

**ANALIZA IMPLEMENTĂRII ÎN ROMÂNIA A INDICATORILOR DE  
DEZVOLTARE DURABILĂ PENTRU MEDIU**

**Teză de doctorat – Rezumat**

Pentru obținerea titlului științific de doctor la

Universitatea Politehnică Timișoara

În domeniul de doctorat Inginerie Civilă și Instalații

**Autor ing. MOISESCU CIOCAN CRISTIAN**

Conducător științific Prof. Univ. Dr. ing. POPESCU Ioana Ileana

Luna Octombrie, anul 2024

Prezenta teza de doctorat a fost elaborată pe baza studiilor și cercetărilor efectuate în cadrul Departamentului de Hidrotehnică, Facultatea de Construcții, Universitatea Politehnică Timișoara.

Conținutul tezei este structurat pe 7 capitole dezvoltate pe 147 pagini, cuprinzând 67 figuri și 17 tabele în care sunt prezentate sintetic informații și rezultate originale ale cercetării efectuate, precum și o bibliografie conținând 151 titluri bibliografice, și 23 de surse web. Bibliografia aduce în prim-plan surse recente și semnificative, oferind o imagine completă și la zi asupra problematicii abordate.

Tema de cercetare privind Obiectivele de Dezvoltare Durabilă (ODD) 6 – apă curată și sanitație – și ODD 13 – acțiune climatică – este deosebit de actuală atât la nivel european, cât și în contextul românesc, datorită provocărilor comune și interconectate legate de gestionarea durabilă a resurselor naturale și combaterea schimbărilor climatice. În Europa, creșterea frecvenței fenomenelor meteorologice extreme, precum secetele, inundațiile și valurile de căldură, subliniază importanța unei gestionări eficiente a resurselor de apă, iar acest lucru este esențial pentru atingerea ODD 6. Pe de altă parte, în România, accesul la infrastructură de sanitație în zonele rurale, combinat cu riscurile tot mai mari asociate cu schimbările climatice – cum ar fi reducerea resurselor de apă dulce și deteriorarea ecosistemelor – subliniază urgența adoptării de măsuri eficiente atât pentru ODD 6, cât și pentru ODD 13. În primul rând acest lucru se poate face printr-o monitorizare corespunzătoare. În plus România este implicată în tranziția către o economie verde, având obligația de a respecta Pactul Ecologic European și de a implementa strategii naționale de adaptare la schimbările climatice și reducerea emisiilor de carbon, aspecte care fac din aceste obiective priorități de actualitate pentru politicile de mediu și de dezvoltare durabilă.

Obiectivele principale de cercetare abordate sunt următoarele:

- Analiza metodologiei și a surselor de date folosite pentru monitorizarea indicatorului ODD 6.4.1 și ODD 13.
- Analiza modului în care sunt raportate indicatorii ODD 6.4.1 și 6.4.2 în România, precum și identificarea relevanței și provocărilor asociate valorilor raportate, indicând care sunt modalitățile de adaptare necesare pentru monitorizare astfel încât să se atingă obiectivul 6.4.1 și 6.4.2. În 2030.
- Investigarea posibilităților de utilizare a observațiilor de tip Earth Observation (EO), în special a bazei de date a FAO WaPOR, pentru a monitoriza progresul ODD 6.4.1 prin indicatori fizici similari.
- Analiza distribuției spațiale în datelor de monitorizare și rolul acestora în evaluarea indicatorilor corespunzători SDG 6.4.1 în România
- Analiza observațiilor de tip Earth Observation (EO), în special a imaginilor satelitare oferite de monitorizarea europeană Copernicus, pentru a monitoriza progresul ODD -urilor de apă în general și determinarea posibilității folosirii acestora pentru monitorizarea SDG-urilor
- Investigarea posibilităților de utilizare a modelelor numerice care descriu procesele hidrologice și hidraulice, la nivelul unui bazin hidrografic, pentru a monitoriza progresul ODD 13

- Evaluarea stadiului actual al ODD-urilor studiate, în România, și determinarea necesității sau nu a unor pași de accelerare a îndeplinirii indicatorilor, sau determinarea a ceea ce lipsește din raportări, atunci când de facto indicatorii sunt la un nivel mai ridicat decât cel raportat

Programul de cercetare propus a fost desfășurat în conformitate cu o metodologie bine definită, bazată pe o serie de pași secvențiali de cercetare. Acești pași au fost concepuți pentru a construi treptat cunoștințe și a aduce contribuții relevante în fiecare etapă. Astfel, fiecare fază a procesului de cercetare a fost atent planificată și executată pentru a asigura o dezvoltare continuă și coerentă a informațiilor și concluziilor, conducând la obținerea unor rezultate solide și bine fundamentate. Etapele de lucru au fost următoarele:

