

STUDIUL PRIVIND INTEGRAREA ZONELOR UMEDE ÎN MANAGEMENTUL INUNDAȚIILOR

Teză destinată obținerii
titlului științific de doctor inginer
la
Universitatea “Politehnica” din Timișoara
în domeniul Inginerie Civilă
de către

Alexoaie Laura

Conducător științific:	prof.univ.dr.ing. Gheorghe Crețu
Referenți științifici:	prof.univ.dr.ing. Ion Giurma
	prof.univ.dr. Gheorghe Ianoș
	prof.univ.dr.ing. Eugen Teodor Man

Ziua susținerii tezei: 14.12.2012

Alexoaie, Laura

Studiul privind integrarea zonelor umede în managementul inundațiilor

Teze de doctorat ale UPT, Seria 5, Nr. 101, Editura Politehnica, 2012, pagini 160, figuri 103, tabele 13.

ISSN: 1842-581X

ISBN: 978-606-554-588-5

Cuvinte cheie: zone umede, risc, inundații, nutrienți, renaturare

Rezumat: Protecția împotriva inundațiilor în contextul modificării climatului presupune îmbinarea cerințelor sociale și economice actuale cu cele ecologice, pentru asigurarea continuității râului și conectivității laterale cu lunca inundabilă în scopul conservării biodiversității.

Lucrarea face o analiză a măsurilor de protecție și restaurare a zonelor umede pentru utilizarea în scopul captării unor debite în perioadele de ape mari. Pentru a realiza acest lucru a fost făcută o descriere a zonelor umede, a elementelor și a funcțiilor acestora, cu accent asupra funcției de reducere a efectelor inundațiilor prin managementul factorilor care o alcătuiesc. Este analizat impactul unei de viitură asupra zonelor umede din perspectiva hidrologică, a calității apei și a biodiversității.

Aplicația practică este modelarea comportamentului dinamic al râului Bega Veche la confluența cu Apa Mare și a capacității de acumulare a zonelor umede, realizată cu ajutorul aplicației HEC-RAS 4.1. Sunt propuse recomandări pentru a eficientiza procesul de refacere a zonelor umede care și-au pierdut capacitatea de acumulare în urma modificării antropice a surselor de alimentare.

CUPRINS

Capitolul 1. Introducere

- 1.1. Importanța temei
- 1.2. Obiective

Capitolul 2. Noțiuni generale

- 2.1. Definiții
- 2.2. Clasificări
- 2.3. Integrarea internațională a conceptului
- 2.4. Funcțiile zonelor umede

Capitolul 3. Caracterizarea zonelor umede

- 3.1. Hidrologia zonelor umede
 - 3.1.1. Bilanțul apei
 - 3.1.2. Precipitații
 - 3.1.3. Evapotranspirația
 - 3.1.4. Infiltrația
 - 3.1.5. Scurgerea de suprafață
 - 3.1.6. Apa subterană
- 3.2. Pedologie
- 3.3. Vegetație
- 3.4. Faună

Capitolul 4. Zonele umede – amenințări, pierderi, restaurări

- 4.1. Factori de influență
- 4.2. Metode de conservare
- 4.3. Restaurarea zonelor umede
 - 4.3.1. Metode
 - 4.3.2. Probleme și soluții
- 4.4. Zone umede construite pentru epurarea apelor uzate
- 4.5. Schimbările climatice

Capitolul 5. Managementul inundațiilor

- 5.1. Inundațiile. Riscul la inundații
- 5.2. Hidrograful de viitură
- 5.3. Apărarea împotriva inundațiilor. Măsuri structurale și nonstructurale
- 5.4. Potențialul zonelor umede de atenuare a viiturii

Capitolul 6. Impactul undei de viitură asupra zonelor umede

- 6.1. Impactul undei de viitură asupra regimului hidric
- 6.2. Impactul undei de viitură asupra vegetației și faunei
- 6.3. Impactul undei de viitură asupra compoziției chimice a apei

Capitolul 7. Studiu de caz. Spațiul Hidrografic Timiș – Bega

- 7.1. Cadrul natural
- 7.2. Istoricul regiunii și evoluția în timp
- 7.3. Starea actuală a zonelor umede din Banat
- 7.4. Reconnectarea zonei umede la confluența Apa Mare cu Bega Veche
- 7.5. Modelarea matematică a scurgerii cu HEC-RAS
- 7.6. Proiecte similare de renaturare a zonelor umede

Capitolul 8. Concluzii și contribuții personale

Bibliografie

Anexe

1. INTRODUCERE

Utilizarea zonelor umede prezintă o latură nouă de apărare în managementul inundațiilor, care până în prezent a avut ca principiu gospodărirea apelor bazată pe amenajări hidrotehnice.

