

Studiul inundațiilor pe râul Timiș amenajat în conceptul „mai mult spațiu pentru râuri”

Teză destinată obținerii
titlului științific de doctor inginer
la
Universitatea „Politehnica” din Timișoara
în domeniul INGINERIE CIVILĂ
de către

geogr. Viorel – Cătălin Aldescu

Conducător științific:
Referenți științifici:

prof. dr. ing. Gheorghe Ioan CREJU
prof. dr. ing. Ion GIURMA
prof. univ. dr. Gheorghe IANOȘ
prof. dr. ing. Ervin PRELUSCHEK

Ziua susținerii tezei: 24.09.2010

Seriile Teze de doctorat ale UPT sunt:

- | | |
|------------------------|---|
| 1. Automatică | 7. Inginerie Electronică și Telecomunicații |
| 2. Chimie | 8. Inginerie Industrială |
| 3. Energetică | 9. Inginerie Mecanică |
| 4. Inginerie chimică | 10. Știința Calculatoarelor |
| 5. Inginerie civilă | 11. Știința și Ingineria Materialelor |
| 6. Inginerie electrică | |

Universitatea „Politehnica” din Timișoara a inițiat seriile de mai sus în scopul diseminării expertizei, cunoștințelor și rezultatelor cercetărilor întreprinse în cadrul școlii doctorale a universității. Seriile conțin, potrivit H.B.Ex.S. Nr. 14/14.07.2006, tezele de doctorat susținute în universitate începând cu 1 octombrie 2006.

Copyright © Editura Politehnica – Timișoara, 2006

Această publicație este supusă prevederilor legii dreptului de autor. Multiplicarea acestei publicații, în mod integral sau în parte, traducerea, tipărirea, reutilizarea ilustrațiilor, expunerea, radiodifuzarea, reproducerea pe microfilme sau în orice altă formă este permisă numai cu respectarea prevederilor Legii române a dreptului de autor în vigoare și permisiunea pentru utilizare obținută în scris din partea Universității „Politehnica” din Timișoara. Toate încălcările acestor drepturi vor fi penalizate potrivit Legii române a drepturilor de autor.

România, 300159 Timișoara, Bd. Republicii 9,
tel. 0256 403823, fax. 0256 403221
e-mail: editura@edipol.upt.ro

CUVÂNT ÎNAINTE

Prezenta lucrare constituie rezultatul activității mele profesionale din ultimii trei ani sub îndrumarea directă a domnului profesor dr. ing. Gheorghe Ioan Crețu, atât în Universitatea „Politehnica” din Timișoara, Facultatea de Hidrotehnică, cât și în biroul de Relații Transfrontaliere al Administrației Bazinale de Apă Banat din cadrul Administrației Naționale "Apele Române", unde am beneficiat de suportul și experiența colegilor mei.

Titlul tezei dovedește caracterul concret al lucrării, conceptul „mai mult spațiu pentru râuri” și termenii propuși pentru aria luată în calcul: evaluarea impactului inundațiilor, strategii de apărare împotriva inundațiilor și amenajarea hidrotehnică a râurilor fiind explicați pe parcursul paginilor următoare.

Dacă strategiile de apărare împotriva inundațiilor sunt prevăzute în Planurile de Management al Riscului la Inundații din Directiva pentru Inundații 2007/60/CE, în schimb, evaluarea impactului inundațiilor și amenajarea hidrotehnică a râurilor sunt tratate în cadrul acestei lucrări ca și necesități din ce în ce mai stringente de a implementa mecanismele unei gospodării durabile a apelor și prin aceasta a unui management al riscului la inundații.

În dorința de a găsi o aplicabilitate practică a acestor mecanisme în interiorul ariei studiate am găsit motivația necesară aprofundării acestor concepte prin folosirea în acest scop a informațiilor cunoscute la nivel european și pe plan național precum și prin dezvoltarea celor de la nivel regional, astfel încât să poată fi elaborată o îmbunătățire a strategiei de apărare împotriva inundațiilor pe râul Timiș.

Timișoara
1 septembrie 2010

Cătălin Aldescu

Aldescu, Viorel – Cătălin

Studiul inundațiilor pe râul Timiș amenajat în conceptul „mai mult spațiu pentru râuri”

Teze de doctorat ale UPT, Seria 5, Nr. 59, Editura Politehnica, 2010, 230 pagini, 159 figuri, 32 tabele.

ISSN: 1842-581X

ISBN: 978-606-554-162-7

Cuvinte cheie: inundații, evaluarea impactului inundațiilor, hărți la inundații, concepte de amenajări hidrotehnice, spațiu pentru râuri, lanțul de siguranță, program de modelare hidraulică, măsuri de reducere a inundațiilor, strategii de apărare împotriva inundațiilor, management al riscului la inundații.

Rezumat:

Directiva pentru Inundații 2007/60/CE are drept scop reducerea și managementul riscului pe care inundațiile îl induc populației, mediului, infrastructurii și proprietăților. Pentru atingerea acestui obiectiv ce trebuie implementat la nivelul întregului teritoriu al Uniunii Europene este necesar ca Statele Membre să abordeze managementul riscului la inundații printr-un proces în trei etape: evaluare preliminară a riscului la inundații, hărți de risc la inundații și planuri de management al riscului la inundații.

Inundațiile dramatice din ultimii ani au evidențiat încă o dată necesitatea implementării planurilor de management al riscului la inundații. Pentru a rezolva această problemă sunt necesare analize ale situației curente și ale obiectivelor propuse și apoi elaborarea și implementarea unor măsuri și programe de măsuri care să corespundă cerințelor curente atât din punct de vedere tehnic cât și din punct de vedere economic. Astfel a fost stabilită o strategie de management al riscului la inundații la nivel național.

Având în vedere ca la nivel regional această strategie urmează a fi implementată, lucrarea de față se pliază acestei necesități și vine în ajutorul elaborării unei strategii pe termen mediu și lung de management al riscului la inundații propunând o modalitate de îmbunătățire a strategiei de apărare împotriva inundațiilor pe râul Timiș.

Pentru realizarea îmbunătățirii strategiei de apărare împotriva inundațiilor pe râul Timiș a fost analizat sistemul hidrografic și inundațiile istorice care l-au afectat, au fost analizate datele hidrologice și morfologia râului. Au fost propuse modele de hărți la inundații și hărți de risc la inundații, iar mai apoi au fost contabilizate măsurile existente și cele planificate de reducere a inundațiilor. Noile măsuri propuse de reducere a inundațiilor au fost evaluate hidraulic și la final a fost evaluat impactul acestor măsuri.

Măsurile elaborate, în special cele dezvoltate personal, și-au demonstrat aplicabilitatea pe studiul de caz al bazinului hidrografic al râului Timiș, un areal suficient de întins și eterogen încât să permită testarea gradului de generalitate al acestor măsuri.

CUPRINS

INTRODUCERE	7
1. FENOMENELE INUNDAȚIILOR	9
1.1. Dezvoltarea durabilă în domeniul gospodăririi apelor	9
1.1.1. <i>Noua Cultură a Apei</i>	10
1.1.2. <i>Provocări și propuneri privind promovarea principiilor dezvoltării durabile</i>	11
1.2. Consecințele schimbărilor climatice la scară globală și la nivel continental	12
1.2.1. <i>Schimbări climatice</i>	12
1.2.2. <i>Tendențe recente în frecvența inundațiilor</i>	15
1.2.3. <i>Frecvența inundațiilor</i>	18
2. POLITICI ȘI STRATEGII DE GOSPODĂRIRE A APELOR	25
2.1. Directiva Cadru a Apei 2000/60/CE	25
2.2. Directiva pentru Inundații 2007/60/CE – Legislația românească în domeniu	33
3. CONCEPTE DE AMENAJARE A RÂURILOR	43
3.1. Concepte vechi de amenajare a râurilor	43
3.1.1. <i>Teorie generală despre conceptele vechi de amenajare a râurilor</i>	43
3.1.2. <i>Primele planuri de amploare legate de amenajarea apelor în România</i>	46
3.1.3. <i>Amenajările hidrotehnice din Banat</i>	60
3.2. Concepte noi de amenajare a râurilor	68
3.2.1. <i>Măsurile structurale de amenajare</i>	69
3.2.2. <i>Măsurile non-structurale de amenajare</i>	77
4. STUDIUL INUNDAȚIILOR PE RÂUL TIMIȘ	81
4.1. Spațiul Hidrografic Banat	81
4.1.1. <i>Delimitarea Spațiului Hidrografic Banat</i>	81
4.1.2. <i>Hidrografia</i>	83
4.1.3. <i>Relieful</i>	88
4.1.4. <i>Utilizarea terenului</i>	90
4.1.5. <i>Geologia</i>	92
4.1.6. <i>Clima</i>	92
4.1.7. <i>Resurse de apă</i>	93
4.2. Istoricul inundațiilor din Banat	93
4.2.1. <i>Inundațiile din 1912</i>	93
4.2.2. <i>Inundațiile din 1966</i>	94
4.2.3. <i>Inundațiile din 1999</i>	97
4.2.4. <i>Inundațiile din 2000</i>	101
4.2.5. <i>Inundațiile din 2005</i>	107

4.2.6. Inundațiile din 2006	124
4.3. Infrastructura existentă de apărare împotriva inundațiilor	128
4.3.1. Diguri	129
4.3.2. Noduri hidrotehnice	131
4.3.3. Acumulări nepermanente (poldere)	136
4.3.4. Sisteme de desecare	144
5. ÎMBUNĂTĂȚIREA STRATEGIEI DE APĂRARE ÎMPOTRIVA INUNDAȚIILOR – STUDIU DE CAZ PE RÂUL TIMIȘ	147
5.1. Propunerea unui studiu de îmbunătățire a strategiei de apărare împotriva inundațiilor	147
5.1.1. Cadru general	147
5.1.2. Obiectivele studiului	148
5.2. Analiza sistemului hidrografic	149
5.2.1. Aria studiului	149
5.2.2. Descrierea sistemului hidrografic	150
5.2.3. Inundații istorice	154
5.2.4. Analiza datelor hidrologice	158
5.2.5. Analiza morfologică a râului	167
5.2.6. Concordarea cu Serbia	169
5.3. Descrierea modelului Sobek	170
5.3.1. Generalități	170
5.3.2. Analizarea datelor și construirea modelului	171
5.3.3. Setarea modelului	176
5.3.4. Calibrarea și validarea modelului	177
5.3.5. Extensia 2D a modelului	180
5.3.6. Concluzii și scopul modelului	183
5.4. Lanțul de siguranță	184
5.4.1. Organizarea situațiilor de criză la nivel național și regional	185
5.4.2. Pre-avertizări la inundații	189
5.4.3. Sistemul de evacuare	190
5.4.4. Participarea publicului, comunicare și exercițiu în interior	191
5.5. Hărți la inundații	193
5.5.1. Metode teoretice privind realizarea hărților la inundații	193
5.5.2. Realizarea hărților la inundații în Banat	197
5.6. Strategia apărării împotriva inundațiilor pe Timiș	201
5.6.1. Măsuri de reducere a inundațiilor pe râul Timiș	201
5.6.2. Evaluarea hidraulică a măsurilor de reducere a inundațiilor	204
5.6.3. Evaluarea impactului măsurilor	210
5.6.4. Managementul viitor al inundațiilor	214
5.7. Rezultate obținute și recomandări	215
5.7.1. Rezultate obținute	215
5.7.2. Recomandări și îmbunătățiri	215
6. CONCLUZII. CONTRIBUȚII PERSONALE. PERSPECTIVE DE CERCETARE	219
7. BIBLIOGRAFIE	225
8. RESURSE INTERNET	229

INTRODUCERE

Leonardo da Vinci spunea că: "Apei i-a fost data puterea de a deveni seva vieții pe pământ". Într-adevăr apa este sursă de viață, condiție a dezvoltării sociale și economice a societății, factor al înfloririi civilizațiilor, iar prin prezența ei în cantități normale a produs bunăstare și echilibru. Însă, modificări ale balanței cantitative au dus la neajunsuri și dezastre. Fie că este vorba de lipsa ei, tradusă în termen de secetă, fie că este vorba de abundență ei, și în acest caz sunt aduse în discuție inundațiile, dezechilibrul acestui aport hidric a afectat invariabil destinul planetar.

Referindu-ne la acest din urmă aspect al neajunsurilor create de ape putem spune că în lucrarea de față se dorește sintetizarea abordării unuia dintre cele mai problematice aspecte care periclitează societatea contemporană: inundațiile și riscul pe care acestea îl induc populației, mediului, infrastructurii și proprietăților.

Motivația alegerii acestei teme a fost dată de actualitatea problemelor legate de acțiuni privind protecția și lupta împotriva inundațiilor. Începând cu noiembrie 2007 aceste acțiuni se regăsesc și într-un cadru legislativ la nivel european.

Astfel, Directiva pentru Inundații oferă susținere legislativă unui management al apelor ce reușește să îndeplinească principiile de apărare împotriva inundațiilor cu conceptele de oferire de mai mult spațiu pentru râuri, de acceptare a forței naturii și de autogospodărire a sistemelor hidrografice.

Luând ca punct de plecare această provocare a problematicii protecției și luptei împotriva inundațiilor și ținând cont de experiența acumulată de-a lungul anilor de specialiștii din domeniul gospodăririi apelor și nu numai, am încercat în cele cinci capitole ale tezei de doctorat să dezvolt, în mod treptat, o modalitate de îmbunătățire a strategiei de apărare împotriva inundațiilor în aria propusă în cadrul studiului de caz.

În capitolul de început sunt prezentate sintetic posibilitățile de dezvoltare durabilă în domeniul gospodăririi apelor și impactul consecințelor schimbărilor climatice la scară globală și la nivel continental asupra tendinței frecvenței de producere a inundațiilor.

Pentru a oferi soluții practice a fost studiat cadrul legislativ care reglementează domeniul gospodăririi apelor și al managementului riscului la inundații atât la nivel național cât și la nivel comunitar în calitatea țării noastre de membru al Uniunii Europene, sinteza acestui studiu fiind prezentată în capitolul al doilea.

În urma aderării României la spațiul comunitar european, țara noastră este obligată să implementeze obiectivele Directivei pentru Inundații 2007/60/CE. Două dintre aceste obiective le reprezintă implementarea hărților de risc la inundații și a planurilor de management al riscului la inundații, obiective aflate în concordanță cu scopul prezentei lucrări, astfel încât beneficiind de această suprapunere a subiectului abordat în teză, s-a încercat o relaționare între cele două prin îmbunătățirea unor strategii care se regăsesc la nivel european sau național, dar și prin dezvoltarea unor strategii noi de apărare împotriva inundațiilor.

Astfel, lucrarea descrie în capitolul cinci posibilitățile de îmbunătățirea a strategiei de apărare împotriva inundațiilor pe râul Timiș pe baza măsurilor

existente, planificate și propuse de reducere a inundațiilor. Aceste măsuri de reducere a inundațiilor au fost evaluate cu ajutorul programului Sobek, program de modelare hidraulică. De altfel majoritatea analizelor tehnice din cadrul studiului au fost făcute sau suportate de modelul Sobek pe râul Timiș în sectorul Lugoj – Grăniceri (frontieră Serbia).

Programul Sobek a fost creat în anul 1991 de către Institutul de Cercetare Delft Hydraulics din Olanda și testat pe mai multe bazine hidrografice din Olanda, Ucraina, Bulgaria și Indonezia. În cadrul proiectului „Dezvoltarea unei strategii de îmbunătățirea a protecției împotriva inundațiilor și reducerea riscului la inundații pe râul Timiș” – Sobek a fost calibrat pe râul Timiș în sectorul Lugoj – Grăniceri. În această teză sunt incluse unele rezultate ale muncii din decursul ultimilor ani în care am lucrat în cadrul echipei de proiect.

Desfășurarea activității profesionale în cadrul minunatului colectiv de la Relații Internaționale devenit mai apoi Relații Transfrontaliere din cadrul Administrației Bazinale de Apă Banat precum și oportunitatea de a participa la schimburi de experiență în cadrul proiectelor internaționale mi-au înlesnit însușirea celor mai noi principii în domeniul gospodăririi apelor și corelarea tendințelor actuale la nivel european de abordare a problematicilor tratate în această lucrare cu propriile soluții dezvoltate și implementate sub forma unui studiu de caz al inundațiilor pe râul Timiș.

Înainte de a încheia această scurtă introducere în tema lucrării, doresc să aduc sincere mulțumiri și să-mi exprim o adâncă recunoștință domnului prof. dr. ing. Gheorghe Ioan Crețu atât pentru ghidarea și călăuzirea prin domeniul atât de interesant al gospodăririi resurselor de apă, cât și pentru îndrumarea de un înalt nivel profesional care a constituit un ajutor neprețuit în elaborarea acestei teze. Tot cu această ocazie doresc să mulțumesc colegului și prietenului Job Udo a cărui conduită și experiență profesională au reprezentat pentru mine un model demn de urmat.

Nu în ultimul rând doresc să folosesc această ocazie pentru a mulțumi tuturor colegilor din cadrul instituției, unde mi-am desfășurat activitatea profesională în ultimii șase ani, fie ei din Timișoara, Drobeta-Turnu Severin, București sau alte orașe ale țării, pentru sfaturile și ajutorul la nivel profesional care au contribuit la continua creștere a dezvoltării mele profesionale.

Cătălin Aldescu

CAP. 1

FENOMENELE INUNDAȚIILOR

1.1. Dezvoltarea durabilă în domeniul gospodăririi apelor

Conflicte sociale și politice au apărut în multe puncte de pe glob datorită lipsei accesului la apa potabilă pentru mai mult de 1,1 milioane de oameni, lipsei accesului la sisteme de canalizare sigure pentru mai mult de 2,4 milioane și degradării continue a ecosistemelor acvatice. Aplicarea *principiilor dezvoltării durabile, a echității și guvernării democratice în domeniul gospodăririi apei*, reprezintă în secolul XXI o provocare majoră pentru comunitatea internațională și noi credem că și comunitatea științifică trebuie să participe la această dezbateră, cu specialiști din diverse domenii.

Acceptarea acestei provocări implică modificarea scării de valori, a concepției despre natură, a principiilor etice și a stilului de viață; pe scurt, este necesară o schimbare de ordin cultural, denumită "noua cultură a apei". Aceasta nouă cultură trebuie să aibă o abordare holistică, incluzând aspectele legate de mediu, pe cele etice, sociale, economice, politice și să recunoască valorile tradiționale clădite în jurul ecosistemelor acvatice. Pe baza *principiului universal al respectării vieții*, râurile, lacurile, izvoarele, mlaștinile, acviferele trebuie considerate "Moștenire a Biosferei" și trebuie guvernate de către comunități și instituții publice în spiritul garantării unui *management democratic și durabil*.

De-a lungul secolului al XX-lea principiul dominării naturii a condus la o abordare *productivistă* în managementul apei. Pentru apele de suprafață, preponderența strategiilor bazate pe asigurarea alimentării cu apă prin finanțarea din bani publici a unor mari construcții hidroenergetice a condus la utilizarea inadecvata a resurselor. Pentru apa de profunzime, managementul izolat al acestei resurse a generat o lipsă de responsabilitate la nivel colectiv. Ambele abordări au condus la o criză datorită următoarelor implicații:

- Perturbarea circuitului apei și degradarea ecosistemelor acvatice datorită impactului infrastructurii hidraulice de mari dimensiuni, sărăcirea și poluarea diverselor tipuri de ape, desecarea zonelor mlăștinoase;
- Exploatarea excesivă și degradarea acviferelor de profunzime;
- Deteriorarea calității apei (în special datorită poluării difuze) cu schimbări dramatice asupra sănătății publice, în special în țările în curs de dezvoltare și în comunitățile sărace de pe glob;
- Generarea unor conflicte sociale datorită ignorării faptului că accesul la apă este un drept al omului sau datorită strămutării unor comunități pentru construirea sistemelor hidraulice de mari dimensiuni pe pământul aflat în proprietatea lor;
- Ineficiența și iraționalitatea economică datorită abordării productiviste a marilor alimentări cu apă;
- Criza în guvernare datorată lipsei consensului asupra principiilor și valorilor etice care ar trebui să stea la baza elaborării și implementării politicilor în domeniul apei;

- Atitudine ostilă din partea cetățenilor datorită slăbiciunii sistemelor democratice în promovarea participării publice la elaborarea, implementarea și monitorizarea punerii în practică a acestor politici.

Este momentul ca "Principiul Precauției" să fie în mod serios introdus în practică, deoarece la toate elementele generatoare de criza menționate se adaugă "schimbările climatice" care probabil vor accentua presiunea asupra surselor de apă. Trebuie acordată o atenție specială alegerii și aplicării strategiilor de reabilitare a stării ecologice normale a ecosistemelor acvatice, ca alternativă la soluțiile tradiționale de construcții hidraulice de mari dimensiuni.

1.1.1. Noua Cultură a Apei

Directiva Cadru a Apei elaborată în Uniunea Europeană, un exemplu al celei mai avansate legislații în domeniul mediului din lume, are ca scop soluționarea acestei crize, multe dintre obiectivele și propunerile sale fiind compatibile cu conceptul "Noii Culturi a Apei":

1. Abordarea prin prisma ecosistemului, având ca obiectiv central redobândirea *stării ecologice bune* a râurilor, lacurilor, lagunelor și mlaștinilor, alături de revenirea acviferelor la o *calitate și cantitate corespunzătoare*. Directiva Cadru redefiniște conceptul de bazin prin includerea ecosistemelor din delte, estuare și din zonele costiere;
2. Introducerea unui nou criteriu, acela al raționalității economice în managementul apei, guvernat de principiul *recuperării costurilor*, inclusiv a *costurilor pentru reabilitarea mediului și menținerea biodiversității*;
3. Stimularea *participării cetățenilor* la managementul apei;
4. Promovarea managementului durabil și echitabil pentru bazinele râurilor transfrontaliere.

Toate aceste criterii și obiective reprezintă o reorientare de la strategiile tradiționale ale *alimentarilor cu apă* la strategiile de *conservare a mediului*, bazate pe economisirea apei, creșterea eficienței în utilizare, introducerea unor noi tehnologii și conservarea apei de profunzime printr-o abordare integrată și durabilă. În același context Directiva Cadru promovează o nouă abordare pentru managementul riscurilor legate de inundații și secete.

În concordanță cu principiile menționate, "Noua Cultură a Apei" face un pas înainte prin promovarea unei abordări holistice în managementul apei. Fără îndoială, reabilitarea râurilor, lacurilor, izvoarelor, mlaștinilor și acviferelor care fac parte din patrimoniul biosferei, inclusiv a valorilor legate de identitatea colectivităților, a frumuseții peisajului, calității vieții, va reprezenta o provocare importantă. În acest context, noi credem că prioritatea numărul unu este recunoașterea multiplelor funcții și valori ale apei, în vederea ierarhizării drepturilor ce derivă din ele, pe baza unor principii etice:

o Apa pentru viață. Funcția fundamentală a apei, aceea de generatoare a vieții, trebuie recunoscută ca prima prioritate, un *drept universal al omului*. Rolul apei în susținerea vieții pe pământ și dreptul omului de a avea acces la apă, trebuie garantate pe baza principiului eficacității;

o Apa pentru societate. Acest aspect se referă la funcțiile apei în menținerea sănătății publice, coeziunii sociale și echității și se situează pe cel de al doilea nivel al importanței. Acest rol este legat de drepturile sociale ale cetățenilor, de interesul general al societății și trebuie guvernat de principiul eficienței sociale;

o Apa pentru dezvoltare economică. Se referă la dreptul legitim de a utiliza apa pentru activitățile economice desfășurate în interes privat și trebuie recunoscut ca

nivelul trei de prioritate. Această funcție a apei este legată de dreptul individului de a-și îmbunătăți standardul de viață. Apa utilizată pentru cel de al treilea scop trebuie administrată în conformitate cu principiul raționalității economice, în sensul optimizării eficienței economice.

1.1.2. Provocări și propuneri privind promovarea principiilor dezvoltării durabile

În Uniunea Europeană, provocările legate de implementarea corectă a Directivei Cadru a Apei implică:

- a) Apărarea principiului *nedeteriorării ecosistemelor acvatice* atunci când politicile naționale ne pun în fața *faptului împlinit*;
- b) Prevenirea practicilor abuzive referitoare la clasificarea ca "sisteme acvatice vulnerabile" ale diverselor guverne naționale;
- c) Adoptarea unor criterii riguroase pentru definirea și cuantificarea "stării ecologice bune" a apelor din Europa;
- d) Asigurarea unei implementări serioase și progresive a *principiului recuperării costurilor*;
- e) Garanții că reformele instituționale în sectorul apei promovează participarea substanțială a cetățenilor la luarea deciziilor și la monitorizarea proceselor.

În contextul internațional mai larg, Uniunea Europeană trebuie să își asume responsabilitatea și rolul conducător în promovarea principiilor dezvoltării durabile și a unei guvernări democratice și participative a resurselor de apă, pretutindeni în lume. Acest rol este parte din efortul mai larg de a contribui la atingerea unei ordini multilaterale și democratice în lume și implica luarea unui angajament ferm în lupta împotriva sărăciei și inechității, prin:

- Adaptarea activităților la realitatea fiecărei situații, sprijinind creșterea capacității instituțiilor guvernamentale la nivel local și regional și a participării active a cetățenilor;
- Condiționarea oricărei asistențe financiare oferită pentru marile construcții hidrotehnice, de îndeplinirea strictă a recomandărilor *Comisiei Internaționale a Barajelor*;
- Promovarea unui *Cod Internațional al Serviciilor Publice* care să garanteze că drepturile cetățenilor sunt respectate, după modelul din Europa;
- Multiplicarea activităților legate de educația în domeniul apei, ca un instrument de promovare a unor necesare și înțelepte schimbări în direcția unei "Noi Culturi a Apei".

În Europa există în prezent opinii și atitudini diverse referitoare la liberalizarea serviciilor de apă, atât la nivelul comunității științifice și tehnice dar și a societății în general. Se consideră însă, că indiferent de modelul de management adoptat, trebuie respectate următoarele principii:

1. Serviciile esențiale de aprovizionare cu apă trebuie să primească statutul de *servicii de interes public*, pentru a se garanta prioritatea drepturilor omului și drepturilor sociale ale cetățeanului, înaintea intereselor de piață;
2. Dezbaterile prezente despre liberalizarea serviciilor de aprovizionare cu apă trebuie să fie subiectul unei largi participări publice, cu implicarea cetățenilor, ONG-urilor, sindicatelor, organizațiilor de utilizatori și a altor participanți relevanți pentru procesele de luare a deciziilor și de monitorizare;

3. Atingerea "Țintelor de Dezvoltare ale Mileniului" (MDGs) implică acțiuni decisive și urgente din partea guvernelor și instituțiilor internaționale pentru acoperirea costurilor asociate, ca parte a datoriei publice;
4. Operatorii publici și privați trebuie supuși unor reglementări stricte din partea organismelor responsabile, pentru asigurarea transparenței și a participării cetățenilor;
5. Instituțiile financiare internaționale și agențiile de dezvoltare din țările OECD nu trebuie să mai condiționeze finanțarea investițiilor de acțiuni de liberalizare și privatizare. Eforturile lor ar trebui să se axeze pe susținerea sectorului public pentru realizarea "Țintelor de Dezvoltare ale Mileniului" (MDGs), prin promovarea democratizării, respectarea drepturilor omului, a transparenței și prin lupta anti-corupție [<http://www.eea.europa.eu>].

1.2. Consecințele schimbărilor climatice la scară globală și la nivel continental

1.2.1. Schimbări climatice

Schimbarea climei, rezultatul fenomenului de încălzire globală, afectează deja grav civilizația umană. Conștientizarea pericolului tot mai evident a generat întrebări la care savanții au încercat să găsească răspunsuri. Se poate face ceva pentru a tempera sau stopa acest fenomen? Există soluții aplicabile și cu efecte rapide de redresare a climei? Ce ajută mai mult: plantarea pomilor sau folosirea tehnologiilor moderne?

Schimbarea climei este anunțată de fenomene meteorologice deosebite, ce se manifestă în ultimii ani cu amplitudine sporită și frecvență crescută. În buletinele de știri sunt tot mai frecvente reportajele despre secetă sau inundații însoțite de alunecări de teren, uragane sau tornade, viscol și "frig de crapă pietrele" sau căldură de "lichiefiază asfaltul". Savanții susțin că responsabil de exacerbarea acestor manifestări extreme este fenomenul de încălzire globală.

Activitatea solară. Soarele reprezintă sursa predominantă de energie pe Pământ. Atât variațiile pe termen lung cât și cele pe termen scurt ale intensității solare afectează climatul global.

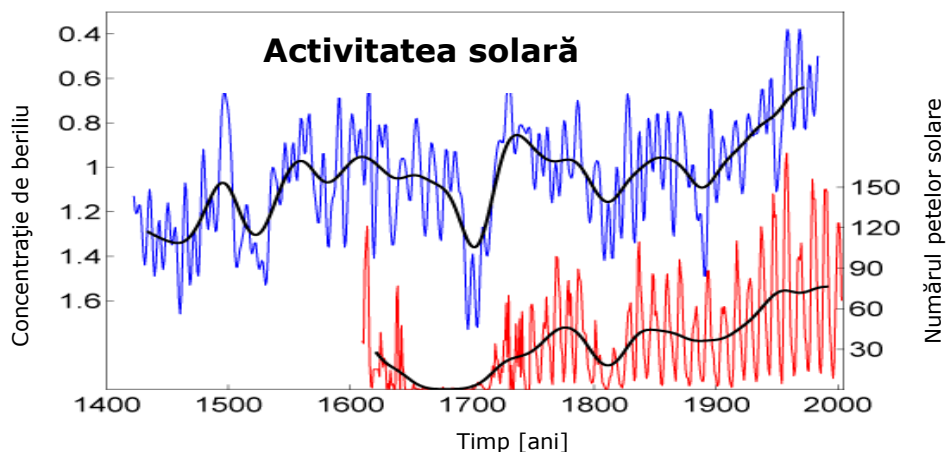


Fig. 1.1: Activitatea solară de-a lungul secolelor

În figura 1.1 este înfățișată activitatea solară între 1400 și 2000. Cu albastru este reprezentată concentrația izotopilor de beriliu (10^4 atomi/gram de gheață) măsurată anual în stratul nucleului de gheață în Groenlanda [Beer et al., 1994], iar cu roșu este arătat numărul de pete solare (R_g) reconstituit din observațiile istorice ale lui Hoyt și Schatten.

Activitatea solară variază la scări mici de timp, incluzând aici și ciclul solar de 11 ani, dar și la scări mai mari de timp cuprinzând așa numitele modulații pe termen lung. Variațiile intensității solare sunt considerate a fi responsabile în declanșarea Micii Glaciațiuni precum și a câtorva perioade de încălzire observate între 1900 și 1950. Natura ciclică a activității solare nu este pe deplin înțeleasă; diferă de la schimbări foarte lente care au loc în interiorul soarelui pe măsură ce acesta îmbătrânește și evoluează. În timp ce majoritatea studiilor indică faptul că variabilitatea activității solare a indus un mic efect de răcire din 1750 până în prezent, câteva studii sugerează o creștere a radiației solare datorate activității ciclice a petelor solare care afectează încălzirea globală.

Stratul de ozon. Ozonul se găsește în partea superioară a atmosferei (stratosferă), la limita spațiului cosmic, și acționează ca un scut, absorbind UVB (radiațiile ultraviolete de tipul B) din energia venită de la soare. UVB sunt foarte periculoase pentru oameni și vegetație, producând arsuri de piele și distrugând clorofila plantelor. Problema subțierii acestui strat își găsește o rezolvare prin înlocuirea agentului termic din frigider și instalații de aer condiționat, precum și a gazului sub presiune din tuburile cu aerosoli (spray-uri) cu gaze mai puțin dăunătoare.

Substanțele din grupa clorofluorcarbonului (CFC), care se foloseau în acest scop până nu demult (mai cunoscute sub denumirea de freon), sunt responsabile pentru distrugerea stratului de ozon și au un pronunțat efect de seră, iar folosirea acestora este restricționată sau interzisă în multe țări. Din păcate, CFC rămâne în stratosferă mult timp (are durata de existență de 50-100 ani), deci refacerea stratului de ozon (a cărui distrugere este deocamdată încetinită) se estimează că se va produce abia spre sfârșitul secolului. Dacă subțierea stratului de ozon este responsabilă pentru o parte a fenomenului de încălzire globală, lăsând mai multă energie solară să ajungă pe Pământ, creșterea cantităților de oxid de azot, metan și dioxid de carbon din atmosferă amplifică acest fenomen prin producerea accelerată a efectului de seră.

Efectul solar. În esență, acest efect are loc astfel: lumina solară (partea vizibilă a spectrului) trece nemodificată prin atmosfera transparentă, lovește Pământul și este absorbită parțial de acesta, o altă parte fiind reflectată înapoi în spațiul cosmic. Absorbând lumina solară, Pământul emite la rândul său radiație infraroșie, numită și radiație termică. Atmosfera este, în parte, opacă pentru radiația infraroșie și absoarbe un anumit procent, încălzindu-se suficient pentru susținerea vieții pe Pământ (fără radiația termică, Pământul ar fi cu 30 grade C mai rece, viața ne mai fiind posibilă). Dar echilibrul este ușor de stricat.

Dacă în atmosferă se acumulează cantități mari de gaz cu efect de seră, absorbția de radiație infraroșie crește, iar temperatura aerului crește proporțional. Acest proces este foarte important, dar totodată și foarte sensibil, clima planetei putând fi schimbată major printr-o variație minoră a compoziției atmosferei.

Absorbția energiei solare. Din totalul radiației venite de la Soare, doar 51% este disponibilă la nivelul solului. Această energie este folosită pentru încălzirea suprafeței Pământului și a atmosferei înconjurătoare, pentru topirea zăpezii, a gheții și evaporarea apei, precum și pentru procesul de fotosinteză al plantelor. Din restul

de 49%, un procent de 4% din energie este direct reflectată înapoi în spațiu de către suprafața Pământului, 26% este reflectată în afara planetei de către nori și particulele aflate în suspensie în atmosferă, iar 19% este absorbită de gazele din atmosferă și de către particulele de apă din nori. Din gazele care compun atmosfera, azotul (N_2 – 78.1%) și oxigenul (O_2 – 21%) nu contribuie la încălzirea globală pentru că nu absorb radiația infraroșie, spre deosebire de oxidul de azot (N_2O – 0,00005%), metan (CH_4 – 0,000174%) și dioxidul de carbon (CO_2 – 0,035%).

Unitatea de măsură. Efectul de seră produs de aceste trei gaze se măsoară cu ajutorul indicatorului GWP (potențial de încălzire globală), care include atât gradul de interacțiune cu radiația infraroșie, cât și perioada de staționare în atmosferă până la disipare.

Spre exemplu, CO_2 are estimată o durată de existență în atmosferă variabilă (în funcție de cantitatea eliberată) de 250-400 de ani pentru cantități mici, dar mult mai mare (10.000-100.000 de ani) pentru cantități semnificative, metanul 8-12 ani, iar oxidul de azot, de cca. 120 de ani. În schimb, potențialul de încălzire globală pentru o perioadă de 100 de ani și la aceeași cantitate de gaz (de exemplu o tonă) este de 296 pentru oxidul de azot, de 23 pentru metan și de 1 pentru dioxidul de carbon. Aceste proporții sunt date de gradul diferit de absorbție a radiației infraroșii.

Dioxidul de carbon. Deși nu absoarbe la fel de eficient radiația infraroșie, dioxidul de carbon se găsește în atmosferă în cantități de 201 ori mai mari decât metanul și de 700 de ori mai mari decât oxidul de azot, având astfel cel mai important rol în fenomenul de încălzire globală. Din anul 1750 (începutul revoluției industriale) până în anul 2005 cantitatea de CO_2 din atmosferă a crescut de la 280 ppm (părți la un milion) până la 379 ppm, ajungând la cel mai ridicat nivel din ultimii 650.000 de ani. În ultimii ani, cantitatea de CO_2 prezentă în atmosferă a crescut alarmant. Numai din 1970 până în 2005 a fost eliberată în atmosferă o cantitate de CO_2 egală cu cea eliberată de la începutul erei industriale până în 1970 [http://en.wikipedia.org/wiki/Climate_change].

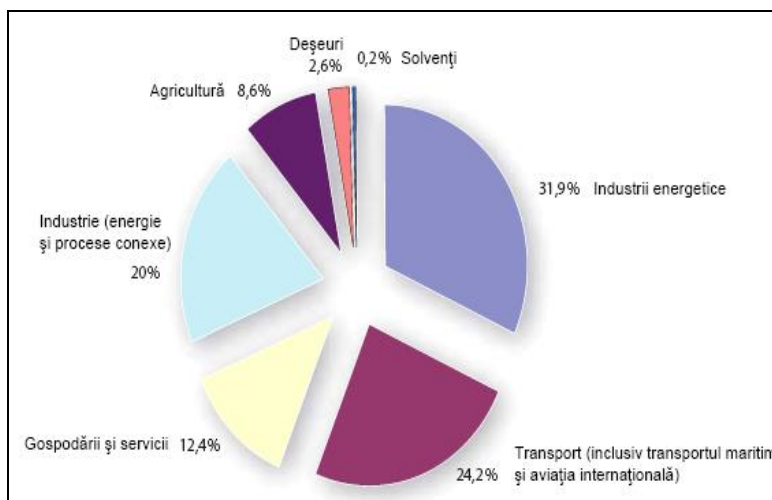


Fig. 1.2: Totalul emisiilor de gaze cu efect de seră al UE-27 în 2007

Secetele și inundațiile de pe teritoriul României sunt consecințe în primul rând, al schimbărilor climatice globale sau variațiilor climei la nivel planetar și regional, iar în al doilea rând ale intervențiilor antropice în peisajul specific.

Din studiile întreprinse de către Comisia Interguvernamentală pentru Schimbări Climatice și de Agenția Europeană de Mediu rezultă că temperatura medie a aerului la suprafața Terrei a crescut cu 0,6°C în ultima sută de ani și că această creștere a fost de trei ori mai rapidă după 1975, pe de-o parte, și că precipitațiile atmosferice au crescut cu 10-20% pe teritoriul României (ca și în alte regiuni ale Europei), pe de altă parte.

Cercetările realizate de specialiștii climatologi din Administrația Națională de Meteorologie, pe baza șirurilor lungi de date de la 14 stații meteorologice, au evidențiat o încălzire medie pe țară de 0.3°C pe perioada 1901-2000 și 0.5°C pe perioada 1901-2007, semnificativă din punct de vedere statistic în regiunea extracarpatică cu anumite diferențieri pe anotimpuri. Analiza bazată pe datele de la un număr mai mare de stații meteorologice (94), cu șiruri continue de observații începând cu anul 1961, a pus în evidență o intensificare a fenomenului de încălzire în ultimele decenii. Astfel, pe perioada 1961-2007, s-a evidențiat o încălzire semnificativă de aproximativ 2°C în toată țara în timpul verii, în regiunile extracarpatică în timpul iernii și primăverii, cu valori mai mari în Moldova, depășind 2°C (iarna) și 1°C (primăvara); în timpul toamnei se remarcă o tendință de răcire ușoară în toată țara care nu este însă semnificativă din punct de vedere statistic.

Din punct de vedere pluviometric, s-a evidențiat o tendință generală de scădere a cantităților anuale de precipitații, mai pronunțată în centrul țării, cu creșteri ușoare în nord-est și unele regiuni din sud. După anul 1961, se accentuează tendința spre deficit în sudul țării. La nivel anotimpual, s-a identificat o tendință de creștere semnificativă a cantităților de precipitații toamna. O caracteristică importantă a variabilității temporale a cantităților de precipitații o constituie componenta interdecenială pronunțată care face dificilă separarea semnalului climatic pe termen lung [sursă: <http://www.meteoromania.ro>].

Dacă în privința regimului termic se pot face predicții cu un anumit grad de certitudine, regimul precipitațiilor este aleatoriu, cu un grad ridicat de imprevizibilitate.

Aceste stări climatice pot fi puse pe seama creșterii emisiilor de gaze cu efect de sera și aerosoli, a despăduririlor semnificative la nivel planetar – care modifică circulația maselor de aer – și a extinderii suprafețelor irigate și a lacurilor de acumulare pe marile artere hidrografice.

În România, pe fondul acestor modificări globale, accentuarea producerii inundațiilor pe bazine hidrografice mici este cauzată de despăduririle necontrolate efectuate după anul 1990, care determină o scurgere rapidă a apei pe versanți, intensificarea eroziunii solului și a alunecărilor de teren, de colmatarea albiilor minore și de construcțiile de locuințe și de alte utilități în spațiile virtual inundabile.

1.2.2. Tendințe recente în frecvența inundațiilor

Inundațiile și impactul acestora variază nu doar în funcție de timp dar și de spațiu. O componentă a acestor variații sunt schimbările de la an la an, schimbări pe termen scurt cauzate de variația climei. Un factor major periodic în aceste variații este fenomenul climatic periodic numit El Niño – Oscilații Sudice care poate produce variații mari ale furtunilor și schimbări dramatice în modelul precipitațiilor [Kovats et al., 2003]. Cea de-a doua componentă, cheie de acces pentru această trecere în revistă, sunt schimbările pe termen lung, asociate cu schimbări semnificative ale tendințelor inundațiilor de-a lungul mai multor decenii. Este important să se ia în considerare probele recente ale tendințelor globale de inundații și de a aborda ideea că incidența inundațiilor poate fi deja în creștere ca și rezultat al forțelor antropice,

prin modificarea nivelului de gaze cu efect de seră din atmosferă ceea ce duce la schimbările climatice.

Până în prezent, dovezile recente ale tendinței de creștere la nivel global al inundațiilor rămân neconcludente, fără să apară nici un puternic consens din diferite studii la nivel global și regional. Robson (2002) susține că nu a apărut nici o dovadă clară pe termen lung, de creștere la nivel global ale tendințelor de inundații de-a lungul secolului trecut. Milly et al. (2002) semnalizează ca frecvența marilor inundații – inundații cu probabilitate de apariție de 1% – a crescut pe parcursul secolului al XX-lea pentru râurile mari situate în regiuni aflate la latitudine mari din America de Nord și Eurasia. Totuși, ei nu au găsit nici o dovadă a vreunei tendințe ascendente în inundațiile de magnitudine mai mică. Frei (2003) explică faptul că, deși par să se fi acumulat inundații de mare amploare în decursul ultimului deceniu, în Europa, este dificilă confirmarea statistică, dacă acest lucru constituie o tendință veritabilă, din cauza luării în considerare al numărului mic de evenimente reale. Mai degrabă, este preferabilă analiza "intensă" a evenimentelor, care sunt mai comune și, prin urmare, ușurează detectarea "zgomotului" de fundal al variației aleatoare.

În acest caz, pentru Europa, pare să fi apărut o tendință de creștere intensă a precipitațiilor în timpul iernii, acest fenomen desfășurându-se pe o mare parte a continentului, în ultimele cinci decenii. Cu toate acestea, rămâne neclar dacă această schimbare este legată de schimbările climatice [Frei, 2003].

Una dintre problemele acestor tendințe de inundații și a schimbărilor climatice este că dinamica inundațiilor poate avea mai multe forme. Incidența inundațiilor este puternic afectată de o serie de modificări de mediu [Bronstert, 2003]. Alterările terenului și urbanizarea influențează caracteristicile de absorbție ale apei, în multe cazuri se măresc ratele de scurgere și, prin urmare, se agravează inundațiile din cauza precipitațiilor. Pierderea zonelor umede, care pot acționa ca un tampon împotriva inundațiilor, poate mări riscul la inundațiilor mareice. Deși aceste schimbări au loc la o scară locală, ele se pot combina pentru a forma tendințe cumulate în utilizarea terenului, schimbări care ar putea fi asociate cu tendințe de inundații, la o scară regională sau mondială. Vulnerabilitatea omului la inundații este afectată de alți factori de schimbare, inclusiv creșterea populației și modelul de așezare. O ultimă problemă dificilă care se adăugă la incertitudinea legată de tendințele actuale ale inundațiilor este posibilitatea ca schimbările în raportarea și clasificarea inundațiilor să influențeze modelele de statistici.

Viitoarele schimbări climatice și inundațiile. Deși informațiile recente cu privire la tendințele inundațiilor sunt neconcludente, tendințele globale ale nivelului mării și temperatura actuală furnizează o dovadă puternică a unor schimbări climatice. Balanța opiniei științifice internaționale a înclinat decisiv către perspectiva conform căreia în momentul de față are loc un proces antropoc de schimbări climatice la nivel global aflat peste limita normală a variabilității climatice. Al treilea raport de evaluare din panoul interguvernamental pentru schimbările climatice se bazează pe o serie de modele de abordare pentru a estima cum se vor modifica parametri climatici în viitor, și a dezvolta o gamă de potențiale impacturi rezultate din aceste modificări. Schimbarea magnitudinii depinde în parte dacă societatea reușește să reducă emisiile de gaze cu efect de seră.

Totuși, chiar și cu mari eforturi de atenuare ale schimbărilor climatice, unele impacturi climatice sunt inevitabile. În următorii 100 de ani, media anuală a temperaturii de suprafața a globului este anticipată să crească între 1,4°C și 5,8°C, determinând o creștere a hazardelor la inundații în anumite zone, din cauza creșterii nivelului mării, schimbării precipitațiilor sezoniere sau a tiparului furtunilor [Houghton et al., 2001; McCarthy et al., 2001].

Din cauza incertitudinilor emisiilor gazelor cu efect de seră și din cauza complexității proceselor hidrometeorologice, totuși, în funcție de dimensiunile inundațiilor, schimbările în anumite regiuni geografice rămân un obiectiv ce nu poate fi realizat. Prognoza va fi de asemenea umbrită de efectul potențial al altor modificări de mediu, care poate exacerba sau contracara modificările climatice, cum ar fi utilizarea terenurilor alterate și defrișări, construcții de apărare a zonelor de coastă și îndiguiri ale râurilor [Bronstert, 2003]. Pentru evenimente extreme cu probabilitate scăzută, dar consecințe mari, provocările de cuantificare și predicție sunt deosebit de mari [Goodess et al., 2003].

Inundații interioare. Intensificarea ciclului apei la nivel global în urma schimbărilor climatice este probabil să conducă la o creștere a pericolului de inundații ale râurilor riverane în urma precipitațiilor însemnate din cadrul bazinelor de recepție. Acest lucru poate duce la câteva modificări ale regimului inundațiilor din bazinul hidrografic, inclusiv modificări în coordonarea, amplitudinea, frecvența, extinderea spațială și durata inundațiilor [Mirza, 2002].

De asemenea, pot exista modificări în coordonarea vârfurilor de viitură și în sincronizarea vârfurilor de viitură a diferiților afluenți ale marilor bazine hidrografice. Trecerea de la astfel de declarații generale la prognoze pentru anumite râuri prezintă o provocare majoră, în parte din cauza scării spațiale brute (cu dimensiuni ale gridurilor de sute de kilometri), pe care în general, modelele de circulație atmosferă - ocean rulează, deși progresele sunt făcute în modele descendente la o rezoluție mai fină pentru regiuni individuale [Hunt, 2002].

Pentru toate, dar mai ales pentru cele mai mari bazine hidrografice, gridul cu dimensiuni de 10 km, poate fi necesar pentru a oferi cu acuratețe simularea precipitațiilor și curgerii râurilor, iar prognoza inundațiilor extreme este încă foarte dificilă din cauza rarității lor [Bronstert, 2003, Palmer și Räsänen, 2002]. Nivelul ridicat de incertitudine care înconjoară viitoarele tipare ale furtunilor și fenomenele meteorologice extreme înseamnă că inundațiile viitoare pot fi considerate un pericol potențial pentru orice regiune.



Fig.1.3: Efecte ale schimbărilor climatice [sursă: <http://www.eea.europa.eu>]

După cum s-a observat, în ciuda tendințelor recente de creștere a curgerii râurilor mari în unele locații, nu este încă foarte clar dacă schimbările climatice pot fi detectate în prezent în cadrul statisticilor inundațiilor. Cu toate acestea, încălzirea climei în următorii 50-100 de ani este așteptată pe scară largă pentru a duce la modificări ale precipitațiilor și a riscului la inundații pe toate continentele. Problema majoră o reprezintă localizarea cu exactitate a creșterii sau scăderii nivelurilor apelor. Rezultatele diferitelor modele climatice analizate de Arnell (2004, p.36) indică o reducere anuală a scurgerii din precipitații în "mare parte din Europa, Orientul Mijlociu, Africa de Sud, America de Nord și cea mai mare din America de

Sud" și o creștere anuală a scurgerii în "America de Nord și Siberia, Africa de Est, părți aride ale Saharei, Australia și Asia de sud și est".

Tendențele crescătoare pot fi aparente mai ales în zonele cu climat maritim, regiuni musonice și zone în care precipitațiile sunt puternic asociate cu cicloane tropicale [Hunt, 2002]. Precipitațiile sezoniere pot, totuși, să fie mascate de totalul anual al acestora. Previziunile lui Palmer și Räsänen (2002) pentru Europa de Nord, de exemplu, sugerează că, iernile cu precipitații (precipitații cu două deviații standard față de normal) vor deveni de 3-5 ori mai frecvente decât în prezent. Realizarea legăturii dintre creșterea precipitațiilor și inundații nu este neapărat directă pentru că rezultatul va depinde de asemenea de alte bazine hidrografice și de caracteristicile regimului de scurgere.

Cu toate acestea, unii autori au abordat în mod explicit viitorul riscurilor la inundații. În mod interesant, Christensen și Christensen (2003) și Mudelsee et al. (2003) anticipează o mai mare frecvență a inundațiilor pe timpul verii în Europa. Un raport recent pentru Marea Britanie realizat prin intermediul proiectului "Prognoza Viitoarelor Inundații" ia în considerare o creștere de două până la patru ori a riscului la inundații în întreaga țară până în 2080 [Evans et al., 2004]. În cazul în care conexiunea dintre precipitații și inundații este puternică, previziunile GCM sunt deosebit de îngrijorătoare pentru Asia de Sud, deja regiunea cea mai predispusă la inundații. Activitatea lui Palmer și Räsänen (2002) anticipează o probabilitate a creșterii de trei până la șapte ori a precipitațiilor abundente generate de musoni în următorii 100 de ani, acestea producând creșteri ale debitelor de vârf la râurile mari ale regiunii. Cele mai mari creșteri sunt în bazinul superior al Brahmaputrei. Studiul lui Mirza (2002) sugerează de asemenea că debitul prognozat al râului Brahmaputra este deosebit de sensibil la creșteri ale temperaturii medii, cu implicații majore pentru viitoarele inundații în Bangladesh.

1.2.3. Frecvența inundațiilor

În ultimele decenii, numărul dezastrelor meteorologice și hidrologice a crescut treptat, la nivel planetar fiind afectați sute de milioane de oameni, în fiecare an. Este imperios necesar să se înțeleagă vulnerabilitatea și sensibilitatea comunităților umane, pe termen scurt și mediu, la producerea riscurilor hidrometeorologice, necesitatea studiilor interdisciplinare, elaborarea modelelor de evoluție și de prognoză a acestora devenind o prioritate.

Inundațiile reprezintă dezastrul cel mai frecvent, care se poate produce la diferite scări – de la râurile mari până la cele mici – cu efecte asupra stării mediului, incluzând aici nu numai pagubele economice și dezechilibrele ecologice, ci și numeroasele pierderi de vieți omenești.

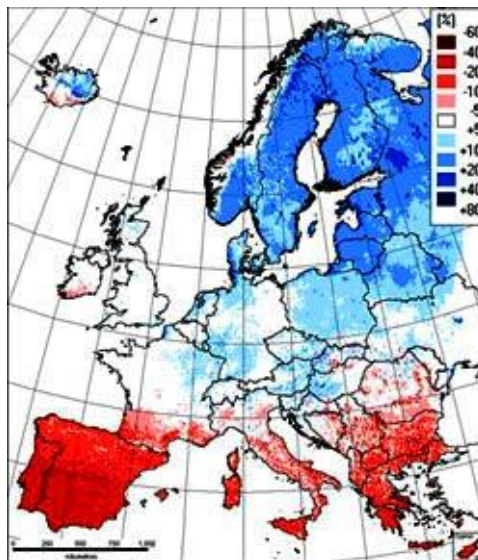


Fig. 1.4: Schimbări ale cantităților anuale de precipitații în Europa [sursă: <http://www.keyscorner.com>]

Pe sintagma "schimbări climatice globale" se înscrie tot mai mult încălzirea globală, cu tendința de aridizare pe suprafețe apreciabile, printre acestea numărându-se și sudul și sud-estul României.

Tendința de aridizare, manifestată cu precădere în ultimele două decenii ale secolului trecut și continuată în cel actual, (deocamdată până în anul 2004), se datorează creșterii temperaturii aerului, asociată cu scăderea cantității de precipitații (vezi fig.1.4). Dar pe acest fond climatic, respectiv secetos, cel puțin pe teritoriul României, se produc și numeroase inundații, provocate de cantități mari de precipitații, care cad în intervale scurte de timp, de ordinul orelor, uneori chiar al minutelor.

O analiză a periodicității regimului meteorologic și hidrologic pe teritoriul României pe 120 de ani (1881-2001) reliefează trei stări de regim: ploios, normal și secetos, cu perioade cuprinse între 11 și 20 de ani.

Din consemnările cronicarilor rezultă că viituri catastrofale (inundații) s-au produs cu regularitate pe teritoriul României, acestea fiind o consecință a climatului temperat continental: în secolul al XVI-lea s-au produs 10 inundații de proporții, în timp ce în secolul al XVII-lea au fost consemnate 19; în secolul al XVIII-lea sunt amintite 26, în secolul al XIX-lea 28, iar în secolul al XX-lea 42.

După cum se poate remarca, frecvența inundațiilor a crescut, în primul rând din cauza schimbărilor climatice, dar și ca o consecință a reducerii capacității de transport în albiile minore ale arterelor hidrografice, ca urmare a aluvionărilor, a îndiguirilor, a despăduririlor din bazinele de recepție-colectare și a diferitelor construcții în albia majoră.

România s-a confruntat, pe parcursul vremii, cu fenomene naturale precum cutremure (cu efecte negative semnificative în 1940, 1941, 1977, 1986), secete, inundații (cu efecte negative relevante în 1970, 1975, 1985, 2002, 2005, 2006, 2010), incendii forestiere și numeroase accidente cauzate de activitățile umane, care au determinat importante pierderi materiale și au avut un impact negativ asupra mediului.



Fig. 1.5: Centrul orașului Satu Mare în timpul inundațiilor din 1970
[sursă: <http://www.portalsm.ro>]

Referitor la cutremure, România se află sub influența epicentrului Vrancea, iar de-a lungul vremii sunt menționate câteva evenimente importante: 1940 – daune materiale semnificative și peste 1000 de morți, 1977 – pagube materiale în câteva orașe și peste 1000 morți, 1986 – nici o pierdere umană.

Din punctul de vedere al climei, România se confruntă cu fenomene hidrologice în cicluri de 9-10 ani: ani de secetă urmați de ani ploioși. În România inundațiile au o frecvență crescută. Din păcate, au existat situații în care, sub aspectul proporției și al distribuției spațiale, fenomenul a cauzat pierderi catastrofice. Despăduririle masive după 1990 au amplificat gravitatea fenomenului, inundațiile având un caracter torențial în multe zone.

Având în vedere frecvența și pierderile cauzate, inundațiile se afla pe primul loc în ceea ce privește riscurile naturale care prezintă pericol pentru populație și pentru activitățile economice. Ținând cont de frecvența și intensitatea riscurilor naturale prezentate mai sus, atât sub aspectul pierderilor de vieți omenești, cât și al pierderilor materiale, autoritățile române au decis că cel mai important risc natural ce trebuie acoperit prin intervenții specifice și semnificative este reprezentat de inundații.