- documentarea și prezentarea stadiului actual al cercetării privind obiectivele de dezvoltare durabilă pe plan mondial;
- analiza raportării ODD-urilor de apă și situația României la nivel European și mondial;
- determinarea metodologiilor de calcul și colectare date, pentru determinarea indicatorilor aferenți ODD6, și descrierea ODD13;
- analiză critică a avantajelor și limitării modului de monitorizare actual;
- analiza potențialelor metode de monitorizarea a ODD 6 și propunerea modului de folosire a acestora;
- înțelegerea modului de calcul al resurselor de apă în cazul ODD13;
- studii de caz în România, atât pentru ODD 6 cât și pentru ODD 13;
- modelarea efectului schimbărilor climatice atât în caz de secete cât și în caz de inundații în România, pentru a răspunde cerințelor de monitorizare ODD13;
- interpretarea rezultatelor în urma analizelor și a modelărilor hidrologice și hidraulice.

Conținutul tezei este detaliat în cele ce urmează.

În Capitolul 1. **Importanța temei de cercetare** se prezintă contextul în care s-a făcut cercetarea, și motivația acesteia. Întrebările științifice la care se răspunde în cadrul tezei sunt de asemenea cuprinse în acest capitol.

Principiile dezvoltării durabile au fost inițiate la începutul anilor '70, devenind un subiect de mare importanță pe scena internațională. Un moment important în definirea acestora a fost Conferința Națiunilor Unite privind mediul, la Stockholm în 1972, care a adus în atenția globală problemă gravă a deteriorării mediului înconjurător cauzată de activitățile umane nesustenabile. Inițial, conceptul de dezvoltare durabilă a fost conceput ca o soluție la criza ecologică, vizând conservarea calității mediului pentru generațiile viitoare. Cu timpul, conceptul s-a extins pentru a include aspecte economice și sociale esențiale.

În 2015, Organizația Națiunilor Unite (ONU) și 193 de țări au adoptat "Agenda 2030", care constă în 17 Obiective de Dezvoltare Durabilă (ODD). Aceste obiective sunt definite de 169 de ținte și 232 de indicatori, înlocuind cele opt Obiective de Dezvoltare ale Mileniului (ODM) definite în 2000. ODD-urile includ obiective specifice legate de apă, recunoscând impactul acesteia asupra sărăciei, educației, egalității de gen, economiei și sănătății.

Monitorizarea și raportarea progresului ODD-urilor sunt determinante pentru a verifica dacă tintele anului 2030 vor fi atinse. Indicatorii măsurabili permit comunicarea problemelor complexe între diferite părți interesate (stakeholder) care lucrează cu aceste date, și anume oameni de știință, factori de decizie, politicieni și nu în ultimul rând publicul larg. Pentru o mai bună coordonare, la nivel UN, fiecare indicator ODD este monitorizat de o agenție custode de date, care colectează, verifică și validează datele din diferite surse ale statelor participante.

România s-a angajat să stabilească un cadru național pentru susținerea Agendei 2030, vizând reducerea sărăciei, a inechității sociale, eradicarea inegalităților și protejarea mediului până în 2030. Strategia Națională pentru Dezvoltare Durabilă a României (SNDD) a fost elaborată în două etape, ultima fiind publicată în 2018, sub coordonarea Departamentului pentru Dezvoltare Durabilă. Această strategie implică o gamă largă de părți interesate și definește ODD-urile în mod descriptiv, făcând legătura cu strategia de dezvoltare a Uniunii Europene.

În concluzie dezvoltarea durabilă o provocare globală complexă necesită eforturi coordonate la nivel internațional, național și local. Implementarea și monitorizarea ODD-urilor sunt esențiale pentru asigurarea unui viitor sustenabil, cu un accent deosebit pe gestionarea resurselor vitale precum apa.

Capitolul 2 *Indicatorii specifici resurselor de apă* descrie toți indicatorii de dezvoltare durabilă, cu focus special pentru cei de apă. Se precizează motivul pentru care au fost alese ODD6 și ODD13 pentru analiză. În mod special se analizează care este situația României la ora actuală, în ceea ce privește obiectivele de dezvoltare durabilă din domeniul apei cu indicatorii lor aferenți.

La nivel mondial, Obiectivele de Dezvoltare Durabilă (ODD) sunt prioritizate diferit în funcție de specificul fiecărei țări sau regiuni. Pentru a facilita implementarea acestor obiective, țările au fost clasificate în trei nivele distincte. Primul nivel cuprinde țările cu probleme sociale, economice și structurale semnificative. Al doilea nivel include țările în curs de dezvoltare, aflate la diverse stadii de progres, printre care se numără și România. Al treilea nivel este reprezentat de țările dezvoltate, membre ale Organizației pentru Cooperare și Dezvoltare Economică (OECD).