Directiva Cadru pentru Apă nr. 2000/60/CE și Directiva privind Evaluarea și Managementul Riscului la Inundații 2007/60/CE promovează un concept privind amenajarea râurilor, având printre obiectivele principale reducerea riscului la inundații și conservarea biodiversității mediului acvatic. Se impune principiul "mai mult spațiu pentru râuri" care ilustrează necesitatea restaurării luncilor inundabile pentru ca acestea să dreneze corespunzător viiturile, în locul încorsetării râurilor între diguri.

Acesta presupune îmbinarea cerințelor sociale și economice cu cele ecologice, pentru asigurarea continuității râului și conectivității laterale cu lunca inundabilă în scopul conservării biodiversității, prin măsuri structurale și non-structurale pentru reamenajarea albiilor și lărgirea digurilor laterale, măsuri care includ protecția zonelor umede și utilizarea acestora în scopul captării unor debite în perioadele de ape mari.

Pentru a reține apa tranzitată în timpul viiturilor este necesar managementul câmpiei inundabile, o altă metodă de a reține apa din inundații și a o elibera treptat, obținând astfel atenuarea hidrografelor de inundații.

Stocarea în câmpia inundabilă se poate face prin acumulări laterale tip polder, celule inundabile – necontrolate, care pot prelua un debit prin canale de intrare, sau zone umede.

În România, sunt recunoscute numeroase zone umede, de diverse dimensiuni, de la lacuri mici cu apă dulce în munți până la lagune mari cu apă sărată pe țărmul Mării Negre. Cea mai importantă zonă umedă a țării noastre, Delta Dunării, este unică în Europa și cuprinde un areal de 647.000 ha la gura de vărsare a fluviului Dunărea în Marea Neagră. Sunt puține turbării, care au fost studiate și integrate în rezervații naturale și parcuri naționale protejate.

1.1. Importanța temei

Metoda cercetată poate avea ca efect restabilirea echilibrului ecologic cu efecte diferite pentru fiecare corp de apă datorită caracteristicilor distincte ce reies din valorile parametrilor fizico – chimici. Îndiguirea râurilor determină creșterea continuă a presiunilor antropice asupra corpurilor de apă, ajungând în situații de criză să producă breșe ce conduc la inundații cu pagube semnificative.

1.2. Obiective

În acest studiu este necesară îndeplinirea unor obiective pentru a determina eficiența introducerii zonelor umede în gospodărirea apelor mari:

- Sinteza bibliografică referitoare la proprietățile, utilizările, caracterizarea zonelor umede;
- Analiza legislației și strategiilor de gospodărire a apelor mari pe plan internațional și local, evidențierea necesității măsurilor de reducere a efectelor undelor de viitură;
- Analiza impactului unde de viitură asupra ecosistemului și a capacității de adaptare a acestuia, impactul unde de viitură asupra biodiversității și compoziției chimice a apei;
- Propunerea amenajării unor zone umede riverane artificiale în Spațiul Hidrografic Timiș-Bega, analiza riscului la inundații prin programe de simulare (HEC - RAS);
- Compararea rezultatelor cu zone umede riverane existente (Lunca Mureșului) și propunerea unor măsuri de eficientizare.

2. NOȚIUNI GENERALE

2.1. Definiții

Zonele umede au fost recunoscute de *Convenția asupra zonelor umede*, de importanță internațională, în special ca habitat al păsărilor acvatice, încheiată la Ramsar, Iran, sub egida UNESCO, cunoscută sub numele de *Convenția Ramsar*. Aceasta are ca scop protejarea și utilizarea durabilă a zonelor umede la nivel local, regional, național și internațional.