Inundații. România se confruntă cu o frecvență anuală a inundațiilor, în special primăvara la topirea zăpezii și vara din cauza ploilor torențiale, când debitele râurilor cresc foarte mult, producând inundații, adeseori catastrofale, cu pierderi de vieți omenești și mari pagube materiale. Frecvența de producere a inundațiilor și amploarea au crescut din cauza schimbărilor climatice, a ocupării albiei majore a râurilor cu construcții neautorizate, precum și a defrișărilor neautorizate. Din punctul de vedere al vulnerabilității la inundații, cele mai afectate zone sunt cele ale bazinelor: Crișuri, Someș, Mureș, Târnave, Timiș, Olt, Argeș.

Inundațiile produse în 2005 au afectat toate județele, în special 1734 de localități. Au decedat 76 de persoane. În același timp, au fost distruse 93.980 de gospodării și 1060 obiective economice și sociale, iar peste 650.000 ha de teren agricol au fost grav afectate.



Fig. 1.6: Râul Trotuș în timpul inundațiilor din 2005
[sursă: <http://www.panoramio.com>]

În ceea ce privește infrastructura, s-au înregistrat, de asemenea, importante pagube. Au fost afectate 9860 km de drumuri județene și comunale, 560 km de drumuri naționale, 2465 km de străzi intravilane, 2645 km de drumuri forestiere, 9115 poduri și podețe, 24 km de cale ferată, rețele electrice și de alimentare cu apă, 630 de lucrări hidrotehnice pentru protecția împotriva inundațiilor.

În 2005, cele mai afectate județe au fost Vrancea, Buzău, Timiș, Caraș-Severin, Bacău, Teleorman, Mehedinți, Olt, Galați, Botoșani, Dolj, Suceava, Satu Mare.

În 2006 inundațiile au produs importante pagube materiale și pierderi de vieți omenești. Cele mai afectate zone au fost localitățile situate de-a lungul Dunării, mai multe de 15.000 de persoane fiind evacuate. Nivelul apei a fost cel mai ridicat din ultimii 100 de ani. Alte inundații, în special cele provocate de torenți (flash floods – inundații rapide), au afectat următoarele bazine hidrografice: Siret, Prut, Jiu, Mureș, Banat, Someș-Tisa. În total, au decedat 17 persoane și au fost afectate 800 localități. Pagubele au fost estimate la aproximativ jumătate de miliard de euro.

Având în vedere numărul important de pierderi de vieți omenești (283 persoane decedate) înregistrate în ultimul deceniu, precum și pagubele materiale însemnate (gospodării și anexe afectate, terenuri arabile inundate, drumuri, poduri și podețe) a căror valoare se ridică la 3,5 miliarde euro (din care 2 miliarde euro numai în 2005), România trebuie să ia măsuri pentru prevenirea și protecția împotriva dezastrelor hidrologice.

În anul 2003 a fost finalizat Sistemul Meteorologic Integrat Național (SIMIN) care permite cunoașterea și prognozarea mai precisă a fenomenelor meteorologice periculoase și s-a demarat realizarea Sistemului Informațional – Decizional Integrat în cazul Dezastrelor Provocate de Ape (DESWAT). În vederea creșterii capacității de reacție a administrației publice în caz de inundații și poluări accidentale, se va realiza Sistemul Integrat al Managementului Apelor în caz de dezastre (WATMAN) cu sprijinul Agenției de Dezvoltare Internațională și al Agenției de Dezvoltare Comercială din Statele Unite ale Americii.

Fondurile alocate de la bugetul de stat și creditele externe obținute de la Banca de Dezvoltare a Consiliului Europei și Banca Europeană de Investiții au permis realizarea de lucrări hidrotehnice pentru apărarea împotriva inundațiilor a unei suprafețe agricole mai mari de 2 milioane ha, 1298 localități, peste 3100 obiective economico-sociale, 6100 km drumuri și căi ferate. Se intenționează a se mobiliza alte sume din Fondul European de Solidaritate în vederea reparării pagubelor cauzate de dezastrele majore din România. Astfel, în primul "proiect de amendare a bugetului" pe anul 2006, Comisia Europeană a propus acordarea pentru România a unui grant de 71,2 milioane euro, prin care să ramburseze o parte din cheltuielile publice pentru operațiunile de urgență desfășurate în timpul inundațiilor devastatoare din primăvara și vara anului 2006.

Cu toate acestea, în ciuda măsurilor luate și a proiectelor derulate până în prezent, mai exista însă un număr de 2050 de localități cu peste 5000 de locuitori, expuse inundațiilor în regim natural, pentru care sunt necesare lucrări de investiții pentru protecția împotriva inundațiilor.

În acest context, precum și ca urmare a inundațiilor catastrofale din anul 2005, Ministerul Mediului și Dezvoltării Durabile a elaborat, în colaborare cu toți factorii implicați, o nouă Strategie pentru protecția împotriva inundațiilor, care are următoarele obiective principale:

- Reducerea riscului la inundații;
- Creșterea răspunderii publice și civice;
- Modernizarea sistemului informatic.

De asemenea, această strategie va fi îmbunătățită cu spijin PHARE și vor fi identificate zonele cu risc major la inundații. Sunt necesare investiții majore în zonele identificate.

Anul 2005 poate fi considerat un an al inundațiilor pentru România.

Viiturile care au produs inundațiile din 2005 din România au fost generate, în primele luni (din februarie până în aprilie) de suprapunerea ploilor cu topirea zăpezilor, cu deosebire în spațiul bănățean; ulterior, între lunile iunie-septembrie, viiturile au fost provocate de ploi torențiale de scurta durată cu o intensitate sporită în intervale foarte scurte de timp, de ordinul a 2-3 zile.



Fig. 1.7: Inundarea zonei industriale limitrofe orașului Galați în 2010
[sursă: <http://www.adevarul.ro/locale/galati>]

Anul 2010 a adus noi inundații devastatoare pentru România. Apele au atins cote alarmante pe majoritatea râurilor, însă viiturile cele mai puternice s-au produs pe râurile Olt, Prut, Siret și pe fluviul Dunărea. Astfel fluviul Dunărea a depășit debitul istoric de 16.000 m³/s la Galați revărsându-se peste digul de protecție în cartierele aflate în imediata vecinătate a cursului de apă. În luna iunie a acestui an, inundațiile și fenomenele meteorologice extreme au lovit 37 de județe (între care Alba, Arad, Bihor, Botoșani, Cluj, Covasna, Mehedinți, Mureș, Neamț, Sălaj, Timiș și Suceava au fost puternic afectate), provocând decesul a 25 de persoane.

În urma inundațiilor au fost afectate peste 7.200 de gospodării și anexe, 6.112 locuințe au fost inundate și 246 au fost distruse fiind necesară evacuarea a 12.500 de persoane. Tot în iunie au mai fost afectate 33.500 ha de teren arabil, 22.500 ha de pășuni și fânețe, 5.700 ha de păduri, precum și 34 de drumuri naționale, 93 de drumuri județene și 120 de drumuri comunale, o parte dintre acestea devenind impracticabile [sursă: www.ziare.com/articole/localitati_inundate].

Comparație între inundații. Dacă ne referim la ultimii 35 de ani, luând ca repere anii 1970 și 2005, se pot sublinia următoarele:

- inundațiile din 1970 s-au restrâns, ca perioada, la lunile mai-iunie și s-au produs cu precădere pe râurile de ordinul I – Someș, Crișuri, Mureș, Olt, Argeș, Siret, inclusiv pe Dunăre;
- în anul 1970 s-au înregistrat și debitele omologate cele mai mari;

- la nivelul anului 1970 erau mai puține lacuri de acumulare care să atenueze viiturile și mai puține porțiuni îndiguite în albiile râurilor;
- pagubele materiale și pierderile de vieți omenești au fost mult mai mari în 1970 în comparație cu cele din 2005;
- inundațiile din 2005, cu excepția câtorva râuri de ordinul I (Siret, cu afluenții săi, Buzău, Trotuș, Putna, Mureș, Ialomița), s-au produs pe râuri mici, dar au avut un grad mult mai mare de extindere teritorială, uneori cu caracter repetitiv (Trotuș, Buzău, Ialomița).

Inundațiile constituie fenomene naturale și sunt o componentă a ciclului hidrologic natural al Pământului. Inundațiile și în special marile inundații constituie unele dintre fenomenele naturale care au marcat și marchează profund dezvoltarea societății umane, ele fiind din punct de vedere geografic cele mai răspândite dezastre de pe glob și totodată și cele mai mari producătoare de pagube și victime omenești. În același timp, marile inundații au constituit factorul declanșator și catalizatorul unor mari schimbări în modul de abordare a acestui fenomen, de la acceptarea inundațiilor ca pe un *capriciu* al naturii, la încercarea omului de a se opune naturii prin abordări de genul *lupta* împotriva inundațiilor, la cele de *apărare* împotriva inundațiilor și până nu cu mult timp în urmă la *prevenirea* inundațiilor.

Inundațiile produse în numeroase țări în ultimii 5 - 10 ani și consecințele ce le-au urmat, au condus, pe fondul unei creșteri a responsabilității sociale la o nouă abordare, aceea de *management al riscului* la inundații, abordare în care conștientizarea și implicarea comunităților umane au un rol esențial în evitarea pierderilor de vieți omenești și reducerea pagubelor. Această abordare este astăzi cvasi generală și este aceea care a deschis calea spre a face față provocărilor viitoare prin introducerea unor noi concepte cum sunt *mai mult spațiu pentru râuri* și *conviețuirea cu viiturile* și mai ales prin asimilarea conceptului dezvoltării durabile în managementul riscului la inundații.

Practica mondială a demonstrat că apariția inundațiilor nu poate fi evitată, însă ele pot fi gestionate, iar efectele lor pot fi reduse printr-un proces sistematic care conduce la un șir de măsuri și acțiuni menite să contribuie la diminuarea riscului asociat acestor fenomene. Managementul inundațiilor este ușurat de faptul că locul lor de manifestare este predictibil și adesea este posibilă o avertizare prealabilă, iar în mod obișnuit este posibil să se precizeze și cine și ce va fi afectat de inundații.

Managementul riscului la inundații înseamnă aplicarea unor politici, proceduri și practici având ca obiective *identificarea riscurilor, analiza și evaluarea lor, tratarea, monitorizarea și reevaluarea* riscurilor în vederea reducerii acestora astfel încât comunitățile umane, toți cetățenii, să poată trăi, munci și să-și satisfacă nevoile și aspirațiile într-un mediu fizic și social durabil.

Riscul la inundații este caracterizat prin natura și probabilitatea sa de producere, gradul de expunere al receptorilor (numărul populației și al bunurilor), susceptibilitatea la inundații a receptorilor și valoarea acestora, rezultând implicit că pentru reducerea riscului trebuie acționat asupra acestor caracteristici ale sale.

Problema esențială în managementul riscului la inundații este aceea a *riscului acceptat* de populație și decidenți, știut fiind că nu există o protecție totală împotriva inundațiilor (risc zero), după cum nu există nici un consens asupra riscului acceptabil. În consecință, *riscul acceptabil* trebuie să fie rezultatul unui echilibru între riscul și beneficiile atribuite unei activități ca urmare a reducerii riscului la inundații sau a unei reglementări guvernamentale.

Diminuarea pagubelor și a pierderilor de vieți omenești ca urmare a inundațiilor nu depinde numai de acțiunile de răspuns întreprinse în timpul inundațiilor, acțiuni abordate uneori separat, sub denumirea de *managementul situațiilor de urgență*.

Diminuarea consecințelor inundațiilor este rezultatul unei combinații ample, dintre măsurile și acțiunile premergătoare producerii fenomenului, cele de management din timpul desfășurării inundațiilor și cele întreprinse post inundații (de reconstrucție și învățăminte deprinse ca urmare a producerii fenomenului).

Ca urmare, la nivel mondial se utilizează noțiunea mai completă de *management al inundațiilor* care include atât *managementul riscului* la inundații cât și *managementul situațiilor de urgență* generate de inundații.

Pentru ca eforturile guvernului, ale autorităților și agențiilor competente, ale comunității, să fie coordonate și să aibă ca efect o comunitate pregătită să facă față fenomenului de inundații, gestionarea inundațiilor trebuie abordată într-o manieră integrată.

CAP. 2

POLITICI ȘI STRATEGII DE GOSPODĂRIRE A APELOR

2.1. Directiva Cadru a Apei 2000/60/CE

Apa este esențială vieții pe Pământ. Existența noastră, ca și activitățile noastre economice sunt în totalitate dependente de această prețioasă resursă. Și, mai mult decât atât, la nivel global, apa reprezintă o resursă limitată.

Datorită presiunilor tot mai numeroase și mai puternice asupra resurselor de apă a devenit vitală crearea de instrumente legislative care să se adreseze clar problemelor apărute și să contribuie la asigurarea resurselor de apă pentru generațiile viitoare. Directiva Cadru privind Apa, a Uniunii Europene, extinde domeniul protecției apei la toate formele acestora și fixează clar obiective, astfel încât toate apele europene să îndeplinească calificativul de „ape bune” până în anul 2015, iar folosințele să fie durabile de-a lungul Europei.

Directiva Cadru privind Apa (2000/60/EC) reprezintă o abordare ambițioasă și inovativă a Uniunii Europene în domeniul managementului apelor, elementele legislative cheie ale directivei referindu-se la:

- protejarea tuturor apelor, indiferent de tipul acestora – râuri, lacuri, ape maritime costiere sau ape subterane,
- identificarea și realizarea de obiective care să contribuie la îndeplinirea calificativului de „ape bune” pentru toate apele, până în 2015,
- cerințele pentru cooperarea transfrontalieră între țări și între toate părțile implicate,
- asigurarea participării active în desfășurarea managementului resurselor de apă a tuturor factorilor responsabili, inclusiv a organizațiilor neguvernamentale și a comunităților locale,
- crearea de politici de valorificare financiară a apelor, și asigurarea aplicării efective a principiului „poluatorul plătește”.

Directiva Cadru privind Apa cere ca toți partenerii dintr-un bazin hidrografic să administreze împreună apele din bazin, în strânsă cooperare. Astfel, țările trebuie să-și realizeze Planuri Comune de Management la nivel de Bazin Hidrografic, cu măsuri care să asigure că obiectivele Directivei Cadru vor fi îndeplinite în termenele impuse. Planurile vor fi elaborate și implementate la nivel de bazin hidrografic, care, în interpretarea prezentei directive, este reprezentat de unitatea geologică și hidrologică ce aduce la un loc interesele celor din amonte și ale celor din aval, atât la nivelul autorităților locale, regionale și naționale, precum și a sectorului de afaceri, a comunităților locale și a organizațiilor neguvernamentale.

În esență, Directiva Cadru privind Apa urmărește să creeze o solidaritate în ceea ce privește managementul apelor la nivel de bazin hidrografic. Directiva încurajează implicarea cetățenilor în protejarea și managementul apelor; reprezentând o combinație între grupurile de cetățeni și administrațiile ce participă la realizarea legislației.

Modul în care Directiva Cadru privind Apa va fi implementată este unic. Implementarea se bazează pe participarea tuturor celor interesați. De asemenea, oferă Uniunii Europene, Statelor Membre, Statelor Candidate și tuturor celor implicați – o șansă fără precedent pentru crearea unui nou parteneriat care să coordoneze procesul și să asigure o implementare coerentă și efectivă.

Prevederile directivei sunt complexe și de durată, și a fost general recunoscut faptul că implementarea va fi sprijinită în mod deosebit de elaborarea Ghidurilor tehnice acoperind o arie largă de aspecte tehnice. Această provocare a fost luată în considerare în cadrul Strategiei de Implementare Comună a Directivei Cadru privind Apa, elaborată în comun de Statele Membre și Comisia Europeană, și aprobată în luna mai 2001.

Obiectivele politicii europene sunt îndreptate spre următoarele trei mari direcții:

- conservarea, protejarea și îmbunătățirea calității mediului;
- contribuirea la protejarea sănătății omului;
- asigurarea unei utilizări raționale a resurselor naturale.

Cererea crescută a cetățeanului de rând și a organizațiilor de mediu pentru ape mai curate a devenit evidentă în ultima perioadă. Un studiu efectuat în ultimii ani în cele 25 de țări membre UE (*Eurobarometer*) a reconfirmat faptul că dintre problemele care îngrijorează populația, apa ocupă un loc important. Aproape jumătate dintre cei puși să prioritizeze cinci probleme de mediu pe care ei le consideră mai stringente au răspuns că prima problemă o reprezintă poluarea apei (47%). În unele țări procentul pentru acest răspuns merge până la 71%.

Conștientizarea dorințelor societății civile a fost principalul motiv pentru care Comisia Europeană a considerat problema protecției apelor una dintre prioritățile de lucru. Obiectivele unei politici pentru statele membre UE au început să se cristalizeze, iar implicarea publicului a fost considerată esențială pentru atingerea lor.

Probleme legate de calitatea apei există însă și în state care nu sunt membre ale Uniunii Europene, chiar dacă ele îmbracă uneori alte forme, problema de fond rămâne. Problemele de mediu ale Europei Centrale și de Est nu pot fi separate de cele ale celorlalte țări europene. De aceea trebuie realizate diferite acorduri cu țările Comunității Europene de către țările care nu fac parte din această organizație internațională, în ideea de a deveni cât mai curând membre. Cooperarea este deci necesară, chiar imperativă, la nivel continental.

Un prim val de legislație europeană în domeniul apei a început în 1975, prin impunerea de standarde pentru râurile și lacurile folosite pentru alimentări cu apă și a culminat în 1980 cu determinarea standardelor pentru apă potabilă. Au fost de asemenea stabilite obiective de calitate pentru apele cu pești, moluște, zonele de îmbăiere și apele subterane. Cele mai importante elemente de control ale emisiilor au fost formulate în Directiva pentru substanțe periculoase.

La întâlnirea inter-ministerială pe problema apelor ținută la Frankfurt, în iunie 1988 a fost luată în discuție legislația existentă și au fost identificate lipsurile în domeniul apei și posibilitățile de îmbunătățire a cadrului legislativ. Acum au fost subliniate cele mai importante probleme: stațiile de poluare, calitatea ecologică, substanțele periculoase, sursele difuze de poluare, resursele de apă, integrarea politicilor. După această întâlnire o serie de directive au fost formulate. Acesta a fost al doilea val de legislație europeană în domeniul apelor, care s-a concretizat în 1991 prin adoptarea Directivei pentru tratarea apelor uzate (propunând treapta de tratare biologică) și a Directivei pentru nitrați (care se adresează combaterii poluării cu nitrați proveniți din agricultură).

Alte propuneri legislative s-au concretizat prin adoptarea în 1998 a Directivei pentru ape potabile, care reconsideră standardele de calitate pentru ape potabile și în 1996 a Directivei IPPC, care recomandă cadrul pentru controlul și prevenirea poluării de la marile instalații industriale.

Aceste directive stabilesc însă doar un cadru larg al strategiilor de management integrat în domeniul apei, pentru implementarea lor trebuind a fi bine cunoscute elementele cadrului natural, economic, social, cultural, instituțional, administrativ și nu în ultimul rând legal din fiecare țară, și chiar în interiorul acesteia.

Directivele europene stau la baza formulării strategiilor de management ale țărilor membre ale Uniunii Europene, însă și a celor ce vor să adere la această organizație europeană. Modul de implementare este însă diferit de la stat la stat în funcție de condițiile naturale, economice și sociale.

Presiuni referitoare la regândirea cadrului politicii de gospodărire a apelor în Comunitatea Europeană au început să apară după dezvoltarea conceptului de management integrat al apelor. În 1995 Comisia Europeană a acceptat solicitarea Comitetului de Mediu din cadrul Parlamentului European și a Consiliului miniștrilor de mediu, în vederea pregătirii unei politici a apelor cu abordare integrată.

Un comunicat al Comisiei Europene a fost adresat formal Consiliului și Parlamentului European, însă în același timp au fost invitate să-și spună părerea toate părțile interesate (autorități locale și regionale, utilizatori de apă, organizații neguvernamentale). Un număr mare de persoane fizice și juridice și-au declarat în scris sprijinul pentru o astfel de acțiune.

Acest proces a fost continuat cu organizarea unei Conferințe a Apei, în mai 1996, la care au participat circa 250 de delegați din țările membre UE, din cadrul autorităților locale regionale și naționale, companiilor de alimentare cu apă, agenților economici din industrie și agricultură și nu în ultimul rând ecologiști.

Rezultatul acestui proces de consultare a fost consensul general că, deși a fost înregistrat un progres considerabil în tratarea unor probleme individuale, politica prezentă a gospodăririi apelor este una fragmentată atât referitoare la obiective, cât și la mijloacele de atingere a acestor obiective. Toate părțile implicate au căzut de acord cu necesitatea elaborării unui singur cadru legislativ integrat care să rezolve aceste probleme. Pe lângă toate acestea, atuul reprezentat de elaborarea unei directive integrate este evident și în faptul că prin aceasta se va da un caracter unitar politicii europene a apelor prin înlocuirea a șapte dintre directivele fiice cu un singur cadru legislativ. Condiționările prevăzute de aceste directive vor fi preluate și concordate, pentru a se evita suprapunerile și omisiunile.

Ca răspuns la această solicitare, Comisia Europeană a prezentat Directiva Cadru a Apei 60/2000/CE, care dezvoltă următoarele elemente cheie:

- dezvoltarea protecției apelor pentru toate apele de suprafață și subterane;
- atingerea stării bune a apelor într-un termen dat;
- gospodărire la nivel bazinal;
- abordare combinată a valorilor limită pentru emisii și a standardelor de calitate;
- dezvoltarea de instrumente economice pentru protecția resurselor de apă;
- implicarea și participarea publicului în procesul de gospodărire a apelor;
- dezvoltarea unui cadru legislativ, standarde și termene identice pentru toate țările UE.

Managementul resurselor de apă în secolul XXI în conformitate cu recomandările Directivei Cadru a Apei se profilează din ce în ce mai mult în cadrul legislativ al țărilor europene. Concepte și strategii de management al resurselor de apă, noi pentru majoritatea țărilor europene în anul 2000, devin cu fiecare zi parte a

sistemului de gospodărire a țărilor membre sau a celor aflate în proces de aderare la Uniunea Europeană.

Directiva Cadru 2000/60/CE stabilește un cadru de acțiune în domeniul politicii apei, și a fost adoptată în data de 23 noiembrie 2000, devenind operațională începând cu data de 22 decembrie a aceluiași an – când a fost publicată în Jurnalul Oficial al Uniunii Europene. Directiva Cadru în Domeniul Apei a Uniunii Europene a devenit instrumentul de lucru atât pentru țările membre cât și pentru cele care doresc să adere la această comunitate. Decembrie 2000 devine astfel o „piatră de hotar” majoră în domeniul gospodăririi apelor în Europa.

Directiva Cadru în Domeniul Apei, este actul normativ care a fost adoptat după discuții care au durat mai bine de 5 ani și are ca obiectiv principal conservarea apelor nedegradate și reabilitarea celor afectate de activitatea umană. Această Directivă este rezultatul unui proces îndelungat de discuții și negocieri între oameni de știință, gospodari de ape, utilizatori și reprezentanți ai sferei politice.

Obiectivul Directivei Cadru este protecția resurselor de apă și îmbunătățirea mediului acvatic prin măsuri specifice pentru reducerea progresivă a evacuărilor, emisiilor sau a pierderilor de substanțe prioritare și încetarea sau oprirea treptată a evacuărilor, emisiilor sau pierderilor de substanțe prioritare periculoase.

Directiva Cadru a Apei transpune în legislația europeană o serie de noțiuni care au fost introduse la nivel mondial încă din 1992 prin conceptul de management integrat al resurselor de apă, și care acum își găsesc un cadru real și operațional pentru implementare.

Un prim concept fundamental al Directivei Cadru îl constituie „integrarea”, ca bază a gospodăririi și protecției apelor la nivelul districtelor hidrografice. Conceptul include:

- integrarea obiectivelor de mediu prin combinarea obiectivelor de calitate, chimice și biologice, cu cele de cantitate, pentru asigurarea stării bune a apelor cu scopul protecției ecosistemelor acvatice;
- integrarea tuturor resurselor de apă (ape de suprafață și subterane, ape costiere și tranzitorii, ape din zonele umede) la scara unui bazin hidrografic;
- integrarea tuturor utilizatorilor de apă;
- integrarea disciplinelor, analizelor și expertizelor din domeniile: hidrologie, hidraulică, construcții hidrotehnice, ecologie, chimie, geografie, geologie, geotehnică, inginerie tehnologică și economie;
- integrarea legislației din domeniul apelor într-un cadru comun și coerent;
- integrarea aspectelor tradiționale de management cu aspectele ecologice în realizarea programelor de măsuri;
- integrarea tuturor măsurilor și instrumentelor financiare pentru atingerea obiectivelor de mediu;
- integrarea societății civile în luarea deciziilor;
- integrarea diverselor niveluri de luare a deciziilor;
- integrarea gospodăririi internaționale a bazinelor hidrografice transfrontaliere.

Un al doilea concept fundamental al Directivei Cadru îl constituie participarea publicului, ca bază în luarea deciziilor în diverse etape și faze de implementare. Participarea publicului presupune un proces continuu de informare, consultare și participare activă a publicului în următoarele subiecte: starea actuală a apelor din bazinele hidrografice, stabilirea obiectivelor de mediu, elaborarea și revizuirea planurilor de management bazinal și stabilirea și implementarea programelor de măsuri în bazinele hidrografice.

Nevoia de a conserva sursele și resursele de apă, într-o perioadă în care ele se află sub o presiune crescândă datorită cerințelor aflate într-o continuă creștere, a

duș la introducerea conceptului de preț al apei. O politică adecvată de tarifare a apei acționează ca un stimulent pentru dezvoltarea durabilă a resurselor de apă și astfel ajută la atingerea obiectivelor de mediu stabilite de Directivă. Statelor membre li se solicită să asigure ca prețul apei să reflecte costurile reale de captare, tratare, distribuție, colectare și epurare. Chiar dacă acest principiu are deja tradiție în unele țări europene, există situații în care el se impune ca un concept nou. Totuși există și situații în care derogările sunt posibile, în special pentru zonele mai defavorizate, pentru a se putea asigura nevoile de bază precum alimentarea cu apă potabilă la prețuri acceptabile.

Directiva Cadru aduce ca noutate legislativă pentru majoritatea statelor europene ideea de gospodărire integrată la nivel de bazin hidrografic. Cel mai bun sistem pentru gospodărire integrată este gospodăria unui spațiu unitar din punct de vedere al condițiilor naturale, geografice și hidrologice și nu din punct de vedere al limitelor administrative sau politice. Inițiativele luate deja pentru fluviile Meuse, Rin și Schelde au reprezentat un exemplu pozitiv de cooperare între țări membre UE și nu numai, pentru atingerea unor obiective comune la nivel bazinal. Implementarea Directivei Cadru presupune elaborarea unui plan de gospodărire a apelor pe marile bazine hidrografice (Dunăre, Rin, Elba, etc.). Pentru fiecare bazin sau district hidrografic, majoritatea fiind transfrontaliere, se prevede cooperarea pentru armonizarea obiectivelor și a măsurilor pentru atingerea lor într-un plan de management bazinal care va fi elaborat și actualizat la fiecare 6 ani.

În general obiectivele Directivei sunt orientate înspre protejarea calității apelor și corespund tendințelor evidențiate la nivel european de protejare a ecologiei acvatice, de protecție și conservare a habitatelor unice și valoroase, de protejare a resurselor de apă potabilă și a zonelor de îmbăiere. Toate aceste obiective trebuie integrate la nivel bazinal, este însă evident că unele dintre ele, în special ultimele trei – protecția habitatelor, a zonelor de captare pentru alimentărilor cu apă potabilă și a zonelor de îmbăiere – trebuie aplicate doar pentru tronsoane specifice unde acestea se identifică. În schimb protejarea stării ecologice a apelor trebuie aplicată pentru toate apele. Astfel trebuie identificate tronsoanele pe care se vor aplica măsuri pentru atingerea obiectivelor stabilite de Directivă, având în vedere că pentru diferite obiective se vor aplica diferite măsuri.

Prin urmare, deși discutăm de gospodărire integrată la nivel de bazin hidrografic, principiile moderne pleacă de la premisa că trebuie pornit de la identificarea problemelor la o scară mai detaliată și apoi integrarea lor la scara bazinului.

Un alt element nou introdus de Directiva Cadru este caracterizarea calității apelor pe cinci categorii de calitate, având ca factor de referință principal elementele biologice. Ca și elemente suplimentare de determinare a calității apei se apelează la elementele fizico-chimice, elementele hidrologice și elementele morfologice. Directiva Cadru impune identificarea și caracterizarea corpurilor de apă, aspecte ilustrate în anexele 6 și 7 ale Directivei.

Totodată, Directiva Cadru stabilește un cadru de acțiune pentru țările membre ale Uniunii Europene și pentru cele candidate, având drept scop principal atingerea cel puțin a unei "stări bune" a cursurilor de apă din Europa până în anul 2015.

Responsabilitatea implementării Directivei revine fiecărui stat membru al Uniunii Europene și respectiv, statelor aflate în proces de aderare. La nivel național există instituții responsabile cu implementarea acestei Directive, instituții care sunt organizate pentru a administra la nivel de bazin hidrografic resursa de apă. În cazul cursurilor de apă transfrontaliere există instituții și organizații care gestionează sau

urmăresc gestionarea resurselor de apă la nivel internațional astfel încât să se asigure de aplicarea prevederilor Directivei Cadru a Apelor 60/2000/CE, bineînțeles cu respectarea legislației naționale în domeniu, legislație care în majoritatea cazurilor a fost armonizată cu cea europeană.

Directiva Cadru este structurată în 25 de articole și 11 anexe, pe parcursul cărora sunt descrise liniile directoare ce trebuie urmate pentru atingerea obiectivelor prevăzute de această directivă.

Scopul Directivei Cadru în Domeniul Apei este stabilirea unui cadru privind protecția apelor de suprafață interioare, a apelor tranzitorii, a apelor de coastă și subterane.

Acest cadru urmărește:

- prevenirea deteriorării ulterioare, protejarea și îmbunătățirea stării ecosistemelor acvatice ținând cont și de cerințele de apă, ecosistemele terestre și zonele umede direct dependente de ecosistemele acvatice;
- promovarea utilizării durabile a apelor pe baza unei protecții pe termen lung a resurselor disponibile de apă;
- asigurarea reducerii progresive a poluării apelor subterane și prevenirea poluării ulterioare;
- diminuarea efectelor inundațiilor și secetelor.

În urma acestor măsuri se va obține:

- furnizarea unei ape de alimentare în cantități suficiente, de bună calitate, din ape de suprafață și subterane după necesități pentru o utilizare durabilă, rațională și echitabilă;
- reducerea semnificativă a poluării apelor subterane;
- protecția apelor teritoriale și a apelor marine;
- atingerea obiectivelor acordurilor internaționale relevante, inclusiv a acelor care au ca scop prevenirea și eliminarea poluării mediului marin, prin acțiuni comunitare, conform art. 16(2a) privind încetarea sau oprirea etapizată a evacuărilor, emisiilor sau pierderilor de substanțe prioritare având ca ultim scop atingerea concentrațiilor în mediul marin aproape de valorile fondului natural al acestor substanțe și aproape de zero pentru substanțele de sinteză.

Directiva Cadru presupune gospodărirea unitară pe baza unui plan de management bazinal care va fi elaborat concordat pe marile bazine hidrografice, având drept obiectiv general atingerea "stării bune" a cursurilor de apă. Prin "starea bună" a apelor de suprafață se înțelege starea generală a unui corp de apă de suprafață, atunci când atât starea sa ecologică cât și starea sa chimică sunt cel puțin „bune”.

Celelalte obiective prevăzute de Directivă sunt aplicate pentru zone specifice. Astfel, incorporarea lor în planurile bazinale presupune în primul rând desemnarea zonelor de protecție din cadrul unui bazin hidrografic. Planul bazinal va identifica obiectivele ecologice și chimice de protecție minimală, iar pentru zonele care solicită protecție specială datorită unor utilizări specifice se vor desemna obiective particulare.

Există însă categorii de folosințe care nu se pot încadra imediat și simplist în recomandările Directivei. Este vorba despre folosințele care afectează negativ calitatea apei însă sunt considerate esențiale: apărarea împotriva inundațiilor, captările principale pentru alimentare cu apă pentru populație, navigația și producerea de energie electrică. Pentru aceste condiții speciale se pot prevedea derogări de la obiectivul de atingere a stării bune atâta timp cât sunt luate măsuri eficiente de reducere a impactului asupra mediului. Derogările sunt oferite în urma unei analize detaliate care să arate că alternativele tehnice sunt imposibile, că sunt

prea scumpe sau că acestea ar avea asupra mediului un impact negativ și mai puternic.

Toate acestea iau forma unui plan de management bazinal. Acest plan detaliază modul în care vor fi atinse obiectivele Directivei în termenele fixate. Pentru elaborarea și implementarea acestui plan participarea publicului este considerată crucială.

Există două motive principale pentru implicarea publicului în procesul de implementare a Directivei Cadru.

În primul rând este vorba despre faptul că alegerea măsurilor de implementat pentru atingerea obiectivelor Directivei afectează interesele a numeroase grupuri. O analiză economică trebuie elaborată pentru a oferi o bază rațională procesului de selectare a măsurilor, însă este esențial ca procesul să fie deschis și transparent pentru a permite celor ce vor fi afectați de implementarea acestei Directive să intervină pe tot parcursul acestui proces.

În al doilea rând este faptul că transparența în definirea obiectivelor, alegerea măsurilor și raportarea la standarde duce la creșterea interesului cetățenilor și prin aceasta la asigurarea implicării forurilor de decizie la nivel politic și administrativ pentru o mai bună implementare a cerințelor Directivei.

Revenind la scopul general al Directivei Cadru, se poate concluziona că, pentru atingerea acestuia, următoarele mecanisme sunt prevăzute:

- elaborarea unui set de standarde unitare în domeniul politicii apei;
- stabilirea intervalului de timp necesar statelor membre în vederea atingerii stării bune a tuturor categoriilor de ape de suprafață;
- analiza economică la nivelul bazinului hidrografic ce trebuie să ofere o estimare a costurilor efective ale aplicării măsurilor referitoare la gestiunea resurselor de apă, protecția mediului, tratarea și epurarea apelor;
- participarea publicului la elaborarea și implementarea Planurilor bazinale de gospodărire a apelor.

Responsabilitatea implementării Directivei revine fiecărui stat membru și respectiv, statelor aflate în proces de aderare. Datorită complexității deosebite a procesului de implementare a fost necesară stabilirea unei strategii comune care să asigure compatibilitatea, eficiența și transparența acestui proces. Aceasta presupune înțelegerea comună a prevederilor Directivei Cadru și realizarea unor activități în comun, mai ales privind aplicarea prevederilor Directivei pe cursurile de apă transfrontaliere. Astfel se vor stabili puncte de vedere comune în vederea eliminării posibilității de aplicare necorespunzătoare a prevederilor Directivei Cadru și pentru a elimina, pe cât posibil, disputele care apar uneori între statele respective [2000, *Directiva Cadru a Apei*].

În scopul asigurării suportului tehnico-științific pentru implementarea armonizată și unitară a Directivei Cadru a Apei în toate statele membre și candidate UE, a fost stabilită o Strategie Comună de Implementare (Common Implementation Strategy-CIS). În cadrul CIS au fost constituite unele grupe de lucru internaționale cu scopul:

- elaborării de documentații metodologice pentru implementarea prevederilor Directivei Cadru a Apei;
- elaborării de strategii și politici de lucru;
- elaborării de instrumente practice de lucru;
- prezentării de studii de caz relevante.

Pentru țara noastră implementarea Directivei se desfășoară practic pe trei niveluri. În primul rând se face o raportare la nivel european, care reprezintă cadrul cel mai larg și cu caracter general, apoi la nivel de bazin al fluviului Dunărea, care

presupune o armonizare cu toate statele dunărene iar ultimul ca scară spațială este nivelul național, care însă presupune scara de detaliu cea mai amplă.

Pentru implementarea la nivel european, responsabilitatea revine din punct de vedere organizatoric Comitetului Directorilor de Apă din țările membre ale Uniunii Europene, la care sunt invitați și directorii din țările central și est europene.

În vederea realizării în mod unitar a metodologiilor și ghidurilor de implementare ale prevederilor Directivei, acest comitet coordonează zece grupe de lucru, organizate pe activități, după cum urmează:

1. Analiza presiunilor;
2. Condițiile de referință;
3. Tipologie, clasificarea apelor de tranziție și apelor marine litorale;
4. Ape cu regim puternic modificat;
5. Sisteme Informatice Geografice;
6. Intercalibrare;
7. Monitoring;
8. Analiza economică;
9. Instrumente de evaluare și clasificare a apelor subterane;
10. Metode de planificare la nivel de bazin hidrografic.

În componența grupelor de lucru intră experți din țările membre ale Uniunii Europene, din țările aflate în proces de aderare, din instituții europene precum și reprezentanți ai utilizatorilor de apă și ONG-urilor. Metodologiile și ghidurile elaborate în comun vor fi implementate prin intermediul unor proiecte finanțate de către Uniunea Europeană pe bazine-pilot.

La nivelul bazinului Dunării, responsabilitatea revine Comisiei Internaționale pentru Protecția fluviului Dunărea (ICPDR). În cadrul Plenarei de la Sofia – 27-28 noiembrie 2000 – s-a stabilit un grup permanent de lucru, care are drept scop principal coordonarea elaborării Planului de gospodărire a apelor pe bazinul hidrografic al Dunării; acesta urmează a se elabora pe baza unei opțiuni cu două niveluri:

- Național – de decizie;
- Bazinal – de coordonare.

Implementarea la nivel național a Directivei constituie din punct de vedere legislativ trecerea la o nouă etapă de dezvoltare în domeniul gospodăririi apelor – etapa gospodăririi durabile a resurselor de apă.

În calitate de membru UE, țara noastră consideră că implementarea Directivei Cadru este de importanță majoră și ca urmare i se acordă o atenție deosebită. Pentru aceasta, se acționează în trei mari direcții: legislativ, organizatoric și științific.

Din punct de vedere legislativ au fost susținute eforturi pentru armonizarea legislației românești cu prevederile Directivei Cadru și a celor 12 directivelor surori în domeniul apei. În prezent în România este operațională Legea Apelor 310/2004 ce reprezintă o transpunere cât mai realistă și eficientă a cerințelor Directivei Cadru. Legea 310/2004 completată și modificată de Legea 112/2006 sunt actele normative naționale ce transpun cerințele și reglementările Directivei Cadru a Apei, iar în același timp are un caracter integrator al legislației naționale orizontale din domeniul managementului resurselor de apă.

Din punct de vedere organizatoric până în prezent s-au făcut câteva schimbări care să susțină implementarea noii legi a apelor, care însă în majoritate sunt schimbări cu caracter instituțional. Având în vedere că încă din anii '70 România a urmat modelul francez de gospodărire a apelor ce propunea gospodărirea la nivel bazinal, în țara noastră Directiva Cadru nu a impus modificări ale structurii

organizatorice de la nivel administrativ la nivel bazinal. Totodată s-au dezvoltat scheme de gospodărire a apelor la nivel bazinal. Aceste lucruri au facilitat o mai rapidă adoptare a cerințelor Directivei Cadru a Apei 60/2000/CE. Unele schimbări organizatorice au fost însă cerute de aspectul integrării europene a problemelor de gospodărire a apelor. La nivelul Ministerului Mediului și Gospodăririi Apelor a fost creat și funcționează Consiliul Interministerial al Apelor; ce are în componență reprezentanți ai ministerelor și autorităților centrale competente și ai A.N. "Apele Române". Președintele acestui consiliu este reprezentantul României la ICPDR. În România, A.N. "Apele Române" este autoritatea care implementează Directiva Cadru pe fiecare bazin hidrografic. Acest lucru se realizează efectiv prin activitatea Direcțiilor de Ape ce administrează un bazin sau un grup de bazine hidrografice. Administrațiile Bazinale de Apă sunt cele care vor elabora Planurile de gospodărire a apelor pentru bazinul hidrografic pe care îl administrează, planuri ce vor fi supuse spre avizare Comitetului de bazin hidrografic. Plecând de la Planurile bazinale, A.N. "Apele Române" va elabora Planul de gospodărire a apelor din România care va fi integrat Planului districtului hidrografic al Dunării și totodată înaintat spre aprobare Comisiei Europene de la Bruxelles.

Din punct de vedere științific și tehnic, se poate observa cum în ultimii ani, planurile de activitate ale instituțiilor din domeniul apelor (ICIM, INHGA, AQUAPROIECT, Institutul de biologie al Academiei Române, Institutul pentru Sănătate Publică București, Institutul de cercetări "Delta Dunării" Tulcea, ș.a.) și-au reorientat sfera de acțiune astfel încât să ofere posibilitatea fundamentării modului de aplicare a Directivei. Pentru realizarea acestui deziderat, aceste instituții vor trebui să adapteze la condițiile țării noastre metodologiile și ghidurile referitoare la implementarea Directivei elaborate la nivelul Comisiei Internaționale pentru Protecția Fluviului Dunărea.

Până în prezent se poate spune că s-a înregistrat un real progres în sfera protejării resurselor de apă la nivel european, însă și individual la nivel național. După mai bine de 30 de ani de legislație europeană în domeniul gospodăririi apelor, solicitarea de protejare a resurselor de apă este din ce în ce mai evidentă în realitatea cotidiană a instituțiilor guvernamentale de gospodărire a apelor, a organizațiilor non-guvernamentale de protecție a mediului, dar mai ales în viața individului prin implicarea publicului larg în acest proces.

2.2. Directiva pentru Inundații 2007/60/CE – Legislația românească în domeniu

Directiva Cadru a Apei nu tratează direct probleme de apărare împotriva inundațiilor. Totuși, problema este abordată indirect în Directiva Cadru prin menționarea recomandării ca pe viitor să fie evitate alterările sistemelor hidrografice cu scopul obținerii și menținerii stării ecologice și chimice bune. Mai mult decât atât, unul din obiectivele Directivei Cadru este reducerea impactului inundațiilor, însă în textul său nu se specifică măsuri de prevenție sau de apărare împotriva inundațiilor.

Problema apărării împotriva inundațiilor trebuie tratată dependent de alte politici europene în domeniul apelor și nu numai. Apărarea împotriva inundațiilor trebuie integrată în cerințele Directivei Cadru dar și a politicilor din agricultură, transport, navigație, dezvoltare urbană, management a situațiilor de criză și în special politicilor de conservare a naturii. Implementarea strategiilor de apărare împotriva inundațiilor trebuie coordonate la nivel local, regional, național și internațional, la scara unui bazin hidrografic.

Pentru dezvoltarea politicilor și strategiilor durabile de apărare împotriva inundațiilor există o serie de recomandări care includ subiectul în cadrul mai larg al managementului integrat al apelor.

În primul rând trebuie creat un cadru legal, administrativ și economic care să dea posibilitatea sectorului public și privat, voluntarilor și publicului larg să-și aducă propria contribuție la prevenirea inundațiilor, siguranța barajelor și reducerea impactului negativ pe care inundațiile îl au asupra siguranței și sănătății oamenilor, a proprietăților și bunurilor acestora și nu în ultimul rând asupra ecosistemelor acvatice și terestre.

Scara de planificare este obligatoriu cea bazinală, iar prioritate trebuie acordată integrării măsurilor de gospodărire a apelor pentru întreaga suprafață a bazinului de recepție și nu gospodăririi doar a situațiilor de criză.

De asemenea, trebuie luat în considerare impactul activităților umane de prevenire și apărare împotriva inundațiilor asupra mediului social și fizic dintr-un bazin hidrografic. Este foarte important a se face o analiză a efectelor pozitive și a celor negative ale măsurilor de apărare, deoarece impactul se manifestă asupra siguranței vieții, sănătății, proprietății și bunurilor oamenilor, dar și asupra calității și cantității resursei de apă, asupra factorilor climatici, asupra ecosistemelor acvatice, asupra peisajului în general, sau a unor zone protejate în special, și chiar asupra infrastructurii cu valoare economică sau spirituală ridicată, precum monumentele arhitectonice. Toate aceste elemente vor fi subiectul unei analize a impactului asupra mediului pentru o măsură sau un set de măsuri de apărare împotriva inundațiilor. Având în vedere că unele activități sau măsuri pot avea efect transfrontalier, analiza impactului asupra mediului trebuie să fie dezvoltată la nivel internațional.

Măsurile luate în considerare după analiza impactului trebuie integrate nu numai planurilor de gospodărire bazinală, ci și schemelor de amenajare a teritoriului și planurilor de dezvoltare urbană și rurală. Pentru identificarea mecanismelor de implementare vor fi luate în considerare condițiile locale și instrumentele de luare a deciziei disponibile. Pentru acest scop se va dezvolta o politică a informației care să acopere situațiile de risc și să faciliteze accesul publicului la procesul de luare a deciziei.

În 18 ianuarie 2006, Comisia Europeană a propus o directivă care să corespundă cu cerințele momentului referitoare la sectorul apărării împotriva inundațiilor. Pe 26 noiembrie 2007 această directivă, denumită Directiva pentru Inundații 2007/60/EC, a intrat în vigoare.

Scopul Directivei pentru Inundații 2007/60/CE este reducerea și managementul riscului pe care inundațiile îl induc populației, mediului, infrastructurii și proprietăților. Această directivă care se aplică tuturor tipurilor de inundații (pe râuri, lacuri, inundații rapide, inundații urbane, inundații costiere, inclusiv furtuni maritime și tsunami) de pe întreg teritoriul Uniunii Europene și cere Statelor Membre să abordeze managementul riscului la inundații printr-un proces în 3 etape:

1. Evaluare preliminară a riscului la inundații
2. Hărți de risc la inundații
3. Planuri de management al riscului la inundații

1. Statele Membre vor realiza până în 2011 o evaluare preliminară a riscului la inundații ale bazinelor lor hidrografice și zonelor costiere asociate, pentru a identifica zonele unde există un potențial semnificativ pentru riscul la inundații. Vor fi întreprinse acțiuni doar în zonele unde există un potențial semnificativ de risc la inundații, în prezent sau în viitor. Zonele unde aceste riscuri nu există pot fi

identificate printr-o evaluare preliminară a riscului la inundații. Pentru aceste zone nu vor trebui luate măsuri ulterioare.

Evaluarea preliminară a riscului la inundații include cel puțin următoarele elemente:

- hartă a districtului hidrografic care să includă granițele bazinelor hidrografice, a subbazinelor și unde este necesar ale zonelor costale asociate, înfățișând topografia și utilizarea terenului;
- descrierea inundațiilor care au apărut în trecut;
- descrierea proceselor de inundare și sensibilitatea lor la schimbarea, inclusiv rolul albiilor majore ca și zone naturale de retenție/tampon pentru inundații și rute de transport ale inundațiilor în prezent sau în viitor;
- descrierea planurilor de dezvoltare care ar determina o schimbare a utilizării terenului sau o alocare a populației și o distribuție a activităților economice ce ar duce la o creștere a riscurilor la inundații în zona în sine sau în regiunile din amonte sau aval;
- evaluarea probabilității de apariție a inundațiilor viitoare pe baza datelor hidrologice, tipurilor de inundații și a impactului proiectat al schimbărilor climatice și a tendințelor de utilizare a terenului;
- prognoza consecințelor estimate ale inundațiilor viitoare asupra sănătății omului, mediului și activităților economice luând în considerare dezvoltarea pe termen lung inclusiv schimbările climatice.

2. Acolo unde există riscuri reale de pagube la inundații, acestea trebuie să dezvolte până în 2013 hărți ale hazardelor la inundații și hărți de risc la inundații pentru zonele în chestiune. Aceste hărți vor identifica zonele cu o probabilitate medie de inundare (cel puțin o dată la 100 de ani) și evenimente extreme sau evenimente cu o probabilitate mică de producere, unde ar trebui să fie indicate adâncimile apei (fig. 2.1). În zonele identificate cu locuitori aflați potențial la risc vor trebui indicate activitățile economice și potențialele pagube de mediu.

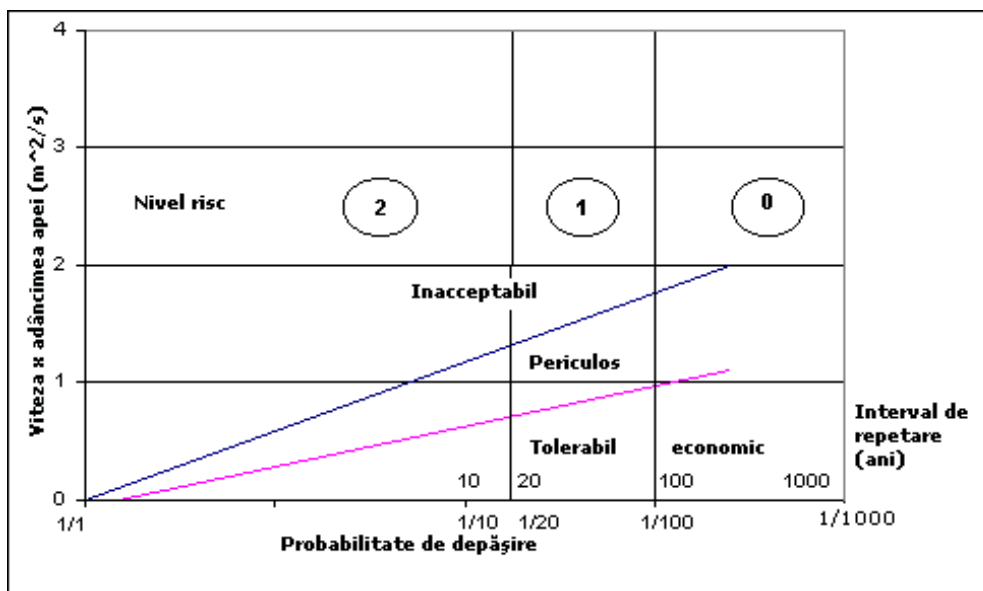


Fig. 2.1: Diagrama riscului la inundații [sursă: <http://www.iahr.org/e-library>]

Ținând cont de posibilele excepții furnizate în evaluare preliminară a riscului la inundații, riscul la inundații va fi cartografiat pentru bazinele hidrografice și subbazinele cu potențial semnificativ de risc la inundație, astfel încât:

- Să crească conștientizarea publicului;
- Să sprijine procesul de prioritizare, justificare și îndeplinire a investițiilor și a strategiilor și politicilor de dezvoltare durabilă;
- Să sprijine planurile de management al riscului la inundații, planificarea spațială și planurile de urgență.

Dacă hărțile conforme cu cererile directivei există deja pentru bazinele hidrografice și întinderile costiere, Statele Membre pot utiliza aceste hărți în scopurile satisfacerii directivei.

Hărțile la inundații vor acoperi zonele geografice care ar putea fi inundate după următoarele scenarii:

- Inundații cu o probabilitate mare de producere (perioadă de apariție o dată la 10 ani);
- Inundații cu o probabilitate medie de producere (perioadă de apariție o dată la 100 ani);
- Inundații cu o probabilitate mică de producere (evenimente extreme).

Pentru fiecare scenariu vor fi înfățișate următoarele elemente:

- Adâncimi proiectate ale apei;
- Viteza curgerii apei, unde este cazul;
- Zone care ar putea fi supuse eroziunii malurilor și depunerii de sedimente.

Hărțile elocvente ale pagubelor la inundații ar trebui să înfățișeze pagubele potențiale (fig. 2.2) asociate inundațiilor sub formă de scenarii și exprimate în următorii termeni:

- Numărul de locuitori potențial afectați;
- Pagube economice potențiale în zonă;
- Pagube potențiale asupra mediului.

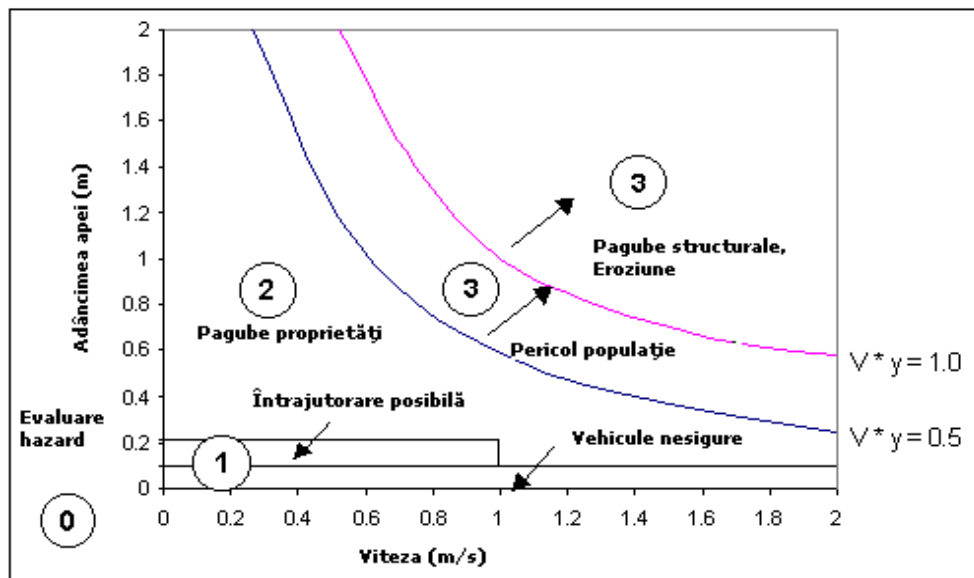


Fig. 2.2: Diagrama hazardului la inundații [sursă: <http://www.iahr.org/e-library>]

3. Până în 2015 trebuiesc trasate pentru aceste zone Planurile de management al riscului la inundații. Luând în considerare posibilele excepții furnizate în evaluarea preliminară ale riscului la inundații, Planurile de management al riscului la inundații vor trebui să fie dezvoltate și implementate la nivelul bazinelor/subbazinelor hidrografice pentru a reduce și gospodări riscul la inundații.

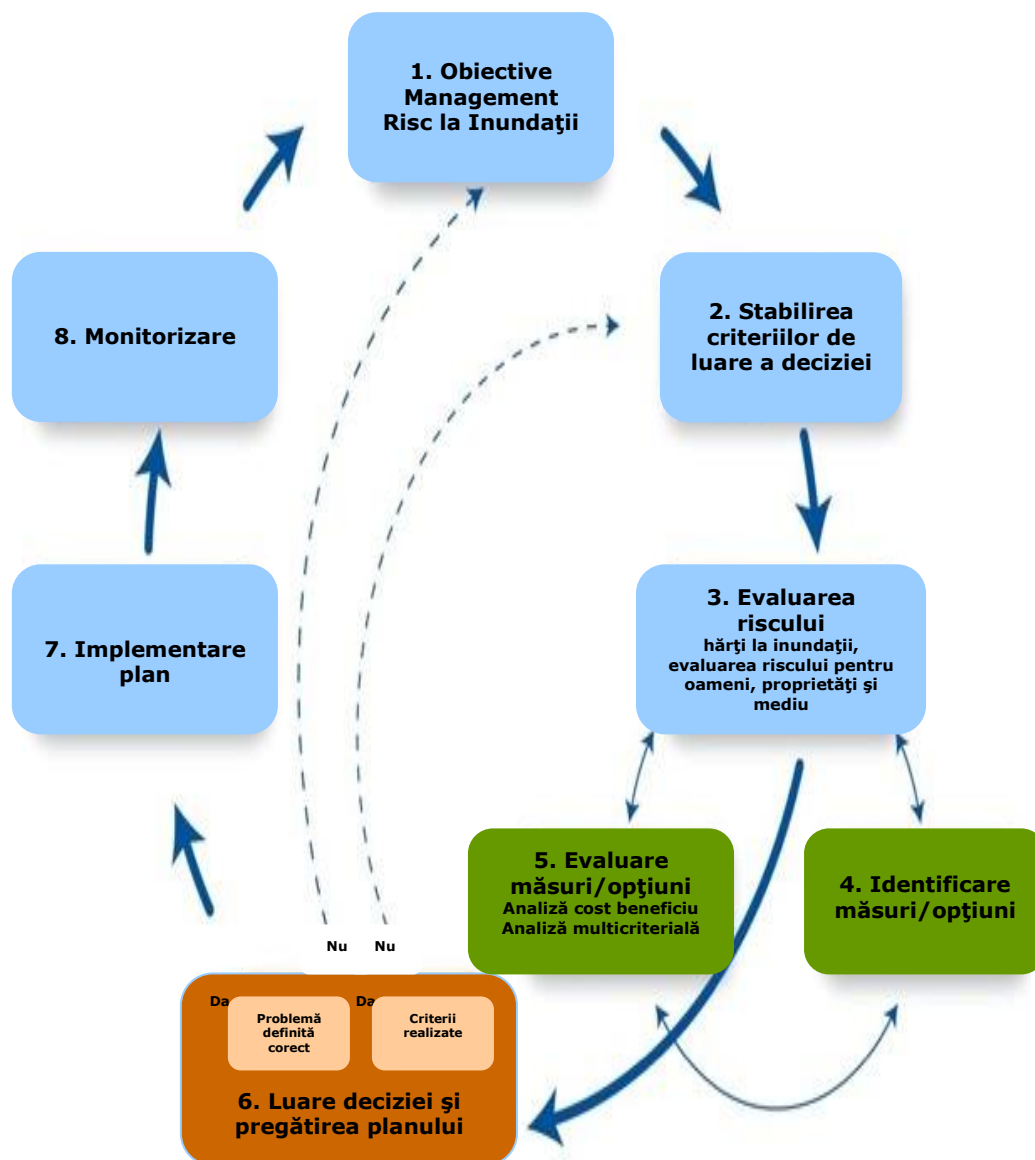


Fig. 2.3: Etapele luării deciziilor privind managementul riscului la inundații
[sursă: <http://www.leecframs.ie/frmoptions.asp>]

Aceste planuri vor include analiza și evaluarea riscului la inundații, definirea nivelului de protecție, și identificarea și implementarea de măsuri durabile aplicând

principiul coeziunii: prin a nu se trece la problemele din regiunile amonte sau aval ci de preferat prin contribuirea la reducerea riscului la inundații în regiunile din amonte și aval (fig. 2.3).