Această clasificare aduce numeroase avantaje în procesul de implementare a ODD-urilor. În primul rând, permite o identificare și dimensionare mai precisă a eforturilor necesare pentru aplicarea acestor obiective în fiecare țară. De asemenea, facilitează o alocare strategică a resurselor financiare și umane, ținând cont de capacitățile și nevoile specifice ale fiecărui stat. Nu în ultimul rând, clasificarea permite adaptarea strategiilor în funcție de capacitatea economică și viziunea politică internă a fiecărei țări. Cu toate acestea, este important de subliniat că această clasificare nu limitează implicarea țărilor în realizarea tuturor ODD-urilor. Dimpotrivă, fiecare țară este încurajată să contribuie la atingerea fiecărui obiectiv, adaptându-și strategiile și acțiunile în funcție de propriile nevoi și capacități. Această flexibilitate în implementare este esențială pentru succesul global al inițiativei.

Această abordare diferențiată în implementarea ODD-urilor permite fiecărei țări să își maximizeze impactul și eficiența în atingerea obiectivelor, adaptându-și eforturile la contextul local. În același timp, prin contribuția fiecărei țări la toate obiectivele, se asigură un progres global coordonat în domeniul dezvoltării durabile. Această strategie flexibilă și adaptabilă

reprezintă o cale promițătoare pentru realizarea ambițioaselor obiective stabilite de comunitatea internațională pentru un viitor mai sustenabil și echitabil.

În final capitolul face o analiză de detaliu a evoluției în timp a indicatorilor specifici resurselor de apă pentru România. În acest capitol se ia exemplul raportării... (Figura 1)

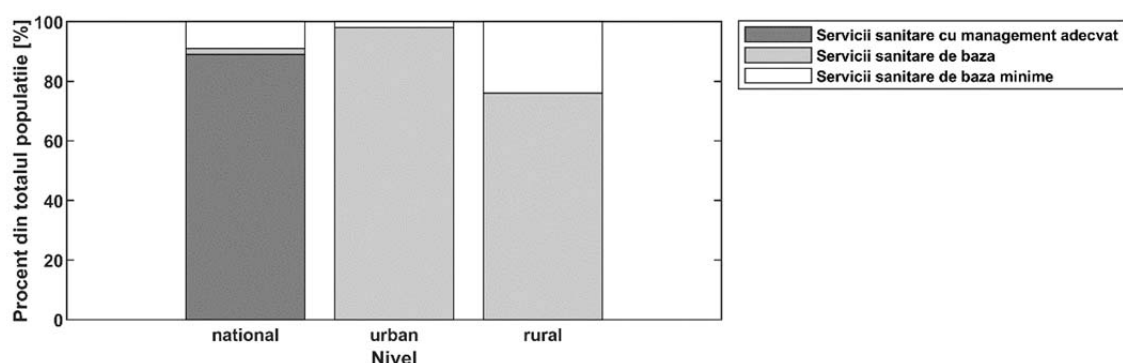


Figura 1. Progresul în timp a indicatorului 6.2.1 pe tip de zonă (conform datelor disponibile la WHO și UNICEF, date descărcate în 20 iunie 2024)

În raportarea situației canalizării (Figura 1), se observă o discrepantă între datele la nivel național și cele urbane. Deși la nivel urban și rural nu sunt raportate servicii de management adecvat al apei uzate, la nivel național acestea sunt raportate în proporție de 90%. În România, companiile de apă-canal gestionează eficient aceste servicii, ceea ce face surprinzător faptul că la nivelul orașelor se raportează doar servicii sanitare de bază. Din acest motiv, este necesară corectarea raportărilor, nu doar pentru anul 2024, ci și sub forma unei erate pentru anii anteriori.

În ceea ce privește tratarea apei uzate, conform indicatorului 6.3.1, România a raportat un nivel relativ scăzut (30%) la nivel mondial și european, comparativ cu țări precum Germania, Statele Unite sau Olanda, care au rate de tratare a apei uzate de 98%, 90% și respectiv 100%. Cu toate acestea, există și țări care sunt mult în urma României, cum ar fi Malta, unde doar 5% din apele uzate sunt tratate.

Capitolul concluzionează un fapt foarte important, care stă la baza cercetării efectuate, și anume: comparația dintre datele disponibile raportate arată că deși România este bine poziționată la diferiți indici, datele sunt prezentate foarte diferit și pot crea inacuratețe în luarea deciziilor pentru îmbunătățirea ODD6. Este necesar a avea disponibile metodologii de verificare a modului în care datele primare sunt prelucrate de diferite agenții custode.

Capitolul 3 al tezei se concentrează pe **Evaluarea metodologiei actuale de monitorizare a ODD -urilor de apă**, analizând critic modul în care sunt definiți, calculați și raportați acești indicatori.