Definiția zonelor umede acceptată în acest studiu este dată de *Convenția Ramsar*:

"întinderi de bălți, mlaștini, turbării, de ape naturale sau artificiale, permanente sau temporare, unde apa este stătătoare sau curgătoare, dulce, salmastră sau sărată, inclusiv întinderile de apă marină a căror adâncime la reflux nu depășește 6 m".

O altă definiție este oferită de Armata Asociației Inginerilor Statelor Unite (Corps of Engineer's) precum și de Agenția de Protecție a Mediului (EPA):

„zonele umede reprezintă acele suprafețe care sunt inundate sau saturate cu apele de suprafață sau subterane cu o frecvență și durată suficientă, care permit exercitarea unui control asupra ariei inundate, și care, sub aceste circumstanțe normale de suport, permit adaptarea tipică a vegetației în condiții de umiditate excesivă din sol”.

Cowardin introduce o definiție care a fost utilizată în multe studii:

„zonele umede sunt terenuri de tranziție între sistemele terestre și acvatic, unde pânza freatică este de obicei aproape sau la suprafața terenului, sau solul este acoperit de ape puțin adânci”.

Alte definiții plasează zonele umede la interfața dintre uscat și acvatic, un teren care păstrează proprietăți caracteristice ambelor zone, dar dezvoltă caracteristici specifice atribuite unui ecosistem unic. Unii cercetători, au susținut că hidrologia este caracteristica de bază a zonelor umede și aceasta determină existența zonelor umede și nu vegetația. Acest lucru a fost contrazis de studii care au susținut relațiile de dependență dintre elementele unui ecosistem parțial acvatic, parțial terestru.

Caracteristicile zonelor umede sunt cele care determină existența și proprietățile acestora:

- **Apa:** nu depășește 6 m, are o viteză redusă, pânza freatică se află la suprafața terenului în cea mai mare parte a anului;
- **Solul:** specific fiecărei categorii, cu textură poroasă și capacitate de reținere ridicată, conținutul în substanțe nutritive; tipul de sol caracteristic fiind solul hidric (histosol, gleisol);
- **Vegetația:** macrofite care sunt adaptate la condițiile regimului hidrologic și ale umidității solului. Speciile higrofile se dezvoltă în condițiile anaerobe, datorită adaptărilor morfologice.
-

2.2 Clasificări

Literatura de specialitate oferă numeroase clasificări ale zonelor umede, de la mlaștini și izvoare, la lacuri și areale marine, clasificări numeroase făcute de cercetători diferiți care au studiat aceste sisteme din diferite puncte de vedere.

În prezenta lucrare s-au luat în considerare următorii parametri:

- Vegetație;
- Funcția de stocare;
- Funcția de transfer;
- Tipologie hidrologică;
- Timpul de staționare al apei;
- Influența umană;
- Localizare.

Clasificarea după Convenția de la Ramsar oferă o directivă bine structurată care are ca scop identificarea ușoară a tipurilor de habitat umed. Aceasta împarte zonele umede în 3 sisteme: pe continent, de coastă, antropice.

2.3. Integrarea în plan internațional a conceptului

Conceptul introdus de Convenția asupra zonelor umede, de importanță internațională, încheiată la Ramsar în 2 februarie 1971, sub egida UNESCO, și amendată prin Protocolul de la Paris din 3 decembrie 1982, se referă la spațiile dintre ecosistemele acvatice și cele terestre care inițial au fost protejate pentru habitatul raței de baltă, specie pe cale de dispariție. Între timp a fost descoperită multitudinea de avantaje pe care le oferă pe lângă habitat de reproducere a acestei specii. Au fost semnalate alte beneficii și servicii pe care le oferă zonele umede și au fost introduse mai apoi în directivă pentru protejarea și valorificarea acestora. Sunt protejate la nivel mondial prin această convenție 2.040 de sit-uri ce cumulează o suprafață de 193.411.417 hectare.

România a devenit țară semnatară în 1991. Încă 4 situri au devenit zone umede de importanță internațională în anul 2012, ceea ce înseamnă că țara noastră are la ora actuală 8 zone umede considerate sit-uri de importanță internațională, cumulând o suprafață de 824.897 ha.

2.4. Funcțiile zonelor umede

Zonele umede satisfac o varietate de funcții fizice, chimice și biologice unice care sunt esențiale pentru a menține starea bună a mediului.