Aceste programe vor include măsuri pentru reducerea probabilității inundării și a posibilelor consecințe. Ele se vor adresa tuturor fazelor ciclului de management al riscului la inundații însă se vor concentra în mod deosebit pe prevenire (ex. prevenirea pagubelor cauzate de inundații prin evitarea construirii caselor și localizarea industriilor în actualele și în viitoarele zone vulnerabile la inundații sau prin adaptarea viitoarelor dezvoltări la riscul inundării), protecție (prin luare de măsuri de reducere a probabilității inundațiilor și/sau impactul inundațiilor într-o locație specifică precum restaurarea albiilor majore și a zonelor umede) și pregătire (de exemplu furnizarea de instrucțiuni publicului despre ceea ce trebuie făcut în caz de inundații). Datorită naturii inundării, în vederea subsidiarității, Statelor Membre li se acordă o mai mare flexibilitate în ceea ce privește obiectivele și măsurile.

Acești pași trebuiesc reactualizați o dată la șase ani într-un ciclu coordonat și sincronizat cu ciclul implementării Directivei Cadru a Apei. Piatra de încercare va fi constituită de către raportările programate în 2009 și de către întâlnirile autorităților competente până în primăvara anului 2010.

Managementul riscului la inundații vizează reducerea frecvenței de apariție a inundațiilor și/sau a impactului inundațiilor. Programele de management a riscului la inundații vor include ca elemente obligatorii prevenirea, protecția, pregătirea, răspunsul și recuperarea [2004, *Raportul Comisiei Europene asupra managementul riscului la inundații*].

Prevenirea pagubelor cauzate de inundații se poate obține prin evitarea construirii de case și unități industriale în zonele identificate vulnerabile la inundații, prin adaptarea dezvoltării ulterioare la riscul identificat și prin promovarea unor practici adecvate de utilizare a terenului. Pentru aceasta este necesară întărirea cadrului legislativ. Pe de altă parte îmbunătățirea sistemelor de alarmare, corectarea sistemului informațional și pregătirea populației pentru răspuns în caz de inundații, ajută în mod direct la reducerea pagubelor cauzate de inundații.

Protecția impune luarea de măsuri structurale și non-structurale pentru reducerea apariției și/sau impactului inundațiilor în anumite regiuni;

Pregătirea se desfășoară prin informarea populației în legătură cu riscul la inundații și în legătură cu acțiunile ce se impun în cazul apariției unei inundații;

Răspunsul în caz de criză este detaliat în planurile de acțiune în caz de apariție a inundației.

Recuperarea și lecțiile învățate presupun dezvoltarea unor strategii de revenire la condițiile normale după o inundație cât mai curând posibil și reducerea impactului asupra mediului social, economic și natural.

Experiențele de până acum au arătat pentru eficiența măsurilor de apărare împotriva inundațiilor este necesară o abordare la nivel de bazin hidrografic care să ia în calcul interdependența și interacțiunea efectelor implementării a unor măsuri individuale de-a lungul unui curs de apă. Pentru aceasta este absolut necesar a se reorganiza uneori sistemul de gospodărire a apelor și a se îmbunătăți instrumentele de prognoză hidrologică, măsurile de prevenire și apărare împotriva inundațiilor și managementul situațiilor de criză într-un bazin hidrografic în ansamblu, fără să ne oprim în granițele administrative. Acest obiectiv poate fi atins doar în strânsă cooperare cu organizațiile răspunzătoare de prognozele hidrologice și meteorologice, de planificarea măsurilor, monitorizare hidrologică, protecție civilă și unitățile de management și intervenție în situație de criză. În multe state, numărul organizațiilor care cooperează în domeniul apărării în caz de inundații poate fi restrâns datorită

faptului că anumite instituții au responsabilități complexe cu privire la procesul de gospodărire a apelor, cum este și cazul României.

Pentru prevenirea, protecția și reducerea efectelor inundațiilor este necesară combinarea măsurilor structurale cu măsurile preventive și măsurile operative din timpul producerii inundațiilor. Dezvoltarea unor strategii preliminare de apărare împotriva inundațiilor trebuie să includă evaluarea costurilor asociate, studiul de fezabilitate tehnică, analiza impactului asupra mediului și nivelul de acceptare socială. Toate acestea vor trebui integrate într-o manieră durabilă pentru a forma o strategie bazinală pe termen lung de circa 50-100 de ani. În pregătirea transpunerii românești a Directivei pentru Inundații, în baza Hotărârii de Guvern 1309/27.10.2005 a fost aprobat de către Ministerul Mediului și Gospodăririi Apelor Programul de Adoptare a Planului Național de prevenire, protecție și reducerea efectelor inundațiilor.

Principalii pași pentru obținerea Planurilor pentru prevenirea, protecția și reducerea efectelor inundațiilor la nivel de bazin hidrografic sunt:

a. Delimitarea zonelor de interes

Înseamnă identificarea „acelor zone unde există sau este posibil să apară un potențial risc la inundații”, bazată pe informații disponibile privind:

- Inundații care ar fi putut apărea în trecut și care au avut impact nefavorabil semnificativ asupra sănătății omului, mediului, moștenirii culturale și activității economice;
- Potențialele consecințe nefavorabile ale inundațiilor viitoare.

Până acum, la nivel național (însă doar pentru 8 bazine hidrografice dintr-un total de 11), 10.900 km de râu au fost identificați preliminar ca și „potențiale zone cu frecvență mare de apariție a inundațiilor”, ceea ce reprezintă cca. 13,8 % din întreaga lungime cadastrală a râului. Ca și suprafață, aceasta reprezintă 17.800 km², adică 7,5% din suprafața țării.

b. Scanarea LiDAR și FLI-MAP

Metodele utilizate sunt LiDAR, FLI-MAP și ortofotoplanimetrie. Într-o primă etapă a proiectului, au fost efectuate zboruri deasupra albiilor majore ale râurilor identificate la primul pas (a), care vor ajuta în viitor la elaborarea unui Model Numeric de Teren.

c. Ridicări topografice

Acest pas presupune tăierea râurilor în secțiuni transversale, incluzând batimetria și măsurători ale geometriei structurilor (structuri hidraulice, secțiuni transversale în dreptul podurilor etc.).

d. Analize hidrologice

Orice evaluare a hazardelor la inundații necesită date hidrologice.

e. Analize hidraulice

Pe baza informațiilor hidrologice istorice pe de o parte, respectiv date morfologice și topografice pe de altă parte, va fi efectuată o modelare hidraulică.

f. Cartografierea hazardelor

Scenariile luate în considerare sunt pentru inundațiile cu probabilitate de apariție de 0,1%, 1%, 5% și 10%. Pe baza analizei hidraulice și a informațiilor asociate se vor trasa hărțile hazardelor. Cartografierea va fi făcută cu ajutorul tehnologiei GIS.

g. Evaluarea efectelor inundațiilor

Pasul reprezintă un „pod” între cartografierea hărților la hazarde și evaluarea riscului la inundații.

h. Identificarea de diferite scenarii de măsuri, atât structurale cât și non-structurale, pentru a reduce probabilitatea de producere a inundațiilor și/sau impactul inundației într-o locație specifică

Rolul modelării este unul central în determinarea unui Plan de Management al Riscului la Inundații optim într-un bazin hidrografic. Opțiunile disponibile care trebuie luate în considerare în dezvoltarea unui asemenea plan includ măsuri structurale și non-structurale.

Directiva Cadru și cele 12 Directive pentru apă asociate, pot reprezenta un suport pentru implementarea unor reglementări de apărare împotriva inundațiilor în procesul de dezvoltare a planurilor de management bazinal, luând în considerare obiectivele de stare bună a apelor.

Reducerea riscului la inundații se bazează pe principiile solidarității și precauției prin acceptarea problemelor de gospodărire a apelor ca un tot unitar și asumarea responsabilităților administrative. La toate nivelele se resimte o nevoie de cooperare interdisciplinară pentru coordonarea politicilor sectoriale referitoare la apărare împotriva inundațiilor, protecția mediului, utilizarea terenului, agricultură, silvicultură, transport planificare spațială și dezvoltare urbană, dar și o coordonare a etapelor managementului riscului la inundații: analiza riscului, planificarea măsurilor și implementarea planurilor. Această coordonare necesită o abordare integrată la nivel de bazin hidrografic, care să cuprindă și conștientizarea și acceptarea responsabilităților părților implicate pentru un mai puternic sprijin în procesul de luare a deciziilor și de implementare a planurilor de management.

Toate măsurile de prevenire și protecție împotriva inundațiilor vor lua forma unui plan de acțiune unitar care să se adreseze rezolvării problemelor identificate pentru o perioadă cât mai lungă de timp.

Un plan de acțiune integrat pentru reducerea riscului la inundații trebuie să cuprindă concluzii pe termen lung referitoare la acțiuni preventive, utilizarea terenului, politici sociale și surse de finanțare. Totodată planul trebuie să conțină identificarea rețelei instituționale și definirea responsabilităților părților de la nivel guvernamental, la nivel al administrației locale și la rolul individului.

Un astfel de plan este un instrument care asigură planificarea permanentă și integrată a funcțiilor și utilizărilor resursei de apă, dar specifică clar principiile de organizare și controlează activitățile de investiții sau alte activități care afectează buna funcționare a sistemului hidrologic. Aceasta reprezintă o condiție de bază pentru asigurarea echilibrului între funcțiile naturale, sociale, culturale și economice ale unui bazin hidrografic.

Ca și în cazul Directivei Cadru, pentru îmbunătățirea procesului de apărare împotriva inundațiilor este nevoie de dezvoltarea cooperării internaționale cu scopul asigurării unei dezvoltări durabile a resursei de apă, în special în pregătirea analizei riscului, a prognozei viiturilor, managementul situațiilor de criză și implementarea de măsuri armonizate care să nu exercite un impact negativ asupra biodiversității. Multe comisii internaționale stabilite sub umbrela Directivei Cadru pot prelua sarcini de dezvoltare de strategii comune de apărare împotriva inundațiilor care să fie apoi concordate cu planurile de management bazinal aflate deja în proces de elaborare.

Multe din aceste planuri de management pentru reducerea riscului la inundații pot beneficia de aceleași surse europene de finanțare ca și planurile de management bazinal: PHARE CBC, INTERREG, SAPARD, fondurile de solidaritate europeană, LIFE ș.a., însă totodată fiecare țară trebuie să-și dezvolte și propriile mecanisme de finanțare a implementării acestor planuri.

În același timp multe țări au rezervate sume în bugetele naționale pentru a acoperi parțial riscul la inundații, însă tot mai des se uzitează un instrument

economic care poate reduce riscul financiar al individului sau diverselor organizații, și anume asigurarea pentru cazurile de inundații. O asigurare eficientă poate reduce considerabil efectele negative ale unor situații de criză și poate preveni cazurile de faliment sau sărăcire a celui asigurat. Pe de altă parte, o asigurare poate face oamenii să se simtă mai puțin vulnerabili și în consecință, mai puțin preocupați, chiar indiferenți situațiilor de criză. Propunând însă unele stimulente, asigurarea poate deveni însă un mijloc de motivare a asiguratului pentru ca acesta să ia măsuri de reducere a pagubelor. Numeroase țări au introdus deja scheme de asigurări pentru riscul la inundații, care pot lua forma unei asigurări individuale, doar pentru cazurile de inundații, sau pot fi complete, în cazul în care combină riscul la inundații cu riscul la alte fenomene naturale extreme.

Un alt concept introdus de managementul integrat care se repetă atât în Directiva Cadru, cât și în Directiva pentru Inundații este participarea publicului. Se consideră că este responsabilitatea personală a celui care trăiește și lucrează într-un bazin hidrografic să adapteze folosințele apei și toate celelalte activități în concordanță cu riscul la inundații identificat. Astfel fiecare individ trebuie să cunoască riscul și să se poarte ca atare.

Problemele asociate cu apărarea împotriva inundațiilor sunt deseori insuficient cunoscute. Prin urmare trebuie dezvoltate planuri de informare pentru a oferi publicului șansa de cunoaștere și înțelegere a gradului și naturii riscului.

Autoritățile trebuie să se asigure că informarea referitoare la planurile de management a riscului la inundații este transparentă și ușor accesibilă publicului. Acest obiectiv poate fi dobândit prin mijloace de bază ca educarea publicului cu privire la importanța unui management preventiv și efectele distrugătoare ale inundațiilor, educare care poate începe în școli, se poate continua prin informări prin mijloacele uzitate în fiecare loc în parte sau prin însemne locale care să amintească oamenilor de efectele distructive ale inundațiilor.

Pe de altă parte, participarea publicului se poate asigura prin procesul deschis și interactiv de elaborare a hărților de inundabilitate și a hărților de risc la inundații, urmat de explicarea și diseminarea acestora. Pentru a veni în ajutorul populației sau a autorităților locale, instituțiile de gospodărire a apelor pot publica și disemina ghiduri practice despre acțiunile ce se impun în cazul apariției unei inundații. De asemenea, în zonele cu risc ridicat la inundații se pot desfășura simulări de situații de criză pentru a verifica reacția instituțiilor implicate și a locuitorilor zonei.

Prin toate aceste mijloace, publicul este încurajat să ia pe cont propriu măsuri de prevenire a inundațiilor și este informat despre măsurile pe care trebuie să le ia în timpul unei situații de criză pentru a se putea proteja.

Pentru fiecare bazin hidrografic trebuie elaborat un plan de management al riscului la inundații. În dezvoltarea unui astfel de plan accentul va cădea pe aspectul solidarității în cadrul unui bazin hidrografic atât în prevenirea inundațiilor, cât mai ales în tratarea practică a problemelor în așa fel încât activitățile și acțiunile desfășurate amonte să nu crească riscul la inundații al zonelor aval. Succesul implementării planurilor de management a riscului la inundații poate fi asigurat numai printr-o abordare integrată.

Planurile de management al riscului la inundații trebuie să se bazeze pe:

- abordare integrată a problemelor la nivel de bazin hidrografic;
- abordare integrată interdisciplinară;
- participarea publicului;
- măsuri de prevenire, în special măsuri non-structurale;

- măsuri structurale și analiza impactului acestora;
- managementul situațiilor de criză;
- managementul perioadei de revenire.

Tabel 2.1 Câteva termene de implementare a Directivei pentru Inundații

Acțiune	Finalizare	Reactualizare
Analiza preliminară a riscului	La trei ani după intrarea în vigoare a Directivei	2018
Hărțile de risc	2013	22 decembrie 2019
Publicarea și implementarea planurilor de management a riscului la inundații	2015	22 decembrie 2021

Tabel 2.2 Câteva termene de implementare a Directivei Cadru a Apei

Acțiune	Finalizare	Reactualizare
Caracterizarea bazinului hidrografic	La trei ani după intrarea în vigoare a Directivei (2004)	2013
Publicarea planurilor de management bazinale	2009	2015
Planurile de măsuri	2012	2019
Atingerea obiectivelor de mediu	2015	2021

Termenele prevăzute pentru obiectivele Directivei pentru Inundații 2007/60/EC corespund în mare măsură cu cele impuse în Directiva Cadru. Reactualizarea celor două planuri de management impuse de cele două directive se va realiza la același interval de timp (6 ani). Tabelul 2.1 și tabelul 2.2 ilustrează câteva corespondențe vizibile, lucru care favorizează o viitoare combinare a celor două directive într-un cadru legislativ amplu și integrat de gospodărire a apelor la nivel bazinal [2007, *Directiva pentru Inundații*].

Comunitatea Europeană are o tradiție de legislație de protecția a mediului în ceea ce privește calitatea apei. Cu toate acestea problema inundațiilor și a impactului schimbărilor climatice asupra riscului de inundație nu a fost încă abordată. Directiva Cadru a Apei 2000/60/CE a introdus principiul coordonării interstatale pe bazinele râurilor, cu obiectivul de a obține o bună calitate a tuturor apelor. Cu toate acestea nu precizează nici un obiectiv în ceea ce privește managementul inundațiilor. Comunicatul Comisiei în ceea ce privește managementul riscului de inundații a furnizat o analiză și a propus o acțiune conjugată a Uniunii Europene.

CAP. 3

CONCEPTE DE AMENAJARE A RÂURILOR

3.1. Concepte vechi de amenajare a râurilor

3.1.1. Teorie generală despre conceptele vechi de amenajare a râurilor

Inundațiile constituie fenomene naturale și sunt o componentă a ciclului hidrologic natural al Pământului. Inundațiile constituie unele dintre fenomenele naturale care au marcat și marchează profund dezvoltarea societății umane, ele fiind din punct de vedere geografic cele mai răspândite dezastre de pe glob și totodată și cele mai mari producătoare de pagube și victime omenești.



Fig. 3.1: Breșă în dig pe râul Rin, Olanda [sursă: www.ruimtevoorderivier.nl]

De-a lungul timpului omenirea a încercat să lupte prin diverse mijloace cu aceste fenomene naturale necruțătoare. Pe măsură ce procesul tehnologic a progresat, noi metode și modalități de luptă împotriva inundațiilor au fost găsite. Până spre sfârșitul secolului al XX-lea cele mai indicate modalități de combatere a inundațiilor păreau a fi construcțiile hidrotehnice. Consecințele negative pe care acestea le-au indus asupra cursurilor de apă precum și schimbarea modului de producere a viiturilor au condus la elaborarea unor noi concepte de amenajare a râurilor, concepte ce vor fi analizate în partea a doua a acestui capitol.

Construcțiile hidrotehnice sunt lucrări complexe care se execută atât pentru folosirea resurselor de apă în diverse scopuri, cât și pentru combaterea efectelor distructive ale apei. Prin realizarea acestora se urmărește folosirea apei în scopuri precum:

- alimentarea cu apă potabilă și industrială;
- producerea de energie electrică;
- irigații;
- atenuarea viiturilor;
- lucrări de apărare și drenare;
- dezvoltarea transportului pe apă, a pisciculturii și a sporturilor nautice;
- ameliorarea microclimatului și a mediului înconjurător.

Clasificarea construcțiilor hidrotehnice:

- după specificul folosinței - construcții energetice, de alimentare cu apă, portuare, de transport, de apărare, piscicole, de agrement;
- după importanța economică și socială;
- după însemnătatea funcțională - construcții principale și secundare;
- după durata de funcționare - construcții permanente și provizorii.

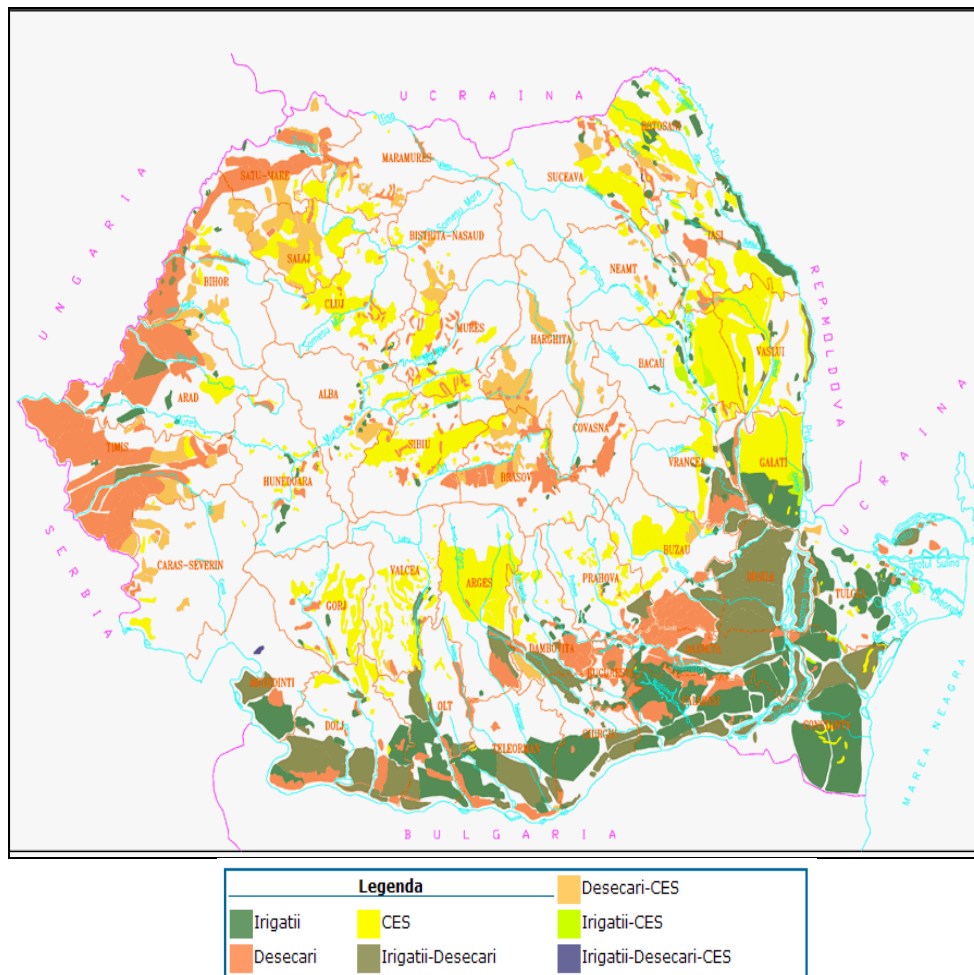


Fig. 3.2: Amenajări de îmbunătățiri funciare în România [sursă: www.anif.ro]

Acceptând că lucrările de îndiguiri sunt construcții hidrotehnice (diguri) amplasate pe unul sau ambele maluri (după necesități) putem spune că acestea

sunt destinate apărării teritoriilor adiacente râului, contra efectelor (nu o dată dezastruoase) inundațiilor. De asemenea digurile sunt lucrări hidrotehnice desemnate apărării obiectivelor economico-sociale împotriva efectelor distructive ale inundațiilor. Din punct de vedere constructiv, digurile sunt ramblee (terasamente în umplutură, compactate) executate cel mai adesea din pământ, de o parte și de alta a cursului de apă, în albia majoră.

Prin amenajări de desecare – drenaj se înțelege complexul de lucrări hidroameliorative, construcții hidrotehnice, echipamente și instalații a căror acțiune concentrată formează un sistem care realizează ameliorarea terenurilor (solurilor) afectate de exces de umiditate (vezi fig. 3.2).

Conform definiției conținută în *Ordonanța de Urgență nr. 244/2000 privind siguranța barajelor* putem spune că barajul reprezintă orice lucrare hidrotehnică, având o structură existentă sau propusă, care este capabilă să asigure acumularea permanentă sau nepermanentă de apă, de deșeuri industriale lichide sau solide depuse subacvatic (din industria chimică, industria energetică și din iazurile de decantare din industria minieră), a căror rupere poate produce pierderea necontrolată a conținutului acumulat, cu efecte negative deosebit de importante asupra mediului social, economic și/sau natural. Barajele se pot clasifica după mai multe criterii:

I) După utilizare:

A) După controlul scurgerii:

- baraje de derivație
- baraje pentru navigație
- baraje pentru regularizare

B) Pentru acumulări de apă:

- baraje pentru atenuarea viiturilor
- baraje pentru alimentare cu apă
- baraje cu rol hidroenergetic
- baraje pentru controlul sedimentării

C) Baraje pentru scheme de amenajări complexe

D) Batardouri

II) După materialele de construcții folosite :

A) Baraje din beton:

- baraje de greutate din beton
- baraje precomprimate
- baraje cu contraforți și evidate
- baraje arcuite
- baraje din rolcret

B) Baraje din materiale naturale :

- baraje din pământ
- baraje din piatră
- baraje din piatră și pământ

III) Praguri :

- praguri din lemn
- praguri din garnisaje
- praguri din fascine
- praguri din cleionaje
- praguri de lemn din trunchiuri de copaci
- praguri din lemn tip căsoaie
- praguri din zidărie uscată
- alte tipuri de praguri.

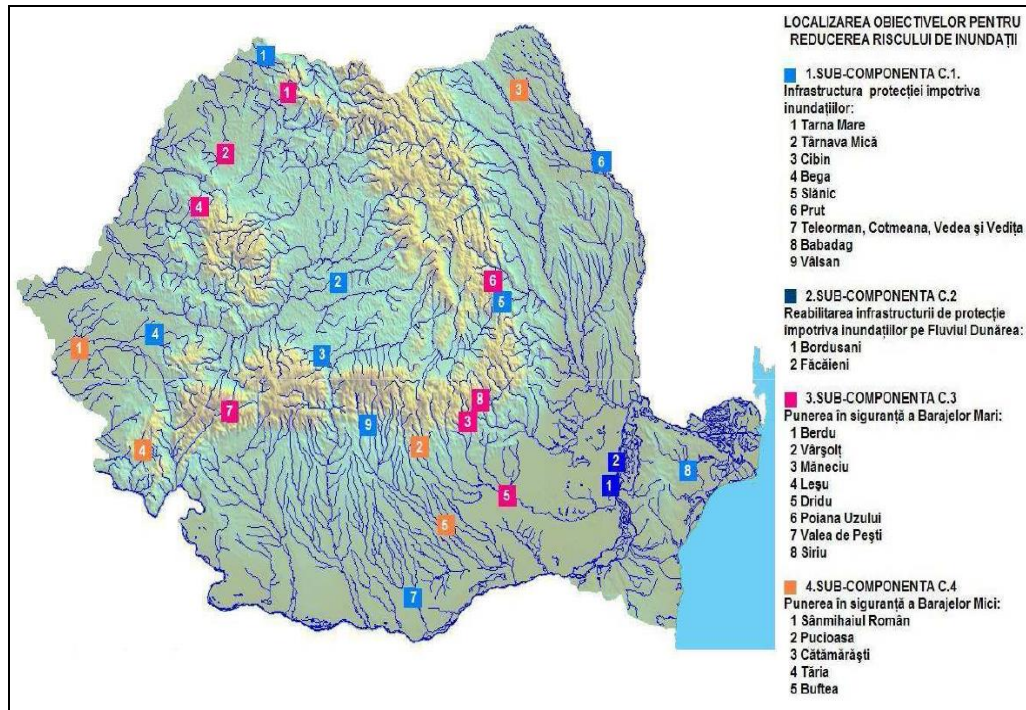


Fig. 3.3: Localizarea obiectivelor pentru reducerea riscului de inundații
[sursă: www.mmediu.ro]

România este o țară cu tradiție în construcția barajelor. În prima jumătate a secolului al XX-lea începe execuția construcțiilor hidrotehnice moderne, bazate pe o concepție științifică inginerescă. În anul 1928, spre exemplu, în România nu existau decât câteva baraje modeste, dintre care doar trei puteau fi încadrate în categoria "baraje mari". Apoi, în decurs de 70 de ani, s-au construit 238 de mari baraje. Din acest punct de vedere, țara noastră se situează pe locul 19 în lume. Începând cu anul 1975, barajele și lacurile de acumulare au fost încadrate în scheme cadru de amenajare complexă și gospodărire a apelor, având drept scop utilizarea acestora pentru multiple folosințe (fig. 3.3) [www.mmediu.ro].

3.1.2. Primele planuri de amploare legate de amenajarea apelor în România

3.1.2.1 Proiecte elaborate de specialiști

Primele încercări de concepere a unor lucrări hidrotehnice de ansamblu au fost proiecte întocmite cu mijloace proprii de diferiți ingineri români. Dintre acestea se pot menționa studiile pentru îndiguirea luncii Dunării ale profesorului Anghel Saligny și studiile unui canal magistral din Siret pentru irigarea Bărăganului ale profesorului Alexandru Davidescu. Deși aceste studii nu se ocupau de problemele de ansamblu ale unor bazine hidrografice, prin mărimea teritoriilor studiate și prin complexitatea problemelor abordate ele depășeau cadrul unor proiecte având ca obiect rezolvarea unor probleme locale. Privite din prisma unei viziuni moderne,

aceste studii dovedeau o mare măiestrie al acestor pionieri în domeniul construcțiilor hidrotehnice. Pe de altă parte însă, studiile scot în evidență și lipsa unei adânciri a problemelor de gospodărire a apelor, care în mare parte erau fie ignorate, fie tratate fără o adâncire suficientă, accentul lor principal fiind rezolvarea problemelor hidrotehnice.

În 1934 Dorin Pavel publică lucrarea "Plan général d'aménagement des forces hydrauliques de Roumanie" ("Plan general de amenajare a forțelor hidraulice ale României"), prima lucrare de ansamblu privind amenajarea apelor pe întreg teritoriul țării. Lucrarea se ocupa exclusiv de amenajările hidroenergetice fără a se ocupa de alte folosințe ale apelor. Spre deosebire de alte lucrări anterioare din România privind centralele hidroelectrice, care analizau doar anumite sectoare ale unui curs de apă, cu condiții mai favorabile pentru o amenajare, în lucrarea sa, Dorin Pavel analiza posibilitățile de utilizare a întregului potențial hidroenergetic al cursurilor de apă.

3.1.2.2. Planuri elaborate de organe de stat legate de utilizarea apelor pentru folosințe individuale.

După cel de al doilea război mondial a fost inițiată elaborarea Planului Național de Electrificare a țării. Planul analiza toate tipurile de centrale electrice, dar acorda o atenție deosebită uzinelor hidroelectrice. La elaborarea părții hidroenergetice a planului de electrificare au participat specialiștii cei mai calificați din România. Obiectul planului fiind electrificarea, amenajarea în scopuri multiple a resurselor hidraulice nu era luată sistematic în vedere. Totuși pentru unele proiecte cuprinse în planul de electrificare se scoteau în evidență și alte avantaje ale amenajării. Astfel, pentru amenajarea de la Bicz pe râul Bistrița, planul arăta că lacul de acumulare Izvorul Muntelui (fig. 3.4) putea servi și la irigarea a 200.000 ha în Bărăgan.



Fig. 3.4: Barajul Izvorul Muntelui pe râul Bistrița [sursă: www.google.com]

Planul de electrificare, aprobat la 26 octombrie 1950, acoperea dezvoltarea energetică a țării pe intervalul 1951 – 1960. Primele centrale hidroelectrice care au fost executate în cadrul acestui plan au fost hidrocentrala Moroieni pe râul Ialomița (începută înainte de aprobarea Planului de Electrificare), hidrocentrala Sadu V pe râul Sadu, lângă Sibiu și hidrocentrala Bicz de pe râul Bistrița. Programul era

primul program de mare anvergură pentru executarea unor lucrări hidrotehnice în România.



Fig. 3.5: Canalul Dunăre – Marea Neagră [sursă: www.wikipedia.ro]

Totuși, programul era prea ambițios pentru posibilitățile tehnice și economice ale României din 1950. De aceea, administrația a fost nevoită să recunoască lipsa unor capacități de execuție suficiente și să revizuiască prevederile planului. În 1954 au fost întrerupte lucrările la toate hidrocentralele care fuseseră începute, în afară de cele trei menționate anterior. Amenajările respective au fost executate mai târziu, după 1960.

Urmând modelul sovietic, unde regimul socialist a inițiat construcția unor mari canale de navigație, a fost inițiată în România construcția canalului de navigație Dunăre – Marea Neagră (fig. 3.5), care a început în 1949. Și în acest caz posibilitățile tehnice și economice ale țării au fost supraapreciate și, cu toate eforturile făcute, lucrările au fost abandonate în 1954. Lucrările au fost reluate abia în perioada 1965 - 1970, odată cu sistemul de irigații de pe Valea Carasu, iar canalul navigabil a fost executat cu un deceniu mai târziu.

3.1.2.3. Planuri de Amenajare Integrală

Cu puțin după aprobarea Planului de Electrificare a fost înființat Institutul pentru Planurile de Amenajare Integrală a Cursurilor de Apă (IPACA), subordonat Direcției Generale Hidrometeorologice (DGH) din cadrul Ministerului Transporturilor Navale și Aeriene (MTNA). Acest institut a elaborat primele planuri de amenajare integrală a apelor din România în perioada 1951-1955. Într-o perioadă în care majoritatea resurselor umane și materiale din domeniul hidrotehnic erau dirijate spre Ministerul Energiei Electrice pentru centralele hidroelectrice din Planul de Electrificare sau spre Direcția Generală a Canalului pentru Canalul Dunăre – Marea Neagră, IPACA nu a avut nici personalul, nici finanțarea necesară pentru realizarea unor planuri viabile. Lipsite de studii de teren care să furnizeze datele de bază necesare și chiar de posibilitățile de a face recunoașteri de teren, studiile elaborate de IPACA constituiau mai mult un exercițiu teoretic cu puține aplicații practice. Totuși ele au servit la o identificare a problemelor pe care planurile de amenajare trebuiau să le rezolve și au pus bazele Planului Național de Amenajare a Apelor de mai târziu.

3.1.2.4. Planul Național de Amenajare a Apelor din România

În 1956 a fost înființat Comitetul de Stat al Apelor (CSA), care a preluat sarcinile Direcției Generale Hidrometeorologice din cadrul Ministerului Transporturilor Navale și Aeriene. Elaborarea primului cadastru a fost terminată în 1959, iar în perioada următoare au fost făcute actualizări anuale furnizând CSA date la zi asupra utilizării apelor din România. Metodologiile de culegere și de actualizare anuală a datelor de cadastru elaborate în acea perioadă au fost menținute până în 1989.

Considerând acest cadastru ca un punct de plecare, s-a trecut la elaborarea unui plan care să definească perspectivele de amenajare a apelor și etapizarea acestei dezvoltări. Experiența planurilor de amenajare elaborate de IPACA arătaseră că elaborarea unor planuri viabile necesita resurse umane și materiale mult mai considerabile.

Printre măsurile organizatorice luate a fost și cea de a se trece în subordinea comitetului Institutului de Proiectări pentru Construcții Hidrotehnice (fosta unitate de proiectate a Direcției Generale a Canalului Dunăre – Marea Neagră) care a fost numit Institutul pentru Planuri de Amenajare și Construcții Hidrotehnice (IPACH). Pentru activitatea de planuri de amenajare au fost create două sectoare noi ale institutului, la care a fost transferată o parte din personalul Direcției Generale a Apelor, au fost repartizați ingineri din alte sectoare ale institutului făcându-se în același timp și numeroase noi angajări.

Elaborarea planurilor de amenajare a început chiar înainte ca toată organizarea noii echipe să fie terminată. Direcția Generală a Apelor a început elaborarea planului pentru bazinul hidrografic Timiș-Bega și al celorlalte bazine hidrografice din Banat. Acest colectiv avea să fie ulterior transferat la IPACH.

După organizarea institutului, în perioada 1959–1962 au fost elaborate planurile de amenajare ale bazinelor hidrografice și planul de Amenajare a Apelor din România. Pentru anumite subbazine au colaborat la acest exercițiu și direcțiile de ape ale diferitelor bazine hidrografice sub îndrumarea IPACH, în scopul de a crea și pe teritoriul capacitățile de a aborda în mod unitar activitățile de gospodărire a apelor.

3.1.2.5. Metodologiile de elaborare a planurilor de amenajare

Primele planuri de amenajare au arătat că în acea perioadă nu se dispunea de experiența necesară atacării unei lucrări de asemenea anvergură și că nu exista un precedent. De aceea, un prim efort a îndreptat spre stabilirea conținutului și elaborarea metodologiilor de întocmire a planurilor de amenajare. Normativele de conținut au asigurat elaborarea diferitelor planuri pe bazine hidrografice pe baze unitare, astfel încât să se poată face o sinteză pe țară a prevederilor de plan.

Din punct de vedere metodologic cele mai importante progrese au fost:

- calculele de gospodărire a apelor în cadrul cărora s-au stabilit metodele de determinare a necesarului de apă, în special cel al irigațiilor, ținând seama de condițiile climatice. În continuare s-au stabilit metodele de calcul al bilanțului dintre disponibilul și cerințele de apă prelucrându-se apoi statistic rezultatele pentru determinarea volumelor lacurilor de acumulare necesare. Pentru calculele de gospodărire a apelor au fost concepute modele matematice pe baza cărora s-a trecut la utilizarea calculatoarelor electronice. Pentru aceasta s-a făcut apel la calculatoarele Institutului de Fizică Atomică, primele calculatoare electronice executate în România și de altfel singurele existente în țară la acea dată. În anul

- 1960 utilizarea calculatoarelor electronice era în general în faze incipiente în majoritatea țărilor. România a fost prima țară care a normat utilizarea modelelor matematice ca metodă standard, aplicabilă în toate studiile de gospodărire a apelor.
- o calculele de eficiență economică în care se fixa o metodologie prin care raportul dintre costul lucrărilor de gospodărire a apelor și beneficiile realizate constituia criteriul de bază pentru alegerea și eșalonarea lucrărilor de gospodărire a apelor. Adoptarea unui criteriu economic obiectiv avea scopul de a elimina deciziile politice arbitrare în alegerea lucrărilor. Metodologia de calcule economice a dat naștere la ample controverse, dar în cele din urmă a fost avizată favorabil de Institutul de Cercetări Economice al Academiei [1962, *Planul de Amenajare a Apelor din Republica Populară Română*].

3.1.2.6. Elaborarea planurilor de amenajare pe bazine hidrografice

Planurile de amenajare propriu zise au fost întocmite de grupuri de specialiști pentru fiecare bazin hidrografic în parte. Astfel pentru elaborarea planurilor de amenajare au fost reuniți specialiști în gospodărirea apelor din țară, formând o echipă deosebit de puternică.

Un efort deosebit l-a necesitat planul de amenajare al Dunării, în care intra și studiul deltei. Delta Dunării fiind puțin cunoscută la acea dată specialiștii au avut la dispoziție o flotilă de 7 vase, atât pentru diferite studii topografice cât și pentru activitatea de elaborare a planului. Grupul de specialiști a petrecut peste doi ani pe teren, studiile cuprinzând și sistemul de lacuri litorale Razim-Sinoe.

3.1.2.7. Elaborarea planului național de amenajare a apelor

Planul național de amenajare a apelor urma să constituie o sinteză a planurilor de amenajare pe bazine hidrografice, analizând legăturile dintre propunerile acestora și elaborând un program general de măsuri în domeniul gospodării apelor. Astfel, planul de amenajare era mult mai mult decât un program de investiții în lucrări de amenajare a cursurilor de apă, fiind un document pentru fundamentarea unei politici naționale în domeniul gospodării apelor. Planul național de amenajare determina soluții, ținând seama de toate necesitățile economiei naționale și scotea în evidență sarcinile care reveneau diferitelor ministere interesate pentru asigurarea unei gospodării coerente a apelor care să satisfacă toate aceste necesități, depășind cadrul unui plan departamental, care să privească doar lucrările de investiții și măsurile care reveneau Comitetului de Stat al Apelor.

Pentru prima oară planul național a scos în evidență faptul că România este una din țările cele mai sărace în resurse de apă din Europa, (vezi fig. 3.6), în contradicție cu impresia încetățenită până atunci. Resursele care ajung în cursurile de apă din precipitațiile de teritoriul țării (resursele endogene) specifice ale României raportate la populație sunt de 1.780 m³/an/loc. iar cele raportate la suprafață corespund unui strat de apă de 0,18 m. După ambele criterii România este una din țările cu resursele de apă cele mai scăzute din Europa.

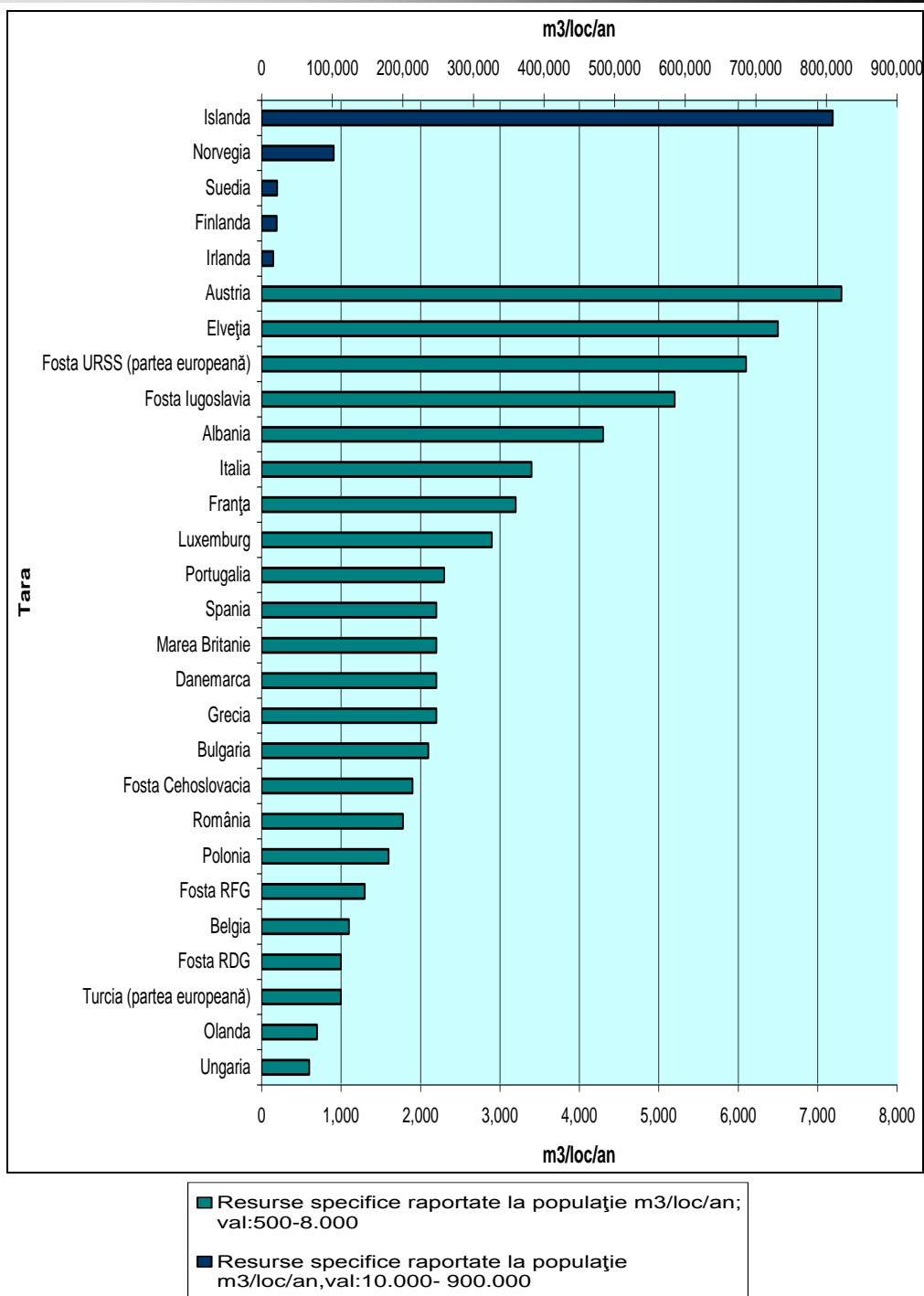


Fig. 3.6: Resurse de apă specifice ale diferitelor țări din Europa

Luând în considerare și resursele de apă exogene (care reprezintă aportul râurilor care se formează pe teritoriul altor țări și intră apoi pe teritoriul țării) - în cazul României Dunărea și cursurile de apă din bazinul Siretului superior - resursele totale de apă ale României se ridică la 365 miliarde m³/an [Nagy, M.C., 2008]. De aceea, România depinde în foarte mare parte de resursele de apă venind din diferite țări din amonte. Bazat pe aceste concluzii, planul de amenajare a preconizat utilizarea cu precădere a resurselor de apă ale Dunării, ceea ce ar fi asigurat un drept de preemțiune asupra resurselor exogene în cazul unor negocieri ulterioare cu celelalte țări riverane. În același timp planul de amenajare cuprindea propuneri de realizare a unui ansamblu de lucrări de gospodărire a apelor în principal:

- lacuri de acumulare, care să ducă a o redistribuire a resurselor de apă în timp, reținând excesul de apă din perioadele ploioase pentru a putea suplimenta debitele în perioadele secetoase;
- derivații care să modifice repartiția teritorială a resurselor de apă transferând debitele din zonele mai bogate în apă în spre cele mai sărace.



Fig. 3.7: Barajul Paltinu pe râul Doftana [sursă: www.google.ro]

Pentru protecția împotriva inundațiilor, planul de amenajare preconiza un ansamblu de lucrări de îndiguire, corelate cu lacuri pentru reținerea debitelor de viitură și în unele cazuri derivații care să conducă debitele de viitură în zone în care nu provocau pagube. În același timp planul de amenajare preconiza măsuri de sistematizare a luncilor inundabile evitându-se amplasarea unor obiective importante în zone în care putea fi afectate de undele de viitură. În sfârșit, deși la acea dată economia nu era încă foarte dezvoltată, planul de amenajare preconiza măsuri pentru protecția calității apelor, atât prin stații de epurare cât și printr-o politică de amplasare rațională a obiectivelor economice, care făcea posibilă utilizarea succesivă a resurselor de apă de către mai multe folosințe [2004, *Planurile de Management ale Bazinelor Hidrografice – Raport Național*].

De asemenea planul de amenajare a insistat asupra necesității unor lucrări de utilizare a teritoriului (împăduriri, agricultură rațională) care să ducă la conservarea resurselor de apă și la mărirea resurselor utilizabile. În același timp, ținând seama de penuria resurselor de apă, planul de amenajare preconiza luarea unor măsuri de economisire a apei și de reducere a pierderilor.

3.1.2.8. Activități de planificare în domeniul gospodării apelor după Planul Național de Amenajare

Perioada 1962 – 1970

Chiar încă înainte de terminarea planului de amenajare a început executarea unor lucrări de gospodărire a apelor, activitatea de investiții continuând mai intens după aceea. Dintre lucrările de gospodărire a apelor importante ale acestei perioade se pot cita barajul Strâmători de pe râul Firiza, barajul Paltinul de pe râul Doftana, barajul Poiana Uzului de pe râul Uz, barajul Vidraru de pe râul Argeș (fig. 3.8), barajul Stânca-Costești de pe râul Prut și altele.



Fig. 3.8: Barajul Vidraru pe râul Argeș [sursă: www.google.ro]

De asemenea, pentru producția de energie hidroelectrică s-au realizat barajul Porțile de Fier pe Dunăre (fig. 3.9) precum și cascada de centrale hidroelectrice de pe râul Bistrița până la confluența cu râul Siret. Au fost construite și diferite sisteme de gospodărire a apelor dintre care se poate menționa sistemul de lacuri de acumulare din bazinul râului Bahlui pentru apărarea municipiului Iași.

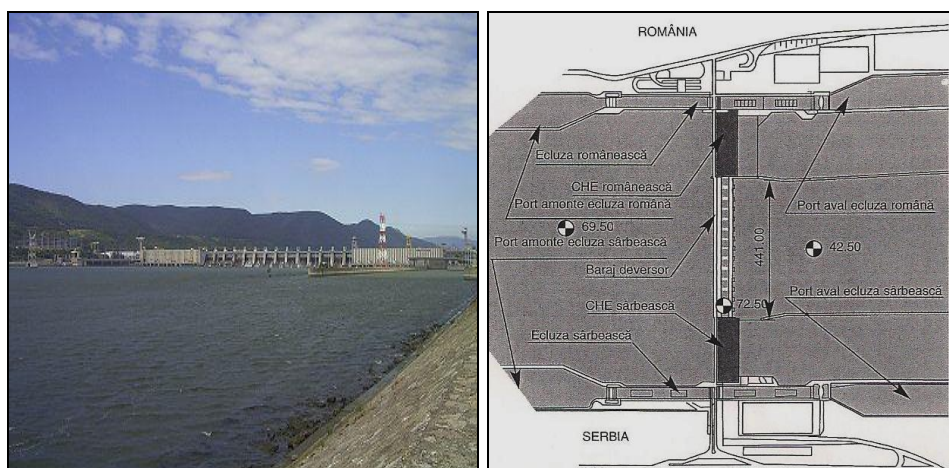


Fig. 3.9: Barajul de la Porțile de Fier (foto și vedere în plan)

În 1967 Comitetul de Stat al Apelor a fost desființat și activitatea de gospodărire a apelor a fost trecută în responsabilitatea Departamentului de Îmbunătățiri Funciare din cadrul Ministerului Agriculturii.

Institutul de proiectări și-a schimbat denumirea în Institutul de Proiectări pentru Îmbunătățiri Funciare și Gospodărirea Apelor (ISPIFGA). Secția de gospodărire a apelor și-a menținut existența și activitatea. Lucrările de îmbunătățiri funciare, în principal lucrări de irigații și de îndiguiri, aveau și ele nevoie de studii de gospodărire a apelor, iar secția de gospodărire a apelor a continuat să se dezvolte.

Dintre lucrările importante de gospodărire a apelor executate în această perioadă trebuie relevată îndiguirea luncii inundabile a Dunării. Dintre diferitele variante de îndiguire studiate s-a adoptat varianta cea mai radicală, care scotea de sub inundații suprafața cea mai mare de teren posibilă. Din incintele îndiguite s-au eliminat toate celelalte folosințe, desecându-se toate bălțile din lunca inundabilă a Dunării precum și bălțile dintre brațele Dunării, care formau Insula Borcea și Insula Mare a Brăilei (fig. 3.10). Această soluție, care este consecința directă a subordonării gospodării apelor intereselor agriculturii a avut efectul pozitiv de a pune în valoare noi terenuri agricole, dar a avut efecte negative asupra pisciculturii, reducând în foarte mare măsură fauna piscicolă a Dunării prin eliminarea bălților care reprezentau zonele de reproducere a peștilor. De asemenea, eliminarea totală a luncii inundabile a atras după sine creșterea importantă a debitelor de viitură, în special pe Dunărea inferioară.



Fig. 3.10: Insula Mare a Brăilei [sursă: Google Earth]

De asemenea în această perioadă s-au intensificat lucrările de irigații, dându-se prioritate celor alimentate în Dunăre. Pentru satisfacerea cerințelor de energie s-a trecut la executarea sistemelor hidroenergetice de pe râurile Lotru și Sebeș. De asemenea pentru satisfacerea cerințelor de apă din zona carboniferă din Oltenia s-au executat importante lucrări de amenajare în bazinul Jiu, cu lacurile de

acumulare Valea de Pești, Sadu-Gorj și Rovinari precum și îndiguirea luncii Jiului [1962, *Programul Național privind gospodărirea rațională a resurselor de apă, extinderea lucrărilor de irigații, îndiguiri, desecări și combaterea eroziunii solului în Republica Socialistă România*].

Perioada 1970 – 1989. Reorganizarea după inundațiile din 1970

După inundațiile catastrofale din 1970 s-a ajuns la concluzia că desființarea fostului Comitet de Stat al Apelor fusese o greșeală. Drept urmare, în 1971 a fost înființat Consiliul Național al Apelor (CNA).

În ceea ce privește activitatea de planificare în domeniul gospodării apelor, unitatea de gospodărire a apelor continua să fie răspunzătoare de studiile de încadrare a noilor proiecte de investiții în planurile de amenajare și de punerea la zi a planurilor de amenajare. A fost menținută viziunea de a avea grupuri de specialiști pe bazine hidrografice, astfel încât să poată beneficia de baza de informații pentru fiecare bazin.



Fig. 3.11: Acumularea laterală nepermanentă (polderul) Gad pe râul Timiș (foto: Cătălin Aldescu)

În perioada 1971 – 1975 investițiile în lucrări de gospodărire a apelor erau proiectate și realizate în continuare de Departamentul pentru Îmbunătățiri Funciare, iar cele cu specific hidroenergetic de Ministerul Energiei Electrice. Ca urmare a inundațiilor din 1970 s-a pus un accent mai mare pe lucrările de combatere a inundațiilor, prin îndiguiri pe principalele râuri interioare printre care Someș, Crișuri, Mureș, Argeș, Ialomița, Bârlad și Prut. Pe lângă îndiguiri, în multe bazine, printre care cel al Târnavelor și bazinul Timiș-Bega s-au executat poldere de atenuare a viiturilor (vezi fig. 3.11). Pentru producția de energie a fost începută amenajarea hidroenergetică a Oltului în aval de confluența cu Lotrul și a Siretului în aval de Bacău [1975, *Schemele cadrului de amenajare a bazinelor hidrografice 1973 – 1975*].

3.1.2.9. Progrese în domeniul gospodăririi apelor

Pe lângă sarcinile legate de proiectele de investiții propriu zise, sectorul de proiectare al ICPGA și-a continuat eforturile de lărgire a preocupărilor. În această privință trebuie remarcate următoarele direcții spre care se orienta activitatea:

- acordarea unei importanțe sporite problemelor de gospodărire a apelor mari, determinată în mare parte de necesitatea atacării imediate a unor măsuri de combatere a inundațiilor. În această privință se acordă o deosebită atenție realizării unor lucrări de atenuare a undelor de viitură, fie prin lacuri de acumulare, fie prin incinte de atenuare (poldere) față de lucrările de îndiguire, care eliminau efectul natural al luncilor râurilor de a reduce vârful viiturilor și de aceea, creșteau riscul de inundare din aval. Astfel au fost promovate o serie de acumulări sau incinte pentru combaterea inundațiilor pe Târnave, în bazinul râului Bârlad și în alte bazine;
- au fost ameliorate modelele matematice, introducându-se primele elemente de logică vagă în domeniul gospodăririi apelor. Ca un prim pas în această direcție s-au introdus diferite condiții de satisfacere a folosințelor neprioritare în perioadele de restricții;
- au fost amplificate studiile de gospodărire a calității apelor. În acest domeniu s-au căutat metode de definire a debitelor minime din albie bazate pe date științifice, în loc de a considera aceste debite egale cu debitele de etiaj, așa cum se făcuse în planurile de amenajare. Au fost inițiate studii pentru determinarea stațiilor de epurare necesare pentru diferiții poluatori, ținând seama de capacitatea diferitelor cursuri de apă de a accepta anumite deversări fără a depăși limitele admisibile, ca o metodă de etapizare a realizării stațiilor de epurare;
- a fost abordat studiul sistemelor informatice de gospodărire a apelor, în special al sistemelor de colectare a datelor hidrometeorologice din zonele de altitudine, care nu erau acoperite de sistemul hidrometeorologic existent. Astfel a fost realizat întâi sistemul informațional al bazinului Mureșului Superior, urmat de cel al Argeșului, al Siretului Superior și al subbazinelor Putna și Buzău;
- au fost inițiate analize ale implicațiilor sociale ale lucrărilor de gospodărire a apelor. În această privință, în cadrul proiectului de amenajare a Mureșului Superior, au fost inițiate studii privitoare la reacțiile populației care trebuia strămutată în urma realizării unor lacuri de acumulare.