În capitol se prezintă modul în care sunt calculați indicatorii ODD, evidențiind rolul agențiilor custode în colectarea și validarea datelor. Se subliniază că metodologia de calcul a indicatorilor este complexă, implicând o serie de pași obligatorii, care cuprind:

- Definirea indicatorului;
- Colectarea datelor corespunzătoare disponibile;
- Prelucrarea datelor;
- Analiza datelor; și

- Raportarea datelor

Lucrarea evidențiază dificultățile în accesarea metodologiilor de calcul a indicatorilor și în obținerea unor informații complete și clare despre modul de monitorizare a ODD-urilor de apă. Capitolul pune în prim plan analiza a doi indicatori de baza ai ODD6, și anume indicatorul 6.4.1 și indicatorul 6.4.2; și modul cum se monitorizează ODD13.

Un focus special al capitolului este asupra indicatorului ODD 6.4.1 - *Modificarea eficienței utilizării apei în timp (WUE)* - care este foarte important să fie analizat deoarece acesta măsoară contribuția utilizării resurselor de apă la creșterea economică a unei țări.

Se evidențiază o serie de provocări legate de raportarea și determinarea valorii indicatorului 6.4.1, și anume:

- Lipsa de date din anii trecutului apropiat, lipsa care face dificilă realizarea unei analize a modului în care acesta se îmbunătățește ca valoare în timp sau nu;
- Complexitatea metodologiei de calcul, care ia în considerare atât aspectele hidrologice, cât și cele economice;
- Lipsa de precizie în modul în care este definit conceptul de „eficiență a utilizării apei”, care diferă în funcție de disciplina de cercetare.

În teza se subliniază necesitatea unei definiții clare și precise a indicatorului 6.4.1 pentru a asigura o interpretare corectă a datelor. De asemenea, se subliniază importanța de a include în calcularea indicatorului aspecte cum ar fi:

- Reutilizarea apei, i.e. apa uzată tratată nu doar la final, care poate fi reutilizată în agricultura
- Schimbările climatice
- Numărul populației
- Calitatea apei

Cel de al doilea indicator analizat este ODD 6.4.2 - *Nivelul de stres hidric (WS)* - indicator care măsoară nivelul de stres asupra resurselor de apă dulce, comparând apa utilizată efectiv cu resursa de apă disponibilă.

Lucrarea evidențiază o serie de limitări în calcularea indicatorului 6.4.2, și anume:

- Definiția actuală a indicatorului nu include captarea apei, ceea ce poate duce la o subestimare a stresului hidric;
- Lipsa de precizie în calcularea debitului de servitute (EFR), care afectează acuratețea calculelor acestui indicator; și
- Lipsa de date la nivel lunar, ceea ce limitează capacitatea de a monitoriza schimbările sezoniere ale stresului hidric.

În continuare în cadrul capitolului 3 se analizează ODD 13 - *Combaterea schimbărilor climatice* - obiectiv care își propune să amelioreze efectul schimbărilor climatice.

Este prezentat astfel impactul schimbărilor climatice asupra resurselor de apă, inclusiv:

- Creșterea frecvenței și intensității secetelor și a inundațiilor;
- Scăderea debitului râurilor;
- Creșterea nivelului mării.

Lucrarea subliniază importanța adaptării la schimbările climatice, inclusiv prin implementarea unor măsuri de atenuare a riscurilor și de consolidare a rezilienței comunităților în fața dezastrelor naturale.

Capitolul 3 concluzionează că metodologia actuală de monitorizare a ODD-urilor legate de apă prezintă o serie de limitări și provocări care afectează acuratețea raportarilor, și care nu oferă o perspectivă exactă a evoluției ODD-urilor, sau a valorilor indicatorilor aferenți. Sunt evidențiate necesitatea unei standardizări a metodologiilor de calcul a indicatorilor și o îmbunătățire a colectării datelor pentru a asigura o monitorizare mai exactă a progresului în implementarea ODD-urilor legate de apă.

**Capitolul 4** din teza *Propunere instrumente suport de calcul pentru ODD6 și ODD13*, abordează un subiect foarte important: găsirea unor instrumente adecvate pentru a evalua progresul în direcția atingerii Obiectivelor de Dezvoltare Durabilă (ODD) 6 și 13.

Rezolvarea acestei probleme necesită utilizarea unor metode inovatoare, deoarece ODD-urile se referă la aspecte complexe, cum ar fi apa curată și sanitația (ODD 6) și acțiunea climatică (ODD 13), care necesită monitorizare precisă și evaluare a impactului.

Capitolul începe prin a prezenta o soluție promițătoare: WaPOR, un portal dezvoltat de FAO (Food and Agricultural Organisation – Organizația Mondială pentru hrana și agricultura). Acest portal oferă acces liber la date colectate de la distanță (imagini satelitare) obținute din programele de observare a Pământului. WaPOR este un instrument puternic pentru monitorizarea productivității apei folosite în agricultura și a folosirii/ocupării terenurilor, oferind o gamă largă de valori pentru parametrii cum ar fi evapotranspirație, precipitații, producția primară netă și calitatea vegetației. Aceste date sunt disponibile la diverse rezoluții spațiale și temporale, ceea ce le face utile pentru o varietate de aplicații.