Zonele umede sunt utilizate eficient pentru:

- reglarea regimului debitelor;
- reținerea undelor de viitură;
- protecția antierozională a solurilor;
- protecția antierozională a coastei;
- prevenția intruziunilor apei saline;

- protecție anti-furtună prin perdelele de copaci micșorând viteza vântului;
- autoepurarea apei poluate;
- reîncărcarea acviferului;
- punct de descărcare al acviferului;
- habitat pentru fauna specifică ecosistemelor acvatice;
- diminuarea efectelor schimbărilor climatice prin stabilizarea condițiilor climatice locale (precipitații și temperatură);
- îmbogățirea substratului în nutrienți;
- producția de trestie;
- producție de pește;
- alimentare cu apă;
- producție de lemn și turbă;
- în agricultură sunt zone cu aport de umiditate antropic sau natural care sunt propice cultivării orezului prin crearea condițiilor esențiale de creștere;
- transport;
- turism și îmbăiere, atribute culturale.

3. CARACTERIZAREA ZONELOR UMEDE

3.1. Hidrologia zonelor umede

Unicitatea zonelor umede constă în combinațiile diferite care pot apărea între factorii ce influențează fiecare ecosistem în parte, însă factorul comun este reprezentat de abundența apei. Termenul de hidrologie a zonelor umede cuprinde caracteristicile hidrologice ale zonelor care sunt periodic inundate sau care au soluri saturate în perioada de creștere a vegetației. Surse de apă care alimentează zonele umede sunt: scurgerea de suprafață din precipitații, apa subterană, izvoare, aport din fluxul maritim, inundații din remuu sau combinații ale acestor surse.

3.2. Pedologie

Solurile ce aparțin ecosistemelor umede sunt cunoscute pentru umiditatea ridicată și conținutul mare de materie organică, multe dintre ele mai bogate în nutrienți decât solurile agricole, acesta este în special cazul turbăriilor.

În cazul arealelor afectate de exces de umiditate, de natură freatică, rezultă soluri (lacoviști, soluri gleice) cu profil Am-A/Go-Gr sau Ao-A/Go-Gr, iar în cazul excesului de umiditate datorat stagnării apei din precipitații (pseudogleice) cu profil de tip Aow-AoW-BW-C.

3.3. Vegetație

Distribuția speciilor de plante hidrofite este în mare parte datorată diversității interacțiunilor dintre factorii de mediu atribuiți unei regiuni.

Plantele întâlnite în zonele cu exces de umiditate au roluri biologice multiple în procesul de funcționare a zonelor umede; sunt organisme fotosintetizatoare care contribuie la fixarea componentelor organice și transformarea lor în minerale. Funcția de producere a oxigenului este esențială pentru aprovizionarea cu oxigen a celorlalte specii acvatice.

Speciile de hidrofite sunt diverse și au metode diferite de adaptare la condiții aerobe și anaerobe, acest lucru le asigură supraviețuirea în solurile inundate. Aceste condiții sunt luate în calcul de specialiști pentru proiectele de conservare și protejare a habitatelor.

3.4. Faună

Ramsar a declarat zonele umede habitate naturale protejate pentru a evita dispariția speciilor de păsări de apă migratoare. Habitat propice pentru perpetuarea diverselor specii de păsări, zonele umede din Delta Dunării adăpostesc pelicanul comun (*Pelecanus Onocrotalus*), egreta mică (*Egretta Garzetta*), stârcul cenușiu (*Ardea Cinerea*), cormoranul mare (*Phalacrocorax Carbo*), lopătarul (*Platalea Leucorodia*), lebăda cucuiată sau lebăda de vară (*Cygnus Olor*), rața mare (*Anas Plathyrhynchos*), țigănușul (*Plegadis Falcinellus*), corcodelul mare (*Podiceps Cristatus*), ciocintors (*Recurvirostra Avosetta*), pescărașul albastru (*Alcedo Atthis*), lișița (*Fulica Atra*).

Printre diferitele tipuri de animale care își găsesc în acest ecosistem habitat, datorită accesibilității apei și a surselor de hrană diversificate, unul important de amintit este castorul, care trăiește în râuri și pâraie și pe care le transformă prin baraje din materiale lemnoase în zone umede.