În perioada 1971-1974 institutul a beneficiat și de sprijinul Programului Națiunilor Unite pentru Dezvoltare (PNUD), care, pentru a ajuta guvernul român să rezolve problemele de combatere a inundațiilor, a finanțat elaborarea unui Plan de Amenajare Multisectorială a bazinului Mureșului Superior. Programul a permis confruntarea punctelor de vedere ale specialiștilor naționali cu experți din diferite țări occidentale, specializarea în străinătate a unor ingineri români și introducerea unor tehnici noi.

Totuși, cu toate aceste premise favorabile, activitatea de planificare în domeniul gospodăririi apelor nu a făcut pașii scontati înainte. Majoritatea noilor inițiative au avut rezultate modeste sau au fost sistate.

3.1.2.10. Abandonarea conceptului Planurilor de Amenajare în favoarea Schemelor Cadru

Divergența totală de puncte de vedere a devenit aparentă în momentul inițierii actualizării planurilor de amenajare pe bazine hidrografice și a planului național. Încă de la elaborarea Planului Național de Amenajare exista premisa

actualizării sale după aproximativ 10-15 ani. Această activitate a fost inițiată în 1972, fiind terminată în 1975, însă în locul actualizării Planului Național a fost preferată elaborarea unor "scheme cadru ale bazinelor hidrografice". Diferența nu este doar una de titulatură. Planurile de amenajare fuseseră văzute ca un instrument de fundamentare a politicii statului în domeniul gospodăririi apelor, care să nu se refere la acțiunile unui singur departament, ci să cuprindă toate ramurile economiei naționale care aveau interese în utilizarea apelor, analizând corelațiile dintre ele și acțiunile de coordonare necesare pentru o dezvoltare coerentă. Spre deosebire de aceasta, schemele de amenajare aveau un scop mult mai limitat, cel de a elabora un plan de investiții pentru Consiliul Național al Apelor. Înlocuirea Planului Național cu schemele cadru a constituit un important pas înapoi față de perioada anterioară. Măsura pune accentul pe lucrările de investiții, dar minimizează alte activități din gospodărirea apelor. Acest punct de vedere s-a dovedit catastrofal în 1989 când lucrările de investiții au fost practic sistate.

Conceptul schemelor cadru acorda gospodăririi apelor un rol pasiv, de a reacționa la cererile economice ale diferitelor ramuri, dar eliminând orice tendință de a indica altor ramuri măsuri care să poată duce la o gospodărire rațională a apelor. Concepte legate de sistematizarea luncilor inundabile, de utilizare rațională a teritoriului, de creare a unor zone de protecție a lacurilor de acumulare, de rezervare a amplasamentelor au fost abandonate. Drept rezultat, obiective industriale și noi cartiere ale orașelor au fost amplasate în luncile inundabile, greu de protejat prin lucrări de îndiguire. Calitatea apelor a fost neglijată, deoarece stațiile de epurare erau de resortul diferitelor ministere, care le considerau de importanță secundară fiind neproductive. Economisirea apei, pe care planul de amenajare o considerase o prioritate având în vedere situația geografică a țării, nu mai era considerată importantă și însăși menționarea sărăciei resurselor de apă ajunsese să fie considerată o eroare politică. Ca un exemplu al consecințelor negative ale viziunii lipsite de perspectivă se poate arăta creșterea explozivă consumului de apă din România (vezi fig. 3.12). Comparând datele consumului de apă din România cu cel al altor țări europene, se poate constata că, deși este una din țările cele mai sărace în resurse de apă, consumul de apă pe cap de locuitor al României este unul din cele mai ridicate din Europa, depășind cu mult consumul unor țări mai dezvoltate din punct de vedere economic.

Unul din domeniile pe care Consiliul Național al Apelor le-a frânat cu consecvență era cel al gospodăririi calității apelor. Față de perioada de elaborare a planurilor de amenajare din 1959 – 1962 dezvoltarea industrială rapidă, neînsoțită de o dezvoltare corespunzătoare a stațiilor de epurare sau a altor măsuri de protecție a calității apelor, a avut ca urmare o creștere alarmantă a poluării cursurilor de apă [1962, *Planul de Amenajare a Apelor din Republica Populară Română*].

3.1.2.11. Planurile de amenajare după 1989

După 1989 coordonarea problemele de gospodărire a apelor a revenit Ministerului Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului. În anul 2001 departamentul Silviculturii a fost trecut la Ministerul Agriculturii iar ministerul a fost renumit Ministerul Apelor și Protecției Mediului. În 2003 a fost inițiată o nouă reorganizare contopindu-se două ministere și constituind Ministerul Agriculturii, Pădurilor, Apelor și Mediului. Măsura nu a dat rezultatele scontate și după câteva luni s-a revenit la structura anterioară prin înființarea Ministerului Mediului și Gospodăririi Apelor.

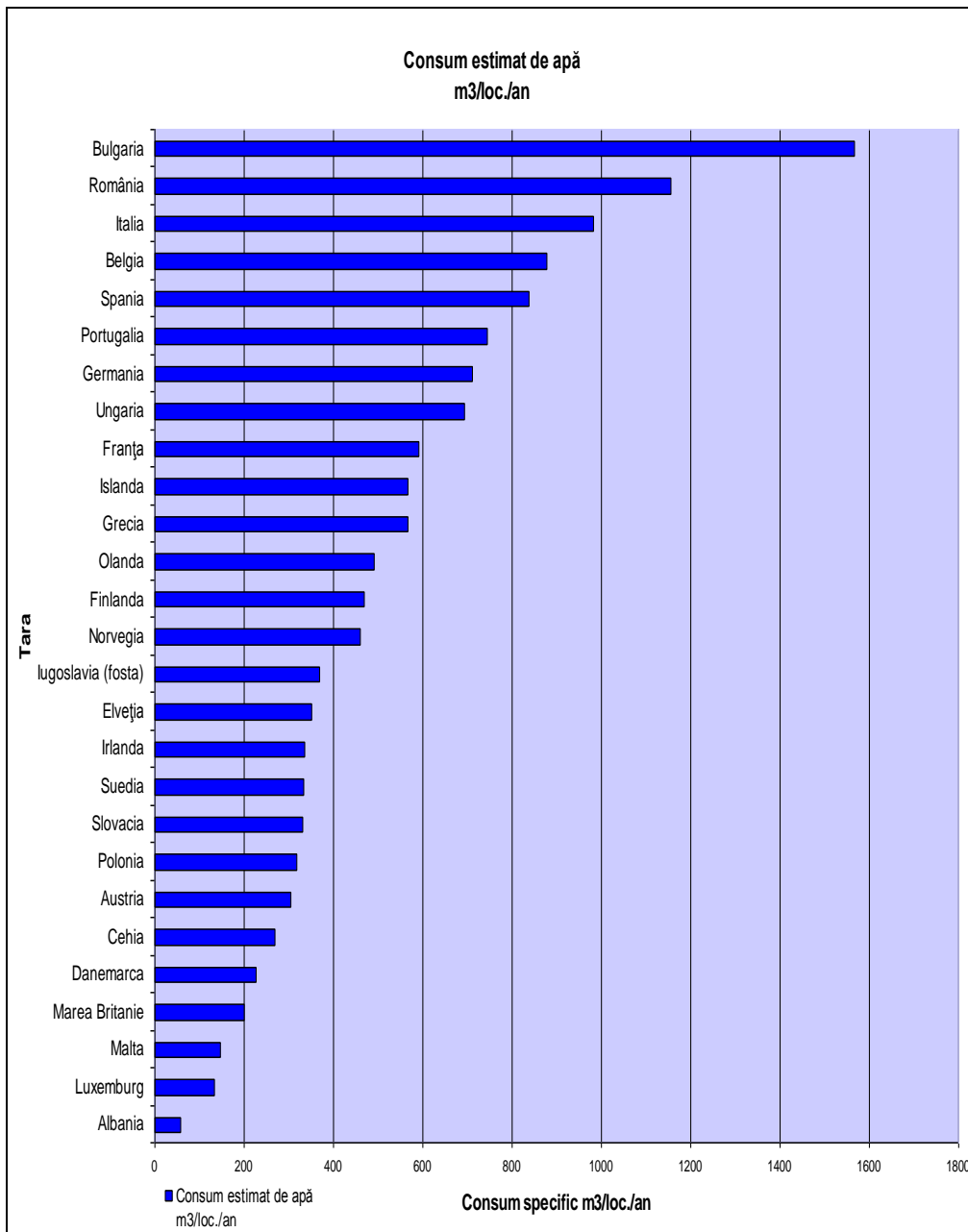


Fig. 3.12: Consumuri specifice de apă pe cap de locuitor ale diferitor țări europene
[sursă date: www.worldwater.org/data]

Imediat după 1989, toate lucrările de gospodărire a apelor au fost sistate. Unele dintre ele au fost reluate și terminate în anii următori, multe dintre ele nu au fost terminate niciodată. În domeniul planificării, ea justifica reluarea planurilor de

amenajare, în cadrul cărora ar fi trebuit să fie definit rolul diferitor unități în realizarea unei gospodării eficiente a apelor.

Astfel, în domeniul planificării gospodării apelor s-a menținut conceptul de scheme cadru de amenajare și care limita studiile respective la analiza lucrărilor de investiții. Astfel, Legea Apelor aprobată la 25 septembrie 1996 mai cuprindea numeroase elemente specifice unei economii cu o planificare centralizată dar incompatibile cu o economie de piață.

De altfel, chiar înainte de aprobarea legii, Ministerul inițiasse actualizarea schemelor cadru contractând lucrarea cu institutul Aquaproiect. În cadrul acțiunilor de privatizare, în 1991 secțiile de proiectare ale fostului Institut de Studii, Cercetări și Proiectări pentru Gospodărirea Apelor au format Institutul Aquaproiect. O mică parte din sectorul de gospodărire a apelor a fost trecută la Institutul de Meteorologie și Hidrologie. Totuși, un institut, în special unul privat, nu poate supraviețui fără contracte, și fiind axat pe un program de investiții care fusese sistat, era inevitabil ca noul institut să se confrunte cu foarte dificile probleme economice. În țările cu o economie de piață, capacitatea institutelor este acoperită de contracte de consultanță, multe dintre ele nelegate de investiții, care sunt furnizate de diferite organizații guvernamentale sau neguvernamentale. Există numeroase institute de diferite grade care trăiesc exclusiv din asemenea contracte pentru organisme guvernamentale.

Era de așteptat ca ministerul să sprijine această schimbare de orientare în profilul institutului, cu atât mai mult cu cât, ca și ministerele corespunzătoare din alte țări, nu putea să aibă capacitatea de a rezolva problemele respective. Ministerul pare însă să nu fi fost conștient de acest rol al institutelor în cadrul economiilor de piață și nu a asigurat institutului lucrări care să acopere capacitatea acestuia. Menținând discuția la nivelul planificării în domeniul gospodării apelor, solicitând doar actualizarea schemelor de amenajare, au fost eliminate complet adaptările metodologilor pentru condițiile specifice unei economii de piață. Rezultatul acestei acțiuni a ministerului a fost că a obținut niște scheme cadru, care nu aduceau nimic nou față de cele anterioare elaborate pe baza unor metodologii improprii unei economii de piață. Limitându-se la a cere scheme cadru în locul unor planuri de amenajare, ministerul nu a obținut informațiile și analizele necesare fundamentării unei politici în domeniul gospodării apelor. Drept urmare, politica în domeniul gospodării apelor a fost eratică.

Continuând cu ignorarea rolului institutelor în economiile de piață, Ministerul Mediului și Gospodării Apelor a continuat să ia deciziile în condițiile unui personal din ce în ce mai redus, fără însă a le fundamenta pe studii și analize furnizate de diferiți contractanți. Inerent, partea de gospodărire a apelor din institutul Aquaproiect a fost atrofiată, consecință logică din moment ce specificul de activitate avea o căutare foarte redusă. Aceasta a avut ca urmare o slăbire mai accentuată a capacității institutului în domeniul gospodării apelor.

Necesitățile din viitor vor determina schimbarea acestei viziuni și aducerea ei la nivelul altor țări avansate. Va apare o nouă generație de gospodari de ape, care să reconstruiască ceea ce a fost distrus și care, în timp, va recupera timpul pierdut și va ridica disciplina la nivelul necesar economiei naționale. Dar pentru aceasta sunt necesari și timp și bani.

3.1.3. Amenajările hidrotehnice din Banat

Marile lucrări hidrotehnice, începute în Banat încă în prima jumătate a secolului al XVIII-lea și continuate în tot cursul secolului următor, aveau drept scop, odată cu recuperarea și protejarea terenurilor agricole de inundațiile frecvente, menținerea liberă a cursurilor de apă pentru navigație.

Rețeaua hidrografică din Banat este deosebit de bogată, cuprinzând pe lângă râurile mari ca: Dunărea, Tisa și Mureșul care constituiau granițe naturale ale provinciei și râuri secundare interne ca Timișul, Bega, Aranca, Birda, Bârzava, Carașul și Nera, multe dintre ele cu capacități pentru navigație. Densitatea cursurilor de apă, albiile lor sinuoase, curgerea lentă a apei în zonele de câmpie, ploile frecvente și ninsorile abundente din zonele montane limitrofe care formau bazinul de colectare al râurilor, fac ca apele să se reverse frecvent din matca lor și să inunde mari suprafețe.

De-a lungul istoriei, din cauza inundațiilor și a deselor schimbări de cursuri, râurile din Banat au transformat Câmpia Banatului în terenuri mlăștinoase. Aceste terenuri s-au extins în mod deosebit în timpul stăpânirii otomane, când războaiele repetate, dar și indiferența pe care o manifestau guvernatorii provinciei față de lucrările de îndiguire, au contribuit în mare măsură la extinderea acestor zone neproductive.

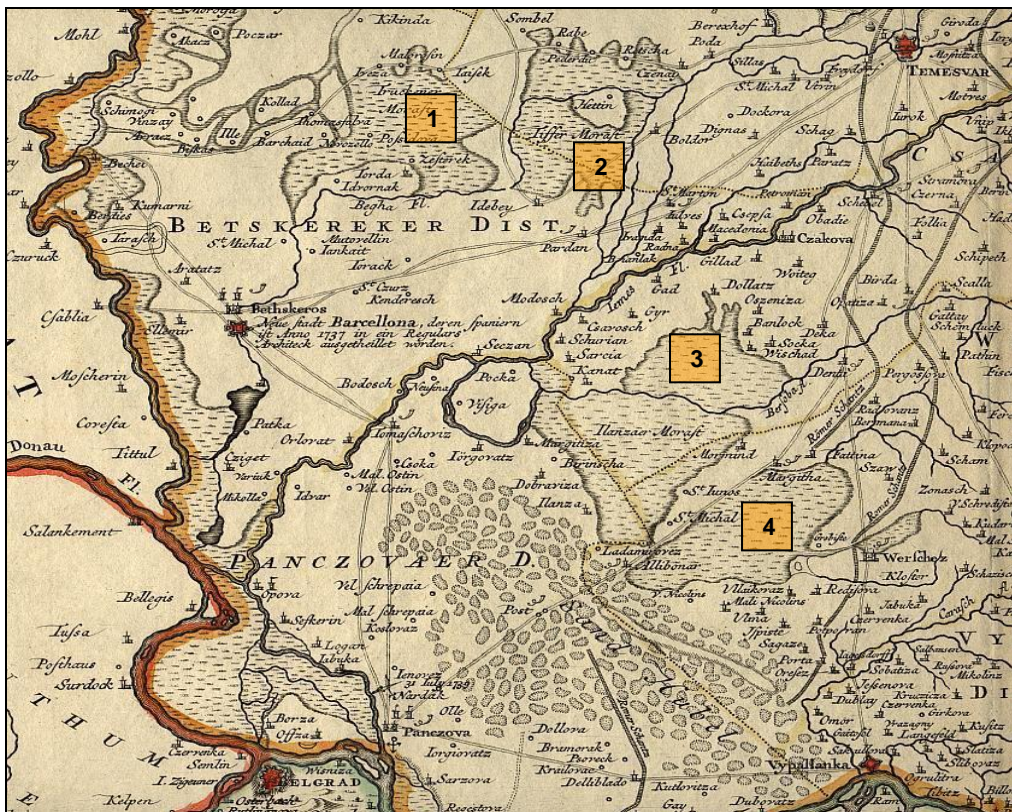


Fig. 3.13: Harta Banatului 1723-1725 – Mlaștina Uscată, Adâncă, Ilandza și Alibunar
[sursă: Arhiva Administrației Bazinale de Apă Banat]

O imagine destul de convingătoare despre extinderea terenurilor inundabile ne-o prezintă harta Banatului executată între 1723-1725 din ordinul generalului Florimund Mercy.

Conform acestei hărți la începutul secolului al XVIII-lea, pe teritoriul Banatului existau patru mlaștini mari. La nord de Bega, între Timișoara și Becicherecul Mare se întindeau Mlaștina Uscată (Trockener Morast)⁽¹⁾ și Mlaștina Adâncă (Morast welcher nicht Durch Kommen ist)⁽²⁾. La sud de Timiș între Dolat și Vârșeț se extindeau alte două mlaștini, și anume cea de la Ilandza (Ilancaer Morast)⁽³⁾ și cea de la Alibunar (Alibunarer Morast)⁽⁴⁾ (fig. 3.13).

Pe lângă cele patru mlaștini, mari pe lângă râurile Mureș, Bega, Timiș, Bârzava și Pogăniș, au existat terenuri mocirloase; suprafețele lor se extindeau mai ales în perioada anotimpurilor ploioase, acoperind cu ape, mari suprafețe agricole, îngreunând considerabil cultivarea pământurilor.

Mlaștinile înconjurau și Timișoara (fig. 3.14) unde, cu toate măsurile de prevedere împotriva inundațiilor, mai ales în timpul primăverii zone mari se aflau sub apă.

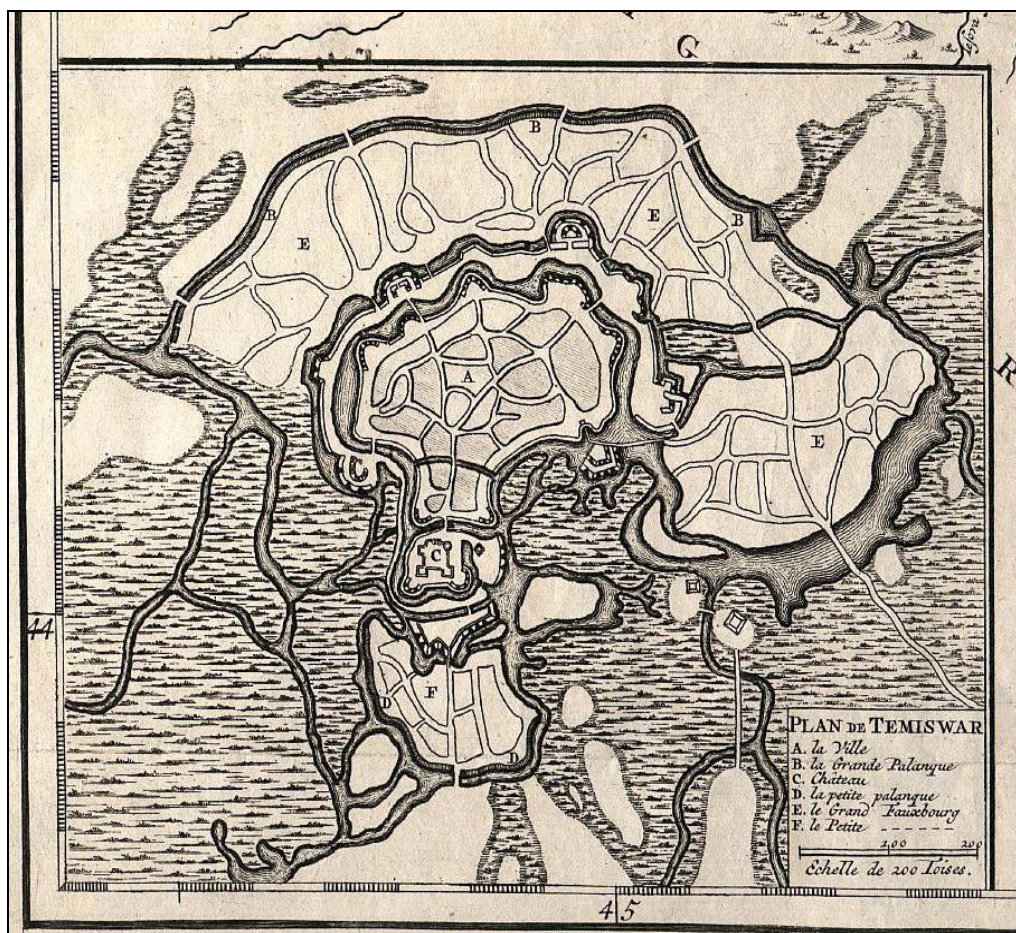


Fig. 3.14: Planul Timișoarei în secolul al XVIII-lea
[sursă: Arhiva Administrației Bazinale de Apă Banat]

Cronicarul turc *Mustafa Gelalzade*, căpetenie militară care a participat la repetatele incursiuni otomane în teritoriile românești, nota că la mijlocul secolului al XVI-lea Timișoara „era o cetate pizmuită, cea mai însemnată și cea mai puternică dintre toate cetățile Țării Transilvaniei. Fortărețele, bisericile și turnurile sale erau apărate de apele și mlaștinile din jur.

O sugestivă descriere ne-a lăsat și italianul Asconio Centorio în lucrarea „*Commentarii della guerra den Transilvania*”: „*Timișoara era înconjurată de râul Themes de la care a primit numele. Jumătate din ea e înconjurată de un zid făcut de pământ și lemn în forma bastioanelor, de partea aceea are mari lagune și șanțuri cu apă și mlaștini adânci și care o fac în acele părți atât de tare, încât în nici un fel nu poate fi tăiată, nici de artilerie bătută, nici măcar asediată*”.

În primele decenii ale stăpânirii austriece, inundațiile în jurul orașului erau așa mari încât, de exemplu, împiedicau tradiționalele procesiuni de sfințire a hotarelor în ziua sfântului Marc. Adesea mlaștinile din Banat erau alimentate și întreținute și de barajele morilor de apă, existente în număr deosebit de mare pe Mureș dar și pe râuri mai mici. Din cauza stricăciunilor pe care aceste mori le aduceau terenurilor agricole, ele purtau denumirea de „Morile Iadului”, (Pokolmalom – în limbaj popular). Pe lângă prejudiciile aduse agriculturii barajele morilor de apă erau un pericol deosebit de mare și pentru navigație; din acesta cauza autoritățile habsburgice duceau o adevărată campanie pentru înlăturarea lor.

Încă de la începutul instalării administrației, austriece, pentru conducerea provinciei devenea evident că exploatarea economică a ținutului depindea, în mare măsură, și de eficacitatea lucrărilor hidrotehnice de amenajare. Pe plan strategic, fără lucrări hidrotehnice de amenajare era imposibilă menținerea drumurilor militare și construirea sistemului de fortificații aflate în proiect, pentru menținerea noilor teritorii cucerite. Din punct de vedere economic mlaștinile și inundațiile permanente răpeau sute de mii de iugăre de pământ, făcând astfel imposibilă exploatarea rațională a solului.

Studiind istoria lucrărilor hidrotehnice de amenajare din Banat executate în cursul secolelor al XVII-lea și al XIX-lea putem distinge trei etape importante.

1. Prima etapa include marile lucrări efectuate în cursul secolului al XVIII-lea și începutul secolului al XIX-lea, când majoritatea lucrărilor au fost executate din fonduri și sub îndrumarea autorităților centrale din Viena.
2. Celei de a doua etape îi corespund lucrările efectuate în cursul secolului al XIX-lea după înăbușirea revoluției de la 1848-1849 și până la înființarea, în anul 1871, a „Societății pentru Regularizarea Apelor Timiș-Bega” (Temes-Begathal Wasserregulirungs Gesselshaft).
3. Cea de a treia etapa cuprinde activitatea acestei societăți până în 1912, când au fost realizate principalele lucrări.

1. Prima etapă: marile lucrări de desecări și îndiguiri – conturarea rețelei hidrografice

Lucrările hidrotehnice de amenajare din Banat încep cu acțiunile de desecare și de regularizare efectuate în jurul orașului Timișoara, în primele decenii ale administrației austriece. Pentru desecarea mlaștinilor care înconjurau orașul Timișoara până în anul 1727, au fost săpate patru canale mici cu ajutorul cărora apele Begăi au fost canalizate, iar pentru întărirea terenurilor ramase în urma apelor retrase din împrejurimile orașului și mai târziu de la Chizătău au fost aduse milioane de metri cubi de pământ, creând astfel noi spații pentru cartierele industriale și de locuit.

Între anii 1727-1733 lucrările de canalizare au fost extinse pe partea superioară a Begăi, în acești ani fiind terminat canalul de navigație între Făget și

Timișoara. Pe lângă construirea canalului navigabil, deosebit de important, lucrările amintite au dus la desecarea mlaștinilor întinse aflate în zona Belințului. Înainte de construirea barajului de la Coștei s-a reușit atât desecarea mlaștinilor cât și reglarea nivelului apei în aval, fapt deosebit de important pentru navigația în perioadele secetoase.

Paralel cu transformările efectuate pe Bega în amonte de Timișoara în anul 1731 încep lucrările de desecare și îndiguire, în aval de oraș pe porțiunea Begăi cuprinsă între Timișoara și Becicherecul Mare (Serbia), terenul fiind extrem de mocirlos, lucrările au fost deosebit de anevoioase, rezultatele promițătoare din primul an fiind distruse o dată cu venirea ploilor de primăvara.

În aceste situații autoritățile urgentează mersul lucrărilor recurgând la număr foarte mare de robote reușind astfel să termine în anul 1733 lucrările propuse. Cu toate eforturile nu au reușit până în 1733 să termine construirea canalului de navigație între Becicherecul Mare și portul Titel aflat pe râul Tisa. Pe acesta porțiune de numai 12 km, prin Mlaștina Albă, adâncimea mlaștinii era așa de mare încât excavarea unui canal era imposibilă în condițiile tehnice ale secolului, acest fapt va îngreuna navigația pe canalul Bega până în mijlocul secolului al XIX-lea.

În ciuda acestor neajunsuri navigația dintre Timișoara și Dunăre începe deja în 1732. În aval vapoarele erau purtate de curgerea apei, iar în amonte de tracțiunea animalelor, cu excepția porțiunii cuprinse între Titel și Becicherecul Mare unde acestea erau împinse cu ajutorul unor prăjini.

Pe parcursul lucrărilor de canalizare efectuate pe Bega în prima jumătate a secolului al XVIII-lea s-a creat o cale navigabilă în lungime de 92 km, iar pentru lucrările de terasamente au fost dislocate 1.440.000 m³ de pământ. Prin realizarea acestui canal, centrul politic economic și administrativ al Banatului, Timișoara, se încadrează în circuitul economic european fiind astfel redată agriculturii în jur de 200.000 de iugăre de pământ.

Victoria asupra mlaștinilor însă a fost relativă, canalul executat cu atâta trudă și cheltuială necesita întreținere permanentă. Din cauza războiului cu turcii din anii 1738-1739 și a evenimentelor interne care au urmat, administrația provinciei nu avea timp și nici nu dispunea de fonduri necesare pentru întreținerea canalului. Astfel, cu trecerea anilor, albia s-a înnămolit, digurile au fost distruse și apa s-a revărsat nestăvilit refăcând astfel vechile mlaștini. Odată cu încetarea navigației pe Bega s-a înrăutățit considerabil și situația economică a provinciei, dar mai ales a orașului Timișoara. Din cauza distrugerii digurilor așezările din zonele de câmpie dintre Timiș și Bega au suferit pagube mari, unde numai în anul 1753 vechea albie a Begăi a provocat un număr de 53 de inundații pustiind hotarele unor localități ca: Sânmartin, Ivanda, Ciavoș, Foeni și Modoș.

Pentru reconstrucția digurilor distruse autoritățile de la Viena l-au trimis în Banat pe inginerul *Johann Karl Von Stockhausen*, sub conducerea căruia între anii 1754-1755 s-a construit un nou canal al Begăi pe o distanță de 30 km între Itebej și Jankovmost, canalul construit devenind un braț permanent al Begăi. Lucrările efectuate sub conducerea lui Stockhausen au însemnat un pas deosebit în lupta permanentă împotriva înmlăștinirii din aceste părți ale Banatului, însă aceste realizări nu satisfăceau deplin intențiile curții de la Viena, care în acesta perioadă se pregătea prin colonizări masive să transforme zona într-un avanpost economic și militar al imperiului habsburgic spre Balcani.

Nu era de neglijat nici importanța refacerii legăturilor comerciale cu ajutorul Begăi canalizate permițând în acest fel relansarea vieții economice a

manufacturierilor din Timișoara și a zonelor miniere și metalurgice din sudul Banatului.

Pentru realizarea acestor țeluri curtea de la Viena a hotărât să aducă un specialist din Țările de Jos, un inginer deosebit de priceput în treburile lucrărilor hidrotehnice, pe *Maximilian Emmanuel de Fremaut (1725-1768)*. Pe lângă argumentele legate de pregătirea profesională a lui *Fremaut*, la angajarea specialistului olandez Curtea din Viena a fost luată în considerare și experiența pe care au dobândit-o specialiștii din Țările de Jos în transformarea unor ținuturi mocirloase în terenuri roditoare. *Fremaut* intră la sfârșitul anului 1757 în slujba Vienei și în primăvara anului 1758 îl găsim deja în Banat unde, după ce a studiat pe teren situația lucrărilor anterioare pe Bega și Timiș, trece la măsuri concrete. În primul an a fost construit un canal de 8 km lungime pe râul Timiș între Jabăr și Drăgoiești cu ajutorul căruia au fost desecate mlaștinile adânci din aceasta zonă obligându-se un nou curs pentru râul Timiș și separându-se definitiv în acest fel de cursul Begăi.

Pentru asigurarea apei pentru canalul de navigație al Begăi a fost reconstruit stăvilarul de la Coștei. *Fremaut* a construit totodată un nou canal de siguranță între Topolovăț și Hitiaș pe o lungime de 6 Km cu ajutorul căruia, în caz de pericol de inundație, apele Begăi puteau să fie dirijate în Timiș. În același timp, prin construirea acestui canal, *Fremaut* a ferit localitățile de pe lângă Canalul Bega și orașul Timișoara de posibilitatea unor inundații.

Lucrările menționate au fost realizate în timp de 3 ani între 1758-1761. Mai târziu, elevii și urmașii lui *Fremaut*, inginerii *Carl Alexander Steilein (1733-1810)* și *Johann Teodor Kostka (1734-1807)*, au adus o serie de îmbunătățiri sistemului de canalizare construind noi stăvilare pe Bega care au îmbunătățit navigația între Făget și Timișoara (*În anul 1752 exista deja Portul Timișoara în cartierul Iosefin. Cantitatea de mărfuri transportată pe Bega era de 20.000 tone. Până la începutul Primului război mondial navigau pe canal 563 ambarcațiuni comerciale timp de 305 zile pe an. Volumul de mărfuri transportate ajunge la un maxim de 250.000 t/an în perioada 1937-1938. Traficul suferă grav din cauza celui de-al doilea război mondial, iar în 1958 transportul de mărfuri încetează.*)

Concomitent cu lucrările amintite, au fost reconstruite digurile de apărare ale canalului Bega aval de Timișoara. În paralel cu aceste lucrări grupul de specialiști sub conducerea lui *Fremaut* a început planificarea lucrărilor de desecare a mlaștinii dintre Ečka și Titel, dar din cauza condițiilor deosebit de grele pricinuite de adâncimea Mlaștinii Albe, acest proiect a fost amânat ceea ce a îngreunat foarte mult navigația pe acest sector al Begăi.

Iată starea canalului descrisă de caporalul pontonier Franz Ulrichsberger într-un raport din 20 octombrie 1796 scris la Timișoara în urma unei inspecții întreprinse la ordinul Comandamentului General Militar Bănățean:

„...Din Timișoara până la Freidorf se poate naviga pe canal cu întreaga încărcătură. Din Freidorf până la Sânmihai nu pot trece vasele complet încărcate, doar dacă aceleași vor fi parțial descărcate, cauza nivelului ceva mai scăzut al apei fiind că în mai multe locuri canalul are până la 86 de stânjeni.

De la Sânmihai până la ½ de oră în aval canalul poate fi străbătut cu vasele pe jumătate încărcate, deoarece canalul s-a lărgit până la 95 de stânjeni, cauza lărgirii acestuia fiind că se trece prin el și toate turmele sunt mânate prin el. La ½ de oră în afară de Sânmihai, se poate trece cu vasele complet încărcate până la Dinaș. De la Dinaș până la Itebej canalul este navigabil cu vase puțin încărcate. Între aceste două localități pe malul drept și stâng sunt până la 20 de fisuri. La Itebej, între cele două poduri, se poate naviga cu vasele încărcate pe jumătate

pentru că s-a lărgit la 84 de stânjani. De aici, de sub Itebej, canalul este navigabil până la Becicherecul Mare, cu vasele complet încărcate, dar la ½ de oră sub Becicherec sunt sălcii care stau parte în apă, parte pe mal, atârână peste canal, ceea ce face ca vasele încărcate să poată trece cu greu. De la Becicherec, canalul este navigabil cu vasele complet încărcate până la mlaștina de sub Ečka, 100 de stânjani.

Înainte mlaștinii canalul se împarte în două părți (...), astfel încât prin acest loc nu se poate trece decât cu vase mici. Apa mică se întinde pe 150 de stânjani, apoi vaselor li se poate da din nou întreaga încărcătură...".

Ulterior lucrările pe acest sector au fost reluate din inițiative particulare, în anii războaielor franceze, și abia atunci s-a reușit, prin îndiguiri și desecări, crearea unui canal de navigație deosebit de important pentru circulația vapoarelor cu cereale.

Misiunea lui *Fremaut* în Banat nu s-a limitat la lucrări de îndiguire și desecări locale, Curtea din Viena urmând o rezolvare globală nu numai a lucrărilor de îndiguire dar și a căilor de transport între Banat și litoralul adriatic, acesta între 1760-1761 studiind pe teren toate variantele înfăptuirii acestui deziderat. După finalizarea planurilor canalizării Begăi, *Fremaut* a studiat posibilitățile îmbunătățirii sistemului de navigație pe râurile Sava și Kupa, situația șoselei karolina între Kupa și Brod, precum și porturile Ragusa și Trieste pe litoralul adriatic. În problema construirii unui canal pe râul Kupa, între Karlovac și Brod, *Fremaut* nu a trecut la măsuri ci a sprijinit ideea folosirii capacităților de navigație existente prin proiectarea unor vase speciale pentru navigarea pe brațul superior al râului Kupa. Cea de a doua și cea mai importantă activitate a lui *Fremaut* în Banat este legată de desecarea mlaștinilor din sudul provinciei pe linia Denta, Ofsenița și Toager până la Vârșeț, pe o suprafață de 500 km². Pentru înfăptuirea acestor planuri grandioase *Fremaut* a cercetat toată valea Timișului până la Vârșeț și cursurile râurilor mai mici Bârzava, Birda, Roiga între anii 1759 și 1760.

În anul 1761 Viena a aprobat planul lucrărilor care prevedea executarea unui canal între localitățile Botoș și Tomașevăț, cu menirea de a scurta cursul râului Bârzava spre vărsarea sa în râul Timiș, al doilea fiind construirea unui canal de colectare între Denta și Margita (Banatska Dubica) care va servi pe acest traseu ca un nou curs al Bârzavei și săparea unui canal prin mlaștinile de la Alibunar, între Vârșeț și Margita unde acest canal se va întâlni cu noul curs al Bârzavei.

Începând cu anul 1762, lucrările proiectate de *Fremaut* au fost executate sub conducerea inginerilor *Steinlei* și *Kostka*. În anul 1765 canalul pe Timiș, construit între Deta și Tomașevăț era funcțional, iar în 1769 era terminat și canalul prin mlaștinile de la Alibunar, între Vârșeț și Margita, denumit "Canalul Terezian". Datorită desecărilor au fost obținute 120.000 de iugăre de pământ înființându-se 23 de localități noi și pământ destinat culturii cerealelor de bună calitate.

De remarcat faptul că metodele de lucru și proiectele ale lui *Fremaut* corespundeau criteriilor din zilele noastre privind protecția mediului înconjurător nealterat pe cât posibil, astfel că părți însemnate din vechile terenuri inundabile au fost lăsate în starea lor naturală atât pentru stuf, cât și pentru pășunat pe timp de iarnă pentru animale.

Unul dintre primele proiecte de lucrări hidrotehnice de amenajare din Banat a fost cel al îndiguirii Mureșului. Pe porțiunea dintre Lipova și Szeged cursul râului are o pantă mică, ceea ce a împiedicat și formarea unei măci adânci. Astfel apele Mureșului inundau regulat suprafețe mari și în părțile bănățene, în anul 1731 Mureșul inundând complet localitățile Periam, Igrış, Sânpetru Sârbesc, Saravale, Sânnicolaul Mare și Cenad provocând pagube deosebit de mari. Regularizarea Mureșului era deosebit de importantă și din punct de vedere al transportului, mai

ales al sării din Transilvania, autoritățile dispunând executarea unor lucrări de decolmatare și înlăturare sistematică a stăvilarelor morilor plutitoare asigurând condiții pentru navigația flotei de sare care în anul 1721 cuprindea 110 corăbii. Îndiguirea completă a traseului dintre Arad și Szeged pe o lungime de 100 km a fost executată între anii 1749-1753, aceasta cât și canalizarea Begăi redând zone vaste agriculturii.

2. A doua etapă: îmbunătățirea navigației și transformarea Begăi în arteră navigabilă

În preajma revoluției de la 1848 se punea din ce în ce mai mult problema îmbunătățirii navigației pe Bega, transformarea într-o arteră care să permită circulația vapoarelor cu aburi devenind o necesitate. Încercările făcute în anul 1847 nu au avut rezultatele scontate deoarece porțiunea săpată prin Mlaștina Albă dintre Titel și Klek neavând adâncimea suficientă și necesitând noi investiții deosebit de costisitoare. În primul deceniu după 1848 s-au elaborat noi proiecte de modernizare ale canalului Bega urmărind adâncirea și lărgirea secțiunii dintre Klek și Titel, lucrări ce au și fost executate în anul 1853 prin care s-a mărit adâncimea cu 32 cm, dar nerezolvând în totalitate problemele circulației cu vapoare cu aburi pe Bega.

Odată cu perioada masivelor lucrări de îmbunătățire a rețelei de drumuri și a construirii căilor ferate din Banat, navigația a fost neglijată pentru câteva decenii. Mai târziu la sfârșitul secolului al XIX-lea se revine la folosirea Begăi aceasta fiind o cale ieftină și sigură pentru produsele agroalimentare și transportul de persoane (în anul 1869 pe canalul Bega se fac primele curse de pasageri. Timișoara devine astfel primul oraș din România ce utilizează acest mijloc de transport în comun. Transportul de pasageri pe canal a cunoscut un vârf de circa 500.000 pasageri în anul 1944, navele de pasageri fiind retrase în anul 1967. O mică parte rămâne navigabilă pe raza municipiului Timișoara pentru un număr mic de nave de agrement.

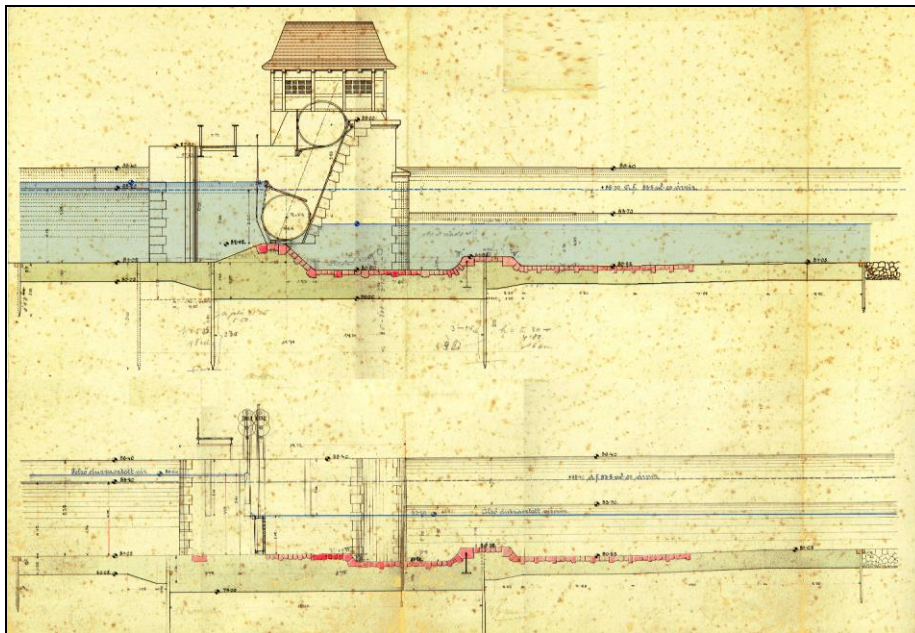


Fig. 3.15: Ecluza de la Sânmihaiul Român
[sursă: Arhiva Administrației Bazinale de Apă Banat]

Pentru realizarea planurilor de modernizare a transporturilor fluviale în anul 1899 Camera de Comerț și Industrie Timișoara înaintează un memoriu autorităților cu privire la necesitatea acestor lucrări. Aceste lucrări deosebit de complexe care se execută între anii 1901-1915 și cuprind adâncirea canalului Bega și construcția a patru ecluze (fig. 3.15) care să asigure navigabilitatea în tot cursul anului de la Timișoara și până la vărsarea în Tisa.

Pe la mijlocul secolului al XIX-lea ca urmare a frecventelor inundații și a pagubelor produse agriculturii datorate uzurii și degradării digurilor existente în majoritate construite între secolele al XVII-lea și al XVIII-lea, precum și marea inundație din anul 1859 când Timișul și Bega au ieșit din matcă aval de Ictar și Dragomirești inundând peste 500.000 ha teren arabil în comitatele Timiș și Torontal, se impuneau noi lucrări de îndiguire. Marea inundație din 1859 a atras atenția marilor proprietari și autorităților asupra necesității rezolvării problemelor de îndiguire cu care se confruntau ținuturile bănățene. Dacă până în 1840 aceste lucrări erau realizate prin robota obligatorie iobagilor, acum după desființarea servituțiilor feudale se impuneau noi căi de executare și finanțare a lucrărilor.

În acest context a apărut societatea pe acțiuni "Asociația pentru îndiguiri din Torontalul superior" care în perioada 1858-1878 a executat lucrări în valoare de 3.982.368 de florini.

3. A treia etapă: consolidarea și întărirea digurilor construite în Banat

Pe lângă societatea sus amintită, după 1865 din inițiativa proprietarilor de pământ s-au format mai multe societăți dintre care cea mai importantă avea menirea de a executa lucrări de îndiguire pe râurile Timiș și Bega. Inundațiile catastrofale din anii 1870-1871 au demonstrat necesitatea creării unui for capabil de a coordona toate planurile privind lucrările hidrotehnice de amenajare din Banat, care a și fost creat în anul 1872 cu sediul în Timișoara - "Societatea de canalizare Timiș-Bega". Aceasta avea menirea de a executa toate lucrările de îndiguire, desecare din zonele de inundație ale Timișului și Begăi.

Încă de la început societatea a făcut anumite greșeli fundamentale atât în privința posibilităților de finanțare a lucrărilor propuse, cât și asupra țărilor propuse. La calcularea taxelor pe care proprietarii urmau să le plătească după fiecare hectar de pământ, acestea erau prea mici, banii astfel adunați nu puteau asigura finanțarea lucrărilor propuse.

La elaborarea proiectelor privind construcția digurilor și bazinelor de acumulare, calculele specialiștilor se bazau pe datele furnizate de inundația din 1859, proiectanții neluând în calcul posibile inundații mai mari. Având în vedere aceste premise nu e de mirare că societatea a devenit solvabilă încă din anul 1881, lucrările începute fiind continuate și finanțate în continuare de stat. Nici lucrările acestea nu au avut o soartă fericită datorită inundațiilor mari din primăvara anului 1887 care au distrus multe dintre digurile construite în ultimii ani.

Aceste inundații au arătat necesitatea unui proiect general care prevedea întărirea tuturor digurilor construite până în aceea perioadă pe cursurile râurilor Bega, Timiș și canalele Bega Veche, Bârzava, Roiga, Moravița, Terezia și Vârșeț-Pavliș. Proiectul a fost terminat în anul 1891 și a fost elaborat de către inginerul *Kovacs Sebastyen Aladar*, care între anii 1889 și 1893 a condus activitatea "Societății de Canalizare Timiș-Bega".

Lucrările preconizate prin proiectele elaborate de inginerul Kovacs Sebastyen Aladar au fost realizate până în anul 1912 când cele 432.287 de iugăre de pământ aflate în îngrijirea Societății de canalizare Timiș-Bega erau apărate de pericolul

inundațiilor printr-un sistem de îndiguiri format din 776 km de diguri. Calitatea digurilor a fost verificată la inundațiile catastrofale din 1912 când nivelul apelor în cele mai multe puncte a depășit cotele maxime măsurate în 1859. În afara unei suprafețe de 18.000 de iugăre inundate în zonele comunelor Șag, Parța, Cebza, Macedonia și Petroman, viitura nu a făcut pagube mai mari în terenurile agricole.

Marile lucrări de îndiguire și desecare din Banat realizate pe parcursul secolelor al XVIII-lea și al XIX-lea au dus la schimbări radicale în viața ținutului în primul rând prin mărirea suprafețelor agricole cultivate (320.000 iugăre) și apărarea acestora, cât și a celor existente de inundațiile frecvente (800.000 iugăre), precum și la înflorirea acestor ținuturi atât din punct de vedere social cât și economic până în zilele noastre [Arhiva Administrației Bazinale de Apă Banat].

3.2. Concepte noi de amenajare a râurilor

În ultimii 50 de ani râurile României ca de altfel majoritatea râurilor din Europa și din lume au suferit profunde transformări în vederea utilizării funcțiilor acestora pentru dezvoltarea activităților economice-sociale. Există suficiente cazuri în care transformările hidromorfologice ale râurilor pentru utilizarea funcțiilor economice au afectat funcțiile ecologice ale acestora reducând biodiversitatea acvatică.

Noul concept de amenajare a râurilor are la bază principiile dezvoltării durabile care pleacă de la ideea că „apa este o moștenire care trebuie apărută, păstrată și tratată ca atare”. Directiva Cadru a Apei și Directiva privind Evaluarea și Managementul Riscului la Inundații promovează un nou concept privind amenajarea râurilor având printre obiectivele principale reducerea riscului la inundații și conservarea biodiversității mediului acvatic.

Noua strategie de amenajare a râurilor pornește de la ideea că râurilor și coridoarele acestora formează ecosisteme complexe care includ terenurile adiacente, flora și fauna și cursurile de apă. Aceste ecosisteme depind de regimul cursurilor de apă în care debitele, transportul sedimentelor, temperatura apei și alte variabile au un rol bine definit.

În cazul producerii unor modificări ale acestor variabile față de valorile existente în mod natural echilibrul este dereglat. Este motivul pentru care amenajarea râurilor prin lucrări inginerești trebuie să aibă ca obiectiv menținerea în timp și spațiu a echilibrului dinamic global al cursurilor de apă.

Îndiguirile cursurilor de apă pe sectoare lungi de râu au condus nu numai la reducerea biodiversității mediului acvatic dar și la dezatenuarea debitelor maxime. Totodată schimbările de ordin climatic vor cauza în timp creșteri ale nivelului apei ceea ce va conduce la necesitatea supraînălțării digurilor. Creșterea din ce în ce mai mult a nivelului apei va mări presiunea asupra digurilor, va crește frecvența producerii de breșe și riscul producerii de inundații.

În funcție de metodele de intervenție se deosebesc măsuri de amenajare:

- structurale
- non-structurale.

3.2.1 Măsurile structurale de amenajare sunt:

- Repoziționarea îndiguirilor;
- Redeschiderea meandrelor;
- Refacerea cursului natural în cazul albiilor regularizate;
- Crearea de zone tampon;
- Dezvoltarea zonelor umede;

3.2.1.1. Repoziționarea digurilor

Îndiguirile sunt măsuri structurale implementate cu scopul protecției împotriva inundațiilor în conformitate cu vechile concepte de apărare împotriva inundațiilor. Orice îndiguire produce o modificare a regimului natural de scurgere a unui corp de apă. Pe lângă efectele pozitive de apărare împotriva inundațiilor și de reducere a pagubelor acestora, digurile provoacă și efecte negative precum un remuu în regiunea amonte care creează creșteri de niveluri și debite, o viteză de translație a undelor de viitură mărită, un regim modificat al debitului solid al râului, dar și modificări ale structurii și texturii litologiei albiei majore, a solului și a faunei și florei caracteristice.

O dată cu evoluția științei s-a ajuns la concluzia că pe lângă efectul de dezatenuare a viiturii pe care digurile o au, se adaugă și o barare longitudinală în cadrul ecosistemelor, cu rol de modificare a lor.

În cazul unor linii continue de protecție împotriva inundațiilor, în cazul unor sectoare de râu încorsetate de îndigui se consideră ca fiind necesară redarea vechilor caracteristici ale traseului în plan a unui corp de apă, în special în situații de ape mari (fig. 3.16).

Având în vedere importanța socio-economică a activității de apărare împotriva inundațiilor se pot propune măsuri de repoziționare a digurilor la o distanță cât mai mare față de albia minoră a râului pe seama analizei unor condiții de referință sau măsuri de deschidere totală a albiei majore (acolo unde se poate) și construirea de diguri de contur pentru apărarea localităților sau terenurilor cu valoare economică sau socială ridicată.

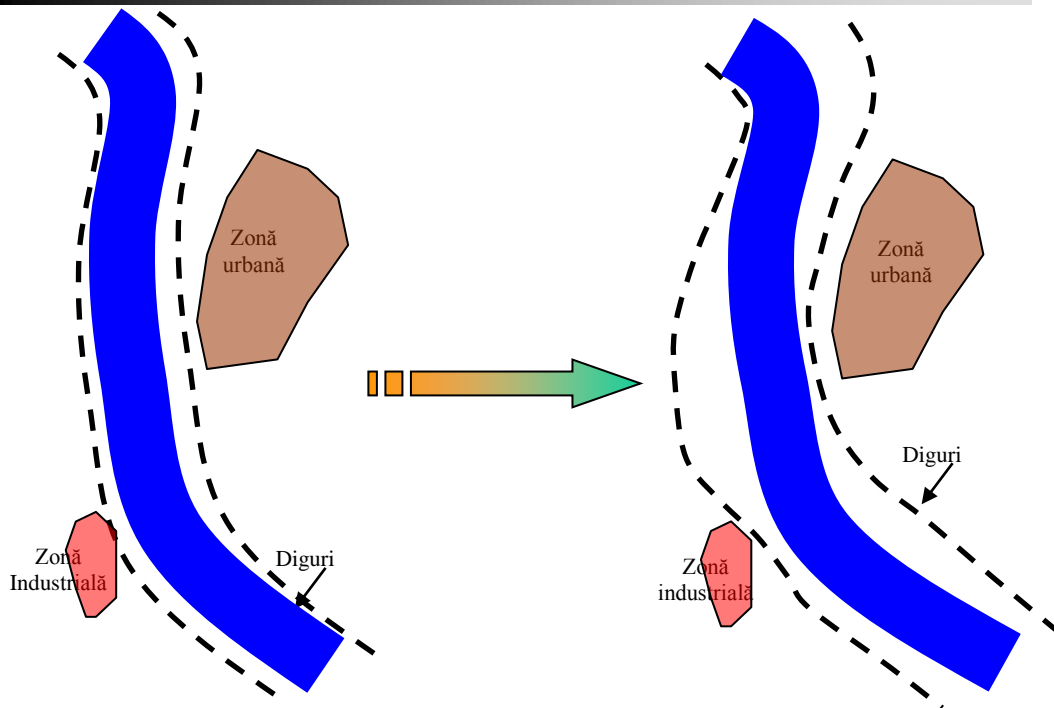


Fig. 3.16: Repoziționarea digurilor

Avantajele repoziționării digurilor sunt:

- crearea unui spațiu vital prin dezvoltarea albiei majore a cursului de apă în care acesta să-și manifeste dinamica;
- dezvoltarea biodiversității ecosistemelor riverane;
- refacerea legăturii între freatic și apele de suprafață în zonele dintre digurile repoziționate;
- reducerea efectelor de dezatenuare în perioadele de ape mari; reducerea proceselor de eroziune în albie.

Dezavantajele implementării acestei măsuri de renaturare sunt:

- costul mare al lucrărilor;
- probabile dificultăți în achiziționarea terenului necesar.

3.2.1.2. Redeschiderea meandrelor

Rectificarea unui curs de apă prin tăierea meandrelor are drept scop scurtarea lungimii unui curs de apă și câștigarea de terenuri inundabile în favoarea unor activități antropice.

Tăierile de meandre sunt cele mai uzitate lucrări de regularizare a albiei efectuate cu scopul de a crește capacitatea de transport a unei albie la ape mici și medii în principal pentru asigurarea anumitor folosințe de apă. Deși eficiente pentru asigurarea folosințelor care le-au motivat, tăierile de meandre au numeroase efecte

precum creșterea riscului de inundare prin creșterea vitezei apei și a eroziunii, dispariția de zone umede și a speciilor caracteristice.



Fig. 3.17: Exemplu de redeschidere de meandre [după Șerban, P., Gălie, A., 2006]

Redeschiderea meandrelor se practică pentru a aduce la o stare cât mai bună a apelor un corp de apă care a fost modificat antropic prin tăierea unui/unor meandre cu scopul regularizării albiei, cu condiția ca acolo să se fi păstrat vechile albie meandrate (fig. 3.17). Scopul unei astfel de măsuri este restaurarea albiei minore, realimentarea acviferelor din albia majoră și reducerea vitezei de curgere în albia minoră. Nu trebuie uitat rolul pe care meandrele și popinele îl au în dezvoltarea habitatelor acvatice dar și a celor terestre care necesită existența zonelor umede.

Avantajele acestei măsuri structurale sunt:

- crearea unui spațiu vital suplimentar pentru cursul de apă;
- apariția unor zone umede între brațele râului, implicit a unor noi habitate;
- dezvoltarea biodiversității ecosistemelor acvatice și riverane;
- mărirea capacității de transport a albiei în perioadele de ape mari;
- costuri acceptabile ale investiției.

Principalele dezavantaje ale implementării acestei măsuri sunt:

- posibila apariție a proceselor erozionale;
- dificultăți în achiziționarea terenului necesar.