Cu toate acestea, datele WaPOR pot fi incomplete, iar rezoluția lor spațială nu este întotdeauna suficientă pentru a acoperi toate aspectele relevante ale calculului ODD6.4.1. În acest capitol se evidențiază necesitatea de a completa aceste date cu informații din alte surse, cum ar fi Earth Observation (EO) sau observații satelitare. EO furnizează o gamă și mai largă de date, incluzând calitatea apei, evapotranspirația și utilizarea terenului, care pot fi integrate cu datele WaPOR pentru a crea o imagine mai completă.

Se prezintă apoi serviciile Copernicus, o inițiativă europeană de mare anvergură, care oferă date din sateliți pentru o varietate de aplicații, inclusiv monitorizarea apei, a climei și a mediului. Există un număr de șase servicii Copernicus: Serviciul Atmosferă, Serviciul Date Marine, Serviciul Monitorizare Terestră, Serviciul Schimbări Climatice și Serviciul Management în caz de Urgențe/Hazard, care furnizează date relevante pentru evaluarea ODD 6 și 13.

Un aspect important al capitolului 4 este analiza legăturilor dintre datele EO și ODD-urile specifice. Se discută cum datele EO pot fi folosite pentru a calcula direct indicatorii ODD sau pentru a contribui la aceștia, fie direct, fie indirect. De exemplu, datele EO privind suprafața apei pot fi folosite pentru a monitoriza modificările cantității de apă din lacuri și rezervoare, contribuind astfel la evaluarea indicilor ODD 6.

Capitolul explorează, de asemenea, utilizarea modelelor matematice pentru procese hidrologice, cum ar fi modelul HEC-HMS<sup>1</sup> al UASCE, disponibil de a fi folosit în mod liber, fără licență. Acest model transpune ecuațiile matematice care descriu procesele fizice ale ciclului hidrologic în soluții numerice rezolvate pe calculator. Scopul HEC-HMS este acela de a simula ciclul hidrologic, pentru a prezice cantitatea de apă dintr-un bazin hidrografic funcție de ploile pe bazin, și funcție de caracteristicile bazinului (soluri, pante, topografie, acoperirea terenului). În final asemenea modele pot face prognoze despre inundații, dar mai ales pot evalua disponibilitatea apei în bazinul studiat. Aceste modele, combinate cu datele EO, pot oferi o imagine mai detaliată a interacțiunilor complexe dintre apă, climă și activitățile umane.

În final, capitolul 4 explorează utilizarea datelor din inițiativele interguvernamentale, precum Group on Earth Observations (GEO), care urmăresc optimizarea utilizării observațiilor satelitare pentru a aborda provocările globale, inclusiv dezvoltarea durabilă. Aceste inițiative subliniază importanța colaborării internaționale pentru a colecta și a analiza datele EO, făcându-le astfel mai accesibile și mai utile pentru a evalua progresul în ceea ce privește ODD-urile.

Prin prezentarea unei game diverse de instrumente, inclusiv WaPOR, EO, serviciile Copernicus și modelele matematice, în cadrul capitolului 4 se oferă o perspectivă clară asupra modului în care putem monitoriza și evalua progresul în ceea ce privește ODD 6 și 13. Aceste instrumente sunt esențiale pentru a identifica lacunele și a găsi soluții pentru a atinge obiectivele de dezvoltare durabilă, contribuind astfel la construirea unui viitor mai bun pentru toți.

În cadrul Capitolului 5 *Determinare ODD-uri pentru România: exemple studii de caz*, se analizează două studii de caz din România, care stau la baza analizei ODD13. Pentru acest ODD este foarte greu de raportat și estimate evoluția acestuia. Din acest motiv se propune identificarea riscurilor de secetă și inundații. Studiile de caz sunt pe două bazine diferite din zone diferite ale țării, Bazinul Jieț, care este constant supus la secetă, și bazinul Timis-Bega, care este cel mai frecvent supus la inundații. În principal în capitol se analizează prima dată deficitul de apă la nivel național, dar se propune calcularea acestuia și la nivel de bazin hidrografic pentru o identificare mai clară a zonelor afectate.