4. ZONELE UMEDE - AMENINȚĂRI, CONSERVARE ȘI RESTAURARE

4.1. Factori de influență

Zonele umede, prin reducerea eroziunii solului și creșterea capacității de captare a apei din precipitații contribuie la menținerea balanței apei, fiind accentuată capacitatea de reținere a apei dulci la nivelul continentului și împiedicarea scurgerii ei rapide către mări și oceane.

Principalele amenințări referitoare la dispariția zonelor umede sunt legate de influența factorului antropic, prin modificarea regimului hidrologic și a poluării generate în urma activităților de exploatare a sistemelor.

Degradarea și pierderea zonelor umede este mult mai rapidă decât cea a altor ecosisteme. La nivel global, schimbările climatice pot determina agravarea fenomenului de dispariție a zonelor umede care ar putea antrena pierderea sau declinul unor specii, înmulțirea îmbolnăvirilor în aceste zone.

Dintre numeroasele cauze care contribuie la deteriorarea ecosistemelor acvatice menționăm:

- desecarea și drenajul zonelor cu umiditate ridicată;
- îndiguirea apelor curgătoare;
- construcția de baraje;
- extragerea nisipurilor și dragările ;
- colmatarea lacurilor și bălților;
- poluarea;
- pescuitul excesiv;
- biomanipularea.

4.2. Metode de conservare

Protecția zonelor umede împotriva desecării, exploatării excesive și poluării repetate este esențială pentru supraviețuirea acestui tip de ecosistem. Factorul decisiv îl reprezintă apa, lipsa acesteia conducând imediat la transformări și succesiuni de ecosisteme.

Convenția Ramsar folosește termenul de dezvoltare durabilă în contextul zonelor umede cu referire la menținerea caracterului ecologic prin implementarea metodelor de abordare sustenabilă a dezvoltării ecosistemelor. Acest lucru face posibilă conservarea zonelor umede și utilizarea durabilă a resurselor în folosul umanității.

Sunt dezvoltate și implementate legi și directive pentru protecția zonelor umede ca habitate pentru păsări, ca mediu de cercetare sau în scop turistic. Un exemplu este OUG 57 din 20.06.2007 privind regimul ariilor naturale protejate, conservarea habitatelor naturale, a florei și faunei sălbatice, însă e nevoie de mai mult decât atât pentru ca un ecosistem să fie menținut.

O metodă de conservare este ecoturismul, deoarece aduce o sursă de venit locuitorilor și întreține calitatea vieții oamenilor și ecosistemelor.

4.3. Restaurarea zonelor umede

Pentru posibilitatea de a restaura un corp de apă este esențială o analiză amănunțită asupra întregului sistem, deoarece trebuie privită ca parte a unui întreg, având loc schimb continuu de materie și energie între zonele umede și corpurile de apă din amonte și aval, subteran, versanți și atmosferă.

Tehnicile de renaturare/reabilitare au ca obiectiv restabilirea funcționalității, stării și dinamicii. Restaurarea ecosistemelor acvatice naturale conține 3 etape în care intervenția omului crește progresiv:

- renaturarea;
- reabilitarea
- reconstrucția.

4.4. Zone umede construite pentru epurarea apelor

Zonele umede prezintă un potențial de epurare foarte ridicat, iar cu o întreținere corespunzătoare poate fi utilizată eficient în protecția calității apelor. Zonele umede construite de om pot fi considerate sisteme ingineresti create pentru a semăna cu zone umede naturale, din punct de vedere al proprietăților de purificare a apei ce va fi ulterior utilizată la alimentarea folosințelor.

Tratarea apelor uzate constă dintr-o serie de procese efectuate în cadrul unei stații de epurare. După natura proceselor ce au loc se consideră că există trei tipuri de epurare: epurarea mecanică, epurarea chimică și epurarea biologică.

4.5. Schimbările climatice

Teorii referitoare la schimbările climatice sunt numeroase, dar efectul degradării zonelor umede asupra producției de carbon și eliberarea acestuia în atmosferă este considerată a fi o mare problemă pentru menținerea calității aerului și a stratului de ozon.