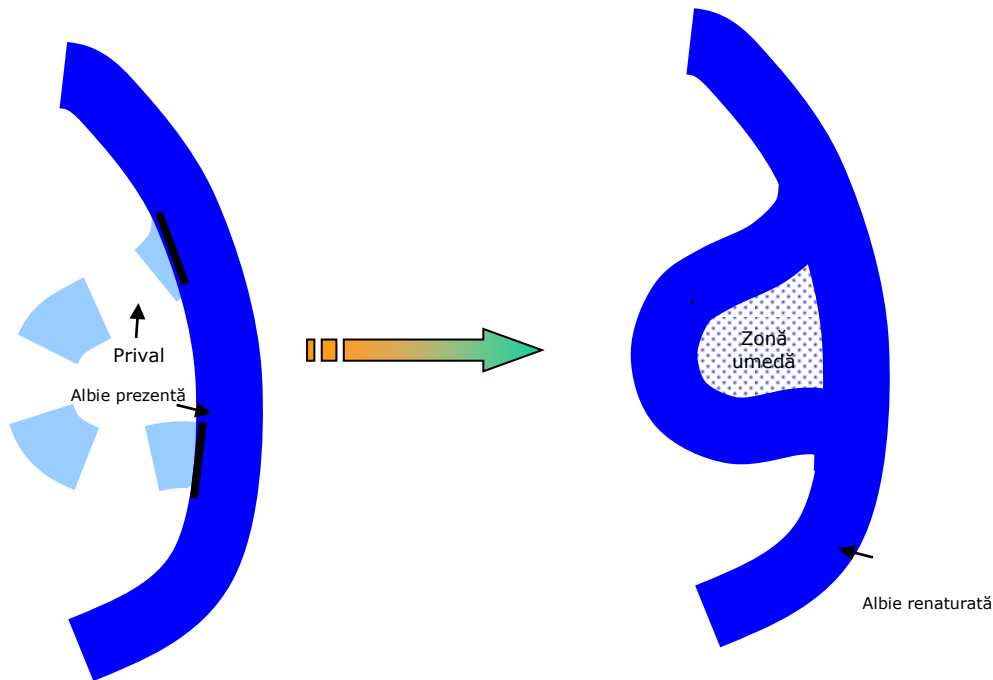


Fig. 3.18: Redeschiderea meandrelor

3.2.1.3. Refacerea cursului natural în cazul albiilor rectificate și recalibrate

Recalibrarea unui curs de apă vizează creșterea capacității de evacuare a debitelor în albia minoră, modificând patul albiei atât în profil transversal, cât și în cel longitudinal.

Acționarea asupra profilului longitudinal și asupra profilului transversal pentru folosirea superioară a albiei pentru navigație, protecție a malurilor sau captări de ape influențează regimul debitelor lichide și solide.

În afară de lucrările de tăiere de meandre, în categoria lucrărilor de regularizare care modifică



Fig. 3.19: Prezentare schematică a refacerii unui curs recalibrat

ecologia acvatică și riverană fac parte și lucrările de rectificare și recalibrare a albiei prin: tăierile de cot, închiderile de albie și săparea unei albie noi.

Prin scurtarea traseului albiei se produce o mărire a pantei și deci o adâncire a fundului albiei și o scădere a nivelului apei. Tăierea masivă a coturilor unui râu duce la implementarea de lucrări de apărări de mal costisitoare. Modificarea în plan a traseului râului este însoțită și de o modificarea a secțiunii transversale a albiei, de la un profil natural, la unul puternic modificat (fig. 3.20).

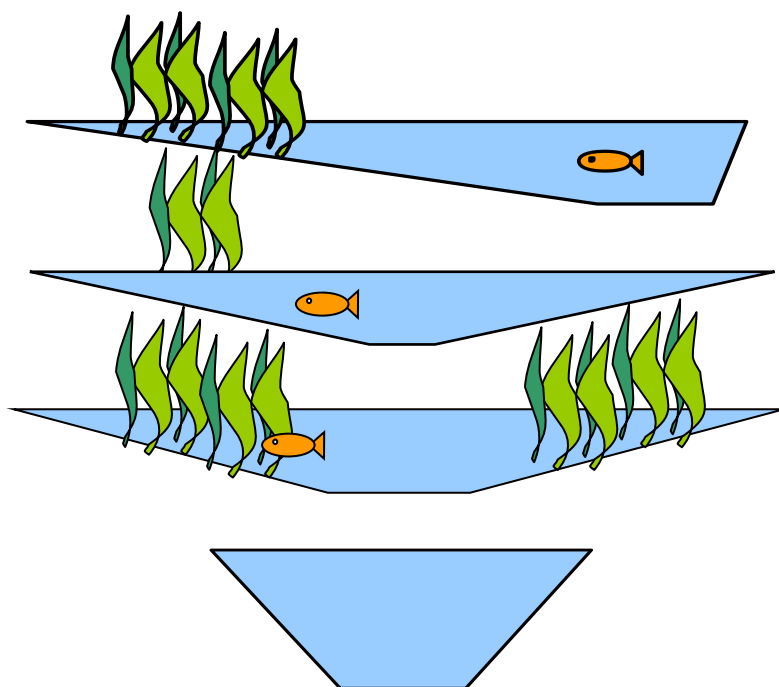


Fig. 3.20: Modificări ale profilului transversal de la profilul natural la cel trapezoidal.

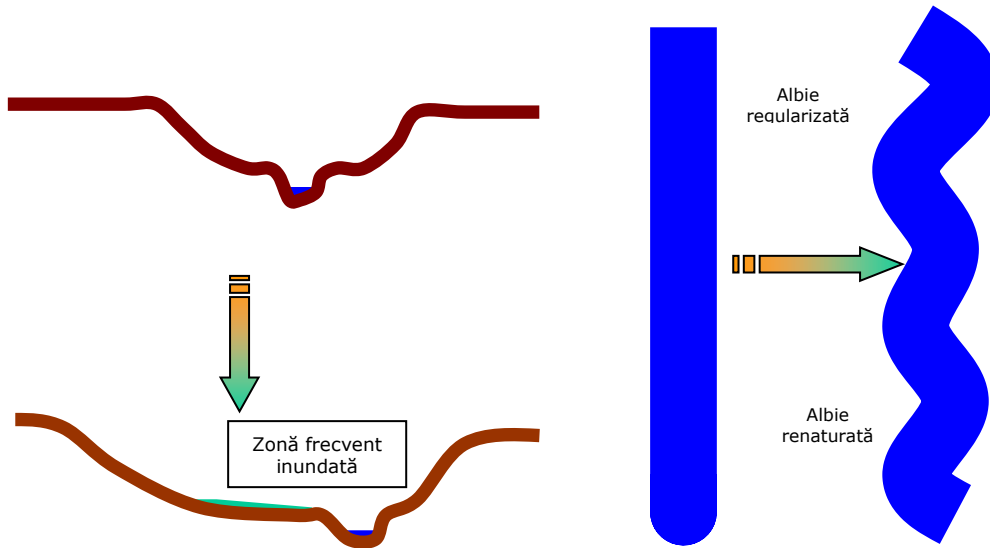


Fig. 3.21: Refacerea cursului natural în cazul albiilor regularizate

Tot în această categorie se includ și cursurile regularizate prin consolidări permanente de mal sau praguri de fund. Modificarea profilului transversal al corpului de apă aduce după sine modificări ale condițiilor hidrologice și geomorfologice, care bineînțeles că au un important impact asupra habitatelor.

În cazul cursurilor de apă care au suferit procese de regularizare a albiei atât în plan cât și în profil transversal, în special pe sectoare lungi de regularizare se va lua în considerare ca măsură de renaturare refacerea cursului natural (fig. 3.22). Efectele vor fi benefice atât asupra peisagisticii, cât și asupra florei și faunei acvatice.

Avantaje:

- refacerea diversității granulometrice a albiei cursului de apă;
- crearea unor zone frecvent inundabile în imediata vecinătate a albiei majore care are drept urmare o creștere a biodiversității;



Fig. 3.22: Renaturare curs Groenlose Slinge, Olanda
(stânga-plan de situație, dreapta-situația lucrărilor în septembrie 2006)

Dezavantaje:

- micșorarea capacității de transport a albiei în perioadele de ape mari;
- posibila apariție a proceselor erozionale.

3.2.1.4. Crearea de zone tampon

O zonă tampon reprezintă o zonă cu vegetație, de regulă arbori și arbuști, dar și alte specii de plante, de-a lungul unui curs de apă care este creată pentru menținerea integrității funcțiilor râului, reducerea poluării, oferirea de hrană și habitate și protecție termică peștilor și altor specii. Zonele tampon filtrează sedimentele și nutrienții și de asemenea au rol în stabilizarea versanților.

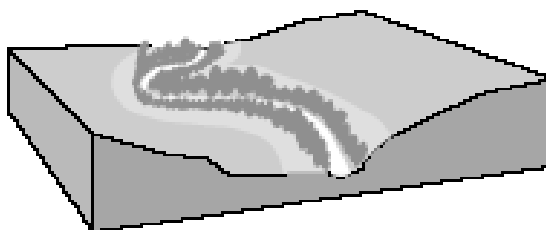


Fig 3.23: Schematizare a fâșiei tampon

Lățimea zonei tampon este variabilă, depinzând de locație, pantă și potențialul erozional. În general lățimea este între 6 și 60 de metri, dar lățimea se stabilește astfel încât în prima pătrime din lățimea zonei tampon să se stopeze majoritatea transportului de sedimente. În general zona tampon cuprinde 2-3 sub-zone (fig. 3.23.): zona internă (minim 6 m), unde vegetația este reprezentată în special de arbori, zona mediană, cu arbori și arbuști unde sunt acceptate și zone de luminiș, iar dacă este posibil și o zonă exterioară (6 m) unde se încurajează dezvoltarea pădurii, dar sunt admise și alte plantații.

Folosințele în cadrul zonei tampon sunt restrânse astfel încât rolul de protecție a integrității fizice a ecosistemelor acvatice să aibă efect (de exemplu doar activități de apărare împotriva inundațiilor). În cazul zonelor urbane folosințele pot fi mai largi incluzând și pe cele recreative.

Crearea de zone tampon (fig. 3.24) se utilizează în special în cazul cursurilor de apă care traversează zone cu agricultură intensivă.

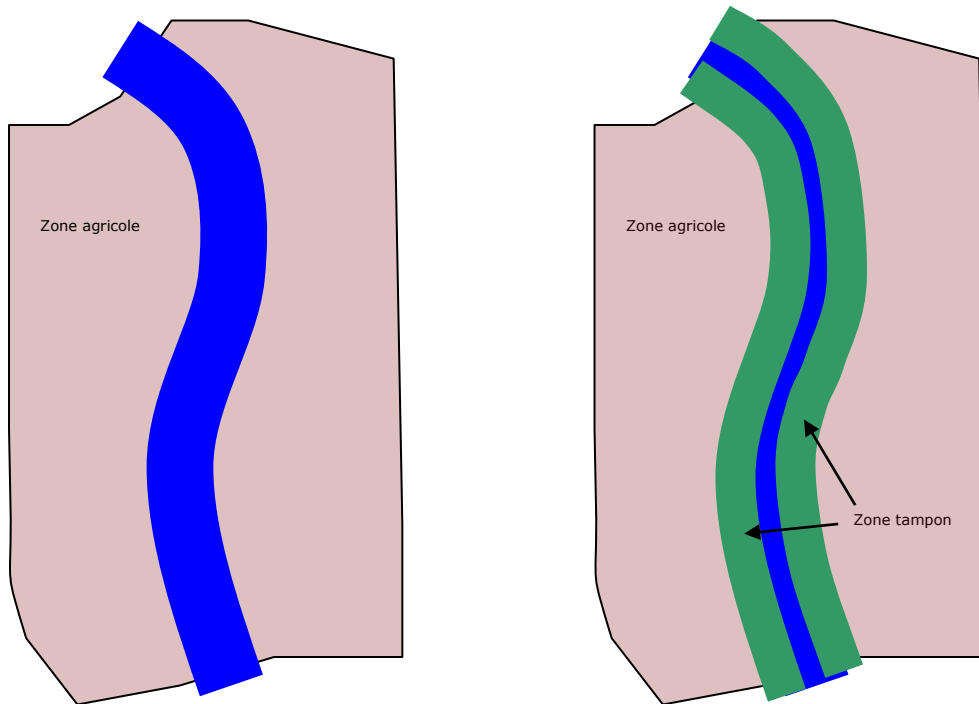


Fig. 3.24: Crearea de zone tampon

Avantaje:

- controlul termic al zonei și oferirea de umbră corpului de apă;
- creșterea semnificativă a capacității de autoepurare a cursului de apă;
- prevenirea apariției proceselor erozionale de-a lungul râului.

Dezavantajul acestei măsuri constă în micșorarea capacității de transport a albiei în perioadele de ape mari.

3.2.1.5. Dezvoltarea zonelor umede

Zonele umede reprezintă întinderi de bălți, mlaștini, turbării, având ca surse ape naturale sau artificiale cu caracter permanent sau temporar. Zonele umede constituie rezervoare naturale de acumulare a apei în timpul viiturii, reprezintă un habitat specific pentru populația faunistică și pot ajuta la menținerea calității apei.

Una din problemele majore cu care se confruntă gestionarea zonelor umede este dispariția acestora prin terestrializare. În vederea reabilitării acestor zone, sunt cunoscute câteva tehnici de refacere a ecosistemelor prin îndepărtarea sedimentelor colmatate. Aceste lucrări au ca obiective creșterea adâncimii și a volumelor lacurilor pentru creșterea producției piscicole, îndepărtarea sedimentelor bogate în nutrienți, a materiilor toxice și combaterea abundenței excesive a plantelor acvatice.

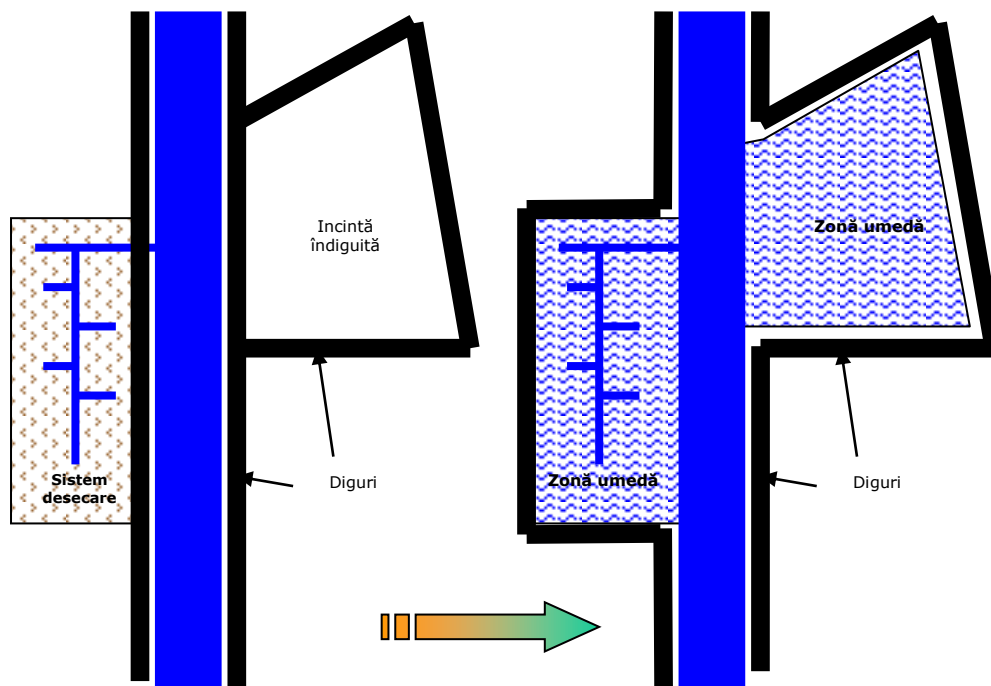


Fig. 3.25: Crearea de zone umede

Obiectivele principale au fost în principal reducerea daunelor produse de viituri și îmbunătățirea calității apelor. Zonele umede au un impact mare asupra apelor și a ecosistemelor acvatice prin păstrarea echilibrului hidrologic, conservarea biodiversității ecosistemelor, controlul calității apei prin purificarea chimică a apelor (scăderea conținutului în substanțe organice și nutrienți), atenuarea viiturilor și reducerea eroziunii solului, modificarea microclimatului local, alimentarea cu apă dulce a comunităților locale, rolul în dezvoltarea activităților din timpul liber: pescuit, vânătoare, recreere.

Dezvoltarea zonelor umede (fig. 3.25) se practică în cazul unor zone cu soluri deteriorate, în cazul incintelor îndiguite, a acumulărilor laterale nepermanente și sistemelor de desecare.

Avantajele pe care le prezintă aceasta măsură de renaturare sunt:

- apariția unor noi activități economice în aceste zone: piscicultura, acvacultura, turismul etc.;
- schimbarea radicală a peisagisticii zonei;
- creșterea substanțială a capacității de autoepurare a cursului de apă;
- controlul eficient al debitului solid.

Dezavantajul acestei măsuri îl constituie costurile de investiții ridicate, dar care se amortizează într-o perioadă relativ scurtă.

3.2.2. Măsurile non-structurale de amenajare sunt:

- Reamenajarea cu vegetație a malurilor – managementul termic;
- Managementul pășunatului;
- Consolidările biologice.

3.2.2.1. Reamenajarea cu vegetație a malurilor – managementul termic

Reamenajarea cu vegetație a malurilor cursurilor de apă și a lacurilor este una dintre cele mai frecvent utilizate măsuri de renaturare, datorită costurilor scăzute și a eficienței ecologice ridicate.

Această măsură este utilizată în cazul sectoarelor de curs de apă care sunt caracterizate de o creștere excesivă a temperaturii apei datorită temperaturilor ridicate ale aerului și mai ales a insolației accentuate.

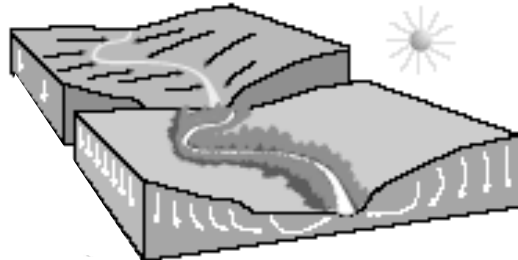


Fig. 3.26: Amenajarea cu vegetație a malurilor

Creșterea excesivă a temperaturii apei este un factor favorizant al apariției proceselor de eutrofizare, iar plantarea arborilor pe malurile acestor cursuri împiedică prin coronament expunerea la insolație prelungită. De asemenea, reamenajarea cu vegetație a malurilor are un efect benefic asupra dinamicii eroziunii și sedimentării în cursul de apă, stabilizează malurile, protejează și oferă habitate specifice altor organisme acvatice etc.

Reamenajarea cu vegetație a malurilor este larg utilizată în lume și datorită raportului cost-eficiență care o prioritizează între celelalte măsuri.

În caz de ape mari se manifestă unul dintre puținele dezavantaje ale acestei măsuri și anume scăderea vitezei de curgere a apei datorită creșterii rugozității albiei majore.

3.2.2.2. Managementul pășunatului

Managementul pășunatului este o măsură non-structurală foarte eficientă, mai ales atunci când ea se cumulează cu alte măsuri non-structurale sau structurale. Ea este implementată acolo unde pășunatul are un impact negativ asupra vegetației, a calității apei sau contribuie la instabilitatea versanților.



Fig. 3.27: Managementul animalelor pentru protecția zonelor umede, zonelor tampon sau a consolidărilor de mal

De exemplu în cazul consolidărilor biologice de versanți sau a creării de zone umede sau zone tampon, se impune managementul pășunatului, în special în perioadele inițiale în care vegetația renaturată este în perioada de creștere. Odată ce vegetația s-a fixat, iar versanții s-au stabilizat, un pășunat rațional poate fi inclus în planurile de management a corpurilor de apă reabilite. Din acest motiv este de dorit o coordonare transectorială a implementării planurilor de măsuri pentru renaturarea corpurilor de apă puternic modificate.

Măsurile impuse sunt îngrădirea zonelor interzise pășunatului, oferirea de zone alternative pentru pășunat, adăpare sau adăpost pentru animale (fig. 3.27).

Avantajele acestei măsuri sunt îmbunătățirea calității apei prin protejarea, menținerea sau dezvoltarea vegetației acvatice sau riverane și astfel a habitatelor specifice pentru numeroase specii acvatice.

3.2.2.3. Consolidările biologice

Studiile efectuate în ultimul secol arată că o metodă practică de protecție adecvată a malurilor o reprezintă consolidările ecologice. Metodele biologice de protecție a malurilor (fig. 3.28) asigură o legătură organică între apă și albia majoră, fără existența întreruperii date de lucrările structurale. Acest gen de protecții evoluează în timp astfel:

- faza inițială (cu durată de circa 1 an) în care vegetația este slab dezvoltată;
- faza de stabilizare (cu durată de circa 3-6 ani) are caracter de tranziție, necesitând lucrări de întreținere dirijată;
- faza permanentă în care vegetația s-a fixat, se dezvoltă auto-susținut și își desfășoară rolul de protecție, necesitând lucrări de întreținere la fiecare 3 sau 5 ani.

Avantajele consolidărilor biologice sunt:

- asigurarea stabilității malului;
- reducerea vitezei de curgere a apei și a eroziunii prin crearea efectului de rugozitate;
- oxigenarea apei prin reaerare ca urmare a curgerii turbionare locale provocate de rădăcini și prin procesele de asimilare clorofiliană de către plantele acvatice;
- filtrarea de sedimente și absorbția de nutrienți;
- influențarea bilanțului termic prin efectul de umbră a zonei de mal;
- creșterea valorii peisagistice;
- costuri reduse ale investiției.

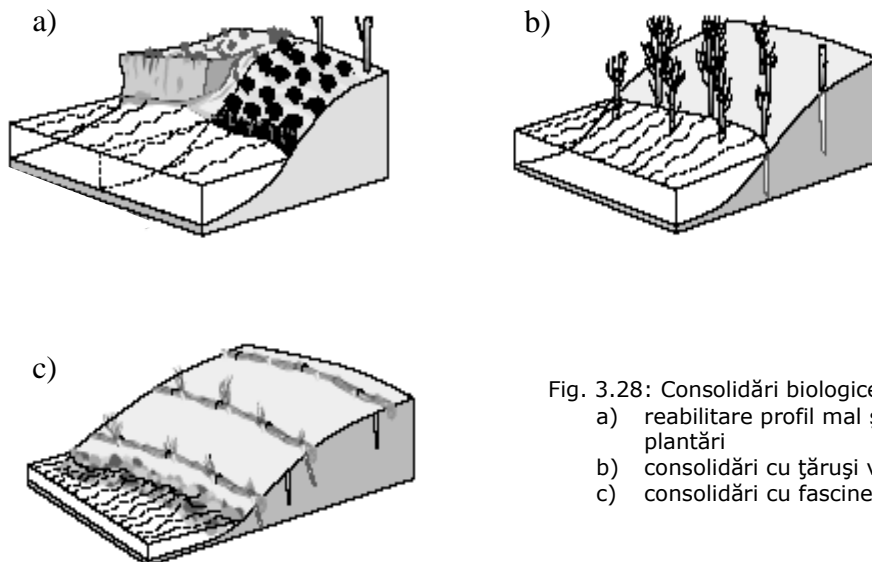


Fig. 3.28: Consolidări biologice:
 a) reabilitare profil mal și plantări
 b) consolidări cu țărushi vii
 c) consolidări cu fascine vii

Dezavantajele consolidărilor biologice provin din faptul că:

- nu asigură o protecție imediată;
- nu pot fi executate tot timpul anului;
- se aplică numai deasupra nivelului apelor medii;
- sporesc rugozitatea albiei ducând la creșteri de nivel.

Îmbinarea unor măsuri tehnice cu măsurile ecologice (biologice) și elaborarea unei analize economice amănunțite necesită implicarea în procesul de gospodărire a apelor a unui personal multidisciplinar. Tehnicile și tehnologiile bioingineresti rezulta tocmai din suprapunerea măsurilor de renaturare structurale și non-structurale, suprapunere efectuată luând în considerare pe lângă condițiile de eficiență tehnică și ecologică și pe cele economice, toate gândite la scară locală, însă într-un cadru mai larg de planificare bazinală [Madar, M., 2007].

Consecințele negative ale amenajării necorespunzătoare a cursurilor de apă precum și schimbarea modului de producere a viiturilor au condus la elaborarea unui concept de amenajare a acestora denumit generic „mai mult spațiu pentru râuri”.

Acest nou concept presupune armonizarea cerințelor sociale și economice precum alimentarea cu apă, apărarea împotriva inundațiilor și altele cu cerințe ecologice. Prin aceasta trebuie asigurată continuitatea râului și a legăturii sale cu lunca inundabilă pentru realizarea unor habitate (zone umede) pentru conservarea florei și a faunei acvatice, atenuarea viiturilor și reținerea nutrienților. În acest mod râul poate să-și manifeste mobilitatea și să se adapteze la presiunile externe perturbatoare și să-și mențină condițiile de autofuncționare [Șerban, P., Gălie, A., 2006].

CAP. 4 STUDIUL INUNDAȚIILOR PE RÂUL TIMIȘ

4.1. Spațiul Hidrografic Banat

4.1.1. Delimitarea Spațiului Hidrografic Banat

Spațiul Hidrografic Banat este amplasat în sud-vestul României, între 20°18` și 22°52` longitudine estică și între 44°26` și 46°08` latitudine nordică. Spațiul Hidrografic Banat se întinde de la sud de Mureș până la confluența râului Cerna cu Dunărea pe o suprafață de 18393,15 km², ceea ce reprezintă 7,7% din teritoriul României.

Râurile care își adună apele de pe acest teritoriu au caracteristici specifice zonei de sud-vest a țării, dar în același timp se individualizează ca sisteme fluviale cu caracteristici specifice fiecărui bazin hidrografic. De asemenea influența umană are un rol bine definit în scurgerea apei în acest spațiu, unele amenajări hidrotehnice având o vechime mai mare de 250 de ani.

Spațiul Hidrografic Banat se învecinează în partea vestică cu Republica Serbia, la nord-vest cu Ungaria, la nord cu bazinul hidrografic Mureș și granița cu Ungaria; la sud cu Dunărea, la est cu bazinul hidrografic Mureș și Spațiul Hidrografic Jiu (fig. 4.1).

Tabel 4.1: Caracteristicile administrative și demografice ale teritoriului
Spațiului Hidrografic Banat (2007)

Nr. Crt.	Județul	Suprafața (km ²)	% din suprafața totală pe B.H.	Populația (locuitori)	% din populația totală pe B.H.
1.	Arad	571,89	3,11	17637	1,71
2.	Timiș	8585,17	46,68	666866	64,72
3.	Hunedoara	24,73	0,13	0	0,00
4.	Caraș-Severin	8402,40	45,68	327579	31,79
Regiunea de Dezvoltare Vest		17584,19	95,60	1012082	98,22
5.	Gorj	229,38	1,25	125	0,01
6.	Mehedinți	579,58	3,15	18224	1,77
Regiunea de Dezvoltare Sud-Vest		808,96	4,40	18349	1,78
Total S. H. Banat		18393,15	100,00	1030431	100,00

Spațiul Hidrografic Banat se suprapune în totalitate peste două unități administrative teritoriale (Județul Timiș și Județul Caraș-Severin) pe care își desfășoară activitatea Sistemele de Gospodărire a Apelor aferente. De asemenea Spațiul Hidrografic Banat se întinde parțial la nivelul a încă trei unități administrative teritoriale (Județul Arad, Județul Gorj și Județul Mehedinți).

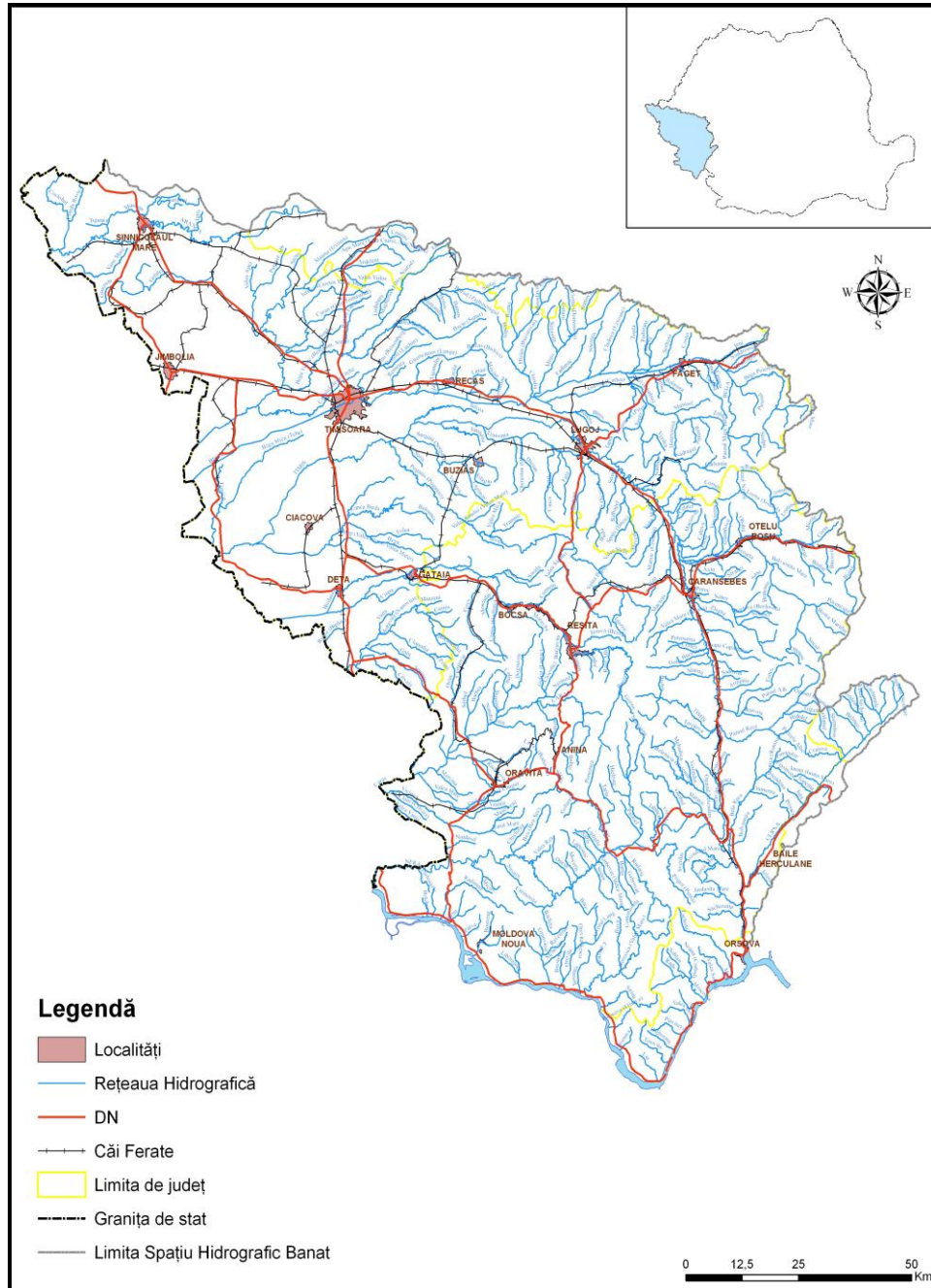


Fig. 4.1: Spațiul Hidrografic Banat

4.1.2. Hidrografia

Spațiul Hidrografic Banat este compus din șase bazine hidrografice și din bazinele hidrografice ale afluenților de stânga ai fluviului Dunărea dintre bazinele Nerei și Cernei. Rețeaua hidrografică din Spațiul Hidrografic Banat are o lungime de 6245 km (exceptând lungimea tronsonului Fluviului Dunărea ce mărginește Spațiul Hidrografic Banat și care este de 145 km), densitatea rețelei hidrografice fiind de 0,34 km/km², valoare foarte apropiată de densitatea rețelei hidrografice a României (0,33 km/km²). În Spațiul Hidrografic Banat scurgerea medie multianuală are valori cuprinse între 1 l/s/km² și 40 l/s/km².

Râurile din S.H. Banat a căror suprafață bazinală este mai mare de 10 km², sunt în număr de 389. Rețeaua hidrografică din Banat, în lungime totală de 6.245 km (exceptând lungimea tronsonului Fluviului Dunărea ce mărginește Spațiul Hidrografic Banat care este de 145 km), este formată din râuri cu scurgere permanentă și râuri cu scurgere intermitentă. Spațiul Hidrografic Banat are 7 bazine hidrografice de ordinul I: Aranca, Bega, Timiș, Caraș, Nera, Cerna și Dunărea (fig. 3.1).

B.H. ARANCA. Cursurile de apă din acest bazin hidrografic a căror suprafață de bazin este mai mare de 10 km², sunt în număr de 10, și rețeaua hidrografică a acestora însumează o lungime de 259,59 km, și se suprapune pe formațiuni tinere, friabile, extrem de permeabile, preponderent nisipuri și pietrișuri ale piemonturilor bănățene și ale câmpiei de Vest.

Aranca izvorăște de la altitudinea de 111 mdMN și drenează o suprafață de 1080 km², cursul principal are o lungime de 114 km și reprezintă un curs vechi al Mureșului. Izvoarele Arancăi sunt lângă localitatea Felnac. În cadrul bazinului hidrografic au fost amenajate patru mari sisteme de desecare (Timiș-Aranca, Aranca superior, Galațca, Aranca mijlociu). Coeficientul de sinuozitate este de 1,18.

B.H. BEGA. Cursurile de apă din acest bazin hidrografic a căror suprafață de bazin este mai mare de 10 km², sunt în număr de 80 cu o lungime totală a rețelei hidrografice de 1418 km. Semnificative sunt râurile Bega, respectiv Bega Veche. Bazinul hidrografic Bega, prezintă zone de tip muntos, piemontan și de câmpie.

Râul Bega izvorăște din Munții Poiana Ruscă la altitudinea de 890 m de sub vârful Padeș, iar suprafața bazinului de recepție (4470 km²) are o orientare generală est-vest și se varsă în râul Tisa pe teritoriul Serbiei. Pe lungimea de 170 km până la granița, Bega primește numeroși afluenți. În zona montană are o vale îngustă în care primește ca afluenți mai importanți: Pârâul Mare, Bega Poienilor, Icu și Vădana. Cursul Begăi se îndreaptă apoi spre vest pe la poalele Dealurilor Lipovei, prezentând o vale largă unde își varsă apele printre alte râuri: Gladna, Fadimac, Miniș și Chizătău. Ultima parte a cursului se desfășoară prin Câmpia Begăi, unde valea se lărgeste mai mult și primește afluenți mai puțini și cu un debit mai mic (de menționat doar afluenții Iosifălău și Gherteamoș), iar ultimii 44 km ai săi pe teritoriul românesc sunt transformați în canal navigabil – Canalul Bega.

Traseul urmărit de râul Bega, se suprapune unor formațiuni silicioase, cu un substrat al albiei format din bolovăniș, pietriș și mal. Prezintă un coeficient de sinuozitate de 1,34 și o pantă medie de 5‰.

Bega Veche s-a individualizat ca și curs de apă aparte după amenajările hidrotehnice ce au fost finalizate la începutul secolului trecut, deși este de fapt un vechi traseu al râului Bega. Acesta este practic o continuare a pârâului Beregsău, care pe o lungime de 107 km drenează o suprafață de 2108 km² și prezintă un coeficient de sinuozitate de 1,41 și o pantă medie de 2‰.

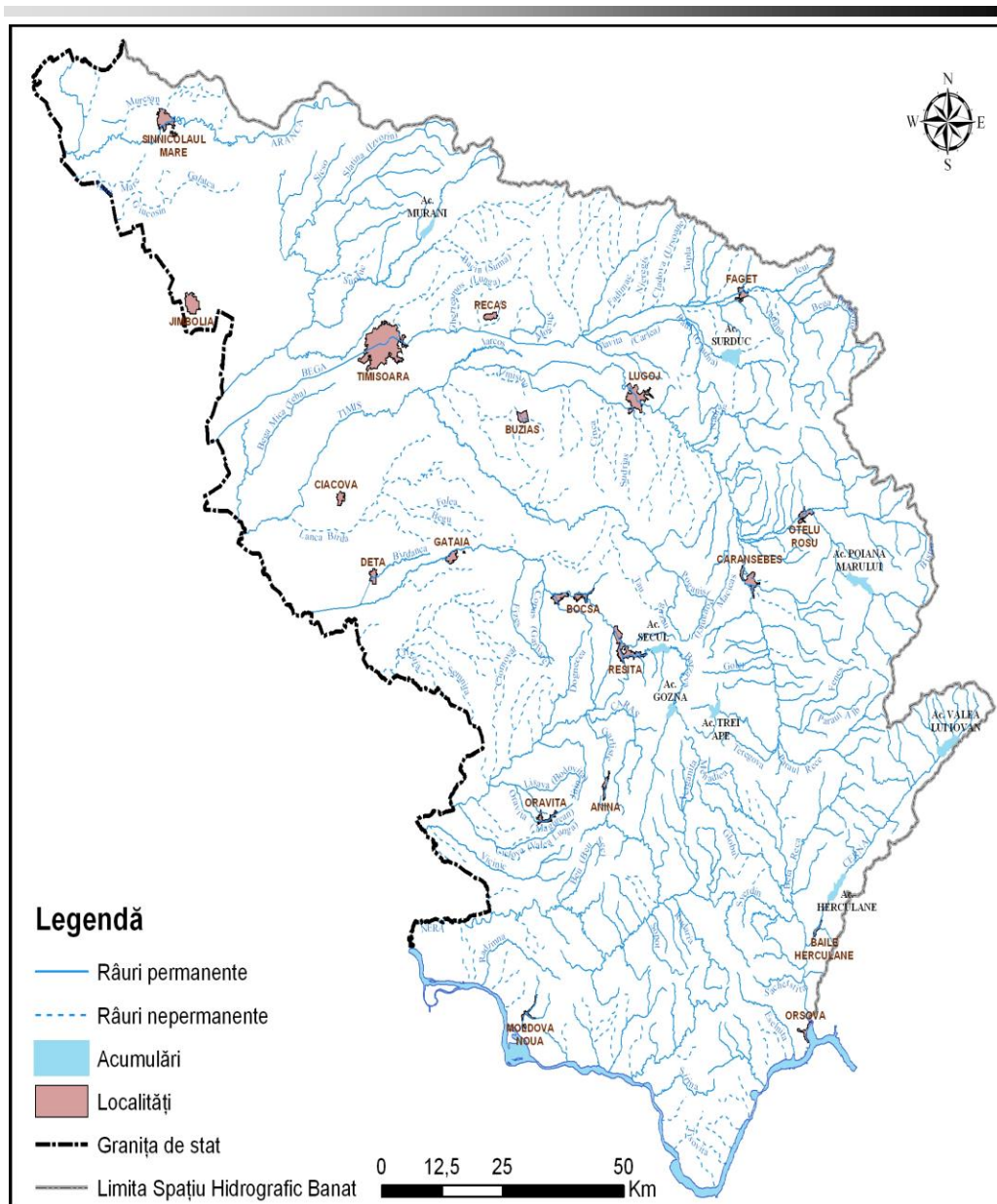


Fig. 4.2: Categoriile de ape în Spațiul Hidrografic Banat

B.H. TIMIȘ. Cursurile de apă din acest bazin hidrografic care își aduna apele de pe o suprafață mai mare de 10 km², sunt în număr de 150, având o lungime totală a rețelei hidrografice de 2434 km. Cele mai reprezentative sunt Timișul, Bistra, Bârzava și Moravița. Bazinul hidrografic al râului Timiș se suprapune pe rând peste toată gama de forme de relief.

Râul Timiș, afluent de ordinul I al Dunării, izvorăște de pe versantul estic al Munților Semenic, de sub vârful Piatra Goznei (1145 m), de la altitudinea de 1280

m, și pe o lungime de 244 km (pe teritoriul țării noastre) colectează apele a 150 de râuri, cu o lungime a rețelei hidrografice de 2434 km și o densitate de 0,33 km/km². Suprafața bazinului este de 7310 km². În sectorul sau montan Timișul primește doi afluenți mici: Brebu și Semenice, iar după 25 km de la izvoare pătrunde în culoarul Timiș-Cerna unde primește afluenți în mod simetric dinspre Munții Semenice și dinspre Țarcu (afluenții de dreapta sunt mai dezvoltati): Teregova, Râul Rece (Hidegul), Feneșul, Sadovița, Golețul, Bolvașnița. La Caransebeș confluează cu Sebeșul, după care Timișul primește pe cel mai mare afluent al său, Bistra. După confluența Bistrei cu râul Timiș, începe conul de dejecție al Timișului dezvoltat sub forma de evantai aproape până la granița cu Serbia. În arealul acestui con se observa o abatere treptată a Timișului în dreapta, în bună parte din cauza afluenților săi dezvoltati mai ales din stânga. Tendința de abatere spre dreapta a Timișului este trădată de brațul său părăsit, Timișul Mort, care pe vremuri era cursul principal al râului. Traseul urmărit de râul Timiș, prezintă un coeficient de sinuozitate de 2,50 și o panta medie de 5‰, o geologie silicioasă cu un substrat al albiei format din bolovăniș, pietriș, nisip și măr.

Râul Bistra, cu o lungime de 60 km și o suprafață a bazinului colector de 919 km², primește în sectorul superior afluenți mai mici, iar amonte de Oțelu Roșu se varsă în Bistra cel mai important afluent al său, Bistra Mărului (L=35 km, F=293 km²). În aval de Oțelu Roșu, Bistra își menține pantele mari, viteza accentuată de efectele de eroziune în adâncime și laterală puternică. Despletiri de curs se observa atât la Oțelu Roșu, cât și la Glimboca și pe conul de dejecție al râului Timiș unde există rezerve mari de ape freactice.

Râul Bârzava izvorăște din Munții Semenice de la altitudinea de 1190 m, are o lungime de 154 km iar suprafața bazinului de recepție este de 1202 km². Prezintă o panta medie de 7‰ și un coeficient de sinuozitate de 1,50. În cursul său superior Bârzava străbate o zonă de roci cristaline în care a săpat o vale adâncă cu aspect de defileu între localitățile Văliug și Reșița. În continuare râul străbate Depresiunea Reșiței și apoi defileul Moniom-Bocșa, zonă în care pantele râului scad treptat, întrucât în sectorul piemontan, dar mai ales cel de câmpie, albia se lărgeste tot mai mult, ajungând în unele zone până la 2-4 km lățime. Bârzava primește afluenți mici: Valea Mare, Valea Doman, Țerova, Fizeș, acesta din urmă curge pe un fost curs al râului principal. Inițial Bârzava curgea spre depresiunea mlaștinilor Alibunar (Serbia), împreună cu afluentul său Moravița, însă prin realizarea sistemului de desecare Terezia, cursurile inferioare ale acestor râuri se îndreaptă spre Timiș.

Râul Moravița își are izvoarele în zona piemontană a dealurilor Doclinului. Lungimea cursului principal este de 47 km și suprafața bazinului de recepție este de 445 km². Principalii săi afluenți sunt Semnița și Clopodia.

B.H. CARAS. Cursurile de apă din bazinul hidrografic Caraș cu suprafața bazinală mai mare de 10 km², sunt în număr de 31, și însumează o rețea hidrografică de 502 km.

Carașul izvorăște de pe versantul vestic al Munților Semenice de la altitudinea de 680 m, având o lungime de 79 km pe teritoriul românesc. De pe o suprafață de circa 1280 km², Carașul colectează apele unui număr de 31 de cursuri de apă, densitatea rețelei hidrografice fiind de 0,39 km/km²; prezintă o panta medie de 8‰ și un coeficient de sinuozitate de 2,07. Cursul său superior are caracter de canion și se dezvoltă până la întâlnirea cu fâșia calcaroasă dezvoltată pe direcția nord-sud. Urmează apoi sectorul cheilor tăiate în carstul Iabalcei, după care râul pătrunde în regiunea dealurilor piemontane (până la Secășeni) și ulterior în Câmpia aluvionară. Afluenții Carașului sunt dispuși simetric pe cele două părți ale bazinului hidrografic și sunt relativ mici: Gârliște, Jitin, Vicinic (pe stânga), Dognecea,

Ciornovăț (pe dreapta). Carașul și afluenții săi străbat Munții Semenicului, Munții Aninei, Munții Dognecei, Dealurile Tirolului și ale Oraviței, Depresiunea Caraș-Ezeriș și Depresiunea Oravița.

B.H. NERA. Cursurile de apă din acest bazin hidrografic a căror suprafață de bazin este mai mare de 10 km², sunt în număr de 36, cu o lungime totală a rețelei hidrografice de 574 km.

Râul Nera izvorăște din Munții Semenic și se varsă în Dunăre, formând pe o porțiune de 15 km frontieră de stat cu Republica Serbia. Suprafața bazinului de recepție este de 1380 km², densitatea rețelei hidrografice este 0,42 km/km². Nera prezintă o pantă medie de 8‰ și un coeficient de sinuozitate de 2,7 ‰. Dezvoltarea bazinului hidrografic pe direcția est-vest permite drenarea zonei sudice a masivului Semenic, iar în cursul mijlociu și inferior drenează Munții Almăjului și Locvei și respectiv, Depresiunea Almăjului și Câmpia Carașului. În Depresiunea Almăjului, Nera primește cei mai numeroși afluenți: Pătășel, Prigor, Miniș, etc. În aval de Șopotu Nou, Nera părăsește Depresiunea Bozovici și formează chei pe o lungime de 18 km. În sectorul piemontan, care ține până la graniță, râul are pante peste 1 m/km.

B.H. CERNA. În bazinul hidrografic al Cernei cursurile de apă a căror suprafață de bazin este mai mare de 10 km², sunt în număr de 42.

Râul Cerna are o lungime de 79 km, iar bazinul său de recepție are o suprafață de 1360 km². De la izvoare și până la confluența cu cel mai mare afluent al său de dreapta – Bela Reca (care își adună apele din depresiunea Mehadia) – Cerna are un curs aproape rectiliniu. Valea este foarte adâncă, iar rocile cristaline și calcarele nu au permis modificarea substanțială a văii. Ca urmare, valea râului are aspectul unei văi tinere, cu afluenți cu lungimi reduse – numai pe dreapta bazinului – și cu pante longitudinale mari. Prezintă o panta medie de 16‰ și un coeficient de sinuozitate de 1,24. Cursul Cernei prezintă numeroase sectoare de chei alternând cu sectoare de eroziune locală, cu o colmatare redusă, uneori cu praguri. În stațiunea Băile Herculane apar o serie de fracturi transversale pe cursul apei care au favorizat apariția izvoarelor termominerale. Aval de Pecinișca, Cerna primește apele râului Bela Reca (L=36 km F=713 km²). După ce în cursul superior taie roci cristaline formând eroziune și îngustări, la ieșirea din Depresiunea Mehadia, Bela Reca formează un con de dejecție relativ extins. Cel mai important afluent al său îl primește pe partea dreapta – Mehadica. După confluența cu Bela Reca, cursul Cernei are un caracter de defileu săpat în calcare, iar în aval, acesta este săpat în șisturi cristaline întrerupte de bazinetul de eroziune de la Bârza-Topleț, unde primește o serie de afluenți.

B.H. DUNĂRE. Afluenții direcți ai Dunării de pe versanții sudici ai Munților Locvei-Almăj au caracteristici similare, în general: lungimi reduse, pante mari, eroziune liniară accentuată. Printre cei mai importanți menționăm: Radimna (L=24 km, F=81 km²), Boșneag (L=12 km, F=60 km²), Orevița (L=25 km, F=102 km²), Berzasca (L=46 km, F=229 km²), Mraconia (L=19 km, F=113 km²) și Eșelnița (L=26 km, F=77 km²). Lungimea totală a acestor afluenți este de 465 km, densitatea rețelei bazinelor hidrografice fiind de 0,30 km/km².

Lacurile din S.H. Banat cu o suprafață mai mare de 0,5 km² sunt în număr de 9, și toate sunt lacuri de acumulare. Lacurile naturale nu reprezintă o caracteristică a Spațiului Hidrografic Banat.

Tabel 4.2: Caracteristicile regimului hidrologic al Spațiului Hidrografic Banat

Nr. Crt.	Râul	Stația hidrometrică	Suprafață (km ²)	Altitudine (mdM)	Debit mediu multi-anual (m ³ /s)	Debitul lunar cu asigurarea		
						(m ³ /s)		
						80%	90%	95%
1.	Aranca	Am. Sânnicolaul Mare	212		0,097			0
2.	Aranca	Vâlcani	1080		0,495			0,011
1.	Bega Veche	Pișchia	265	188	0,437	0,010	0,004	0,001
2.	Bega Veche	Cenei	1592	126	2,68	0,250	0,130	0,620
3.	Bega	Luncani	73,5	775	1,350	0,560	0,510	0,480
4.	Bega	Făget	474	470	5,08	1,250	0,950	0,850
5.	Bega	Balinț	1064	335	6,850	1,590	1,390	1,270
6.	Bega	Remetea	1940	250	17,7	7,10	6,75	6,00
1.	Timiș	Sadova	560	936	10,9	1,800	1,700	1,530
2.	Timiș	Caransebeș	1072	765	17,5	2,830	2,660	2,400
3.	Timiș	Lugoj	2706	666	38,40	7,000	5,500	4,500
4.	Timiș	Șag	4493	477	46,6	9,30	8,90	8,20
5.	Timiș	Grânceri	5790	405	49,80	9,20	8,80	8,10
6.	Bistra	Bucova Voislova	232	892	3,71	0,780	0,630	0,490
7.	Bistra	Voislova Gară	404	827	6,24	1,320	1,000	0,840
8.	Bistra	Obreja	863	880	17,1	4,34	3,75	2,85
9.	Rusca	Am. Cfl. Bistra	166	1184	2,700	0,540	0,370	0,350
10.	Bistra Mărului	Poiana Mărului	79	1442	2,710	0,690	0,630	0,580
11.	Sucu	Poiana Mărului	77	1430	3,00	0,750	0,650	0,570
12.	Nădrag	Nădrag	35	742	0,734	0,140	0,112	0,090
13.	Șurgani	Cheveres	156	141	0,496	0,018	0,010	0,004
14.	Pogăniș	Brebu	97	386	0,787	0,050	0,030	0,020
15.	Moravița	Moravița	352	125	0,960	0,000	0,000	0,000
16.	Bârzava	Crivaia	41	970	0,994	0,20	0,19	0,135
17.	Bârzava	Moniom	309	570	3,85	1,000	0,960	0,860
18.	Bârzava	Gătăia	721	359	5,16	1,300	1,050	0,930
19.	Bârzava	Partoș	933	293	5,74	1,350	1,090	1,040
1.	Caraș	Carașova	131	615	2,170	0,260	0,210	0,170
2.	Caraș	Vărădia	877	347	6,83	0,650	0,480	0,340
3.	Gârliște	Gârliște	55,5	514	0,972	0,320	0,280	0,250
4.	Jitin	Jitin	52	431	0,361	0,029	0,021	0,015
1.	Nera	Patăș	145	869	2,860	0,420	0,320	0,270
2.	Miniș	Bozovici	221	701	2,86	0,370	0,300	0,260
3.	Nera	Dalboșeț	862	676	9,93	1,250	1,000	0,830
4.	Nera	Sasca Montana	1164	626	12,9	1,850	1,400	1,100
5.	Nera	Naișa	1319	590	14,60	1,860	1,450	1,200
1.	Cerna	Am. Herculane (Slătinic)	352	1100	12,1	2,350	1,750	1,400
2.	Cerna	Pecinișca	545	911	14,4	3,450	2,900	2,600
3.	Cerna	Topleț	1324	754	21,4	5,700	5,000	3,950
4.	Bela Rea	Am. Cfl. Cerna (Mehadia)	691	676	6,24	0,950	0,690	0,520

Acumulările sunt așezate cu precădere în bazinul Timișului, Begăi, Carașului și Cernei. Ele au fost construite cu scopuri multiple: alimentare cu apă potabilă și industrială, energetic și apărare împotriva inundațiilor. În acest sens putem enumera: acumularea Gozna - pe râul Bârzava, cu o suprafață de 60 ha și un volum la NNR (nivel normal de retenție) 9,839 mil. m³, acumularea Timiș Trei Ape - pe râul Timiș având o suprafață de 52,6 ha și un volum la NNR 4,4 mil. m³; acumularea Secu - pe râul Bârzava, cu o suprafață de 73 ha și un volum la NNR 7,5 mil. m³ și acumularea Poiana Mărului pe râul Bistra Mărului, având o suprafață de 272,8 ha și un volum la NNR 89,4 mil. m³. Acumulările Valea lui Iovan (având o suprafață de 290 ha și un volum la NNR 120 mil. m³) și Băile Herculane (având o suprafață de 77 ha și un volum la NNR 12,163 mil. m³) amplasate pe râul Cerna au drept scopuri principale producerea de energie electrică și alimentare cu apă. Aceeași destinație o are și acumularea Surduc (suprafață de 362 ha și un volum la NNR 24,225 mil. m³), de pe râul Gladna. Acumularea Greoni, din bazinul Caraș, cu o suprafață la NNR de 101,5 ha și un volum de 2,53 mil. m³, este de fapt o amenajare piscicolă. Acumularea Murani, de pe râul Magheruș, nu este de o capacitate impresionantă, însă este construită cu rol de atenuare și are o suprafață la NNR de 95 ha și un volum de 1,47 mil. m³.

4.1.3. Relieful

Spațiul Hidrografic Banat este caracterizat de prezenta tuturor treptelor de relief, acestea scăzând în altitudine de la sud-est spre nord-vest (fig.4.3). Altitudinile maxime se întâlnesc în Munții Godeanu 2229 m, pe cumpăna apelor dintre bazinul hidrografic al Cernei și cel al Mureșului.

Munții Godeanu sunt prezenți în cuprinsul Spațiului Hidrografic Banat numai prin prelungirile lor vestice: Muntele Olanu (alcătuit din culmi dispuse radial în jurul celui mai înalt punct, Vârful Olanu - 1991 m), Culmea Gorhale (ce pornește din vârful Olanu spre nord) ce împreună cu culmea Prislopului, face legătura cu Munții Jarcului (2196 m).

Munții Cernei, cu altitudinea maxima în cadrul Spațiului Hidrografic Banat de 1928 m (Vârful Dobrii), se remarcă prin diferența mare de nivel, o energie a reliefului de 400-700 m ce imprimă râurilor un curs rapid. Munții Mehedinți străjuiesc partea estică a bazinului hidrografic Cerna și au altitudini maxime în cadrul Spațiului Hidrografic Banat de 1229 m (Colțul Pietrei) și 1105 m (Domogled). Munții Mehedinți se continuă cu Podișul Mehedinți, piemont cu altitudini mai reduse.

În partea centrală și sudică a Spațiului Hidrografic Banat se întind Munții Banatului, care deși prezintă o altitudine mai redusă (altitudine maximă 1446 m), au un aport semnificativ în rețeaua hidrografică a zonei. Munții Semenicului se caracterizează printr-un relief domol, iar fragmentarea reliefului variază între 600-700 m. Munții Aninei, situați la sud-vest de Munții Semenic constituie o treaptă mai joasă, cu altitudinea maximă în cadrul bazinului de 1160 m (Vârful Leordiș). În partea de nord-vest a Munților Aninei se detașează Munții Dogenecei (altitudinea maximă 617 m în Vârful Cula Arenișului). Munții Almăjului (1224 m în Vârful Svinecea Mare) și Munții Locvei (Vârful Corhanu Mare 735 m) completează relieful muntos al Banatului. Munții Poiana Ruscă (altitudine maximă în Vârful Padeș-1374 m), cu altitudini medii de 700 m, se întind în nordul culoarului tectonic al Bistrei. Fragmentarea reliefului variază între 500-700 m.