**Studiul 1 de caz** - Bazinul Jieț este caracterizat de următoarele:

- Situat în județul Dolj, are o suprafață de 633 km<sup>2</sup> și este caracterizat de o pantă medie de 1%;
- Râul Jieț a fost odată parte din râul Jiu, dar din cauza schimbărilor climatice și a lucrărilor de regularizare, a devenit un afluent direct al Dunării;
- Datele hidrologice sunt foarte puține (rare), fiind disponibilă o valoare observată măsurată odată pe lună, între anul 2006 și 2019;
- Debitul mediu multianual este de 0,436 m<sup>3</sup>/s, cu o valoare maximă de 0,658 m<sup>3</sup>/s în decembrie 2009 și o valoare minimă de 0,265 m<sup>3</sup>/s în martie 2018.
- Bazinul Jieț este afectat de aridizare, cu activități agricole din ce în ce mai dificile și o creștere a vulnerabilității socio-economice și ecologice;

---

<sup>1</sup> HEC-HMS- Hydrologic Engineering Center, Hydrological Modelling System, al US Army core of Engineers , disponibil la <https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/>



- Există o lipsă de apă, cu sursele subterane contaminate, din cauza unei poluări provenite de la activitățile agricole, sistemul de irigare deficitar și o dependență de apă din Dunăre pentru irigații;
- Ariile protejate (Natura 2000) din zonă sunt de asemenea expuse la secetă și aridizare;

**Studiul de caz 2 - Bazinul Timiș-Bega** - este un bazin hidrografic din România expus frecvent la inundații, care este caracterizat de următoarele:

- Râurile Bega și Timiș sunt cele două râuri importante din zona Banat;
- Zona are o populație concentrată în orașe și sate, cu Timișoara ca cea mai mare aglomerație urbană din vestul României;
- Bazinul Timiș-Bega este situat în sud-vestul României, acoperă o suprafață de 18.320 km<sup>2</sup> și include o rețea de râuri cu o lungime totală de 6.311 km;
- Din cauza pantelor reduse ale terenului și a trecerii bruște de la relieful înalt la cel de șes, cursurile de apă din zonă sunt instabile;
- Actuala prognoză a inundațiilor se bazează pe modele hidrologice empirice, care au limitări în ceea ce privește variabilitatea spațială și temporală a inundațiilor.
- Inundațiile din 2005 au inundat o zonă vastă și au evidențiat necesitatea îmbunătățirii modelelor de prognoză, cu o analiză mai aprofundată a impactului inundațiilor și a adaptarea la schimbările climatice;

Pentru ambele studii de caz toate datele utilizate pentru analiză și caracterizare a studiului de caz provin de la Administrația Națională Apele Române (ANAR) și din imagini satelitare de date descărcate din platforma europeană Copernicus

După descrierea celor două studii de caz, se prezintă modul de calcul al ODD 6.4.1. pentru România, respectiv:

- Se analizează metodologia FAO pentru calcularea indicatorului 6.4.1. Care are nevoie de date despre acoperirea terenului (culturi) și a solului.
- Se prezintă sursele de date disponibile, inclusiv baza de date AQUASTAT, care conține informații despre volumul apei extrase pentru agricultură, valoarea brută adăugată din agricultură și proporția terenului irigat.
- Se discută despre limitările datelor AQUASTAT și se propune o metodologie de calcul mai automatizată și explicită.
- Se analizează necesitatea eficientizării apei în agricultură în România, deși stresul hidric la nivel de țară nu este prezent, dar în anumite zone (în special cele expuse la secetă) este necesară o gestionare mai eficientă a apei.
- Se subliniază importanța monitorizării indicatorilor de evaluare la nivel european, unde indicatorii WUE și WS nu sunt luați în considerare.

În continuare se analizează seceta și inundațiile din punct de vedere al ODD 13, parcurgând următorii pași:

#### ODD 13- Secetă în bazinul Jieț

- Se analizează datele de debit ca indicator al secetei hidrologice, dar se subliniază necesitatea datelor meteorologice pentru o analiză mai detaliată a secetelor.

- Datele meteorologice utilizate provin din surse globale de date (imagini satelitare) și date de reanaliză, cu o analiză detaliată a fiecărui set de date.
- Se prezintă metodologia de calcul al indicelui de precipitații standardizat (SPI) pentru analiza secetei, cu o explicație detaliată a definițiilor și interpretarea rezultatelor.
- Se analizează trei scenarii de secetă: trecut (1990-2020), prezent (2020-2050) și viitor (2070-2100), cu o comparație a rezultatelor cu evenimentele istorice și o analiză a tendințelor de secetă.

#### ODD13 - Inundații în bazinul Timiș – Bega

- Se prezintă sursele de date utilizate pentru analiza inundațiilor în bazinul Timiș-Bega, inclusiv datele de debit, precipitații, secțiuni transversale și cote ale terenului.
- Se analizează metodologia de calcul a inundațiilor, bazată pe integrarea a trei modele numerice: HEC-HMS, HEC-RAS și SOBEK.
- Se analizează diverse scenarii de inundație, cu o simulare a inundației din 2005, cu și fără măsuri de atenuare, și se analizează efectele diferitelor scenarii asupra zonei inundabile.