Lupta împotriva schimbărilor climatice a adus în prim plan efectul de seră cauzat de excesul de CO₂ din atmosferă. Prin cantitatea mare de biomasă produsă și prin reținerea suspensiilor și a materiilor organice descompuse, este reținut carbonul și evitată eliberarea acestuia în atmosferă.

5. MANAGEMENTUL INUNDAȚIILOR

5.1. Inundațiile. Conceptul de risc

Inundația reprezintă fenomenul prin care un anumit teritoriu este acoperit cu apă, ca urmare a ridicării nivelului acesteia peste cota terenului. Este efectul acoperirii cu apă a unui teren.

Studiul problemei de risc legată de construcțiile și sistemele hidrotehnice este esențială datorită dimensiunii efectelor inundațiilor: daune materiale, daune socio-economice, pierderi de vieți omenești, impact negativ asupra mediului.

5.2. Hidrograful de viitură

Bazinul hidrografic pe care cade o ploaie efectivă de 1 mm, uniform distribuită în spațiu pe o durată de timp și la al cărui punct de închidere se obține un hidrograf al debitelor $u(t)$, care în funcție de raportul dintre durata de timp D și timpul de concentrare t_c al bazinului poartă numele de [57]:

- hidrograf unitar instantaneu (UHI), dacă $(D/t_c) \rightarrow 0$;
- hidrograf unitar (HU), sau mai corect, dacă $0 < (D/t_c) < 1$, hidrograf unitar produs de o ploaie de durată D (UHD);
- hidrograf în S (HS), dacă $1 < (D/t_c) < \infty$.

5.3. Apărarea împotriva inundațiilor. Măsuri structurale și non-structurale

Cu scopul de a reduce daunele produse de viituri se pot adopta strategii de lucru diferite prin măsuri non-structurale și/sau structurale de apărare a obiectivelor economice și culturale.

5.4. Potențialul zonelor umede de atenuare a viiturilor

Impactul drenajului zonelor umede asupra consecințelor viiturilor a fost studiat în diferite bazine, de menționat este cazul Bazinului Hidrografic al Râului Mississippi, unde au existat lucrări ample de drenaj al zonelor cu umiditate excesivă. Problema restaurării acestor areale a fost discutată în contextul potențialului de reducere a pagubelor viiturilor în cazul renaturării zonelor umede.

6. IMPACTUL UNDEI DE VIITURĂ ASUPRA ZONELOR UMEDE

6.1. Impactul asupra regimului hidric

Principalele amenințări referitoare la dispariția zonelor umede sunt legate de alimentarea cu apă a ecosistemelor. Prin unda de viitură este introdus un volum care suplimentează volumul de apă din zona umedă, determină creșterea nivelului și inundarea suprafeței.

Atunci când apa depășește limitele unui ecosistem ea contribuie la interconectarea ecosistemelor aflate în vecinătate. Unele zone umede, în special cele riverane, sunt dependente de unda de viitură, fiind singura lor sursă de alimentare.

6.2. Impactul asupra circuitului nutrienților

Compoziția chimică a apei este în principal legată de poziția geografică, bilanțul apei, tipul de sol, calitatea apei de intrare și folosințele terenurilor adiacente.

Schimbarea unui factor duce la diferențe notabile în compoziția apei zonei umede. Unicitatea zonelor umede este și aici determinantă pentru stabilirea influenței pH-ului sau a conținutului de nutrienți asupra vegetației și faunei.

6.3. Impactul asupra vegetației și faunei

Impactul asupra vegetației este strâns legat de circulația apei și nutrienților, condițiile esențiale pentru modificarea numărului populațiilor de pești, nevertebrate și alge. Calitatea de autoepurare a apelor este strâns legată de factorii de mediu, subliniez aici importanța vitezei apei pentru introducerea oxigenului dizolvat necesar respirației faunei și florei acvatice.

Procesul de autoepurare este complex și implică acțiunea comună sau succesivă a factorilor fizici, chimici și biologici în strânsă relație cu timpul de impurificare.

Efectul intrării unde de viitură duce în multe cazuri la succesiunea ecologică secundară. Succesiunea ecologică este un proces ireversibil de trecere a unui ecosistem prin mai multe stadii de evoluție ca urmare a interacțiunilor dintre biocenoză și biotop.