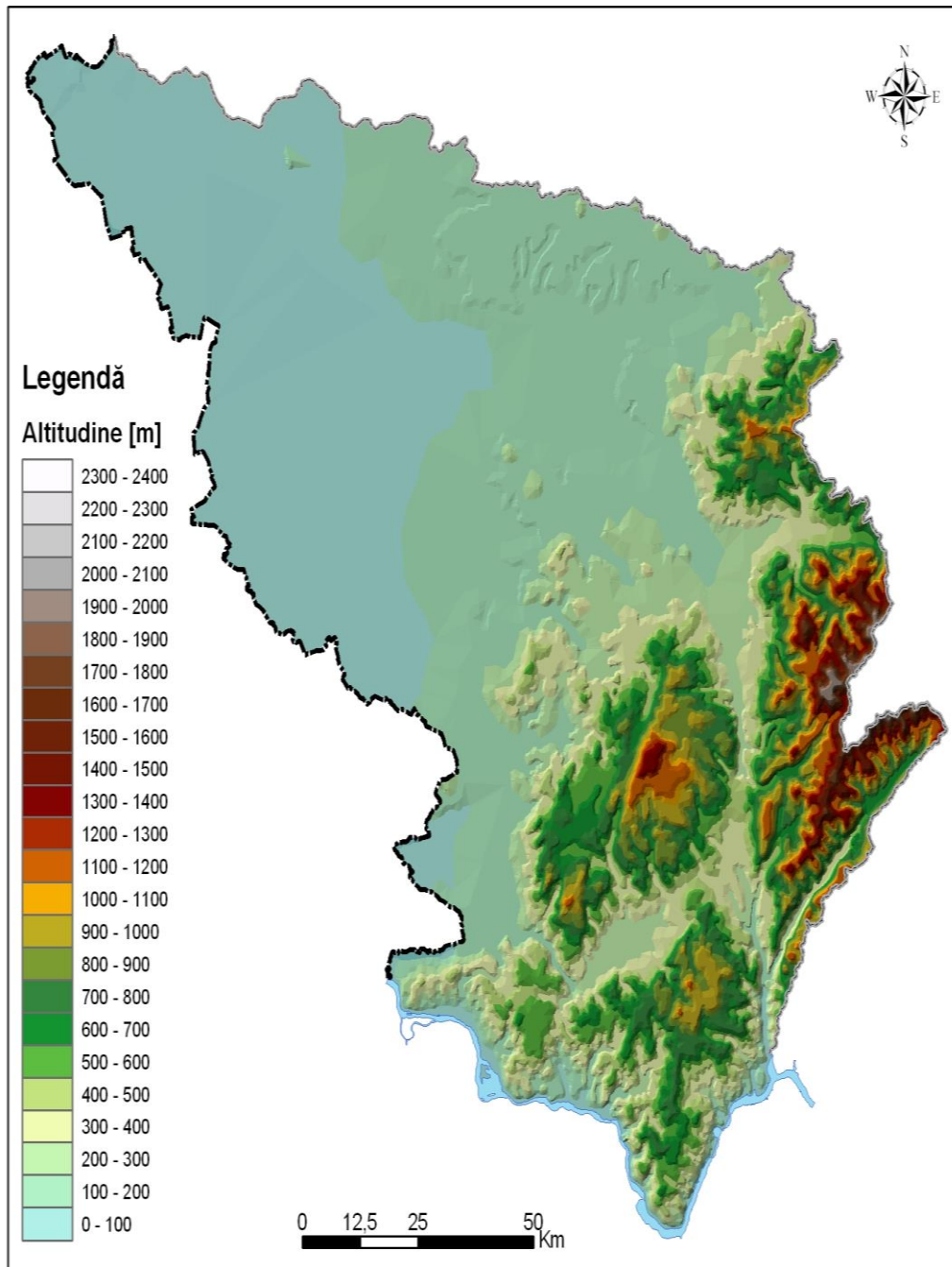


Fig. 4.3: Principalele unități de relief ale Spațiului Hidrografic Banat

Culmile deluroase sunt despărțite de numeroase depresiuni intramontane: Almăj, Ezeriș, Mehadica și culoare tectonice: Culoarul Timiș-Cerna, Culoarul Bistrei.

Dealurile (Dealurile Lipovei, Dealurile Sacoș-Zagujeni, Dealurile Tirolului, Dealurile Oraviței, Dealurile Bozoviciului) au o răspândire relativ restrânsă în cadrul bazinelor hidrografice din Spațiul Hidrografic Banat. Aflate în prelungirea munților și scăzând și ele în altitudine de la est spre vest, piemonturile bănățene au altitudini cuprinse între 170 și 800 m, iar fragmentarea reliefului se înscrie între 50-300 m.

Câmpia Banatului acoperă aproximativ 50% din suprafața S.H. Banat, fiind o câmpie joasă (altitudinea minimă 77 m în zona de frontieră), care în zona ei centrală, până la amenajarea interfluviului Timiș-Bega, era o întinsă zonă mlăștinoasă. Relieful tronsonului de câmpie străbătut de râurile bănățene prezintă anumite particularități cum ar fi căderea în trepte pe direcția est-vest, fiecare din aceste trepte reprezentând faze de stagnare ale apelor Lacului Panonic în retragere.

Între localitățile Baziaș și Gura Văii apare ca unitate geomorfologică distinctă în peisaj Defileul Dunării, cel mai spectaculos defileu european, cu o lungime totală de 134 km.

4.1.4. Utilizarea terenului

În Spațiul Hidrografic Banat se poate observa (fig. 4.4) că există o diferențiere netă a utilizării terenurilor, în concordanță cu relieful:

- în B.H. Aranca și B.H. Bega Veche suprafețele arabile reprezintă aproximativ 75% din suprafața acestor bazine hidrografice, terenurile acoperite de păduri reprezentând fracțiuni nesemnificative - lucruri ce influențează esențial și în mod negativ condițiile de scurgere din această regiune;
- în B.H. Bega, B.H. Timiș și B.H. Caraș, terenurile arabile și pădurile reprezintă, fiecare, aproximativ o treime din suprafața lor; fracțiunea acestora fiind mai mare în B.H. al râului Bega.
- în B.H. Nera, B.H. Cerna și B.H. Dunăre aferent A.B.A. Banat, datorită reliefului înalt și a densității scăzute a populației, pădurile reprezintă peste 70% din suprafața acestor bazine hidrografice, terenurile agricole fiind prezente răsleț și dispuse pe văile mai largi și în depresiunile intramontane.

Zonele umede continentale reprezintă doar 0,06% fapt datorat în principal lucrărilor hidroameliorative de mare amploare din Câmpia Banatului și Câmpia Oraviței.

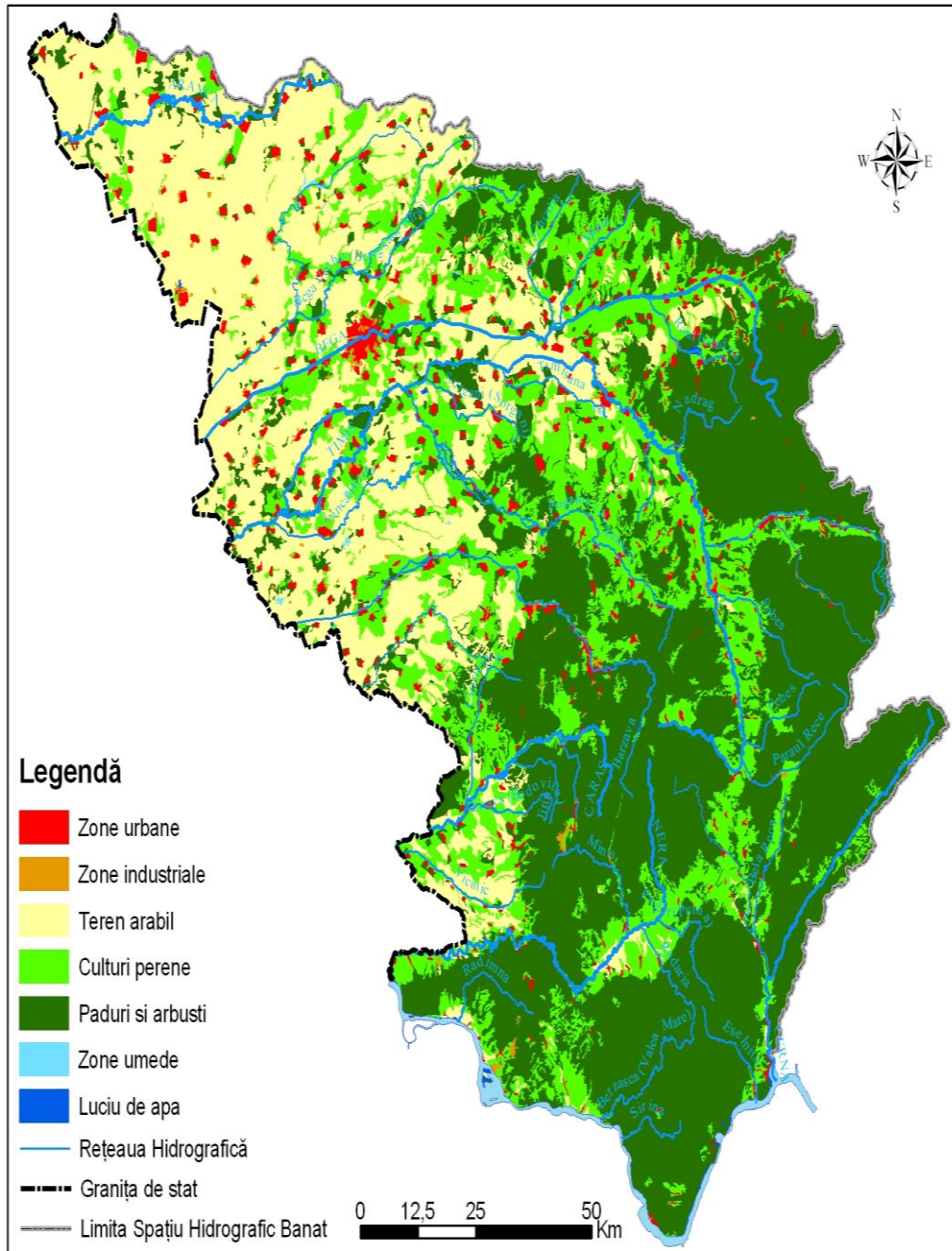


Fig. 4.4: Utilizarea terenului în Spațiul Hidrografic Banat

4.1.5. Geologia

Pe teritoriul Spațiului Hidrografic Banat sunt predominante rocile de tip silicios. Rocile calcaroase se pot observa în special în 2 fâșii transversale: sinclinalul Reșița-Moldova-Nouă și de-a lungul Văii Cernei. Rocile organice ocupă suprafețe restrânse în zona Doman-Anina și Cozla-Bigăr (fig. 4.5).

Formațiunile geologice carpatice aparțin cristalinului autohton și Pânzei Getice.

Zona piemontană s-a individualizat odată cu retragerea ritmică a apelor Mării Panonice, fapt ce a determinat succesiunea acumulărilor piemontane prin îngemănarea și juxtapunerea conurilor de dejecție ale râurilor carpatice. Ca alcătuire litologică predomină nisipurile și pietrișurile recente, extrem de permeabile. Structura unor dealuri este mai complicată de faptul că în fundament apar insule de cristalin sau vulcanice.

Câmpia de Vest are o constituție petrografică simplă. Peste blocurile cristaline din

fundament s-au așternut formațiuni sedimentare aparținând tortonianului (nisipuri, argile, calcare, gresii), sarmațianului (marne, nisipuri, marne nisipoase), panonianului (marne, argile, nisipuri, pietrișuri), iar depozitele de vârstă cuaternară (pietrișuri, nisipuri, argile, argilă roșie, loessuri) acoperă întreaga câmpie.

4.1.6. Clima

Din punct de vedere climatic, Spațiul Hidrografic Banat se încadrează în zona climatului temperat continental moderat cu influențe submediteraneene, rezultat al suprapunerii circulației maselor de aer atlantic cu invaziile de aer mediteranean. Acest climat generează caracterul moderat al regimului termic, perioadele de încălzire din timpul iernii, precum și cantități medii multianuale de precipitații relativ ridicate cuprinse între 600-1400 mm/an. Repartiția teritorială a

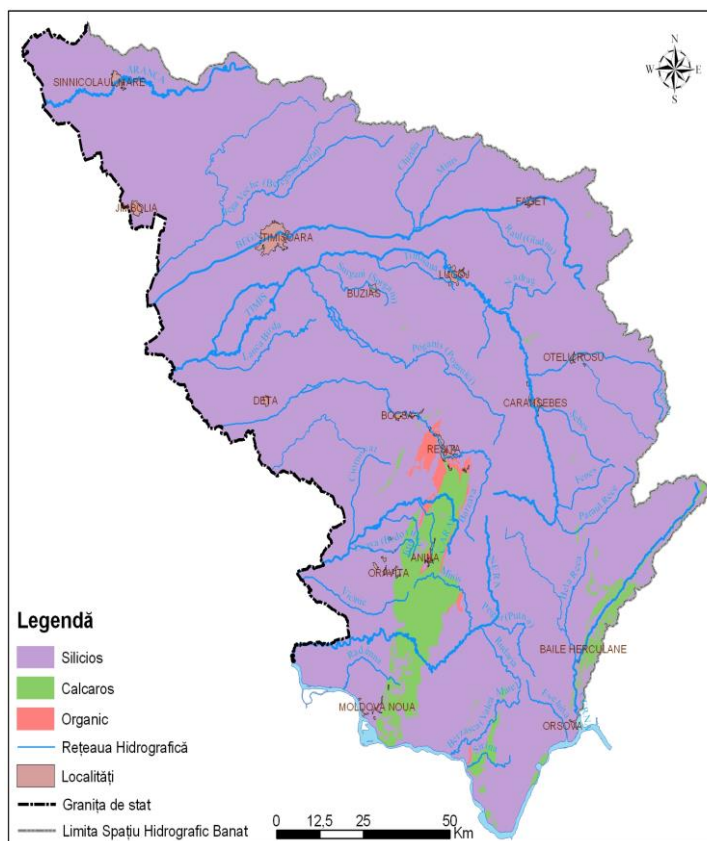


Fig. 4.5: Principalele unități geologice

temperaturilor se caracterizează printr-o mare neuniformitate: în zona de câmpie temperaturile medii multianuale sunt cuprinse între 10-11°C, iar în zona montană ajung la -2°C.

4.1.7. Resurse de apă

Resursele de apă teoretice totale ale Spațiului Hidrografic Banat sunt de aproximativ $4,58 \times 10^9$ m³/an, din care de suprafață $3,38 \times 10^9$ m³/an și $1,20 \times 10^9$ m³/an subterane. Distribuția spațială a resurselor teoretice de suprafață din Spațiul Hidrografic Banat se prezintă astfel: în B.H. Bega $0,56 \times 10^9$ m³/an, în B.H. Timiș $1,51 \times 10^9$ m³/an, în B.H. Caraș $0,22 \times 10^9$ m³/an, în B.H. Nera $0,46 \times 10^9$ m³/an și de $0,38 \times 10^9$ m³/an în B.H. Cerna. Resursele teoretice subterane sunt distribuite astfel: 62% în straturile freatice și 38% în straturile de adâncime.

Resursele de apă tehnic utilizabile totale ale S.H. Banat sunt de aproximativ $1,50 \times 10^9$ m³/an, din care de suprafață $392,2 \times 10^6$ m³/an și $1,11 \times 10^9$ m³/an subterane. Distribuția spațială a resurselor tehnic utilizabile de suprafață din Spațiul Hidrografic Banat se prezintă astfel: în B.H. Bega $30,13 \times 10^6$ m³/an, în B.H. Timiș $30,9 \times 10^6$ m³/an, în B.H. Caraș $12,6 \times 10^6$ m³/an, în B.H. Nera 30×10^6 m³/an și de $17,4 \times 10^6$ m³/an în B.H. Cerna. Resursele tehnic utilizabile subterane sunt distribuite astfel: 64% în straturile freatice și 36% în straturile de adâncime.

4.2. Istoricul inundațiilor în Banat

Inundațiile produse pe cursurile râurilor din Banat constituie un fenomen natural frecvent. O analiză a viiturilor produse în acest spațiu pe un interval de aproape 200 de ani relevă că periodicitatea inundațiilor majore este de cca. 30 de ani, existând și cazuri când aceste fenomene se produc la intervale de numai câțiva ani. Un exemplu concludent îl reprezintă viiturile care s-au produs în anul 2000 și s-au repetat în 2005. Datele istorice atestă producerea câtorva inundații catastrofale care au influențat puternic viața economică în Banat. În ordine cronologică, principalele viituri care au generat inundații (au fost luate în calcul evenimentele hidrologice care au produs breșe în diguri cauzând astfel cedarea structurilor hidrotehnice) în Spațiul Hidrografic Banat sunt următoarele:

4.2.1. Inundațiile din 1912

Prima viitură semnificativă care a determinat apariția primelor proiecte de amenajare a bazinelor Bega și Timiș a avut loc în 1753. Cea mai mare inundație de până atunci și se pare că și cea mai mare produsă în Banat a avut loc în luna iulie a anului 1859. Au fost inundate cca. 500.000 ha din care 280.000 ha pe actualul teritoriu al României. Au fost afectate 46 de localități, inclusiv orașul Timișoara.

În luna mai a anului 1912 s-a produs cea mai mare viitură din secolul al XX-lea și prima viitură majoră înregistrată hidrometric la stațiile hidrometrice de pe râurile Timiș și Bega.

Viitura din anul 1912 a fost înregistrată în perioada 26-31 mai, la s.h. Șag și 27 mai-1 iunie la Ciavoș (Grăniceri). Viitura a fost generată de precipitațiile căzute în perioada 25-27 mai, precedate de ploi mai reduse cantitativ produse în intervalul 22-24 mai. Cantitățile din perioada premergătoare care au avut rolul de a umecta solul și a favoriza scurgerea la viitură, au însumat în medie între 10 - 30 mm în trei zile depășind chiar 30 mm în câteva puncte izolate. Ploile care au produs viitura și

anume cele căzute în intervalul 25-27 mai au totalizat cantități ce au depășit local 200 mm (ex. Nădrag – 209,9 mm, Văliug – 208,6 mm) situându-se între 30-100 mm la cele mai multe puncte de măsură din bazin. Distribuția lor teritorială indică o concentrare masivă în zona montană a bazinului hidrografic al Timișului și au avut valori de peste 100 mm, existând nuclee izolate unde au depășit 200 mm.

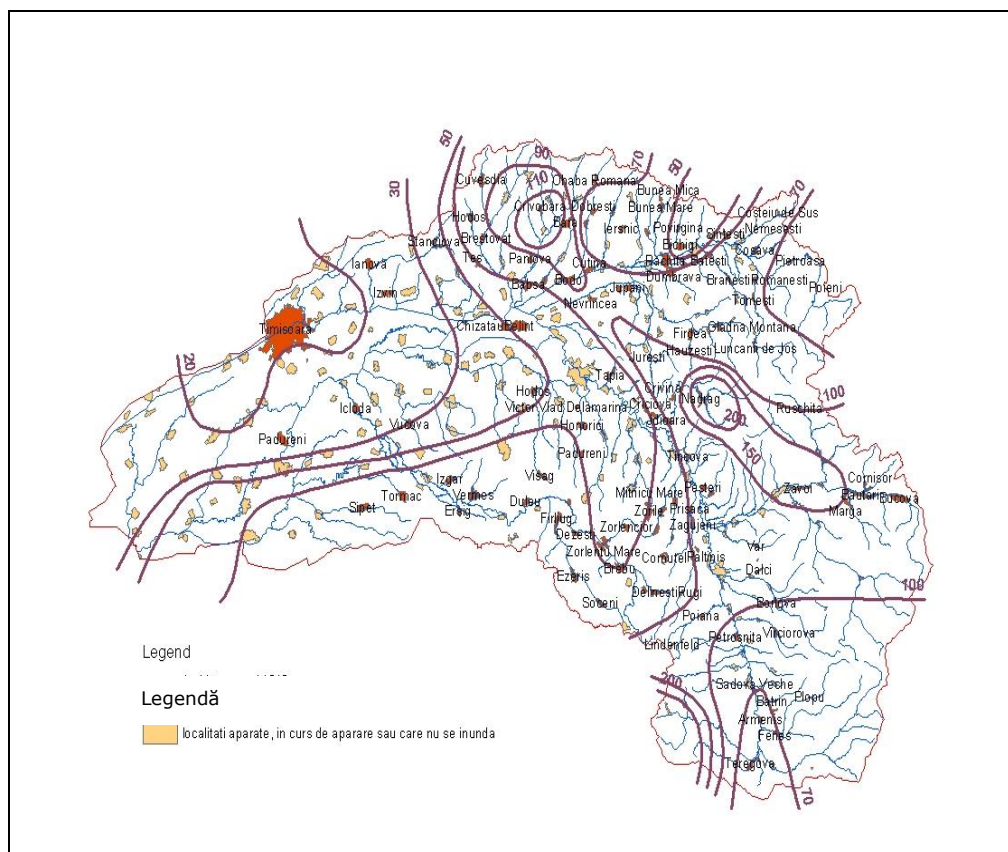


Fig. 4.6: Repartiția izohietelor din mai 1912 din B.H. Timiș și Bega
[sursă: Arhiva Administrația Bazinală de Apă Banat]

Au fost înregistrate cele mai mari debite de vârf care constituie până astăzi primele valori din șirul cronologic al debitelor maxime. Debitul maxim la Lugoj a fost de cca. 1400 m³/s, iar la Șag de cca. 1560 m³/s.

Au fost inundate orașul Lugoj și numeroase localități rurale, unele fiind distruse complet (comuna Cebza). Au fost inundate 25.000 ha terenuri agricole și s-au înregistrat cca. 100 de pierderi de vieți omenești.

4.2.2. Inundațiile din 1966

Viitura din anul 1966 a fost înregistrată în perioada 30 mai – 5 iunie, la stația hidrometrică Șag și 30 mai – 6 iunie, la stația hidrometrică Grăniceri. Viitura a fost generată de precipitațiile căzute în perioada 29 – 31 mai, precedate de precipitații produse în intervalul 25 – 28 mai. Cantitățile de precipitații măsurate la

un număr de 35 posturi pluviometrice, situate în bazinele Timișului și Begăi, respectiv distribuția teritorială a acestora sunt prezentate în figura următoare. Ploile căzute în intervalul 29 – 31 mai, care au produs efectiv viitura din anul 1966, au însumat în câteva zone restrânse valori de peste 150 mm în trei zile și chiar au ajuns la cca. 230 mm într-un nucleu situat la izvoarele Timișului (Brebu Nou – 229,6 mm). Ca și la viitura din 1912 a plouat masiv în bazinul superior al Timișului și al Begăi unde pe un areal vast s-au înregistrat cantități de peste 100 mm în 72 ore. Pe sectorul median al bazinului, valorile înregistrate s-au situat între 50 – 100 mm, iar pe cel inferior sub 30 mm, valoarea cea mai mică fiind înregistrată la S.H. Grăniceri – 13,4 mm.

Această viitură excepțională a generat debite de vârf de 1100 m³/s la Lugoj și de 1416 m³/s la Șag. În timpul acestei viituri a cedat digul de pe malul stâng al Timișului în dreptul localității Gad.

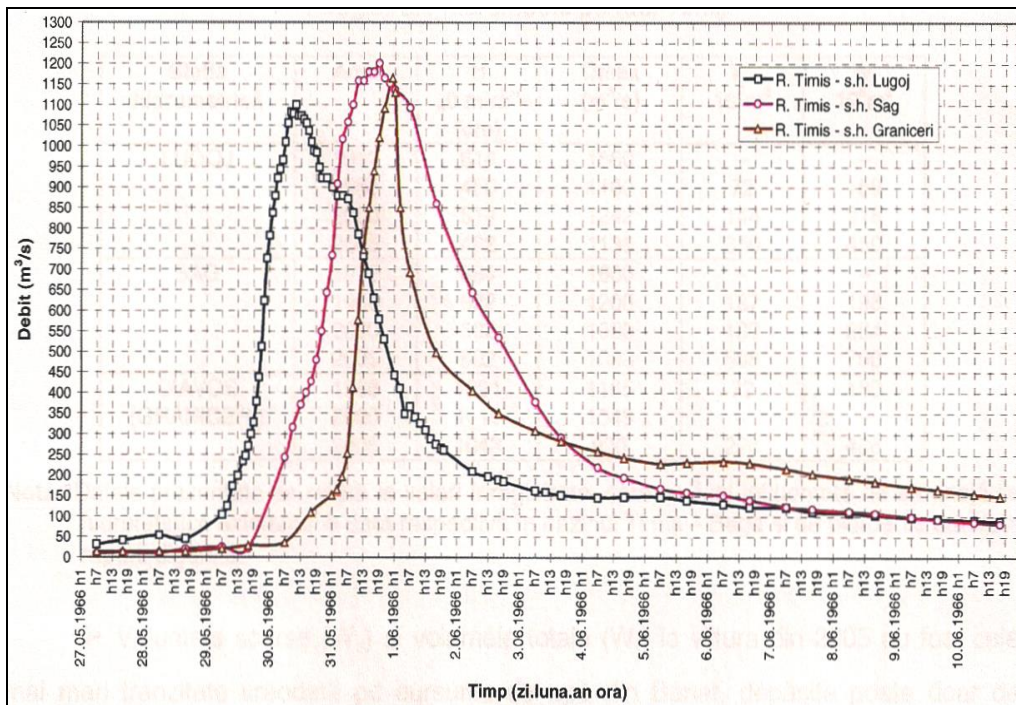


Fig. 4.7: Viitura din mai 1966 – Bazin hidrografic Timiș-Bega

Ruptura s-a datorat depășirii digului Timișului pe mai mulți kilometri ca urmare a creșterii nivelului în mod neașteptat în sectorul de frontieră. Atingerea unor cote mari a apelor de viitură în acest sector s-a datorat schimbării condițiilor de scurgere în albia majoră dintre diguri, ce fusese acoperită de vegetația lemnoasă crescută spontan pe teritoriul român sau plantată special pe teritoriul iugoslav și care la data respectivă era complet înverzită.

Cu toate eforturile depuse, nu s-a putut împiedica depășirea, deoarece ar fi fost necesar să se execute diguri iepurești pe cca. 10 km pe ambele diguri. Intervenția fusese îngreunată foarte mult din cauză că nu se putea lucra absolut deloc cu utilaje, porțiunea superioară a digului fiind înmuiată. Digul din punctul

respectiv fusese construit din pământ argilo-nisipos în straturi neomogene. În schimb fundația acestuia era o argilă grea în grosime mare.

Distanța între malul albiei minore și baza taluzului exterior a digului era de cca. 8-10 m, dar în apropierea digului cu timpul se formase un prival prin fostele gropi de împrumut, care avea legătură cu albia minoră atât în amonte cât și în aval de ruptură. Albia majoră în dreptul rupturii era parțial acoperită cu sălcii. Ruptura s-a dezvoltat foarte repede. După 24 de ore a atins o lungime de 200 de m, la care s-a stabilizat. La interior, până aproape de poziția coronamentului s-a format un gropen lat de cca. 100 m și o adâncime medie de 2 m.

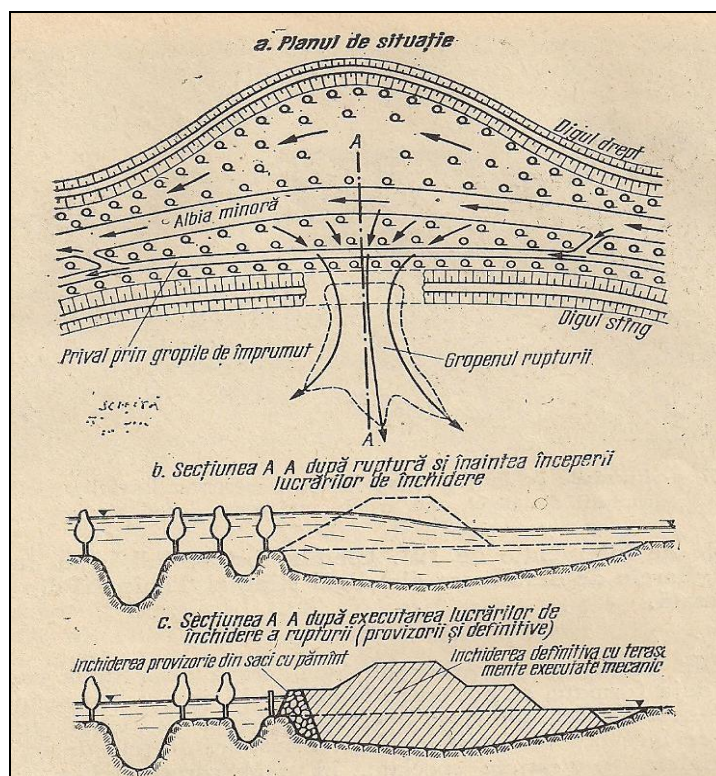


Fig. 4.8: Lucrări de închidere a breșei digului stâng pe Timiș aval de Gad [sursă: Brașoveanu, Gh., 1968]

Apele pătrunse în incinta îndiguită nu puteau fi localizate, scurgerea lor normală fiind peste frontiera cu R.S.F. Iugoslavia. Din cauza pătrunderii apei prin ruptură s-au inundat pe teritoriul român cca. 6.500 ha împreună cu 4 localități (numai parțial) și în R.S.F. Iugoslavia cca. 20.000 ha, amenințând de asemenea 4 localități, care însă au fost apărate de organele hidrotehnice din R.S.F. Iugoslavia cu diguri circulare.

La închiderea provizorie a breșei s-a lucrat exclusiv cu unități militare (un efectiv de cca. 1500 oameni în trei schimburi inclusiv autocamioane). Închiderea acestei breșe a început la 48 de ore de la producerea ei, după ce coloana și viteza apei de pătrundere prin ruptură a mai scăzut și s-a putut constata că și în acest caz pragul existent între privalul amintit și marginea gropenului de la interior nu fusese

străpuns. Nivelele de pe Timiș fiind în scădere și lungimea breșei ne mai avansând, s-a renunțat la lucrările de consolidare a capetelor breșei.

Pentru închiderea provizorie a breșei s-a adoptat aceeași soluție ca și la Crișul Alb, numai că în loc de dig din piatră brută s-a executat un dig din saci cu pământ și gabioane din saci cu pământ lungi de 6-8 m. Datorită experienței câștigate la Chișineu Criș, închiderea breșei de pe Timiș – deși au existat condiții mai grele – s-a terminat după 45 de ore de la începerea ei sau 93 de ore de la producerea breșei.

S-a executat un dig provizoriu cu o lățime la bază de 2-6 m, în funcție de înălțimea coloanei de apă, care în punctul cel mai jos a fost de cca. 2 m. În lucrarea provizorie au intrat cca. 60.000 de saci de diferite mărimi. Debitul scurs printre saci fiind relativ mic (cca. 3-4 m), la adăpostul digului provizoriu s-a trecut direct la execuția digului definitiv pe aliniamentul vechi, după ce s-a curățat bine fundul gropenului, folosind tot brigăzi de mașini terasiere compuse din screpere de 6 m³ și 2,75 m³, buldozere și o draglină. Digul definitiv s-a terminat la 20 iunie.

Pentru evacuarea apelor pătrunse prin breșa de la Gad s-au executat pe teritoriul R.S.F. Iugoslavia două breșe, una în digul stâng al Timișului și una în digul drept al Bârzavei. Pe teritoriul țării noastre evacuarea s-a făcut într-o măsură mai mică, prin punerea în funcțiune a trei stații de pompare definitive (două pe Timiș și una pe Bârzava) și un număr de cca. 20 de motopompe mobile de intervenție de 12 țoli. Când a fost posibil, s-au deschis și stăvilarele de descărcare din digul stâng al Timișului din zona de interes [Brașoveanu, Gh., 1968].

4.2.3. Inundațiile din 1999

Viitura produsă în perioada 20-26 februarie 1999 în Spațiul Hidrografic Banat a fost de origine pluvio-nivală, adică este rezultatul topirii stratului de zăpadă existent pe sol și a precipitațiilor căzute în perioada 17-26 februarie 1999.

Viiturile s-au produs în bazinele hidrografice Bega Veche, Bega – bazinul mijlociu și inferior, Timiș – bazinul inferior, Pogăniș, Moravița, Bârzava – bazinul mijlociu și inferior, bazine a căror altitudine medie nu a depășit 250 m.

Stratul de zăpadă existent înaintea producerii viiturii a fost în medie de 15-20 cm în zonele de câmpie și de cca. 30 cm în zonele colinare și de dealuri joase. Echivalentul de apă E (mm) a fost de 30-40 mm în zonele de câmpie și de 60 mm în zonele colinare și de dealuri joase.

Precipitațiile au însumat valori medii de 30 l/m² în bazinul hidrografic Bega Veche, 50 l/m² în bazinul hidrografic Bega, 42 l/m² în bazinul hidrografic Timiș, 60 l/m² în bazinul hidrografic Bârzava, 55 l/m² în bazinul hidrografic Pogăniș, 54 l/m² în bazinul hidrografic Nera, 45 l/m² în bazinul hidrografic Caraș.

Temperatura maximă zilnică, ca factor declanșator al topirii stratului de zăpadă, a avut valori de până la + 9° C (stația meteorologică Timișoara).

Pe râul Timiș au fost depășite faza a 3-a de apărare la stațiile hidrometrice Rudna, Gad și Grăniceri și faza a 2-a de apărare la stațiile hidrometrice Coștei amonte, Brod, Șag și Cebza. Datele de producere a debitelor maxime în perioada 20-26.02.1999 precum și nivelurile la care s-au produs aceste debite sunt redată în tabelul 4.3.

Având în vedere faptul că debitele înregistrate în perioada de viitură au fost cele mai mari în ultimii 33 de ani, lucrările de îndiguire și acumulările nepermanente au fost solicitate la maxim, înregistrându-se în anumite sectoare chiar deversări peste coronamentul digurilor.

Tabel 4.3: Date hidrologice înregistrate în perioada 20-26.02.1999

Nr. crt.	Râul	Stația hidrometrică	Faze (cote) de apăare [cm]		Data și ora înregistrării	H [cm]	Q [m ³ /s]
1.	Timiș	Sadova	CA	70	23.02.99 ora 08:00	107	72,4
			CI	150			
			CP	200			
2.		Caransebeș	CA	120	23.02.99 ora 05:00-07:00	182	166
			CI	250			
			CP	350			
3.		Lugoj	F 1	150	23.02.99 ora 16:00-20:00	270	525
			F 2	250			
			F 3	350			
4.		Coștei am.	F 1	180	23.02.99 ora 18:00	294	-
	F 2		250				
	F 3		350				
5.	Brod	F 1	350	24.02.99 ora 02:00	466	704	
		F 2	450				
		F 3	550				
6.	Șag	F 1	300	24.02.99 ora 19:00-21:00	496	748	
		F 2	450				
		F 3	630				
7.	Cebza	F 1	300	25.02.99 ora 03:00-05:00	590	-	
		F 2	450				
		F 3	600				
8.	Rudna	F 1	500	25.02.99 ora 07:00	842	-	
		F 2	650				
		F 3	800				
9.	Gad	F 1	575	25.02.99 ora 09:00	934	-	
		F 2	725				
		F 3	875				
10.	Grăniceri	F 1	600	25.02.99 ora 13:00-15:00	992	-	
		F 2	750				
		F 3	900				

În zonele unde digurile sunt mai vechi, ale căror tasări s-au epuizat și care au mai fost supuse unor astfel de solicitări, funcționarea lor a fost perfectă, chiar dacă s-au mai produs infiltrații – zonele unde s-au produs fiind de altfel în evidență ca puncte critice și sub supraveghere deosebită.

Pe cursul inferior al Timișului, pe sectorul Cebza – Grăniceri s-a constatat același fenomen la fiecare viitură. Plantația de copaci din albia majoră a râului Timiș pe teritoriul sârb, prin neasigurarea rugozității impuse pentru scurgerea apelor mari, produce pe teritoriul român un remuu puternic care face ca lucrările hidrotehnice din România să rămână sub sarcină un timp îndelungat. S-a observat de-a lungul anilor că la aceleași debite, în perioada viiturilor de vară, când vegetația este abundentă – ceea ce echivalează cu o rugozitate mărită a albiei majore – nivelurile sunt mult mai ridicate decât cele din perioada de iarnă, iar scăderea nivelurilor pe teritoriul român este foarte lentă.

La această viitură, pentru că gradul de înfrunzire a copacilor a fost redus, nivelul apei la stația hidrometrică Grăniceri a scăzut relativ normal de la faza de la faza a 3-a și a 2-a, dar s-a menținut încă două săptămâni în faza 1. Fenomenul este exemplificat prin hidrografele de niveluri înregistrate la stațiile hidrometrice Cebza, Rudna și Grăniceri:

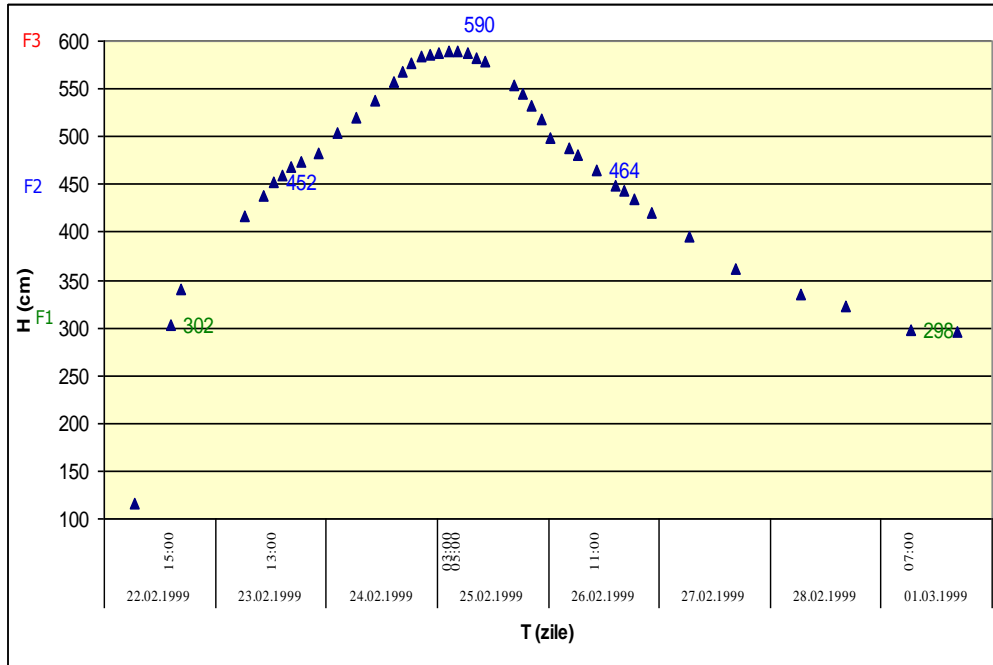


Fig. 4.9: Hidrograf niveluri la stația hidrometrică Cebza, 1999

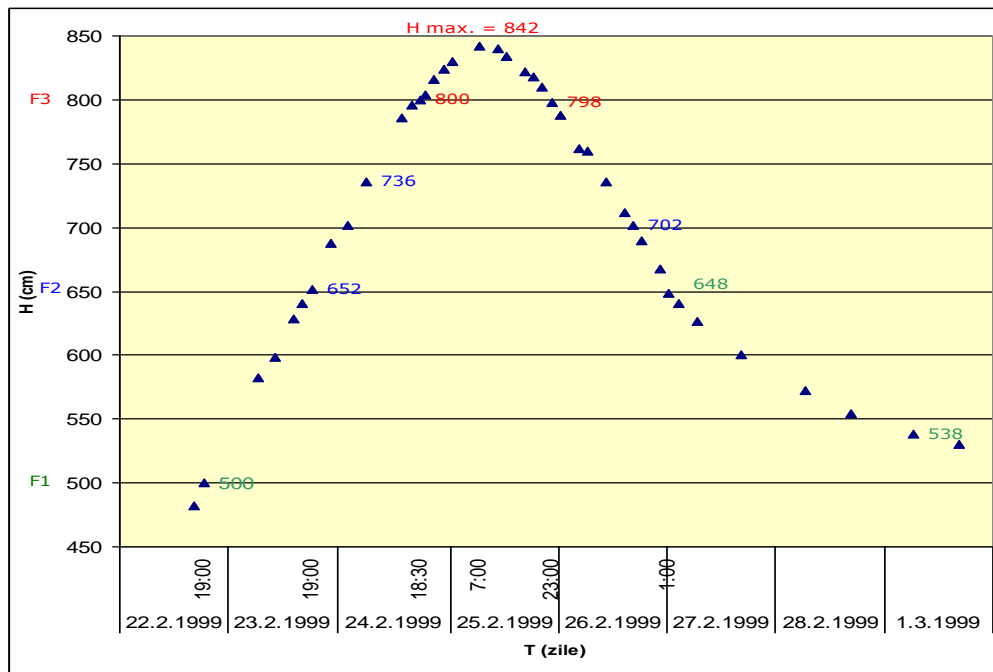


Fig. 4.10: Hidrograf niveluri la stația hidrometrică Rudna, 1999

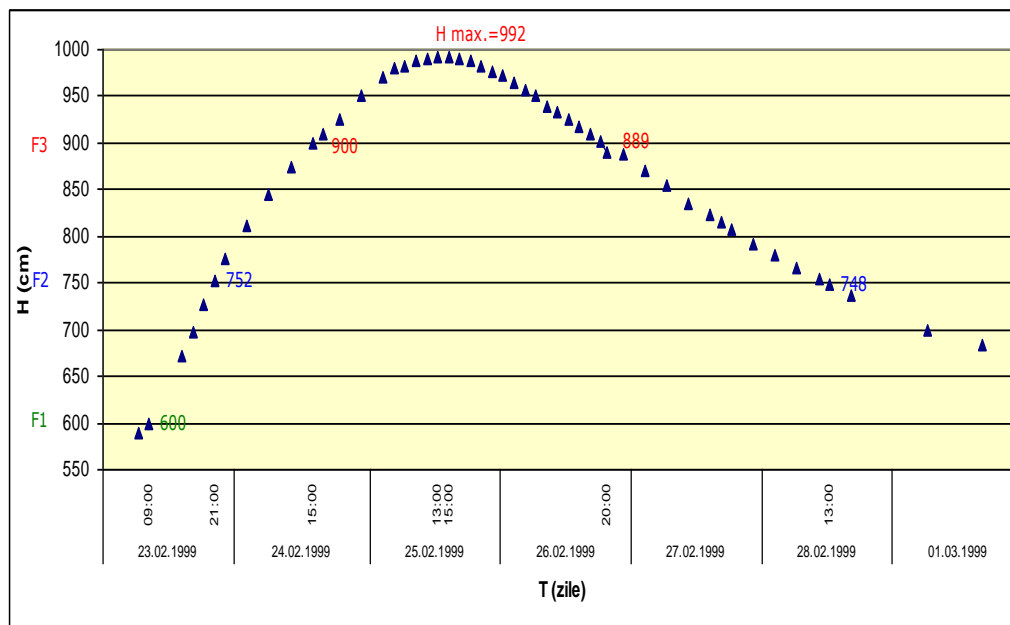


Fig. 4.11: Hidrograf niveluri la stația hidrometrică Grăniceri, 1999

În urma acestor ape mari s-au înregistrat avarii la lucrările hidrotehnice de pe Timiș precum și pagube pe teritoriul județelor Timiș și Caraș-Severin. Numărul și valoarea acestora sunt reprezentate în tabelele de mai jos:

Fig. 4.12: Eroziune de mal în zona de încastrare a barajului deversor Coștei, 1999
[sursă: Arhiva Administrației Bazinale de Apă Banat]

Tabel 4.4: Avarii la lucrările hidrotehnice pe Timiș, 1999

Nr. crt.	Curs de apă	Localitate	Avarii la lucrări hidrotehnice, degradări de albie (eroziuni) și la sediile de exploatare	Valoare estimată (mii lei)
1.	Timiș	Caransebeș	- eroziune mal 450 ml și dig avariat 80 ml	30.000
2.	Timiș	Lugoj	- dislocare pereu din piatră brută și a stratului drenat pe cca. 100 m ²	6.154
3.	Timiș	Coștei	- avarie baraj deversor	1.700.000
4.	Timiș mal stâng km 4+500	Giera	- infiltrații prin corpul digului	15.000
5.	Timiș mal stâng km 7+200	Giera	- infiltrații pe lângă conducta de golire de la stația de pompare	5.000
6.	Timiș mal stâng km 1+500	Giera	- infiltrații la piciorul digului	3.000
7.	Timiș mal drept km 0+200	Grăniceri	- dig depășit - eroziune pe o lungime de 20 m	5.000
8.	Timiș mal stâng km 66+800-67+000	Chevereș	- eroziune de mal albia minoră	25.000
9.	Timiș mal drept km 54+400-54+700	Urseni	- eroziune de mal albia minoră	25.000
10.	Lanca Birda mal stâng km 0+400	Gad	- infiltrații prin corpul digului	8.000
11.	Lanca Birda mal stâng km 1+000	Gad	- dig depășit la rampa de la pod - eroziune de dig pe o lungime de 10 m	5.000

Tabel 4.5: Pagube produse de inundațiile pe râul Timiș

Nr. crt.	Localitatea	Culturi agricole inundate		Locuințe, gospodării inundate		Drumuri și poduri inundate	
		Suprafață (ha)	Valoare (mil. Lei)	Bucăți	Valoare (mil. Lei)	Km	Valoare (mil. Lei)
1.	Găvojdia	150	300	-	-	-	-
2.	Ciacova	-	-	-	-	1	50
3.	Sinersig	-	-	-	-	11	550
4.	Jena	400	800	20	600	-	-
5.	Coștei	10	20	25	750	-	-
6.	Chevereș	100	200	3	90	-	-
7.	Bucovăț	-	-	2	60	-	-
8.	Constantin Daicoviciu	250	500	-	-	-	-

La acțiunile de apărare împotriva inundațiilor au participat un număr de 204 persoane din cadrul R.A. "Apele Române" – Filiala Timișoara (personal TESA și muncitori) fiind folosite zece autoturisme de teren, cinci tractoare cu remorcă. Acțiunile de intervenție s-au desfășurat în punctele critice unde a existat pericolul deversării digurilor sau unde au existat infiltrații prin corpul digului cu antrenare de material [1999, *Viitura din 20-26 februarie 1999 în Spațiul Hidrografic Banat*].

4.2.4. Inundațiile din 2000

Viitura produsă în perioada 5-11 aprilie 2000 a fost generată de ploile căzute în intervalul 5-6 aprilie 2000 cât și de topirea zăpezilor existente în zonele de dealuri înalte și în zona montană. Nucleul ploii a avut o durată de 24 de ore, iar

cantitățile de precipitații au fost mai ridicate în zonele montane și de dealuri unde exista zăpadă la altitudini mai mari de 600 m. Cantitățile de precipitații căzute au avut valori ce au variat între 43.1 și 121.0 mm în zonele montane și de dealuri și între 8.6 și 41.1 mm în zonele de câmpie.

Pe un fond de vreme caldă, echivalentul în apă al stratului de zăpadă topit în perioada 31 martie – 5 aprilie (anterioară declanșării viiturii) a atins, la stațiile meteorologice montane, valori de 30 mm la Țarcu și 112 mm la Semenic. În perioada declanșării viiturii, temperaturile pozitive, precipitații căzute și structura zăpezii au generat echivalentul de apă de 50 mm la altitudini de 1400 m, rata de topire a zăpezii fiind de 3 mm/°C/zi. Cantitatea medie a echivalentului de apă din stratul de zăpadă în zona situată la altitudini cuprinse între 600 și 1400 m a fost în jur de 70 – 80 mm.

Stratul de apă acumulat (ploi plus schimbul în apă) a atins valori de 160 – 200 mm și a avut arealul, în special, în zona Munților Poiana Ruscă (Luncani, Nădrag, Poieni) și Valea Bistrei. Pe baza datelor preliminare s-a analizat scurgerea în regim măsurat pe cursul mijlociu și inferior al râului Timiș, sector în care regimul natural este puternic influențat de construcțiile hidrotehnice și pe care s-au produs depășiri ale cotelor de pericol și ruperi de diguri. De menționat că la ape mari râul Bega devine afluent al Timișului.

Tabel 4.6: Niveluri înregistrate în perioada 5-12.04.2000

Stația hidrometrică		Brod	Șag	Cebza	Rudna	Gad	Grăniceri
Data	Ora	H (cm)	H (cm)	H (cm)	H (cm)	H (cm)	H (cm)
05.04.	07	42	-72	168	396	486	510
	17	50	-68	174	396	484	510
06.04.	07	240	122	198	422	506	516
	17	390	354	402	530	590	600
07.04.	07	520	440	488	670	726	712
	11	557	496	514	692	766	770
	15	568	550	562	740	810	820
	17	-	-	588	780	846	850
	19	566	580	600	800	876	900
08.04	23	549	592	650	834	940	950
	07	464	576	694	869	1010	1032
	11	-	-	-	880	1022	1052
	17	450	540	678	838	975	830
09.04.	23	-	512	626	800	932	688
	07	-	476	578	786	890	680
	12	-	-	562	778	860	726
	17	250	422	542	770	840	718
10.04.	23	-	388	512	738	812	710
	07	190	320	482	696	770	696
	11	-	-	460	678	756	690
11.04.	17	154	-	438	640	724	682
	07	132	208	412	614	696	668
	11	-	-	-	602	684	663
12.04.	17	-	-	388	588	670	657
	07	106	138	372	566	650	651
	11	-	-	388	558	646	646
	17	-	-	-	542	640	643
	23	-	-	-	536	636	638

Au fost determinate hidrografele scurgerii la stațiile hidrometrice Brod, Șag, Cebza, Rudna și Grăniceri.

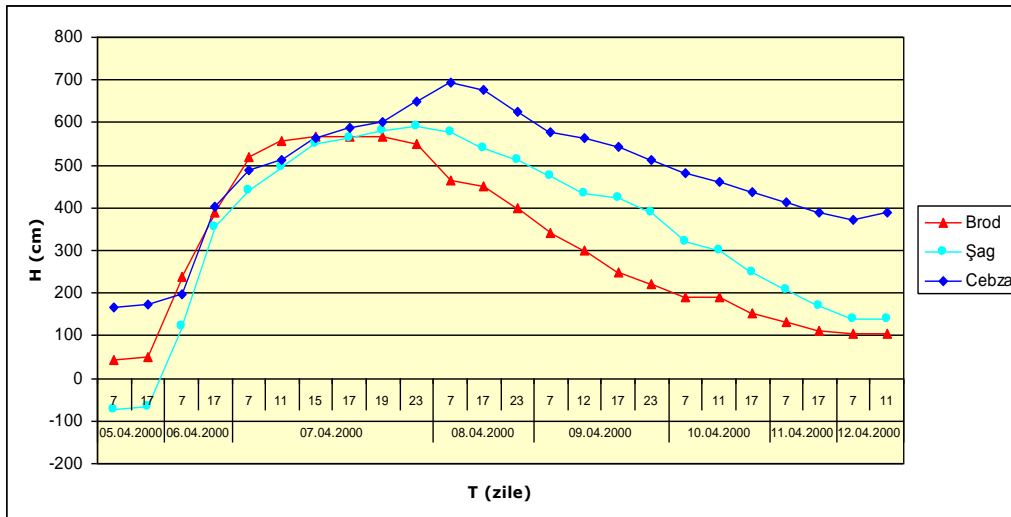


Fig. 4.13: Hidrograf niveluri la stațiile hidrometrice Brod, Șag și Cebza, 2000

Hidrograful debitelor de la Grăniceri a fost determinat pe baza hidrografului debitelor de la stația hidrometrică Șag, prin aplicarea unui coeficient de atenuare de 0,71 – pentru ramura de creștere – și cu timpul de deplasare de 15 ore, iar ramura de descreștere, când s-a produs ruperea digului, a fost stabilită pe baza viiturilor anterioare. Coeficientul de atenuare a fost ales pe baza măsurătorilor comune din februarie 1999. De asemenea, hidrograful de la Grăniceri a fost întocmit și pe baza cheii limnimetrice existente. Ambele metode dau rezultate apropiate pe ramura de creștere, iar pe ramura de descreștere poate fi observată influența ruperii digului.

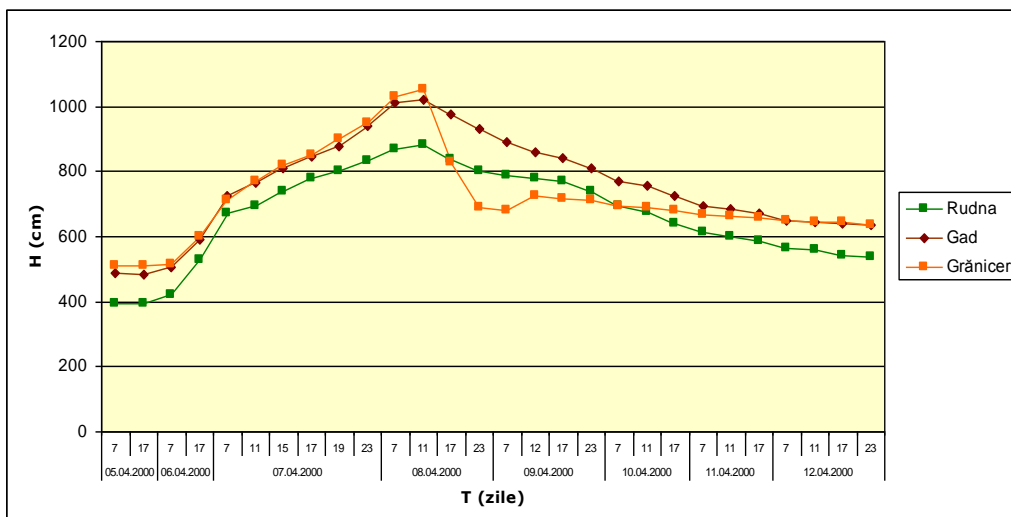


Fig. 4.14: Hidrograf niveluri la stațiile hidrometrice Rudna, Gad și Grăniceri, 2000

În secțiunea Grăniceri, în data de 8 aprilie 2000, la ora 7³⁰ a început deversarea peste digul de pe malul stâng, la $H = 1032$ cm și $Q = 750$ m³/s, cu o lamă de 20 cm pe o lungime de aproximativ 100 m. Debitul a crescut în continuare până la 860 m³/s la un nivel de 1052 cm, iar la ora 11³⁰, când s-a produs prima breșă în lungime de 2 m, înălțime de 5 m și o lățime de 5 m, debitul estimat pătruns în incinta apărată a fost de 100 m³/s.

La ora 13⁰⁰ s-a produs o a doua breșă în amonte. Prin procesul de eroziune, lungimea fiecărei breșe a ajuns la cca. 75 m în câteva ore. Debitul maxim estimat în incintă a fost de 350 m³/s. Volumul estimat care a intrat în incintă a fost de 68 mil. m³.



Fig. 4.15: Breșă dig Grăniceri, ora 12, 8 aprilie 2000



Fig. 4.16: Drum Toager – Giera, ora 16, 8 aprilie 2000

Pe baza hidrografelor au fost determinate volumele atenuate ale râurilor Bega și Timiș în polderul Hitiaș cât și volumul atenuat al râului Timiș în polderul Pădureni. În tabelul 4.7 sunt prezentate elementele de bilanț ale undelor de viitură.

