for unclogging (b) view on the basin on winter time.....	100
Figure 5.15 Concrete pile (a) and scale for fish (b) SHP Pojorata.....	105
Figure 5.16 De-sanding basin SHP Pojorata	106
Figure 5.17 Connection channel SHP Pojorata	106
Figure 5.18 Forebay tank SHP Pojorata	107
Figure 5.19 Asynchronous generator 250 KW (a) and EOS 700 turbine SHP Pojorata	109
Figure 5.20 Highlighting SHPs in the mountain area of Suceava catchment.....	113
Figure 6.1 Francis turbine model.....	114
Figure 6.2 The average monthly amount of energy produced and the amount of water used by SHP Darmoxa.....	115
Figure 6.3 The average monthly amount of energy produced and the amount of water used by SHP Sihastrie.....	116
Figure 6.4 The average monthly amount of energy produced and the amount of water used by SHP Dornisoara.....	116
Figure 6.5 The average monthly amount of energy produced and the amount of water used by SHP Vorova.....	117
Figure 6.6 The average monthly amount of energy produced and the amount of water used by SHP Pojorata.....	117
Figure 6.7 The hourly, daily and monthly average energy yield of the 4 SHPs.....	118

Figure 6.8 Unsilting intake of Darmoxa SHP.....	120
Figure 6.9 Intake Dornișoara clogged with wood remnants from forest exploitations upstream of SHP.....	120
Figure 6.10 Silted forebay tank at SHP Pojorata.....	121
Figure 6.11 State of woody vegetation within in the catchment of the Sihastrie river.....	121
Figure 6.12 Massive deforestation within in the catchments of the Sihastrie and Negrișoara streams.....	122

Anexa 3. Lista lucrărilor științifice

Articole publicate în reviste indexate ISI:

1. Moțco C.D, Ciocan Simona-Gabriela, Bucur D., 2018, *The effect of deforestation in the Sihaltrie watershed, Suceava county, on the technical efficiency of the small hydroelectric power plant*, Scientific Papers. Series E. Land Reclamation, Earth Observation & Surveying, Environmental Engineering, Vol. VII, ISSN 2285-6064 <http://www.landreclamationjournal.usamv.ro/pdf/2018/Art39.pdf>.

Articole publicate în reviste indexate BDI:

1. Moțco C.D, Ciocan Simona-Gabriela, Bucur D., 2018, *Technical efficiency of hydroelectric power plants in the hydrographic reservoirs of Bistrița and Moldova rivers in Suceava county - case study*, Revista "Lucrări științifice. Seria Agronomie" - Volumul 61 nr. 2, ISSN: 1454-7414 http://www.uaiasi.ro/revagrois/volum/Vol-61-2_2018.pdf.
2. Moțco C.D, Ciocan Simona-Gabriela, Bucur D., 2018, *The functional impact of low-power hydroelectric power plants on rivers in Suceava county. Case study*, Revista "Lucrări științifice. Seria Agronomie" - Volumul 61 nr. 2, ISSN: 1454-7414 http://www.uaiasi.ro/revagrois/volum/Vol-61-2_2018.pdf.
3. Ciocan Simona-Gabriela, Moțco C.D, Bucur D., 2018, *Technical efficiency of soil erosion control measures in Somuzul Mic catchment, Suceava Plateau*, Revista "Lucrări științifice. Seria Agronomie" - Volumul 61 nr. 2, ISSN: 1454-7414 http://www.uaiasi.ro/revagrois/volum/Vol-61-2_2018.pdf.