7. STUDIU DE CAZ: SPAȚIUL HIDROGRAFIC TIMIȘ - BEGA

7.1. Cadrul natural

Spațiul hidrografic Timiș - Bega este situat în spațiul geografic Banat, fiind alcătuit din două bazine hidrografice legate între ele prin conexiuni hidrotehnice. Râul Bega izvorăște din Munții Poiana Ruscă la altitudinea de 890 m de sub Vârful Padeș, iar suprafața bazinului de recepție de 4470 km² are o orientare generală E-V. Lungimea cursului de apă este de 170 km. Lungimea rețelei hidrografice din bazinul hidrografic Bega este de 1418 km, densitatea fiind de 0.32 km/km². Bega se varsă pe teritoriul Serbiei în râul Tisa.

7.2. Istoricul regiunii și evoluția în timp

Câmpia de V a țării este o zonă caracteristică de inundație datorită unui ansamblu de condiții naturale nefavorabile: lipsa unui drenaj natural cauzată de panta foarte mică, apa freatică superficială și textura grea a solurilor, la care se adaugă regimul torențial al apelor ce deșeuzează din Carpații Apuseni. De-a lungul timpului, datorită inundațiilor, râurile au transformat Câmpia Banatului în terenuri mlăștinoase, ceea ce o făcea prielnică păsărilor acvatice, asigurând hrana și loc de cuibărit. Mlaștinile s-au extins în mod special în timpul stăpânirii otomane, când războaiele repetate și indiferența guvernatorilor provinciei au contribuit în mare măsură la extinderea acestor zone neproductive.

7.3. Starea actuală a zonelor umede din Banat

Din mlaștinile Banatului au mai rămas petece neînsemnate lângă Sânmartinul Sârbesc sau lângă Satchinez. Pe Aranca, Bega Veche și Timiș se mai deosebesc cu greu urmele unor lacuri colmatate sau brațe părăsite.

7.4. Reconectarea zonei umede la confluența Apa Mare cu Bega Veche

Conform obiectivelor de mediu impuse de legislația în vigoare, se analizează corpurile de apă în scopul determinării potențialului ecologic, care trebuie să tindă la starea foarte bună a ecosistemelor. În funcție de rezultat se pot aplica măsuri pentru ecologizarea corpurilor de apă, renaturarea sau aplicarea metodelor de reducere a surselor de poluare.

7.5. Modelarea matematică a scurgerii cu HEC-RAS

Pentru realizarea modelului computerizat s-a utilizat aplicația HEC-RAS 4.1.0 (Hydrologic Engineering Center - River Analysis System) elaborat de către US Army Corps of Engineers. Aplicația HEC-RAS s-a recomandat în domeniul hidrologic ca fiind un program complex. Rolul aplicației constă în oferirea posibilității de a analiza comportamentul dinamic al nivelului apei din albiile râurilor Bega Veche și Apa Mare.

Modelarea comportamentului dinamic al unui râu în cadrul aplicației HEC-RAS se bazează pe ecuațiile de conservare a energiei și impulsului, ecuația de continuitate și ecuația Manning.

Prelucrarea datelor pentru HEC-RAS s-a realizat în ArcGIS cu ajutorul extensiei HEC-GeoRAS, unde se desenează talvegul pornind din amonte spre aval, se definesc malurile, direcția de curgere, profilele transversale și rugozitatea pentru fiecare profil. După prelucrarea datelor furnizate de ABAB privind măsurarea debitelor în aceste secțiuni, au fost observate diferențe mari între perioadele ploioase și cele secetoase, debitul cu asigurare de 95% fiind aproape de 0.01 m³/s, cu fenomene frecvente de secare în perioadele neploioase de vară, ceea ce înseamnă că zona umedă renaturată va fi alimentată de cursurile de apă doar în perioadele de primăvară și iarnă, când poate servi ca atenuare pentru viituri, în rest, în funcție de gradul de infiltrație și de evapotranspirație poate fi considerată nepermanentă.

Din curba de capacitate a zonei de acumulare se pot extrage parametrii caracteristici cei mai importanți ai lacului de acumulare și anume, nivelele și volumele care indică anumite elemente constructive ale acumulării. Volumul ce poate fi atenuat din vârful hidrografului depinde de adâncimea zonei îndiguite.