Tabel 4.7: Parametri undelor de viitură în bazinul hidrografice Bega și Timiș, 5-11 iulie 2000

Nr. crt.	Râul	Stația hidrometrică	F (km ²)	H _{med} (m)	Q (m ³ /s)	W x 10 ⁶ (m ³)	h _s (mm)
1.	Bistra	Obreja	663	-	550	42,82	64,6
2.	Timiș	Caransebeș	1072	765	430	63,18	58,9
3.	Timiș	Componenta Obreja+Caransebeș	1735	-	925	106,02	61,1
4.	Timiș	Lugoj	2706	666	1275	144,36	53,3
5.	Bega	Chizătău	1660	278	315	62,1	33,3
6.	Canal descărcare	Topolovăț	1660	-	239	49,032	29,5
7.	Bega	Topolovăț	1685	270	25	1,8	1,07
8.	Timiș	Componenta Lugoj + canal descărcare Topolovăț	4366	-	1330	184,663	42,3
9.	Timiș	Brod	3682	569	1200	191,52	52,0
10.	Timiș	Șag	4493	477	1080	177,12	39,4
11.	Timiș	Grăniceri (după Șag)	5673	405	767	170,12	30,0

unde: F – suprafața bazinului hidrografic

H_{med} – nivelul mediu

Q – debit

W – volumul de apă scurs pe toata durata viiturii

h_s – stratul de zăpadă scurs

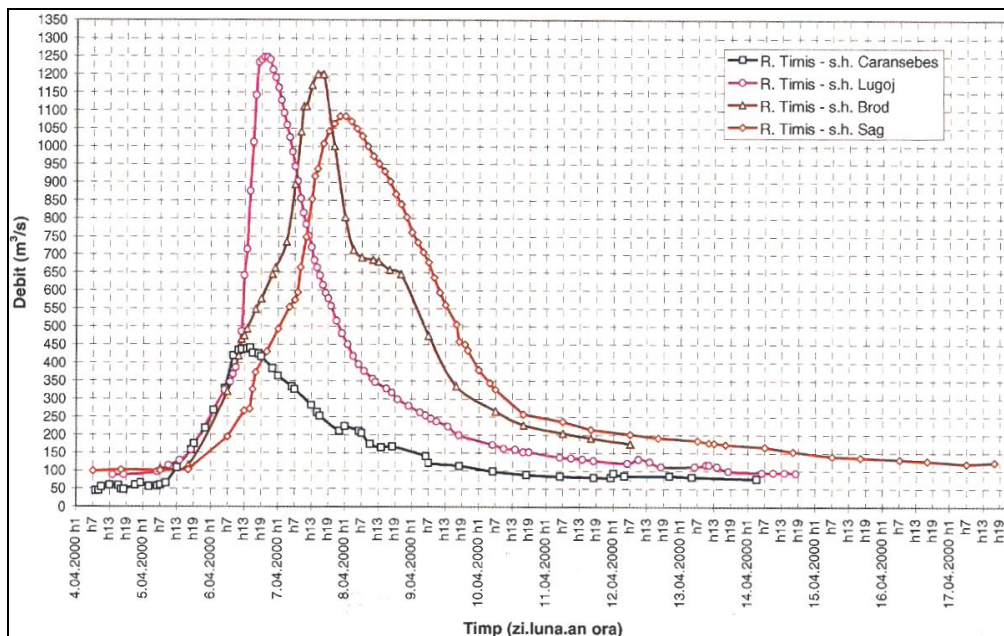


Fig. 4.17: Viitura din aprilie 2000 – Bazinul hidrografic Timiș-Bega

Prin analiza efectuată, viitura din 5-11 aprilie 2000 este una monoundică (fig. 4.17) și poate fi încadrată în asigurarea de 0,5%, așa cum se poate vedea și în tabelul nr. 4.8:

Tabelul 4.8: Debitul maxim asigurat pentru viiturile de 0,5, 1, 2 și 5%

Râul	Stația hidrometrică	Debit maxim asigurat (m ³ /s)			
		0,5%	1%	2%	5%
Timiș	Lugoj	1440	1240	1050	820
Timiș	Șag	1840	1580	1340	1050
Timiș	Grăniceri	1750	1500	1280	1000

Prin propagare, unda de viitură a suferit atenuare naturală cât și artificială prin:

- atenuarea unui volum de 19,4 mil. m³ în lacul de acumulare Poiana Mărului;
- pierderea unui volum de cca. 4 mil. m³ prin ruperea digului aval de Lugoj, când au fost inundate cca. 400 ha de teren;
- atenuarea unui volum de 20 mil. m³ în polderul Hitiaș din care 11,3 mil. m³ din Bega și 8,7 mil. m³ din Timiș;
- atenuarea unui volum de 14,4 mil. m³ în polderul Pădureni;
- atenuarea unui volum de 7 mil. m³ în polderul Gad.

În secțiunea stației hidrometrice Șag, unda de viitură a ajuns cu debitul maxim de 1080 m³/s.

La viitura produsă în anul 1966, când în secțiunea stației hidrometrice Șag s-a înregistrat debitul maxim de 1200 m³/s, în secțiunea Grăniceri (cu toate că digul s-a rupt în sectorul Gad – Grăniceri) capacitatea de transport a albiei a fost de 1160 m³/s la H = 1020 cm.

În ultimii ani capacitatea de transport a albiei Timișului în sectorul Gad – Grăniceri s-a înrăutățit în mod continuu, debitul care poate fi tranzitat în siguranță fiind de aproximativ 700 m³/s. În cazul în care ar fi fost menținute cel puțin condițiile de scurgere a apei existente în 1966, debitul maxim de 1080 m³/s produs în secțiunea stației hidrometrice Șag la viitura din 5-11 aprilie 2000 ar fi fost în secțiunea Grăniceri de 1000 m³/s care corespunde nivelului H = 975 cm, caz în care nu s-ar fi produs deversarea peste diguri și ruperea digului.

În scopul evidențierii scurgerii pe cursul inferior al râului Timiș au fost trasate, în cote absolute MA (Marea Adriatică) (tabelul 4.9), evoluția nivelurilor la stațiile hidrometrice Șag, Cebza, Rudna, Gad și Grăniceri și profilul longitudinal al suprafeței apei de pe acest sector (figura 4.18) pe baza viiturilor produse în perioada 1997-1999.

Tabel 4.9: Niveluri în cote absolute Marea Adriatică pe râul Timiș în sectorul Șag (România) – Boka (Serbia)

Râul	Stația hidrometrică	Distanță (km)	Nivel HmdMA (cm)
Timiș	Șag	1	88,30
	Cebza	16	85,20
	Rudna	28	83,70
	Gad	30	83,90
	Grăniceri	41	82,60
	Jasa Tomici	45	81,60
	Boka	58	80,40

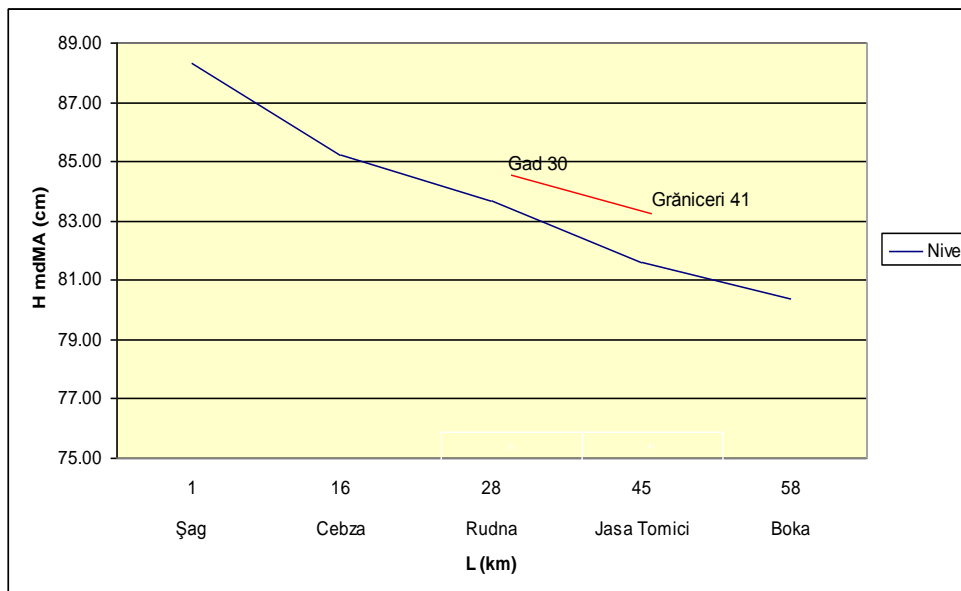


Fig. 4.18: Profilul longitudinal al suprafeței apei pe Timiș în sectorul Șag (România)–Boka (Serbia)

Din analiza acestor se constată o supraînălțare cu 0,5 m a nivelurilor în sectorul Gad – Grăniceri.

Viitura cu caracter catastrofal înregistrată în perioada 5-11 aprilie 2000 a demonstrat încă o dată că lucrările hidrotehnice au nevoie de fonduri pentru întreținere și personal pentru supraveghere, iar în condițiile în care se produc avarii importante, cum ar fi breșele în diguri, este nevoie de forță de muncă dotată cu utilaje specifice și cu materialele necesare pentru o închidere rapidă, chiar în timpul viiturii, pentru a limita efectele asupra localităților și terenurilor agricole. De asemenea trebuie prevăzute fonduri pentru lucrările de refacere a liniei de apărare cât mai urgent pentru a preîntâmpina producerea altor pagube în caz de noi viituri și a evita evenimente cu implicații internaționale, având în vedere apropierea de granița cu Iugoslavia [2000, *Viitura istorică de pe râurile Timiș și Bega 5-11 aprilie 2000*].

4.2.5. Inundațiile din 2005

Regimul precipitațiilor din Banat-caracteristici generale. Deși luna aprilie 2005 a fost una normală din punct de vedere termic ea a fost excedentară pluviometric în cea mai mare parte a țării, îndeosebi în Banat. Aici totalul precipitațiilor căzute a depășit cu mult, nu numai valorile pluviometrice normale ale acestei luni, dar pe areale mai restrânse chiar și pe cele pentru întreg anotimpul. Astfel în cursul primăverii (martie, aprilie și mai), pe baza datele climatologice din ultimii 100 de ani, în Banat, în mod obișnuit, cantitățile de apă totalizează între 125 și 150 mm la câmpie și între 170 și 200 mm în zona deluroasă.

Menționăm că în aprilie 2005 la Oravița s-a consemnat cea mai mare cantitate dintre cele măsurate la stațiile meteorologice nu numai, din Banat ci și din toată România și anume 226,4 mm, nou record al lunii. Și la alte stații meteorologice din

Banat s-au depășit în luna aprilie 2005 vechile recorduri lunare, totalizându-se 205 mm la Reșița, 201 mm la Lugoj și la Caransebeș, 155 mm la Timișoara, 154 mm la Băile Herculane, 133 mm la Moldova Nouă și 124 mm la Bozovici.

Față de cantitățile medii multianuale de precipitații din perioada de referință la care se raportează Organizația Meteorologică Mondială, 1961-1990, abaterile acestora în aprilie 2005, calculate în procente, au indicat excedente în toată jumătatea vestică a României, valoarea cea mai mare fiind tot în Banat și anume 263,2 % la Lugoj.

Caracteristici meteorologice semnificative pe decade.

În perioada 1-10 aprilie 2005, pe fondul vremii calde, în Banat s-au înregistrat temperaturi medii destul de mari pentru această perioadă a anului, cuprinse între 9 și 11 grade și nu s-au semnalat decât ploi de scurtă durată și foarte slabe (cantități în general între 0.2 și 0.8 mm).

Totuși din observațiile calitative efectuate în zonele împădurite și pe versanți s-a constatat prezența unui strat de zăpadă învechit și dens, controlat în foarte mică măsură de stații, dar suficient pentru a constitui o bună rezervă de apă atât pentru râurile mici din zonele mai înalte. Prin declanșarea procesului de topire a acestui strat s-a realizat nu numai o creștere lentă a scurgerii pe râuri, anterior producerii viiturilor, dar și umezirea solului din bazinele respective, ceea ce a favorizat ulterior creșterea suplimentară a coeficienți lor de scurgere.

Perioada 11-20 aprilie 2005 este caracterizată din punct de vedere termic printr-o ușoară scădere a temperaturilor maxime diurne, dar o creștere a temperaturilor minime nocturne, astfel încât procesul de topire al zăpezii din zonele montane a continuat. Ceea ce a fost caracteristic Banatului și a determinat viituri importante în această zonă au fost fronturile atmosferice succesive de origine mediteraneană și extrem de active. Ca urmare în această regiune a României în cursul acestei decade a plouat aproape fără întreruperi, astfel încât la cantitățile de apă căzute în subintervalul 13 la 16 aprilie, totalizând între 25 și 70 mm, s-au adăugat cele căzute în subintervalul 17 la 20 aprilie. Totalizând pe toată decada s-au măsurat în zona între 100 și 190 mm, de exemplu: 148 mm la Lugoj, 152 mm la Caransebeș și 190 mm la Oravița.

La începutul **perioadei 21-30 aprilie 2005** vremea a intrat într-un proces de răcire iar precipitațiile treptat au încetat și în Banat. Apoi în circa 48 de ore (din 24 până în 26 aprilie) alt pasaj frontal a traversat regiunea, de această dată ploile totalizând între 10 și 30 mm. Cu toate că ele nu au fost atât de importante ca cele din a doua decadă totuși au avut drept consecințe alte maxime pe râurile mici din zonă și producerea unui vârf secundar al viiturii compuse pe cursul inferior al râului Timiș. Mai trebuie remarcat faptul că în zona deja inundată chiar și cantități de apă foarte modeste, care în mod normal nu creează nici o problemă, au menținut și chiar extins zonele inundate limitrofe cursului inferior al Timișului. În ultimele zile din lună, pe fondul ameliorării vremii în toate regiunile României, s-a consemnat încetarea ploilor în Banat.

O imagine semnificativă a mărimii cantităților excepționale de precipitații căzute în luna aprilie 2005 în Banat se poate realiza dacă se compară aceste valori cu cele mai mari cantități lunare căzute în aprilie în perioada de observații la stațiile meteorologice din zonă (tabelul 4.10).

Tabel 4.10: Valorile cantităților de precipitații din luna aprilie 2005 comparativ cu cele mai mari cantități înregistrate în aprilie la stațiile meteorologice din zonă

Nr. Crt.	Stația meteorologică	Perioada de funcționare	Cea mai mare cantitate de precipitații din luna aprilie (anterioară anului 2005)		Cantitatea totală de precipitații din aprilie 2005 (mm)
			Anul	Cantitatea (mm)	
1.	Banloc	1958 - 2005	2001	110	105,9
2.	Băile Herculane	1976 - 2005	1989	131,9	154,1
3.	Bozovici	1964 - 2005	1966	112,8	124,2
4.	Caransebeș	1961 - 2005	2001	136,8	200,6
5.	Cuntu	1961 - 2005	1966	211,5	196,6
6.	Lugoj	1958 - 2005	1958	176,8	201,2
7.	Moldova Veche	1964 - 2005	2001	105,5	134,5
8.	Oravița	1958 - 2005	1966	142,8	226,4
9.	Reșița	1980 - 2005	1999	127,1	205,3
10.	Sânnicolaul Mare	1958 - 2005	2004	108,4	142,7
11.	Semenic	1958 - 2005	1966	218,2	146,3
12.	Timișoara	1874 - 2005	1903	144	154,4
13.	Vf. Țarcu	1961 - 2005	1972	125,2	95,3

Se observă că la 9 din cele 13 stații meteorologice existente în Banat în aprilie 2005 s-au înregistrat cele mai mari cantități de precipitații măsurate vreodată în aprilie. Cel mai sugestiv exemplu este cel al stației Timișoara care funcționează din 1874 și care în toată perioada de 132 ani cu observații nu a avut în aprilie cantități mai mari decât cele înregistrate în aprilie 2005.

Situația anterioară viiturii. Viitura s-a declanșat ca urmare a precipitațiilor înregistrate în intervalul 14.04-16.04 când se produc și primele creșteri semnificative de debite și niveluri pe râurile din Banat. Anterior declanșării precipitațiilor exista un strat de zăpadă în zonele înalte aflate în curs de topire.

Acolo unde a fost măsurat, stratul de zăpadă avea la începutul lunii aprilie grosimi apreciabile în zonele înalte la peste 1400 m altitudine (Cuntu 109 cm, Țarcu 121 cm, Semenic 79 cm).

Datorită creșterii temperaturii, stratul de zăpadă s-a diminuat continuu în prima parte a lunii aprilie. Astfel, la data de 14.04, când a început să plouă, grosimea stratului de zăpadă se redusese față de începutul lunii (tabel 4.11) cu 50 cm la Cuntu, cu 22 cm la Țarcu, iar la Semenic era în pragul dispariției, existând doar petece de zăpadă.

Tabel 4.11: Situația stratului de zăpadă în luna aprilie

Data	Stații meteorologice		
	CUNTU	ȚARCU	SEMENIC
	H = 1450 m	H = 2180 m	H = 1432 m
Strat zăpadă (cm)			
4/1/2005	109	121	79
4/2/2005	109	121	79
4/3/2005	108	120	78
4/4/2005	103	120	72
4/5/2005	100	120	65
4/6/2005	97	116	59
4/7/2005	94	115	57
4/8/2005	91	113	51
4/9/2005	88	113	48
4/10/2005	83	109	44
4/11/2005	78	106	38
4/12/2005	74	103	35
4/13/2005	66	100	31
4/14/2005	60	99	26
4/15/2005	47	110	p
4/16/2005	44	115	P
4/17/2005	41	113	p
4/18/2005	41	116	p
4/19/2005	62	127	7
4/20/2005	42	126	P
4/21/2005	37	126	p
4/22/2005	45	135	7
4/23/2005	53	115	8
4/24/2005	46	114	4
4/25/2005	40	109	P
4/26/2005	27	107	p
4/27/2005	14	116	P
4/28/2005	8	109	p
4/29/2005	4	110	P
4/30/2005	3	108	p
5/1/2005	p	98	p
5/2/2005	p	93	p
5/3/2005	P	87	P
5/4/2005	P	83	P

Imaginile satelitare privind extinderea stratului de zăpadă în Spațiul Hidrografic Banat (fig. 4.19) relevă că la data de 07.04 în bazinul Timiș suprafața acoperită cu zăpadă era de numai 19.110 ha față de 20.014 ha la data de 05.04.

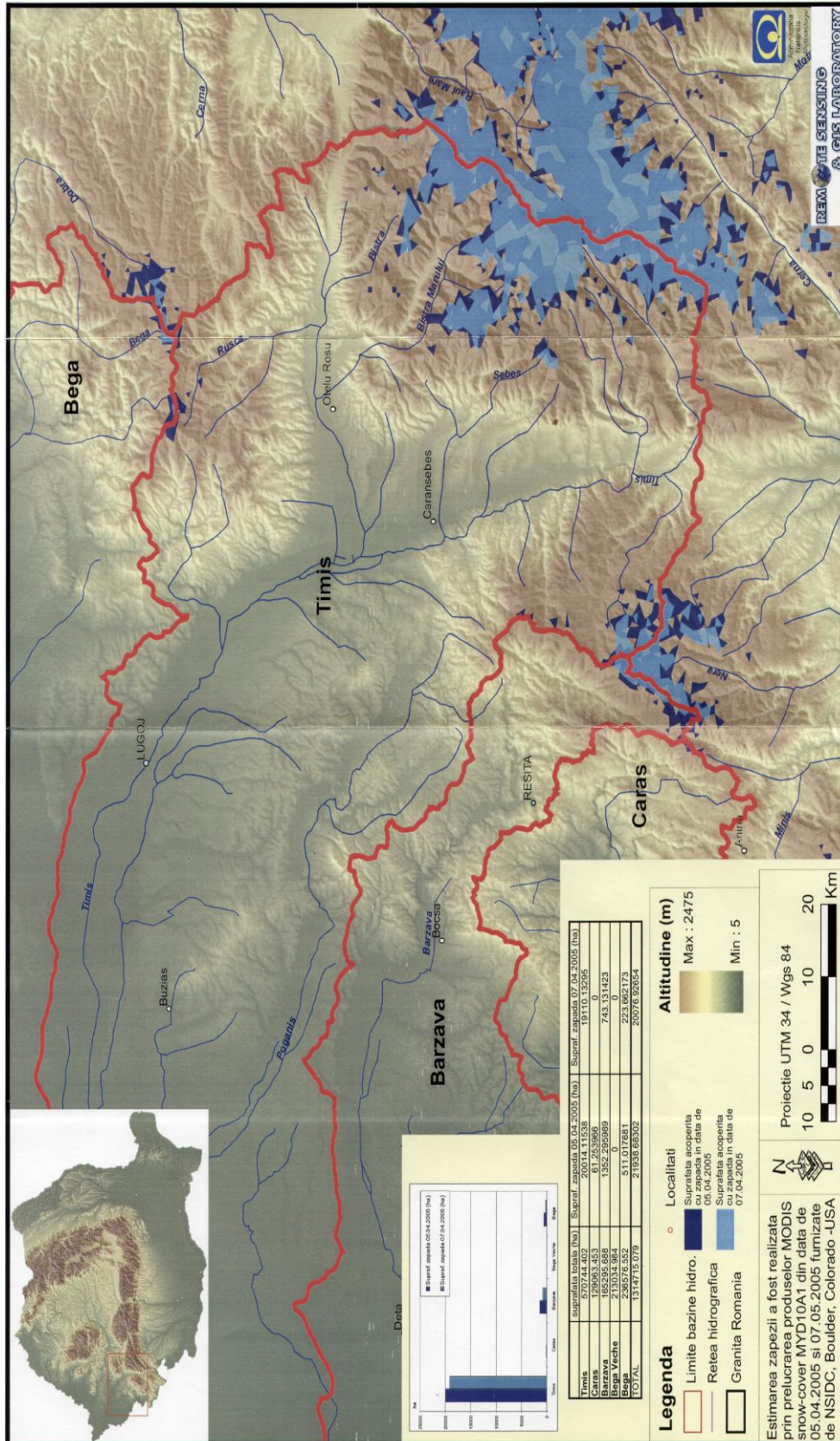


Fig. 4.19: Estimarea extinderii suprafeței acoperite cu zăpadă pentru principalele bazine hidrografice din Banat în data de 05.04 și 07.04.2005

Considerând că rata topirii zăpezii a fost relativ constantă rezultă că la data de 14.04 mai erau acoperite cu zăpadă circa 16.000 ha (160 km). Calculele efectuate pe baza datelor privind grosimea și densitatea stratului de zăpadă la cele 3 stații meteorologice (tabel 4.12) indică un strat provenit din topirea zăpezii de circa 200 mm pentru arealul de 160 km² și pentru perioada viiturii.

Tabel 4.12: Valorile pentadice de grosime și densitate ale zăpezii pentru zona de sud-vest a țării, luna aprilie 2005

Data		Stația meteorologică		
		Semenic	Cuntu	Țarcu
1 aprilie	Grosime	79	109	121
	Densitate	-	-	-
5 aprilie	Grosime	65	100	120
	Densitate	0,41	0,34	0,40
10 aprilie	Grosime	44	83	109
	Densitate	0,45	0,34	0,42
15 aprilie	Grosime	-	47	110
	Densitate	-	0,36	0,43
20 aprilie	Grosime	-	-	126
	Densitate	-	-	0,42
25 aprilie	Grosime	-	40	109
	Densitate	-	0,33	0,40
30 aprilie	Grosime	-	3	108
	Densitate	-	-	0,40

Repartizat la suprafața stațiilor hidrometrice principale de pe râul Timiș la care se va efectua analiza parametrilor viiturii, rezultă un strat provenit din topirea zăpezii de 11,3 mm la Lugoj și 5 mm la Șag care față de stratul rezultat din precipitațiile lichide este nesemnificativ. Pentru celelalte bazine din Banat în care s-au produs viituri importante (Caraș și Bârzava) cantitățile de apă rezultate din topirea zăpezii în perioada viiturii din aprilie au fost insignifiante. Pentru bazinul Timiș, singurul în care s-a făcut simțită, topirea zăpezii a declanșat o creștere lentă a scurgerii pe râuri anterior producerii viiturii și a participat la formarea primei unde secundare premergătoare undei principale de viitură din 18-23.04.2005.

Distribuția precipitațiilor în perioada viiturii. Distribuția precipitațiilor în perioada 14-28.04.2005 pentru un număr de 5 stații meteorologice reprezentative (Lugoj, Caransebeș, Reșița, Semenici și Țarcu), prezintă repartitia cantităților căzute pe intervale de 6 ore. S-a observat că perioada cu precipitații a fost marcată de

prezența a 4 subintervale distincte separate de scurte perioade de pauză: primul subinterval 14-16.04, al doilea 17-19.04, cel de-al treilea 21-22.04 și al patrulea 26-28.04.

Cele mai mari cantități de precipitații la toate cele 5 stații meteorologice s-au înregistrat în perioada 17-19.04 și au generat unda principală de viitură. Astfel în acest subinterval la Lugoj s-au însumat 73,4 mm, la Caransebeș 88,8 mm, la Reșița 99,6 mm iar la Semenic 61,6 mm. Cantități ceva mai mici s-au măsurat la Țarcu (26,8 mm) dar aici s-au suprapus peste un strat apreciabil de zăpadă.

În total în perioada 14-28.04.2005 la multe din punctele de măsurare a precipitațiilor din Banat s-au înregistrat cantități record: Oravița (221,8 mm), Turnu Ruieni (235 mm), Nădrag (256), Lugoj (202,8 mm), Lunca (222 mm), Caransebeș (197,4 mm), Reșița (199,9 mm), Receaș (166,7 mm), Fârdea (193,6 mm), Golet (165,7 mm), Vărădia (187,5 mm), Naidăș (105 mm), Timișoara (148,8 mm).

Distribuția cantităților de precipitații înregistrate în Banat în subintervalul 17-19.04, cele mai însemnate cantitativ, este reprezentată în harta din figura 4.20, iar repartitia cantităților totale de precipitații căzute în perioada viiturii (14-28.04) este redată în harta din figura 4.21.

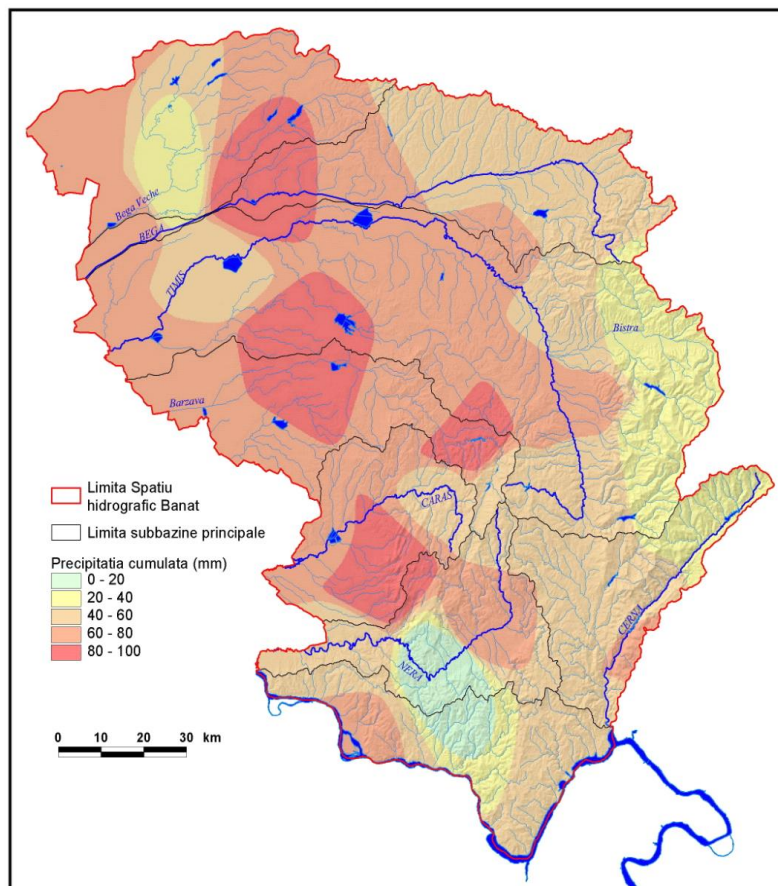


Fig. 4.20: Distribuția precipitațiilor înregistrate în Spațiul Hidrografic Banat în intervalul 17-19.04.2005

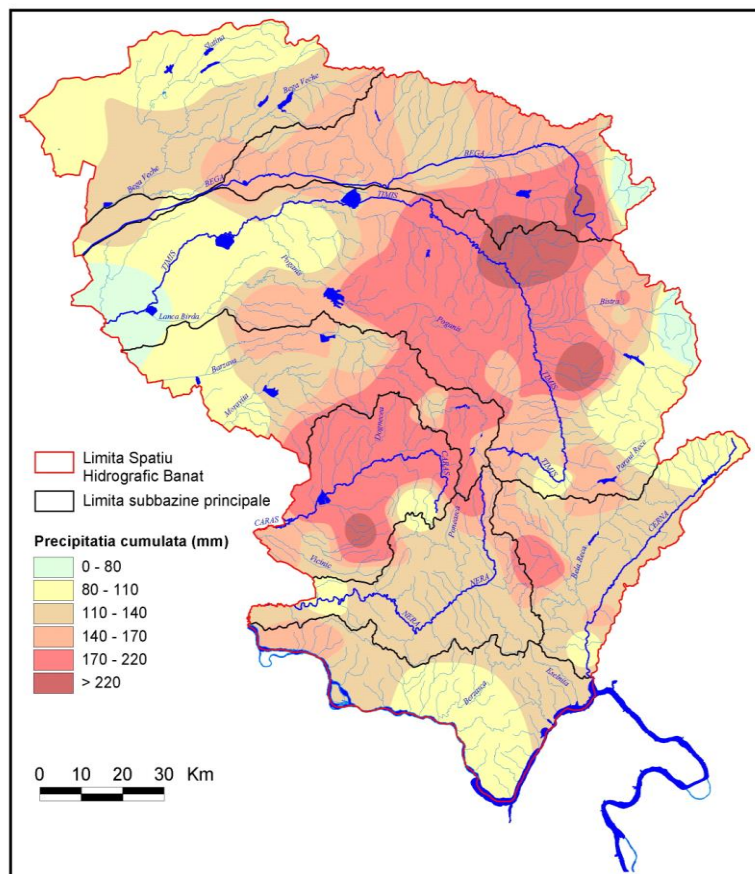


Fig. 4.21: Distribuția precipitațiilor înregistrate în Spațiul Hidrografic Banat în intervalul 14-28.04.2005

În harta din figura 4.21 se observă că valorile maxime se concentrează pe un areal ca o fâșie care se întinde de la izvoarele Begăi peste cursul mijlociu al Timișului în zona Lugoșului, până în bazinul superior al Bârzavei și cuprinde aproape tot bazinul Carașului. Această bandă relativ îngustă (30-60 km) de concentrare a precipitațiilor a traversat Banatul de la NE spre SV. Pe acest areal cantitățile de precipitații au depășit 170 mm pe durata intervalului 14-28.04.2005.

Debite maxime. Analiza viiturii s-a efectuat pe baza datelor înregistrate la stațiile hidrometrice. Pe baza observațiilor de niveluri și măsurătorilor de debit efectuate în secțiunile stațiilor hidrometrice au fost precizate cheile limnimetrice și s-au determinat valorile debitelor maxime în perioada viiturii din aprilie 2005. Analiza datelor privind debitele maxime (tabelul 4.13) înregistrate la viitura din aprilie relevă producerea unor debite de vârf excepționale din punct de vedere al încadrării lor statistice.

Tabel 4.13: Debitelile maxime înregistrate la viitura din aprilie 2005 la stațiile hidrometrice din bazinul hidrografic al râului Timiș

Nr. Crt.	Râul	Stația hidrometrică	Bazin de recepție		Q max. Aprilie 2005 m ³ /s
			Suprafața (km ²)	Altitudinea (m)	
BAZINUL TIMIȘ					
1.	Timiș	Teregova	167	901	65.7
2.	Rece	Rusca	163	1184	96
3.	Feneș (Râul Alb)	Feneș	125	973	75.6
4.	Timiș	Sadova	560	936	275
5.	Goleț	Goleț	41	751	16.9
6.	Sebeș	Turnu Ruieni	124	819	72.6
7.	Timiș	Caransebeș	1072	765	424
8.	Bistra	Bucova	64	1236	17
9.	Bistra	Voislova Bucovei	233	892	69.6
10.	Rusca	Voislova	183	761	80
11.	Bistra Mărului	Poiana Mărului	88	1442	41.4
12.	Șucu	Poiana Mărului	79	1430	39
13.	Bistra	Obreja	863	880	290
14.	Nădrag	Nădrag	35	742	21.5
15.	Timiș	Lugoj	2827	666	1135
16.	Canal alimentare Timiș-Bega	Coștei	-	-	32.5
17.	Timișana	Racovița	320	176	75.6
18.	Șurgani	Chevereș	165	141	40
19.	Timiș	Brod	3607	569	1290
20.	Pogăniș	Ohabita	17	467	14
21.	Pogăniș	Brebu	97	386	59
22.	Tău	Soceni	15	375	13.7
23.	Pogăniș	Valeapai	406	295	85
24.	Timiș	Șag	4493 (6117)*	477	1083
25.	Timiș	Grăniceri	5248 (6872)*	415	920

În tabelul 4.14 sunt prezentate valorile debitelor maxime și probabilitățile de depășire corespunzătoare acestor debite pentru cele mai importante stații hidrometrice de pe Bega și Timiș.

Tabelul 4.14: Probabilitățile de depășire corespunzătoare debitelor maxime înregistrate la viitura din aprilie 2005 la stațiile hidrometrice de bază de pe Timiș

Nr. crt.	Râul	Stația hidrometrică	Bazin de recepție		Q max. aprilie 2005 m ³ /s	Probabilitatea de depășire (%)
			Suprafața (km ²)	Altitudinea (m)		
BAZINUL BEGA						
1.	Bega	Făget	483	470	164	2
2.	Bega	Baliuț	1002	335	252	1
3.	Bega	Chizătău	1740	278	346	1
BAZINUL TIMIȘ						
4.	Timiș	Sadova	560	936	275	5
5.	Timiș	Caransebeș	1072	765	424	4
6.	Timiș	Lugoj	2827	666	1135	2
7.	Timiș	Șag	4493 (6117)*	477	1083	4
8.	Timiș	Grăniceri	5248 (6872)*	415	920	5

Notă: *Inclusiv suprafața bazinului Bega amonte de derivația Topolovăț

Se observă că pentru râul Bega de exemplu debitele de vârf ale viiturii din aprilie corespund probabilității de 1 % la stațiile Baliuț (252 m³/s) și Chizătău (346 m³/s) și 2% la Făget (164 m³/s).

Pentru râul Timiș cele mai mari debite s-au înregistrat pe cursul inferior. La Lugoj debitul maxim al viiturii (1135 m³/s) a avut probabilitatea de 2% iar la Șag (1083 m³/s) de 4%. După ruperea digurilor între Șag și Grăniceri debitele au scăzut astfel că la această ultima stație probabilitatea atribuită debitului maxim (920 m³/s) a fost de doar 5%.

O situație similară s-a înregistrat și pe râul Bârzava unde de asemenea cele mai mari debite și implicit cele mai mici probabilități s-au înregistrat pe cursul inferior (s.h. Partoș Q_{max} = 182 m³/s - 2%). Pentru celelalte râuri probabilitățile corespunzătoare debitelor de vârf ale viiturii din aprilie 2005 s-au situat între 3%-10% majoritatea oscilând între 4%-5%.

Din analiza debitelor de vârf și a valorilor statistice ce pot fi atribuite acestora se observă că viitura a avut caracter de viitură excepțională mai ales în bazinele Timiș - Bega și Caraș. La viitura din aprilie pe canalul Bega debitul maxim a fost 38 m³/s la stația hidrometrică Remetea în timp ce la stația Chizătău din amonte de derivația amintită s-au înregistrat 346 m³/s.

Despre bazinele Timiș și Bega se poate vorbi ca despre un singur bazin întrucât la ape mari cele două bazine sunt unite prin derivația de la Topolovăț care transferă debitele din Bega în Timiș. În aval de această derivație Bega a fost regularizată și transformată în canal. Pe acest canal sunt dirijate doar într-o mică măsură debitele din amonte de derivație la care se adaugă aportul restului de bazin aferent canalului Bega.

Unda de viitură din bazinul Timiș - Bega. Unda de viitură a fost generată de precipitațiile abundente căzute în perioada 14-28.04 în care nucleul principal l-au constituit cantitățile din intervalul 17-19.04.

Aceste precipitații, la care s-a adăugat și aportul provenit din topirea zăpezilor, au produs în bazinul Timiș o undă de viitură compusă în care se remarcă un vârf principal generat de ploile din intervalul 17-19.04 și alte vârfuri secundare care au precedat sau au urmat vârfului principal (figurile 4.22, 4.23, 4.24).

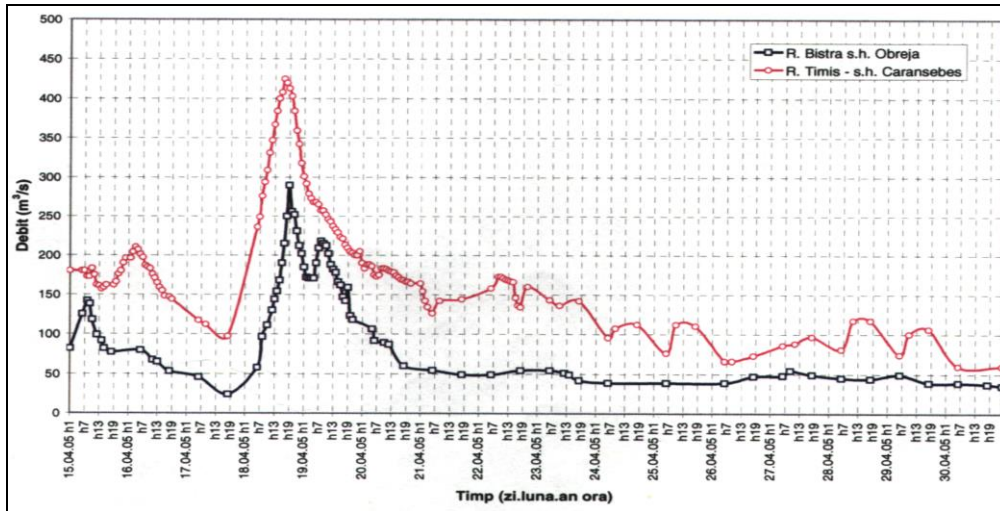


Fig. 4.22: Viitura din aprilie 2005 - B.h. Timiș-Bega - s.h. Obreja și Caransebeș

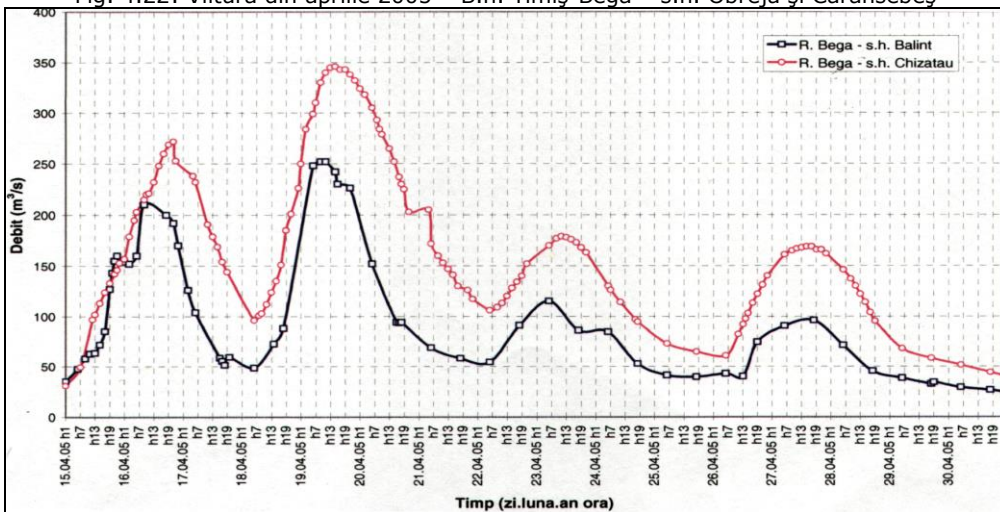


Fig. 4.23: Viitura din aprilie 2005 - B.h. Timiș-Bega - s.h. Balint și Chizătău

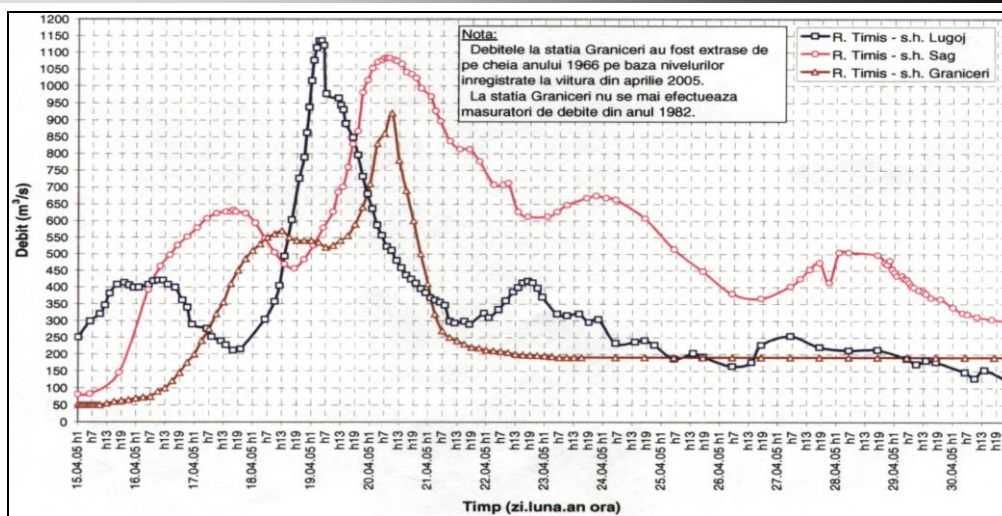


Fig. 4.24: Viitura din aprilie 2005 – B.h. Timiș-Bega – s.h. Lugoj, Șag și Grăniceri

La calculul elementelor unde de viitură s-a luat în considerare numai volumul scurs ca urmare a precipitațiilor din intervalul 14-28.04 întrucât după această dată ploile au încetat pentru o scurtă perioadă, reîncepând după data de 01.05.

Viitura analizată pentru râul Timiș s-a desfășurat în intervalul 15.04-02.05 în care volumul scurs a provenit din precipitațiile căzute în perioada 14-28.04. În total viitura a durat 18 zile, fiind o viitură compusă, cu mai multe vârfuri.

Stațiile hidrometrice la care s-a efectuat analiza debitelor și volumelor scurse pentru intervalul menționat, au fost stațiile de bază de pe cursul inferior al Timișului: Lugoj, Șag, Grăniceri. Stațiile Șag și Grăniceri includ și aportul bazinului Bega din amonte de derivația Topolovăț.

Analiza pe bazin a scurgerii maxime având ca puncte de control secțiunile stațiilor hidrometrice amintite s-a desfășurat conform următoarei metodologii: s-au determinat pentru fiecare stație hidrometrică valorile medii pe bazin ale precipitațiilor căzute (h_p) și apa provenită din topirea zăpezii (h_z) în perioada 14-28.04. Stratul provenit din precipitațiile lichide (h_p) a fost calculat pe baza hărții cu izohiete trasată pentru bazinul Timiș - Bega.

Tabelul 4.15: Analiza scurgerii în bazinul Timiș - Bega în perioada viiturii din aprilie 2005

Râul	Secțiune	F (km ²)	Q _{max} (m ³ /s)	W _s (10 ³ m ³)	W _t (10 ⁶ m ³)	h _s (mm)	h _p (mm)	h _z (mm)	h _{p+z} (mm)	α
Timiș	Lugoj	2827	1135*	350* 372**	450* 472**	131	155	11,2	166	0,79
Timiș	Șag	6117	1083*	598* 715**	796* 913**	117	166	5,2	171	0,68
Timiș	Grăniceri	6872	920*	296* 747**	486* 937**	109	158	4,6	163	0,67

Notă: * - valori înregistrate

** - valori reconstituite prin adăugarea volumelor stocate în acumulările permanente și nepermanente precum și a celor pierdute prin ruperea digurilor

Izohietele au fost trasate pe baza datelor privind cantitățile de precipitații totale căzute în intervalul 14-28.04 provenite de la toate punctele de măsură din bazinul Timiș (stații meteorologice, posturi pluviometrice, stații hidrometrice). Valorile straturilor de precipitații totale căzute (h_p) au fost calculate distinct pentru cele 3 stații hidrometrice menționate și sunt înscrise în tabelul 4.15.

În final au fost calculate straturile totale (h_{p+z}) provenite din ploaie și topirea zăpezii.

- S-au calculat valorile volumelor scurse la viitură (W_s) și volumele totale (W_t) precum și straturile scurse (h_s).
- S-au calculat coeficienții de scurgere (α) medii pe bazinele aferente stațiilor hidrometrice ca raport între h_s și h_{p+z} .

Rezultatele calculelor efectuate sunt înscrise în tabelul 4.15. Analizând datele din tabel se pot desprinde următoarele concluzii:

- În arealul bazinelor Timiș și Bega, care datorită legăturilor prin derivația de la Topolovăț pot fi considerate un singur bazin Timiș-Bega, viitura din aprilie 2005 a avut caracterul unei viituri excepționale.
- Cantitatea totală de precipitații provenită din ploi și topirea zăpezii a însumat în secțiunea de graniță circa 1120 milioane m^3 rezultând un strat mediu de 163 mm (tabel 4.15).
- Debitul de vârf înregistrat în aprilie 2005 au fost comparabile cu cele ale viiturii din 1966 și 2000. Ele au fost atenuate de reținerea unor volume în acumulări și de deversarea și ruperea digurilor.
- Volumele scurse au fost și ele influențate de reținerea în acumulările permanente și nepermanente (poldere) a unei părți din ele (131 milioane m^3) dar mai ales de pierderea unui volum de circa 320 milioane m^3 prin breșele din dig în zona Crai Nou. Volumele scurse (W_s) și volumele totale (W_t) sunt prezentate atât prin valorile înregistrate cât și prin cele reconstituite obținute prin adăugarea volumelor stocate cât și a celor pierdute (tabel 4.15).

Volumele scurse sunt impresionante. În secțiunea de frontieră volumul scurs (W_s) a fost de circa 747 milioane m^3 , iar volumul total (W_t) de circa 937 milioane m^3 depășind din acest punct de vedere toate viiturile anterioare măsurate hidrometric, inclusiv pe cea din 1912.

- Coeficienții de scurgere (α) au fost deosebit de mari pentru o viitură într-un bazin de dimensiunile bazinului Timiș - Bega.

La toate cele trei secțiuni de calcul coeficienții de scurgere calculați au avut valori între 0,67 și 0,79.

- Volumele considerabile scurse prin albia Timișului la viitura din aprilie 2005 dau nota caracteristică acestei viituri care poate fi definită ca o viitură excepțională din punct de vedere al volumului scurs. Debitul de vârf s-au încadrat în limitele primelor valori din șirul cronologic al debitelor maxime, fără a fi cele mai mari din acest șir, fiind influențate de acumulările existente în bazin.

Din punct de vedere al volumului scurs, viitura din aprilie de pe Timiș, care a durat 18 zile, a avut o probabilitate de depășire de aproximativ 0,1%, adică de o dată la 1000 ani, ceea ce exprimă cel mai bine caracteristica acestei viituri.

Analizând caracteristicile viiturilor „istorice” care s-au manifestat în spațiul hidrografic Banat și compartimentându-le cu cele ale viiturii din aprilie 2005 se pot desprinde următoarele concluzii:

- ❖ Toate viiturile semnificative s-au produs în perioada de primăvară - vară (aprilie-iulie) fiind generate în principal de ploi abundente și într-o mai mică măsură de aportul rezultat din topirea zăpezii (excepție viitura din aprilie 2000);

- ❖ Repartizarea precipitațiilor arata o concentrare a acestora în zona montană și cea colinară, înregistrând valori mai mici în zona de câmpie din apropierea graniței. Cantitățile de precipitații scad de la est la vest din zona înaltă către cea joasă;
- ❖ Cele mai mari cantități de precipitații s-au înregistrat în aprilie 2005 când pe întreg spațiul hidrografic al Banatului au însumat un volum total de 2430 mil. m³ depășind viiturile din 1966 și 2000. Stratul mediu (h_p) rezultat din repartitia acestui volum imens de precipitații la suprafața Banatului a fost de 141 mm. Pentru bazinul Timiș - Bega cantitatea totală de precipitații căzute a fost de cca. 1120 mil. m³ iar stratul mediu $h_p=163$ mm în secțiunea de frontieră;
- ❖ Debiturile de vârf cele mai mari s-au înregistrat la viitura din 1912 în timp ce în aprilie 2005 debiturile maxime au fost comparabile cu cele ale viiturilor din 1966 și 2000 (tabel 4.16);
- ❖ La toate viiturile debiturile de vârf au fost influențate de ruperea digurilor și retenția unor volume de apă în acumulările permanente și nepermanente. Debiturile din 1912 și 1966 au fost influențate doar din ruperea digurilor întrucât nu existau acumulări. Deci toate debiturile maxime ale viiturilor respective se referă la valori influențate de amenajările hidrotehnice existente la data respectivă;
- ❖ Viitura din aprilie 2005 a fost pluriindică în timp ce viiturile din 1912, 1966 și 2000 au fost monoundice;

Tabelul 4.16: Niveluri, debite maxime și volume la viiturile istorice înregistrate hidrometric pe râul Timiș

Stația hidrometrică	Anul	H „0 miră” (cm)	Q max (m ³ /s)	W _s 10 ⁶ m ³	W _t 10 ⁶ m ³
Lugoj	1912	614	1560	–	–
	1966	450	1100	72	169
	2000	514	1242	144	218
	2005	482	1135	350	450
Șag	1912	684	1600	–	–
	1966	622	1200	137	198
	2000	592	1080	189	284
	2005	602	1083	598	796
Cjavoș (Grăniceri)	1966	1021	1165	72	180
	2000	1110	1048	–	–
	2005	1043	920	296	486

Notă: Datele prezentate se referă la valori înregistrate, care au fost influențate de amenajările hidrotehnice existente la data respectivă în bazinul Timiș-Bega și de pierderile datorate ruperii digurilor.

- ❖ Volumele scurse (W_s) și volumele totale (W_t) la viitura din 2005 au fost cele mai mari tranzitate vreodată pe cursurile de apă din Banat, depășite poate doar de viitura din 1859 despre care însă nu se cunosc date certe din punct de vedere hidrometric. Sincronizarea celor mai mari viituri (1912, 1966, 2000, 2005) la una din stațiile de baza de pe râul Timiș (s.h. Șag) oferă cea mai elocventă dovadă în acest sens (fig. 4.25).

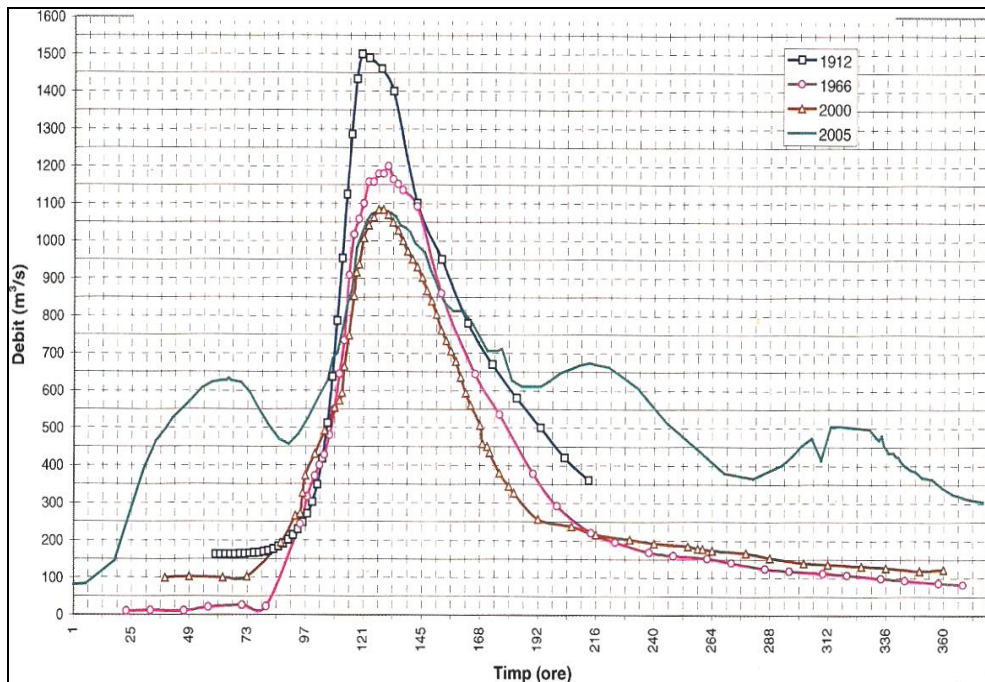


Fig. 4.25: Sincronizarea celor mai mari viituri înregistrate la S.h. Șag de pe Timiș

O situație comparativă a volumelor scurse la viiturile din 1966, 2000 și 2005 este prezentată în tabelul 4.17. Se observă ca de exemplu la stația Șag volumul scurs în aprilie 2005 este de peste 3 ori mai mare decât cel de la viitura din anul 2000.

- ❖ Volumul scurs în secțiunile stațiilor hidrometrice de închidere (de frontieră) în aprilie 2005 din bazinele Timiș-Bega, Bârzava și Caraș, cele în care viitura a avut cele mai mari proporții, a fost reconstituit prin adăugarea volumelor stocate în acumulări și cele pierdute prin breșele din diguri. Pentru bazinul Timiș-Bega W_s reconstituit a fost apreciat la 747 mil. m^3 iar W_t la 937 mil. m^3 ;
- ❖ În aceste circumstanțe coeficienții de scurgere au fost și ei deosebit de mari 0,82 - 0,63;
- ❖ Ruperea sau deversarea digurilor este un fenomen frecvent și s-a produs la toate viiturile istorice semnalate. Acțiunea distructivă a apei asupra digurilor se produce de obicei din zona orașului Lugoj către aval. La viitura din 1912 orașul Lugoj a fost inundat;
- ❖ Ruperea digurilor și inundarea unor mari suprafețe de teren s-a produs și la viitura din aprilie 2005. Breșele principale s-au localizat în digul mal drept în aval de Crai Nou pentru cursul râului Timiș. Volumele pierdute prin aceste breșe și prin alte deversări de mai mică importanță a fost apreciat la circa 320 mil. m^3 . Suprafața inundată de apa revărsată prin aceste breșe - așa numita "mare a Banatului" - a fost evaluată la cca. 21.200 hectare din care 17.500 în România și 3.700 în Serbia;
- ❖ Volumul stocat în acumulările permanente și nepermanente în timpul viiturii din aprilie 2005 a fost de 131 mil. m^3 pentru bazinul Timiș-Bega, calculat pentru secțiunea de închidere de la frontieră. În tabelul nr. 4.17 sunt

prezentate volumele stocate în acumulările permanente și nepermanente pentru fiecare stație hidrometrică din cele 3 analizate (Lugoj, Șag, Grăniceri). Aceste volume au intrat în calculele de reconstituire a volumelor scurse și totale din secțiunile stațiilor hidrometrice analizate.

Tabelul 4.17: Volumele stocate în acumulările permanente și nepermanente în perioada viiturii din aprilie 2005

Stația hidrometrică influențată	Acumulări permanente		Acumulări nepermanente	
	Denumirea	W stocat (10 ⁶ m ³)	Denumirea	W stocat (10 ⁶ m ³)
BAZINUL TIMIȘ - BEGA				
Lugoj	Trei Ape	0,32		
	Poiana Mărului	22		
	Total	22,3		
Șag	Trei Ape	0,32	Hitiș	5
	Poiana Mărului	22	Pădureni	20
	Surduc	13,4	Cadar-Duboz	46
			Cernabora	2,8
			Herendești	1,4
			Hodoș	0,8
			Repaș	1,5
			Silagiu	1,1
			Salcia	1,27
			Coșari I	0,25
			Coșari II	1,5
	Total	35,7		81,6
Total general 35,7 + 81,6 = 117,3				
Graniceri	idem ca mai sus	35,7	idem ca mai sus	81,6
			Gad	13,75
			Total	95,3
Total general 35,7 + 95,3 = 131				

Notă: Volumele stocate în acumulări au fost preluate din datele de la Administrația Națională "Apele Române".

- ❖ La ultimele viituri (1966, 2002, 2005) cele mai mari breșe în diguri s-au produs pe sectorul Cebza - frontieră având ca efect inundarea a mii de hectare de teren agricol și a localităților din zonă. Situația zonelor inundate la viiturile majore din ultimele 2 secole este prezentată în harta din figura 4.26.