Capitolul 5 concluzionează cu o analiză a impactului schimbărilor climatice asupra secetei și inundațiilor în România, subliniind necesitatea măsurilor de atenuare și adaptare la schimbările climatice.

În cadrul Capitolului 6 **ODD-uri și părți interesate- studiul situației în România** se analizează implicațiile ODD-urilor în gestionarea apei în România, punând accent pe colaborarea și rolul părților interesate în implementarea Obiectivelor de Dezvoltare Durabilă (ODD) în România, având în vedere interdependența dintre economie, schimbări climatice, guvernare și societate civilă. Este totodată, subliniată necesitatea colaborării între diversele instituții într-un cadru legislativ pentru a atinge obiectivele sustenabile.

Principalele instituții implicate în gestionarea resurselor de apă în România include: Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor, Administrația Națională "Apele Române", Institutul Național de Hidrologie și Gospodărirea Apelor, și Administrațiile Bazinale de Apă, printre altele. Fiecare instituție are roluri specifice, cum ar fi elaborarea legislației, monitorizarea calității apei, gestionarea inundațiilor și colaborarea internațională.

Capitolul detaliază responsabilitățile fiecărei instituții, precum gestionarea resurselor de apă și dezvoltarea de politici de mediu, și subliniază importanța fondurilor europene în suportul dezvoltării durabile. De asemenea, sunt evidențiate obiectivele politice pentru o gestionare durabilă a resurselor naturale, cu accent pe apă și managementul schimbărilor climatice, și sunt sugerate priorități și acțiuni strategice viitoare.

În cadrul Capitolului 7 **"Concluzii și contribuții personale"** din teza de doctorat se prezintă concluziile generale și contribuțiile personale ale cercetării autorului privind implementarea obiectivelor de dezvoltare durabilă în România, cu accent pe managementul resurselor de apă și adaptarea la schimbările climatice. Cercetarea a subliniat importanța monitorizării și raportării indicatorilor de dezvoltare durabilă pentru a facilita înțelegerea progresului și a identifica măsurile necesare pentru atingerea obiectivelor până în 2030. S-au

evidențiat provocările legate de lacunele în determinarea anumitor indicatori și necesitatea unor abordări comune și pe termen lung pentru a aborda schimbările climatice și asigurarea unei politici climatice eficiente.

Contribuțiile personale evidențiază o sinteză analitică a indicatorilor și identificarea lacunelor în determinarea stresului hidric, evaluarea metodelor satelitare pentru colectarea datelor, precum și exemplificarea unor studii de caz pe plan aplicativ privind componentele eficienței utilizării apei și scenariile viitoare ale secetei și inundațiilor.

În final, sunt sugerate direcții viitoare de cercetare care includ extinderea și automatizarea modelelor de management al inundațiilor. Această lucrare oferă o perspectivă integrată asupra indicatorilor ODD și propune soluții inovatoare pentru gestionarea resurselor de apă și adaptarea la schimbările climatice.

Concluzia generală a capitolului 7 este că cercetarea efectuată a contribuit la o înțelegere mai profundă a complexității implementării ODD-urilor în România, evidențiind necesitatea unei abordări integrate, multidisciplinare și pe termen lung, cu o colaborare eficientă între diverse părți interesate.

În partea finală a tezei de doctorat este prezentată bibliografia, care cuprinde 151 titluri bibliografice din țară și străinătate, dintre care amintim 25 de titluri de referință semnificative:

1. Allen, C., Metternicht, G. & Wiedmann, T. Prioritising SDG targets: assessing baselines, gaps and interlinkages. *Sustain Science* 14, 421–438 (2019). DOI: 10.1007/s11625-018-0596-8
2. Bartles M, Brauer T, Ho D, Fleming M, Karlovits G, Pak J, Van N, Willis J (2022) Hydrologic Modeling System HEC-HMS User's Manual UŞ Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center HEC, 4.11 edn
3. Beevers L, Popescu I, Pregnotato M, Liu Y and Wright N (2022) Identifying hotspots of hydro-hazards under global change: A worldwide review. *Front. Water* 4:879536. Doi: 10.3389/frwa.2022.879536
4. Benedek, J., Ivan, K., Török, I., Temerde, A., Holobacă, ÎH., (2021) Indicator-based assessment of local and regional progress toward the Sustainable Development Goals (SDGs): An integrated approach from România, *Sustainable development*, 29(5), 860-875
5. Bhattacharya B, Mazzoleni M, Ugay R (2019) Flood Inundation Mapping of the Sparsely Gauged Large-Scale Brahmaputra Basin Using Remote Sensing Products. *Remote Sensing* 11 DOI 10.3390/rs11050501
6. Copernicus (2018). Copernicus în support of the Sustainable Development Goals. [https://www.copernicus.eu/sites/default/files/2018-10/Copernicus\\_SDG\\_Report\\_July2018pdf.pdf](https://www.copernicus.eu/sites/default/files/2018-10/Copernicus_SDG_Report_July2018pdf.pdf) (ultima accesare aprilie 2022)
7. Dekker, A.G., and Pinnel, N. (Eds.) (2018). Feasibility Study for an Aquatic Ecosystem Earth Observing System. Committee on Earth Observing Satellites (CEOS), Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), Australia, Version 2.0.
8. Dottori, F., Mentaschi, L., Bianchi, A., Alfieri, L. and Feyen, L., (2020) Adapting to rising river flood risk în the EU under climate change, EUR 29955 EN, Publications Office of the European
9. Estrela T, Menéndez M, Dimas M, Marcuello C, Rees G, Cole G, Weber K, Grath J, Leonard J, Ovesen NB, Fehér J, Consult V, Leméndez M (2001) Sustainable water use în Europe. Part 3: Extreme hydrological events: floods and droughts.

10. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) (2021) Extreme rainfall and catastrophic floods în western Europe – 29 July 2021. ECDC: Stockholm; 2021
11. Fadl-Elmola SAM, Ciocan CM, Popescu I., (2021) Application of Smooth Particle Hydrodynamics to Particular Flow Cases Solved by Saint-Venant Equations. *Water*. 2021; 13(12):1671. DOI: 10.3390/w13121671
12. Firoiu D, Ionescu GH, Bândoi A, Florea NM, Jianu E. (2019) Achieving Sustainable Development Goals (SDG): Implementation of the 2030 Agenda în România. *Sustainability* 11(7):2156. DOI:10.3390/su11072156
13. Giupponi C, Gain AK, Farinoși F (2018) Spațial Assessment of Water Use Efficiency (SDG Indicator 6.4.1) for Regional Policy Support. *Frontiers în Environmental Science* 6 DOI 10.3389/fenvs.2018.00141
14. Guido B.I., Popescu I., Sămădi V., Bhattacharya B. An integrated modeling approach to evaluate the impacts of nature-based solutions of flood mitigation across a small watershed în the southeast United States (2023) *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 23 (7), pp. 2663 – 2681 DOI: 10.5194/nhess-23-2663-2023
15. Hellegers P, van Halsema G (2021) SDG indicator 6.4.1 “change în water use efficiency over time”: Methodological flaws and suggestions for improvement. *Science of The Total Environment* 801: 149431 DOI: 10.1016/j.Scitotenv.2021.149431
16. IPCC (2021). *Climate change 2021: the science basis* Coordinating lead author Ranasinghe, R. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: IPCC. P. 151.
17. Jonoski A., Popescu I., Zhe S., Mu Y., He Y. Analysis of flood storage area operations în Huai River using 1D and 2D river simulation models coupled with global optimization algorithms (2019) *Geosciences (Switzerland)*, 9 (12), art. no. 509 DOI: 10.3390/geosciences9120509
18. Lupu AB, Ionescu FC, Borza I (2010) The phenomenon of drought and it's effects within România. *Research Journal of Agricultural Science* 42: 102-109
19. Mateescu E, Smarandache M, Jeler N, Apostol V (2013) Drought conditions and management strategies în România. Inițiativa on “Capacity Development to Support Național Drought Management Policy” (WMO, UNCCD, FAO and UNW-DPC) 600
20. Mul M, Bastiaanssen WGM (2019) WaPOR quality assessment. Technical report on the data quality of the WaPOR FAO database version 1.0
21. McKee, T.B., Doesken, N.J. and Kleist, J. (1993) The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales. 8th Conference on Applied Climatology, Anaheim, 17-22 January 1993, 179-184.
22. SNDD (2020), *Strategia Națională pentru DEZVOLTAREA DURABILĂ a României 2030*, Editura Alutus, 2020, disponibilă online la: [https://dezvoltaredurabila.gov.ro/files/public/10000001/Strategia-nationala-pentru-dezvoltarea-durabila-a-Romaniei-2030\\_002.pdf](https://dezvoltaredurabila.gov.ro/files/public/10000001/Strategia-nationala-pentru-dezvoltarea-durabila-a-Romaniei-2030_002.pdf) (accesata ultima dată în ianuarie, 2024)
23. Teau C., Popescu I., Florescu C., Constantin A., Ciocan C.M., Vlaicu V., (2023) Implementation of water related Sustainable Development Goals în România: overview of current and future challenges, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1136 (1), art. no. 012013, DOI: 10.1088/1755-1315/1136/1/012013
24. UN (2017) *Revised List of Global Sustainable Development Goal indicators*. New York, NY: United Nations.
25. Yang D, Yang Y, Xia J (2021) Hydrological cycle and water resources în a changing world: A review. *Geography and Sustainability* 2: 115-122