7.6. Proiecte similare de renaturare a zonelor umede

Crearea de zone umede prin restaurarea ecologică se poate realiza după modelul din Bazinul hidrografic Prut, primul proiect din regiune, finalizat în 2006. Aici au avut loc primele exproprieri pentru punerea în practică a Planului "Zona Umedă Ciobârciu", care a însemnat restaurarea unei suprafețe de 250 de hectare.

8. CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII PERSONALE

Lucrarea de doctorat este structurată pe 8 capitole în care este prezentată o analiză a zonelor umede din punctul de vedere al delimitării, funcționării și tipologiei, o caracterizare a elementelor care o constituie, cu scopul de a evidenția potențialul zonelor umede de acumulare a apei.

Zona umedă este o componentă importantă a sistemului hidrologic, însumează caracteristici care îi conferă calități și funcții deosebit de utile în contextul managementului inundațiilor. Restaurarea ecosistemelor distruse datorită activităților antropice este o soluție utilă în momentul în care corespunde cerințelor de acumulare a unui volum din unda de viitură și își păstrează condițiile de existență. Convenția Ramsar folosește termenul de dezvoltare durabilă în contextul zonelor umede cu referire la menținerea caracterului ecologic prin implementarea metodelor de abordare sustenabilă a dezvoltării ecosistemelor. Acest lucru face posibilă conservarea zonelor umede și utilizarea durabilă a resurselor în folosul umanității.

Pentru evaluarea proiectelor de restaurare a zonelor umede este necesară utilizarea modelelor hidrologice și hidraulice care reprezintă pe termen lung variațiile de stocare a apei și care reprezintă, în mod corect, caracteristicile temporale și spațiale ale precipitațiilor, generarea și evoluția ploilor torențiale.

Contribuțiile personale constau în :

- Analiza bibliografiei de specialitate și sintetizarea informațiilor referitoare la definirea zonelor umede, delimitarea și funcțiile acestora.
- Sintetizarea clasificărilor pe tipologii ale ecosistemelor umede.
- Caracterizarea zonelor umede în funcție de hidrologie, pedologie, vegetație și faună.
- Determinarea factorilor de influență asupra zonelor umede și a influenței variației acestora la reducerea numărului zonelor umede.
- Propunerea unor măsuri pentru conservarea arealelor existente.
- Crearea un pachet de prevederi ale legislației românești, europene și internaționale în legătură cu zonele umede și strategiile de gospodărire a apelor mari.
- Influența perioadei de inundații asupra regimului hidric, nutrienților și biodiversității a fost determinată pe un studiu de caz în bazinele hidrografice Bega și Bega Veche, după analiza și sintetizarea datelor obținute de la Administrația Bazinală de Apă Banat, referitoare la indicatorii de calitate ai apei, indicatorii hidrologici și biologici.
- Modelarea comportamentului dinamic al râului Bega Veche la confluența cu Apa Mare și a capacității de acumulare a zonelor umede s-a făcut cu ajutorul aplicației HEC-RAS 4.1, pentru două scenarii: sistemul actual și sistemul după conectarea și restaurarea unei zone umede adiacente, cu o suprafață de 40 ha.
- Pentru a realiza modelarea în HEC-RAS s-a făcut prelucrarea hărților în varianta DEM (obținute de la ASTER) în programul ArcGIS cu ajutorul extensiei HEC-GeoRAS, a fost desenat talvegul pornind din amonte spre aval, au fost definite malurile, direcția de curgere și rugozitatea pentru fiecare profil.
- Au fost prelucrate hărțile DEM și în programul Global Mapper pentru a obține secțiunile transversale necesare modelării cursului de apă în HEC-RAS și comparate cu secțiuni din teren.
- Evidențierea necesității aplicării măsurilor de reducere a efectelor undelor de viitură și propunerea unor soluții pentru a eficientiza procesul de refacere a zonelor umede care și-au pierdut capacitatea de acumulare în urma modificării antropice a surselor de alimentare, ca: restaurarea zonelor umede afectate de metode hidroameliorative, colaborarea interdisciplinară a specialiștilor și urmărirea procesului pe termen lung pentru a obține rezultate satisfăcătoare.