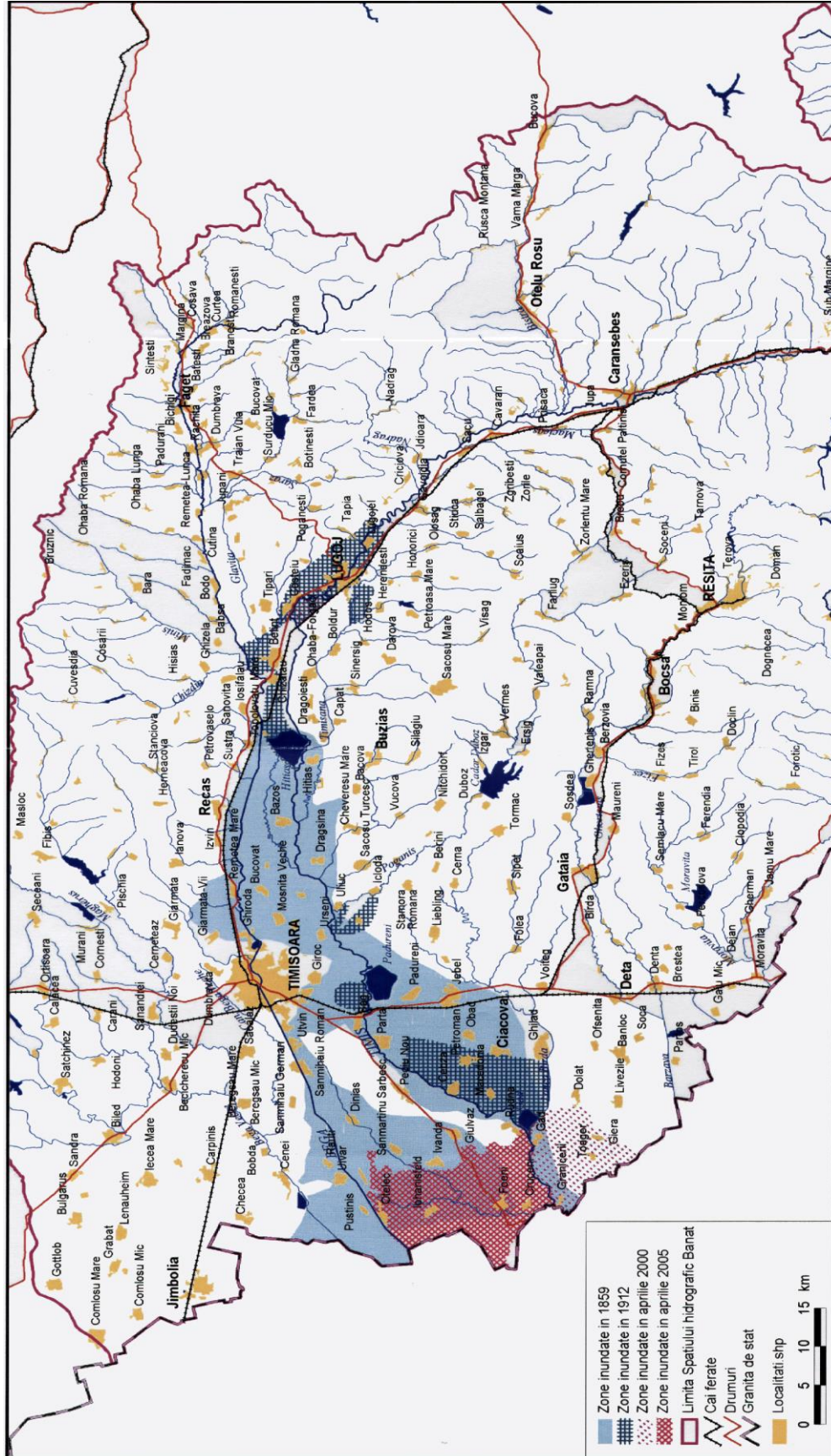


Fig. 4.26: Zone inundate în lungul râului Timiș în timpul viiturilor importante din Banat

De menționat în acest context că primele lucrări de amenajare hidrotehnică în bazinele Timiș și Bega au început încă din sectorul al XVIII-lea și s-au dezvoltat continuu până astăzi când sectoarele inferioare ale acestor râuri sunt complet îndiguite. S-a realizat dubla derivație Timiș-Bega (Coștei) și Bega-Timiș (Topolovăț) care face ca la viituri debitele și volumele excedentare din Bega să fie preluate de Timiș. S-au realizat de asemenea un număr de acumulări permanente (Surduc, Trei Ape, Poiana Mărului) și nepermanente (Hitias, Cadar-Duboz, Pădureni, Gad) cu rol în combaterea inundațiilor.

Cu toată această amenajare complexă a bazinului Timiș-Bega la fiecare viitură majoră digurile au fost deversate sau rupte apa inundând mari suprafețe de teren. Situația descrisă impune o reevaluare a măsurilor necesare pentru protecția împotriva inundațiilor în bazinele râurilor Timiș și Bega dar și în celelalte bazine hidrografice, în special în bazinele Bârzava și Caraș [2005, *Raport privind viitura din aprilie 2005 în Spațiul Hidrografic Banat*].

4.2.6. Inundațiile din 2006

În luna aprilie s-a produs o viitură monoundică ale căror valori de debite au condus pe alocuri la depășirea cotelor de apărare – mergând până la depășirea cotelor de inundație și a fazei a treia de apărare în anumite secțiuni.

În cea de-a doua decadă a lunii aprilie am asistat din nou la producerea unor cantități de precipitații care în dimineața zilei de 12 aprilie au valori reduse în Masivul Poiana Ruscă (3-6 mm), dar care în restul teritoriului au oscilat între 10,4 mm la Cebza până la 28,6 mm la Gătaia. Ploaia a continuat în tot cursul zilei de 12 aprilie, astfel că până la sfârșitul zilei s-au înregistrat cantități reduse în bazinul Bega Veche și din nou pe Masivul Poiana Ruscă (4-9 mm); predominant însă cantitățile de apă au oscilat între 10 și 20 mm; excepție a făcut zona Gătaia – unde cantitatea de apă rezultată din precipitații a fost 27,8 mm. În cursul nopții fenomenul s-a diminuat în intensitate, astfel că în dimineața zilei de 13 aprilie cantitățile de apă au oscilat între 1 și 4 mm – cu excepția zonei Făget – Surduc – unde cantitatea de apă a fost de cca. 15 mm.

Se impune să menționăm ca procentual din totalul lunar, aceste valori de precipitații au reprezentat 44% până la 62% pe cea mai mare parte a teritoriului (izolat în bazinul mijlociu al Begăi 71-73%), dar și faptul că în partea de sud și sud-vest a teritoriului aceste valori au oscilat în jurul valorii de 70%.

Menționăm de asemenea că, luna aprilie a acestui an a fost una în care distribuția cantităților de precipitații a înregistrat valori care în cea mai mare parte a teritoriului au depășit media multianuală – în sudul Banatului fiind de două ori mai mari, dar și sub valorile medii multianuale (Surduc coeficient modul 0,81). În general, valorile coeficientului modul au oscilat între 1,11 și 1,52.

Caracterul precipitațiilor și cantitățile de apă înregistrate au condus la formarea unei viituri monoundice pe cea mai mare parte a cursurilor de apă, viitură ce a avut ca efect depășirea cotelor de apărare. Evoluția nivelurilor maxime pentru râul Timiș este prezentată comparativ cu nivelurile maxime ale viiturilor din aprilie 2000 și respectiv 2005 (tabelul nr. 4.18).

Tabel 4.18: Niveluri maxime aprilie 2000, 2005 și 2006. Depășiri ale cotelor de apărare în 2006

Nr. crt.	Stația hidrometrică	Râul	H max 2000	H max 2005	H max 2006	Depășiri (cm)
1.	Lugoj	Timiș	514	482	335	+85 F II
2.	Coștei	Canal alimentare Timiș-Bega	121	118	82	-
3.	Racovița	Timișana	756	779	662	+12 F II
4.	Chevereș	Șurgani	340	412	320	-
5.	Brod	Timiș	568	580	430	+80 F I
6.	Șag	Timiș	592	602	492	+42 F II
7.	Grăniceri	Timiș	1052	1080 *	972	+72 F III

Notă: * Ultimul nivel înregistrat înainte de ruperea digului

Se constată că valorile maxime din aprilie 2006 au fost mai mici decât cele din anii precedenți (fig. 4.27). S-au produs depășiri ale cotelor de apărare care au fost cuprinse între +80 cm peste cota de atenție (la stația hidrometrică Brod) și au ajuns la +72 cm peste faza a treia de apărare (la stația hidrometrică Grăniceri – unde se face resimțită influența remuu-ului de pe teritoriul sârbesc). Trebuie să menționăm că au existat cursuri de apă pe care nu s-a înregistrat depășirea cotelor de apărare (spre exemplu: Bega la stația hidrometrică Luncani, râul Șurgani la stația hidrometrică Chevereș ș.a.).

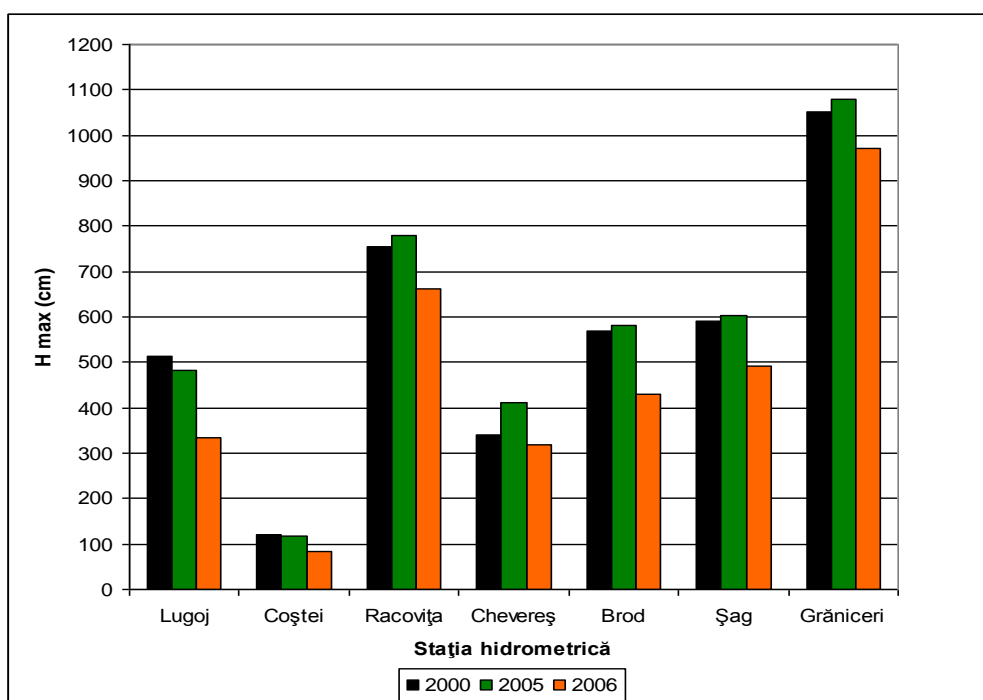


Fig. 4.27: Nivelurile maxime înregistrate (cm) la stațiile hidrometrice de pe Timiș și afluenți la viiturile din anii 2000, 2005 și 2006

Se impune să subliniem faptul că viitura a avut valori foarte apropiate de caracteristicile unei viituri medii, de exemplu, durata viituri a avut 108 ore la stația hidrometrică Chizătău – valoarea egală cu durata medie la aceasta stație hidrometrică sau 156 de ore la stația hidrometrică Șag (față de durata medie de 165 de ore).

Efectuând o analiză a valorilor înregistrate la viitura din aprilie 2006 și primul vârf înregistrat la viitura din aprilie 2005, constatăm că valorile sunt asemănătoare – excepție face doar nivelul înregistrat la stația hidrometrică Grăniceri (fig. 4.28) – ceea ce ne întărește convingerea ca fenomenul la care am asistat în aprilie 2005 a avut caracteristici deosebite și poate fi inclus în fenomene cu probabilitate rară de producere.

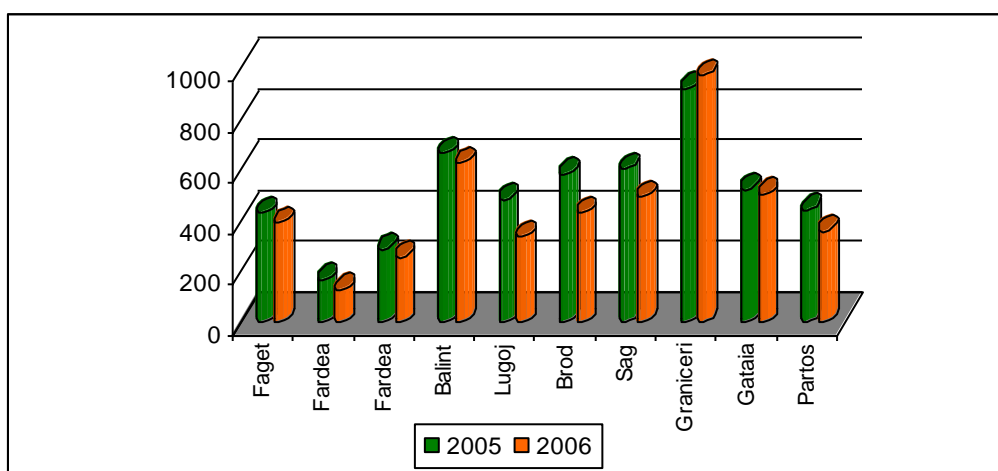


Fig. 4.28: Analiza comparativă a valorilor nivelurilor înregistrate la prima viitură din aprilie 2005 și viitura din aprilie 2006 pe râurile Bega și Timiș

Situația acumulărilor permanente și nepermanente din perioada analizată a fost următoarea:

Tabel 4.19: Niveluri maxime, cote, volume și niveluri normale de retenție ale acumulărilor permanente și nepermanente în 2006.

Nr. crt.	Acumulare - data	Nivel maxim	Cota (mdM)	Volum (mil. mc)	NNR
1.	Salcia 13.04.	580	131,80	0,501	129,00
2.	Silagiu 13.04.	550	127,95	0,317	-
3.	Cadar-Duboz 22.04.	923	124,23	24,755	-
4.	Pădureni 14.04.	103	85,53	0,600	-
5.	Gad 15.04.	344	81,09	15,000	-
6.	Știuca 13.04.	720	161,70	0,638	-
7.	Herendești 13.04.	580	141,20	0,365	-

La Pădureni deversarea în polder a început în 14.04.2006 la ora 08⁰⁰ iar maximul a fost atins la ora 14⁰⁰ cu 12 cm lama deversantă. La Gad deversarea în polder a început în 14.04.2006 iar maximul a fost atins la ora 21.00 cu 60 cm lama deversantă.

În ceea ce privește măsurile operative de contracarare a efectelor viiturii s-a trecut la acțiune încă din dimineața zilei de 14 aprilie 2006 mobilizându-se 60 de persoane puse la dispoziție de către Comitetele Locale pentru Situații de Urgență ale comunelor Giera și Toager. Pe malul stâng al Timișului, aval pod Grăniceri, pe o distanță de 1 km s-au supraînălțat toate șeile și neregularitățile punându-se aproximativ 5000 de saci cu nisip pe 2-3 rânduri. La acțiune au mai participat 10 tractoare cu remorcă. Pe malul drept, amonte pod Grăniceri s-a acționat cu 20 de oameni și 2 tractoare cu remorca punându-se saci pe 2-3 rânduri. În comuna Foeni, personalul de la D.A. Banat sprijinit de Comitetul Local pentru Situații de Urgență a încărcat 1500 de saci cu nisip care au fost puși peste rampele și neregularitățile existente pe malul drept amonte pod Grăniceri până în zona Crai Nou. Pe digul refăcut de la de la km 6+000 s-a pus folie pentru protejarea lui până la nivelul coronamentului. La acțiune au participat 20 de oameni. De la S.G.A. Timiș și de la Administrația Bazinală de Apă Banat au fost dislocați în zonă aproximativ 40 respectiv 50 de persoane pregătite pentru intervenție în caz de nevoie.

În acumularea nepermanentă Cadar-Duboz de pe râul Pogăniș au fost acumulați circa 30 milioane m³. De asemenea, în polderul Pădureni de pe râul Timiș era un milion de m³ iar în cele două compartimente ale polderului Gad erau circa 15 milioane m³.

Creșterile de debite și niveluri provocate de viitura din luna aprilie de pe Timiș au afectat următoarele construcții de apărare (tabel 4.20):

Tabel 4.20: Construcții de apărare afectate de viitură din 2006

Nr. Crt.	Denumire obiectiv	Râul	Localizare (cum s-a intervenit)	Lungime avarie
1.	Infiltrații sub parapet	Timiș	Parc Lugoj - CSA 106	400m
2.	Subtraversare obturată	Timiș	Sistem Lugoj	-
3.	Parapet beton exfoliat	Timiș	Pod beton Lugoj - CSA 105	500m
4.	Eroziuni mal drept	Timiș	Consolidare jandarmerie	-
5.	Breșă mal stâng	Timiș	Conducta de alim.apă-z. Pohalma	-
6.	Subtraversări blocate	Timiș	Zona Pohalma	-
7.	Dig erodat la baza taluz	Timiș	Îndiguire Jena	-
8.	Subtraversare astupată	Timiș	Aval pod Nădrag	-
9.	Podetș avariat	Timiș	Podetș spre Nădrag	-
10.	Eroziune mal stâng	Canal acces	Polder Pădureni - stăvilă golire Km 43+650	-
11.	Eroziune mal drept perei distrus	Canal acces	Polder Pădureni - stăvilă golire Km. 43+650	-
12.	Eroziune mal stâng	Canal evacuare	Polder Pădureni - stăvilă golire Km. 43+650	-
13.	Eroziune mal drept	Canal evacuare	Polder Pădureni - stăvilă golire Km. 43+650	-
14.	Deversare dig mal stâng, dig mal drept	Afluent Timișina	Canton Sinersig km 10+500	60 m mal drept, 30 m mal stâng

Pentru rezolvarea acestor probleme a fost alcătuită o listă cu măsuri de investiții pe termen mediu și lung:

- promovarea unor lucrări de investiții noi aflate în portofoliul de lucrări al D.A. Banat – lucrări pentru care erau deja elaborate "studiile de fezabilitate și pentru care se aveau în vedere reanalizarea și reavizarea soluțiilor de amenajare propuse, raportat și în concordanță cu evenimentele hidrologice ce au avut loc în ultima perioadă.
- propunerea de actualizare a "schemelor cadru de amenajare a bazinelor hidrografice din Spațiul Hidrografic Banat" - cu consultarea "Comitetelor de Bazin" și factorilor interesați și implicați în evenimentele recent desfășurate.
- propunerea de elaborare a unei strategii naționale de abordare a proiectării lucrărilor de apărare împotriva inundațiilor - în corelare cu noua hidrologie modificată a cărei modificare o observăm manifestându-se din ce în ce mai pregnant în ultimii ani.

Lucrările de investiții ce au fost propuse a se efectua în urma inundațiilor din luna aprilie a anului 2006 sunt:

Tabel 4.21: Lucrări de investiții propuse în urma inundațiilor din 2006

Nr. crt.	Denumirea investiției	Valoarea estimată (mii lei RON)	Capacități
1.	Amenajare râu Pogăniș și afluenți pe sectorul Brebu-confluență cu Timiș	8200	refacere îndiguiiri 5,5 km supraînălțări dig 25 km consolidări mal 8000m
2.	Protecții de mal și dig, decolmatări pe Timiș și afluenți în zonele Lugoș, Jena, Jdioara	2500	protecții mal 600 m protecții dig 800 m dig dirijare 500 m decolmatare 11000 m ³
3.	Protecții de mal r. Bega zona Sintești -Temerești	1500	protecții mal 1000 m
4.	Reprofilare albie Saraz și afluenți	2400	decolmatare 0,6 km
5.	Reprofilare pârau Gherteamoș	2000	decolmatare 3 km
6.	Reprofilare pârau Știuca	1600	decolmatare 2,5 km

Inundațiile din anul 2006 au fost ultimele inundații de anvergură pe Timiș până în prezent. Au mai fost atinse faze I și a II-a de apărare în anii 2007, 2008 și 2009 la diferite stații hidrometrice fără a se produce deversarea și fără a fi produse pagube materiale [Arhiva A.B.A. Banat].

4.3. Infrastructura existentă de apărare împotriva inundațiilor

La baza apărării stă un complex de factori, care prin aplicarea lor asigură zonelor apărate un grad mai ridicat sau mai redus de siguranță împotriva inundațiilor. Factorii respectivi se aplică succesiv începând cu conceperea ansamblului de construcții pentru apărare și sfârșind cu apărarea acestora prin executarea lucrărilor de intervenții pe timpul apelor mari, prin care se împiedică deteriorarea sau chiar distrugerea lor din cauza viiturilor.

În Spațiul Hidrografic Banat, pe râul Timiș, putem identifica următoarele lucrări de apărare împotriva inundațiilor:

- Diguri
- Noduri hidrotehnice
- Baraje (praguri deversoare)
- Acumulări laterale (poldere)
- Sisteme de desecare

4.3.1. Diguri

Ca să corespundă scopului, lucrarea principală de apărare, digul, trebuie să fie corespunzător amplasată, să i se aleagă o fundație și un pământ de execuție cât mai bun, să se prevadă o secțiune cât mai adecvată pentru a se asigura stabilitatea digului față de presiunea apelor mari, ținând cont de nivelul și durata viiturilor și de natura pământului ce se va pune în dig.

În cazul în care nu se pot găsi condițiile cele mai bune pentru amplasarea și fundare sau pământul nu este cel mai corespunzător pentru executarea unei astfel de lucrări, proiectantul trebuie să dimensioneze de așa natură digul încât să reziste solicitărilor și să indice punctele sau zonele mai slabe și ce măsuri speciale trebuie luate pe timpul apelor mari în acele zone.



Fig. 4.29: Dig mal stâng Cebza pe râul Timiș

Documentația tehnică trebuie să prevadă lucrările de protejare a taluzurilor împotriva bătăilor de valuri (perdele de protecție), de consolidare a taluzurilor, precum și construcțiile anexe necesare unei bune exploatare a lucrărilor de îndiguire (rampe de traversare, mire hidrotehnice determinate și de sector, bariere, borne kilometrice și hectometrice, reperi nivelitici, drumuri de acces etc.). De asemenea trebuie prevăzute centre gospodărești ca sedii de sistem, secții și cantoane necesare pentru depozitarea materialelor, uneltelor și mijloacelor de apărare, local pentru conducerea operativă a apărării asigurându-se condiții de muncă (birou) și de trai (cazare) personalului care contribuie la apărare. Având în vedere distanțele mari între cantoane (5-10 km) este absolut necesar să se prevadă și mijloace de comunicații.

Cu ocazia proiectării sistemelor de desecare se va urmări ca digurile și fundația acestora să fie străpunse de cât mai puține conducte de descărcare, care constituie puncte critice pe timpul viiturilor. Acolo unde sunt obligatorii, la punctele traversărilor trebuie luate toate măsurile de siguranță împotriva infiltrațiilor pe lângă conductă și a tasărilor, de închidere a conductelor etc.

O lucrare de apărare (dig sau baraj), cu toate că este bine proiectată sub aspectul amplasării și dimensionării nu va da rezultate dacă la executarea ei nu se va respecta procesul tehnologic prescris pentru astfel de lucrări. O atenție deosebită trebuie acordată etapelor executării digului și mod deosebit când se fac supraînălțări.



Fig. 4.30: Consolidare și supraînălțare de dig la Cebza, râul Timiș (foto: Cătălin Aldescu)

Executarea oricărei tăieturi în dig și în special astuparea breșelor, care se execută de cele mai multe ori în condiții grele, trebuie făcută cu respectarea măsurilor tehnice specifice unor astfel de lucrări. La traversarea privalelor sau brațelor moarte, se vor face sondaje și se va îndepărta stratul de nămol înainte de a se pune pământ sănătos, asigurându-se totodată banchetele exterioare și interioare, corespunzător adâncimii și lățimii depresiunilor respective.

Pe porțiunile unde digurile trebuie să fie executate prin pădure, odată cu defrișarea amprizei și a zonelor gropilor de împrumut, trebuie să se defrișeze și să se lase complet libere și suprafețele rezervate zonelor de protecție. O atenție deosebită trebuie acordată de asemenea executării construcțiilor hidrotehnice propuse a se construi în corpul digului sau pe sub dig și a celor din apropierea acestuia.

În cazuri speciale când la execuție va fi nevoie să se folosească pământ mai puțin corespunzător, prea argilos sau prea nisipos, constructorul este obligat a lua măsuri corespunzătoare de protecție împotriva contractării care duce la creșterea crăpăturilor în corpul digurilor sau respectiv împotriva infiltrațiilor. Zonele respective trebuie semnalate și înscrise precis în cartea construcției. Nerespectarea celor menționate mai sus duce la realizarea unor lucrări de proastă calitate, ceea ce face ca siguranța zonelor apărate să fie redusă foarte mult și poate constitui cauze pentru producerea unor catastrofe prin ruperea digurilor.

În cazul lucrărilor de apărare împotriva inundațiilor și a ghețurilor trebuie acordată o importanță ridicată lucrărilor de întreținere și reparare. Acestea au ca

scop menținerea lucrărilor de apărare în perfectă stare de funcționare. Ele se execută în perioadele fără ape mari.

Dintre lucrările de întreținere și reparații mai importante și care au rol direct în menținerea gradului de siguranță a zonelor apărate menționăm:

- Completările de terasamente pe coronament, banchete, taluzuri și rampe, care pot fi degradate prin circulație, eroziuni de vânt, curenți de apă sau bătaii de valuri. Au drept scop menținerea digurilor și barajelor de pământ la secțiunile și cotele proiectate;
- Combaterea arbuștilor și a buruienilor și chiar a lucernei, care prin rădăcinile lor lungi afânează pământul pus în diguri sau baraje, creează goluri prin putrezirea rădăcinilor, favorizând în felul acesta infiltrațiile, producerea de scurgeri și înmuieri;
- Menținerea covorului de iarbă în perfectă stare, în vederea protejării digului împotriva eroziunilor de vânt, a curenților de apă, contra bătailor de valuri și a șiroirilor de ploaie ce se produc pe taluzuri;
- Combaterea dăunătorilor animalii (șobolani de apă, popândăi, bursuci etc.) care fac galerii în diguri, uneori străbătând întreaga secțiune și astuparea acestora. Neexecutarea la timp a acestor operațiuni poate duce la producerea scurgerilor prin corpul digurilor, uneori la înmuiere și chiar la ruperea digului;
- Întreținerea pereelor, a consolidărilor de maluri, a lucrărilor (în special a celor care traversează digurile și barajele), construcțiile auxiliare (mire hidrotehnice, bariere, borne, cantoane, linii telefonice etc.), care de asemenea servesc la apărare.

Neexecutarea la timp a lucrărilor de întreținere și reparații, înaintea de producerea viiturilor, poate constitui o cauză de dezvoltare a degradărilor existente într-un ritm mai accelerat. Spre exemplu, în mod greșit, se consideră că micile erodări de valuri, în special la digurile care au fost executate la o secțiune mai mică, nu trebuie lichidate imediat după trecerea apelor mari, spunând că nu este rentabil a le înlătura, deoarece nu se poate folosi mecanizarea sau că nu se dispune de personal de intervenție.

4.3.2. Noduri hidrotehnice

Nodul hidrotehnic Coștei face parte din sistemul de conexiune Timiș-Bega și se compune dintr-un baraj deversor cu prag lat din anrocamente în căsoaie de lemn, disipator de energie amplasat pe râul Timiș și dintr-un canal de derivație Timiș-Bega, amplasat pe malul drept amonte de baraj, prevăzut cu stăvilă cu două deschideri de 2,0 x 2,70 m acționat la început manual, iar în prezent electric, grătar și canal de acces. Lucrarea prezintă interes istoric din punct de vedere al dezvoltării construcțiilor hidrotehnice din țara noastră.

Nodul hidrotehnic Coștei a fost executat în anul 1758 în scopul derivării din Timiș în Bega a unui debit suplimentar care să asigure în condiții corespunzătoare apă pentru folosințe complexe (plutărit, navigație, alimentarea cu apă a zonei riverane inclusiv a Timișoarei, apărare împotriva inundațiilor).

I. Barajul (pragul deversor) a fost realizat din căsoaie din lemn și umplutura din piatră brută în zidărie uscată, iar pentru reducerea infiltrațiilor și fixarea pietrei brute taluzurile au fost rostuite cu mortar de ciment. Pe paramentul aval s-a executat un disipator de energie înglobat în corpul barajului, delimitat în aval de un prag de beton, executat în 1932. Acest prag a fost executat sub forma de grindă, de 1,8x1,8m în secțiune, fiind fundat pe piloți de lemn. Cu această ocazie,

partea superioară a casetelor de lemn a fost înlocuită cu grinzi de beton, iar în 1957 radiatorul disipatorului a fost dalat cu dale de beton turnat pe loc.

Taluzul amonte al barajului a fost protejat cu un strat de mortar de 2 cm grosime. Malul drept între baraj și priza canalului de alimentare este consolidat cu pereu de piatră. La baza acestui pereu s-a executat un perete de palplanșe din lemn cu rolul de a împiedica subspălările.

La canalul de derivație cu ocazia lucrărilor de reparație s-a înlocuit cămășuiala din dulapi cu beton armat, iar în fața canalului de acces amonte de stăvilă s-a executat un grătar metalic pentru a opri pătrunderea plutitorilor care ar putea periclita buna funcționare a stăvilăului. Barajul a fost avariat de mai multe ori în decursul anilor, refăcut și consolidat cu lucrări provizorii.

De asemenea, datorită erodării fundului albiei Timișului aval de baraj, talvegul a coborât cu 5 m, creându-și un nou bief și care din lipsa de lucrări de racordare a dus la subspălări și antrenări de material din corpul barajului.

Datorită acestui fapt, în timpul viiturilor din luna mai 1981 și a viiturilor ce au urmat, s-a produs ruperea pragului de beton aval de bazinul disipator pe toată lungimea sa, dislocarea dalelor din bazin și erodarea puternică a materialului din corpul barajului de la paramentul aval, punând în pericol stabilitatea întregii construcții.

La viitura produsă în perioada 20 - 23 aprilie 1998 s-a produs avarierea corpului barajului deversor, prin crearea unei breșe și prăbușirea paramentului aval până la nivelul coronamentului pe un sfert din lungimea acestuia înspre malul stâng, apărând eroziuni locale în corpul barajului (distrugeri ale zidăriei de piatră brută, dislocări ale dalelor din beton) avarieri ce s-au accentuat și la viiturile din anii 1999-2001. În perioada 1981-1985 și 1998-1999 s-au executat lucrări de reparații în vederea remedierii avariilor produse. Aceste lucrări au constat dintr-un prag deversor care s-a executat în locul grinzii distruse, un disipator de energie din beton armat aval de prag și o rizbermă din anrocamente. De asemenea s-au executat și remedieri ale barajului la breșele create, precum și dalarea cu placi de beton armat a disipatorului din corpul barajului distrus.



Fig. 4.31: Lucrări de reparație a pragului deversor Coștei

Toate lucrările de reparații efectuate de-a lungul timpului nu au fost suficiente, fapt pentru care a existat necesitatea demarării lucrărilor de „punere în siguranță a N.H. Coștei”. Investiția a fost promovată prin HG nr. 923/23.12.1998, când s-au alocat fondurile necesare pentru începerea derogatorie a execuției lucrărilor de „Punere în siguranță a N.H. Coștei”.

Barajul deversor are următoarele caracteristici:

- lungimea la coronament 130m
- lățimea coronament 10m
- înălțimea maximă 10,5 m
- cotă coronament spre amonte 111 mdMN și 110,75 mdMN spre aval

- înclinare taluz amonte 1:10 și aval 1:8



Fig. 4.32: Prag deversor Coștei

Barajul este realizat din umplutură din anrocamente 150 - 200 kg/buc și balast stabilizat cu ciment (100 kg/nr) compactat în straturi de 50 cm grosime; pe paramentul aval și amonte s-a realizat o protecție de 40 cm grosime, din zidărie de piatră brută cu mortar de ciment, executată între grinzi așezată pe un radier de beton armat.

Etanșarea este realizată cu un ecran de beton care conform studiului geologic va avea adâncimea maximă de 18,50 m. Ecranul de beton a fost realizat cu instalația Kelly.

Bazinul disipator este amplasat la piciorul barajului deversor, are lungimea de 38 m, lățimea de 125 m și este executat din beton armat. Pentru o mai bună disipare bazinul disipator tip cuvă este prevăzut cu dinți Reybrok.

Rizberma mobilă este alcătuită din blocuri de beton de 3,0x3,0x(2,0-1,0) așezate în șah. Lățimea rizbermei este de 125 m, lungimea de 27 m fiind mărginită de pereții mulați care au cota superioară de 105 mdMN. Rizberma din anrocamente are dimensiunile: lățimea 125 m, grosimea 1,5 m și lungimea de 25 m.

II. Amenajarea albiei amonte de N.H. Coștei s-a făcut prin lucrările executate care au avut ca scop asigurarea debitului tranzitat pe canalul de derivație Timiș-Bega, mărirea frontului deversant pe barajul deversor.

1. Mărirea frontului deversant amonte de baraj în zona malului stâng. În zona malului stâng ca urmare a colmatării în timp s-a format o insulă ce micșora suprafața frontului deversant al Timișului peste baraj. Pentru prevenirea colmatării în continuare a zonei mai sus menționate și pentru mărirea frontului de deversare a barajului insula a fost excavată până la cota 109,5 mdMN, pe o grosime de 3 m iar materialul excavat s-a folosit la supraînălțarea digului mal stâng și la execuția platformei necesare lucrărilor de etanșare a barajului deversor.

2. Supraînălțarea digului mal stâng a fost făcută până la cota 114,5 mdMN în zona barajului având o pantă longitudinală de 20/00. Pe o lungime de cca. 200 m între axul ecranului de etanșare și pragul de fund, versantul stâng a fost protejat cu pereu zidit din piatră rostuit cu mortar de ciment de 40 cm grosime, iar până în zona podului ce traversează râul Timiș (cca. 165 m) versantul stâng a fost înierbat.

3. Refacerea pragului de fund amonte de baraj s-a efectuat prin lucrări de refacere a pragului existent în lungime de 150 m prin realizarea de umpluturi din anrocamente și saltea din gabioane umplute cu piatră.

III. Amenajarea albiei aval de baraj-pod CF Jabăr-Baliuț este realizată prin următoarele tipuri de lucrări:

1. Lucrări de recalibrare albie imediat aval de baraj. Recalibrarea albiei aval de baraj în zona cuprinsă între rizberma din anrocamente și zona imediat amonte de

podul de lemn a fost necesară pentru obținerea unei pante de 0,048% la o deschidere de 125 m pe o lungime de cca. 348 m și racordarea secțiunii de 125 m la secțiunea albiei naturale. Pentru protecția malului drept s-au prevăzut lucrări de apărare ce constau din execuția unui pinten de rezistență din anrocamente de lățime 2 m și înălțime 1,5m ce continua cu o protecție din piatră brută de 40 cm grosime pozată pe un strat de balast de 30 cm grosime.

2. Pragul de fund s-a realizat din anrocamente, pozat pe un pat de nuiiele pe întreaga lățime a fundului albiei minore și este încastrat în malul stâng și drept până la nivelul de calcul de 5% + o garda de maxim 0,5 m.

3. Apărări de mal sunt prevăzute atât pe malul stâng cât și pe cel drept aval de rizberma din anrocamente până în aval de fostul pod de lemn. Aceste apărări de mal au fost necesare pentru a opri eroziunea accentuata a râului Timiș, fără a modifica caracteristicile acestuia. Apărările sunt alcătuite din:

- saltea de fascine de 45 cm grosime, fondată sub cota talvegului;
- pinten de rezistență din anrocamente de lățime de 2 m și înălțime 1,5m;
- protecție din anrocamente din piatră brută de 40 cm grosime pozată pe un strat drenant de balast de 30 cm grosime.

IV. Canalul de alimentare Timiș-Bega străbate Câmpia Lugojului între Nodul Hidrotehnic Coștei și confluența cu râul Bega.

Cotele terenului sunt cuprinse între 116 mdMN și 110 mdMN. Malurile au înălțimi cuprinse între 7-9 m în zona amonte de terasele de la Gruni și 2,5-5 m aval de aceasta zona. Canalul, în lungime de cca. 10 km, a fost executat pentru descărcarea debitelor din râul Timiș în râul Bega în vederea alimentării cu apă a municipiului Timișoara pe perioade secetoase (și pentru asigurarea navigației – actualmente nu mai are aceasta funcție).

1. Canalul de acces la stăvilă:

- lungime 65 m
- secțiune trapezoidală
- panta taluzuri 1:1
- lățimea 29 – 5,2 m

este cuprins între Timiș amonte de grătarul mare și zona canalului betonat la casa stăvilăului și este format din 5 tronsoane de cca. 12 m lungime fiecare cu rosturi nepătrunse pe zona radierului.



Fig. 4.33: Rizbermă anrocamente



Fig. 4.34: Canalul de acces la stăvilă



Fig. 4.35: Casa stăvilăului

2. Casa stăvilărilor. Infrastructura clădirii stăvilărilor. Amonte de casa stăvilărilor, sub aceasta și aval există un canal de derivație a apelor din Timiș în Bega. Debitul suplimentar derivat prin acest canal asigură în prezent suplimentarea debitului pentru alimentarea cu apă a orașului Timișoara.

Sub casa stăvilărilor există batardouri și stavile precum și ghidajele aferente. Suprastructura clădirii stăvilărilor este o construcție monument istoric, inclusă în patrimoniul național. A fost construită în 1758 și apoi refăcută în anul 1860

3. Echipament hidromecanic:

- piese încastrate vană – 1 buc.;
- piese încastrate batardou – 1 buc.;
- panou vană plană BxH=2,62x2 – 2 buc. (vană plană, glisantă cu etanșare directă-etanșare aval);
- mecanism de acționare vană plană – 2 buc. (timpul de realizare a cursei la acționare electrică 16 min.);
- panou batardou BxH= 5,2x2,5 – 1 buc.;
- palan manual – 2 buc.;
- pompa submersibilă de epuizment – 2 buc.;
- confecții metalice.



Fig. 4.36: Mecanism acționare stăvilărilor

4. Canalul de acces la disipator aval de casa stăvilărilor are lungimea de cca. 60 m, o secțiune trapezoidală, o pantă la taluzuri 1:1 și este format din 5 tronsoane de cca. 12 m lungime fiecare cu rosturi nepătrunse din 4 în 4 m.

Disipatorul - caracteristici :

- lungime 72 m;
- secțiune trapezoidală;
- pantă taluzuri 1:1.

Este format din 6 tronsoane de cca. 12 m lungime fiecare cu rosturi nepătrunse pe radier din 4 în 4 m; Canalul aval de disipator are lungimea de 156 m și este amplasat între disipator și aval de podul E70

- secțiune trapezoidală;
- pantă taluzuri 1:1.



Fig. 4.37: Canalul de acces la disipator

5. Priza pentru asigurarea debitului de servitute este necesară pentru asigurarea tranzitării unui debit de 0.4 m³/s aval de baraj pe Timiș în cazul în care debitul pe Timiș este prea mic. Debitul de servitute se asigură printr-o conductă Dn600, cu cămin de vane amplasat pe malul drept, aval de ecranul de etanșare; deșeurile conductei se realizează în bazinul disipator [Arhiva A.B.A. Banat].

4.3.3. Acumulări nepermanente (poldere)

Polderele sunt amenajări hidrotehnice „uscate temporar” care au menirea de a prelua și reține undele de viitură la ape mari. Denumirea este improprie, fiind o denumire „importată” din limba olandeză, unde cuvântul „polder” semnifică teren uscat, rezultat în urma procesului de îndiguire a mării și evacuare ulterioară a apelor.

Polderele se amenajează în ariile de luncă dezvoltate și cu procese de înmlăștinire evidente a solului, capabile a reține temporar volume mari de apă. Scopul principal al polderelor este acela de a feri de inundații localitățile și terenurile situate în aval. Terenul din cadrul polderelor are, de regulă, o utilizare agricolă extensivă (pășunat), dar, în numeroase situații, se utilizează și pentru culturi și fânețe naturale. Polderele se execută din pământ tasat, care, cu timpul, devine înierbat. În aval, scurgerea este controlată prin porți speciale și (sau) deversări [<http://geografie.ubbcluj.ro/Cursuri>].

4.3.3.1. Acumularea nepermanentă laterală Hitiaș este amplasată pe malul drept al râului Timiș, amonte de confluența cu canalul de descărcare Bega-Timiș. Acumularea este delimitată de râul Timiș, canalul Bega și canalul Bega –Timiș prin digurile existente, iar spre est limita acumulării este variabilă, oprindu-se pe curba de nivel 102,46 mdMB.

Acumularea are următoarele caracteristici tehnice:

I. Diguri laterale de apărare

- dig mal stâng canal de descărcare Bega-Timiș – amplasat în partea de vest și nord vest a polderului, L=5758 m, lățime coronament 4 m, înierbat;
- dig mal drept râu Timiș – amplasat în partea de sud a polderului, L=5525 m, lățime coronament 5 m, înierbat.

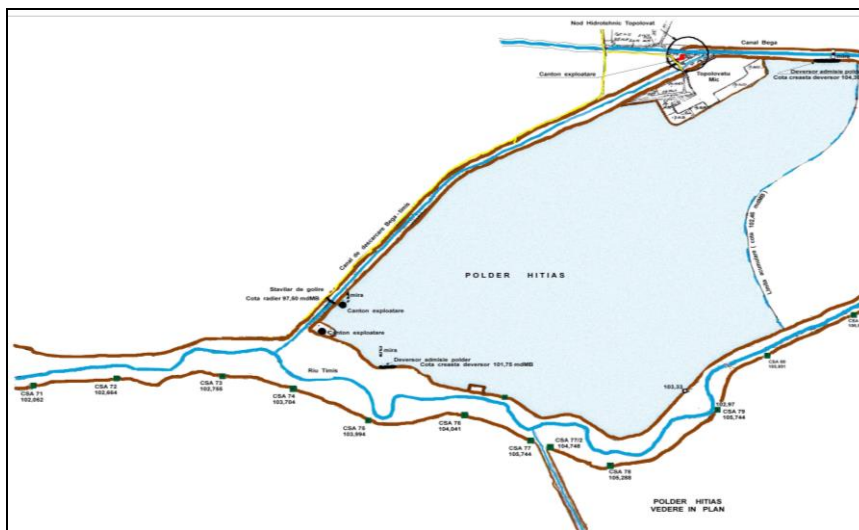


Fig. 4.38: Schemă amplasare polder Hitiaș

II. Diguri interioare incintei

- dig de apărare canton polder;

- dig de apărare al terenurilor agricole din Hitiaș – digul se racordează cu digul Timișului la km 80+075 și 80+230 (protejează o suprafață de 1,20 ha);
 - dig de apărare a intravilanului Topolovățul Mic – este amplasat în incinta acumulării, iar pentru protecție s-a prevăzut un dig de apărare care se racordează cu digul stâng al canalului de desecare la km 4+950 și cu digul stâng al râului Bega la Km 0+730.



Fig. 4.39: Dig mal stâng râu Bega



Fig. 4.40: Dig mal drept râu Timiș

Lucrarea se compune din următoarele elemente tehnice:

1. Deversorul de admisie din râul Timiș (fig. 4.41) este amplasat în digul de pe malul drept al râului Timiș, la km 79+000 – 79+300, și are o lungime 300 m, cota creastă deversor 101,75 mdMB. Deversorul de admisie intră în funcțiune când nivelul apei între digurile Timișului în dreptul deversorului atinge cota 101,75 mdMB.



Fig. 4.41: Deversor admisie din râu Timiș



Fig. 4.42: Deversor admisie din râu Bega

2. Deversorul de admisie de pe Bega (fig. 4.42) este amplasat în digul stâng al râului Bega, amonte de Nodul Hidrotehnic Topolovăț, la km 1+150 și are o lungime $L = 160$ m și cota creastă deversor 105,2 mdMB. Deversorul de admisie intră în funcțiune când nivelul apei pe Canalul Bega măsurat la mira aflată în dreptul deversorului de admisie este de 104,3 mdMB.

3. Stăvilarul de golire de pe canalul descărcător Bega-Timiș (fig. 4.43) este amplasat în digul stâng al canalului de descărcare Bega-Timiș, la km 0+570. Acesta este prevăzut cu două deschideri cu stavile de 2x3m care se manevrează manual de pe pasarela prevăzută în acest scop. Poziția normală a stăvilarului este "închis".

Evacuarea în canalul de descărcare Bega-Timiș se face prin intermediul unui canal pereat cu piatră brută.



Fig. 4.43: Stăvilarul de golire de pe canalul descărcător Bega-Timiș

Accesul apei la stăvilar se face prin intermediul unui canal colector, care permite dirijarea unui debit sporit spre stăvilar.

4.3.3.2. Acumularea nepermanentă laterală Pădureni este amplasată pe malul stâng al râului Timiș, între Km 43 + 480 - 48 + 450 și are drept obiectiv atenuarea undei de viitură prin înmagazinarea unui volum de 35 mil. m³.

Acumularea s-a realizat prin îndiguirea unei suprafețe de 1120 ha fond silvic printr-un dig de 8,64 km (fig. 4.44) cu încastrare în digul stâng al râului Timiș a capătului aval la km 43+480 și a celui amonte la km 48+450. Elementele principale ale digului: a=3,5-4 m; înclinare taluz spre lac 1:2,5 și spre incinta apărată 1:3,5; cota coronament 90,25 mdMB cu o garda de 0,7 m peste nivelul maxim al acumulării.



Fig. 4.44: Dig acumulare Pădureni

Descărcarea parțială a undei de viitura din Timiș în acumulare se face prin deversorul reversibil de admisie (fig. 4.45), amplasat în malul stâng între km 47+926-48+070, cu o lungime la creasta de 144 m situată la cota 88,65 mdMB, corespunzătoare unei frecvențe de inundare a cuvetei acumulării de 1/7,5 ani.



Fig. 4.45: Deversor reversibil de admisie acumulare Pădureni

Golirea se realizează parțial (până la nivelul crestei deversor) prin deversor în situația în care nivelul apei acumulate depășește cresta deversorului, dar în principal prin stăvilarul principal de golire (fig. 4.46) amplasat în digul stâng la km 43+650.

Stăvilarul a fost calculat pentru un debit de $80,0 \text{ m}^3/\text{s}$, având patru deschideri de $2,0 \times 3,0 \text{ m}$ (controlate prin obloane metalice manevrate manual) și cota radier $84,5 \text{ mdMB}$, și are în componență:

- canal de acces la stăvilar: lungimea 200 m, pereat cu percu din piatră brută, lățimea 14,4 m și panta taluzuri 1:1,5;
- stăvilarul propriu-zis;
- rizberma, amplasată aval de stăvilarul de golire, este din piatră brută și are lungimea de 16 m;
- canalul de evacuare în Timiș are o lungime de 40 m, panta taluz canal 1:1,5 și lățimea de 14,4 m.



Fig. 4.46: Stăvilar acumulare Pădureni

Evacuarea apelor din precipitații și cele rămase sub cota $84,5 \text{ mdMB}$ se face prin colectorul principal al sistemului hidrotehnic Timișul Mort din care incinta acumulării face parte. În acest sens la capătul amonte al canalului colector principal de desecare, în corpul digului de închidere al acumulării la km 4+350 s-a realizat un stăvilar, (cota radier $82,5 \text{ mdMB}$) care să asigure descărcarea controlată din incinta acumulării a apelor de sub nivelul $84,5$ în limita unui debit de $1,14 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.3.3.3. Acumularea nepermanentă transversală Cadar-Duboz este amplasată pe pârâul Pogăniș reținând undele de viitură de pe acesta și eliberând un debit defluent de $17 \text{ m}^3/\text{s}$ atât cât poate transporta albia în aval. Volumul total atenuat este $V_t=41,4 \text{ mil. m}^3$ pe o suprafață $S=1196 \text{ ha}$.

Lucrarea este alcătuită din următoarele componente:

- Baraj alcătuit din pământ omogen (fig. 4.47), secțiune simplă trapezoidală, paramenții protejați prin înierbare. La piciorul aval s-a executat o saltea drenantă din balast, așezată pe taluzul aval al barajului. Drenul este fixat cu ajutorul unui pinten de beton prevăzut cu barbacane pentru descărcarea apei infiltrate prin corpul barajului. Are următoarele dimensiuni: $L= 1590 \text{ m}$, $H=10 \text{ m}$, $l=4 \text{ m}$, coronament necarosabil;



Fig. 4.47: Corp baraj acumulare Cadar-Duboz

- Descărcătorul de ape mari amplasat pe versantul stâng, lateral față de corpul barajului și cuprinde:

- canalul de acces: secțiune trapezoidală, cu o lățime variabilă de la 88 m până la 33 m la deversor. Zona de acces este pereată;
- deversorul (fig. 4.48): trapezoidal, tip Keutner, executat din beton;
- canal aval deversor: secțiune trapezoidală, dalat, $L=216 \text{ m}$, lățimea bazei 15 m;



Fig. 4.48: Deversor acumulare Cadar-Duboz Fig. 4.49: Canal rapid acumulare Cadar-Duboz

d) canal rapid (fig. 4.49): secțiune trapezoidală, $L= 65 \text{ m}$, lățimea bazei 10 m, $H=2,3 \text{ m}$ și din 2 în 2 m prevăzut cu redane dreptunghiulare, dispuse transversal;

- e) disipatorul de energie: $L=32$ m betonat, prevăzut cu redane și prag dințat;
- f) canalul de evacuare: $L=344$ m realizează racordarea disipatorului de energie cu albia minoră a Pogănișului;
- g) podul peste descărcător prevăzut cu trei deschideri.
- Golirea de fund este dispusă perpendicular pe axul barajului și cuprinde:
- a) conducta de golire – $D=2400$ m, $L=88$ m;
- b) turnul de manevră - construcție din beton armat cu secțiune dreptunghiulară, formată din doua compartimente, cu o înălțime de 10,5 m de la cota de fundare. În turn sunt prevăzute nișe pentru ca într-o viitoare etapa sa poată fi montate dispozitive de închidere;
- c) stăvilar de serviciu (2,4x2,4);
- d) stăvilar de rezervă (2,4x2,4) dispus în fața intrării în conductă;
- e) stăvilar de acces și reglare a debitului util pentru folosința cu secțiune de 1,2x2m situata sub nivelul minim de exploatare în lac.
- Disipatorul de energie – este amplasat la capătul aval al conductei de golire, $L=12,5$ m, după care urmează bazinul propriu-zis care asigură disiparea energiei apei.
- Rizberma cu lungimea $L=24$ m, face legătura între bazinul de disipare și secțiunea curentă a canalului de racordare ($l=45$ m) până la albia minoră a Pogănișului.

4.3.3.4. Acumularea nepermanentă laterală Gad este amplasată între digul stâng al râului Timiș și digul drept al cursului Lanca-Birda, în apropierea localității Gad pe cursul de apă Lanca Birda și are ca funcție primară atenuarea undelor de viitură ($V_{t.at.}=20,5$ mil. m^3) de pe acest curs.

Acumularea a fost realizată prin executarea unui dig de închidere între digul stâng al râului Timiș și digul drept al cursului Lanca-Birda și a fost dimensionată pentru preluarea volumului de apă ce depășește posibilitățile de acumulare între digurile canalului Lanca-Birda, cunoscându-se simultaneitatea undelor de viitură cu râul Timiș. În această situație poarta buscată de la Gad se va închide automat iar canalul Lanca-Birda se transformă într-un rezervor de atenuare a viiturii până când nivelurile pe Timiș scad și apele se pot descărca pe cale gravitațională.



Fig. 4.50: Dig de închidere polder Gad



Fig. 4.51: Dig compartimentare polder Gad

Polderul este de formă poligonală delimitat la SV de digul canalului Lanca-Birda, la NV de digul stâng al Timișului, iar celelalte laturi din partea de N și SE de digul de închidere (centura). Materialul de execuție este omogen, constituit din nisipuri argiloase. Polderul are în componența sa 3 tipuri de diguri:

- Dig de închidere (fig. 4.50) cu lungime de 4500 m și lățimea coronamentului 4 m;
- Dig de compartimentare (fig. 4.51) are scopul de a reține volumul viiturii la asigurarea de 5% în compartimentul I și face posibilă circulația pe drumul Ghilad-Gad. Lungimea digului este de 2050 m, iar lățimea coronamentului de 3 m;
- Dig de izolare (fig. 4.52), cu lungime de 275 m și lățime coronament 4 m, are rol de izolare a cantonului.



Fig. 4.52: Dig de izolare polder Gad

Deversorul din cadrul lucrării de acumulare de la Gad are drept scop deversarea apelor cu asigurarea de 5% în rezervorul creat prin digurile de închidere, compartimentare și izolare. Ca lucrare hidrotehnică deversorul este de tip cu prag lat, fiind amplasat în corpul digului drept al canalului Lanca-Birda, între km 0+550 și 0+600.

Viiturile mai mari de 5% vor fi conduse și în compartimentul II prin intermediul unui deversor practicat în digul de compartimentare. Deversorul are o deschidere de 20 m pe o înălțime de 1,5 m, fiind delimitat de două ziduri de sprijin din beton simplu hidrotehnic și fundul consolidat cu dale slab armate și cu pineni de încastrare. Deversorul este amplasat între km 1+600 și 1+620, urmând ca după fiecare umplere a compartimentului II să fie refăcut. Având cota coronamentului mai joasă cu 10 cm, va fi prima porțiune pe unde va deversa apa, urmând ca restul de terasamente să fie spălate de curentul ce trece din compartimentul I în compartimentul II.

Evacuarea apelor din polder este asigurată prin două conducte și anume:

1. Conducta de golire a polderului în Timiș sau în bazinul de aspirație al stației de pompare Timișul Mort.

Conducta principală de golire a rezervorului (fig. 4.53) este amplasată lângă stația de pompare Timișul Mort. S-a corelat evacuarea apelor din acumulare cu cele ale Timișului Mort, conducta racordându-se la conducta de evacuare gravitațională a Timișului Mort. Ca sistem de funcționare ea poate descărca un debit de 19 m³/s direct în Timiș sau un debit de 4,5 m³/s în bazinul de aspirație al stației de pompare Timișul Mort.



Fig. 4.53: Conducta principală de golire a rezervorului



Fig. 4.54: Conducta de evacuare gravitațională

Conducta de evacuare gravitațională (fig. 4.54) este formată din două compartimente de $1,8 \times 1,8 \text{ m}$, cu o secțiune totală de $6,48 \text{ m}^2$, iar ca sistem de închidere s-a prevăzut un stăvilă metalic dublu, manevrat manual. Partea inferioară a conductei se găsește cu $1,5 \text{ m}$ mai jos decât cota terenului, în vederea evacuării unui volum cât mai mare de apă din rețeaua de desecare, ținând cont de faptul că colectorul C100 se găsește la 3 m sub cota terenului

2. Conducta de descărcare a colectorului principal C100 (fig. 4.55) în bazinul de aspirație a stației de pompare Timișul Mort.

Evacuarea apelor din colectorul C100 se face printr-o conductă de 800 mm din beton armat, în bazinul de aspirație al stației de pompare Timișul Mort. Închiderea conductei se face cu o vană metalică cu $D_n=800 \text{ mm}$ amplasată într-un cămin.



Fig. 4.55: Conducta de descărcare a colectorului principal

Pentru conducerea apelor din compartimentul II în compartimentul I s-au proiectat două conducte cu diametrul de 800 mm în corpul digului, amplasate astfel:

- la $\text{km } 0+550$, prin conductă se tranzitează apele canalului C100a în canalul C100;
- la $\text{km } 1+500$, prin conductă se tranzitează apele canalelor C111a, C115 și C105b în C105, care, împreună cu C105a, se descarcă în canalul C111 [Arhiva A.B.A. Banat].

4.3.4. Sisteme de desecare

O dată cu îndiguirea cursurilor de apă, în zonele cele mai bântuite de ape interne au fost executate în perioada 1881-1914 lucrări de desecare, formând sisteme de desecare administrate de asociații ale comunelor interesate și de către Asociația Timiș-Bega.

Până la 1919, pe suprafața de șes devenită teritoriu românesc au fost înființate mai multe sisteme de desecare.

Sistemul de desecare Răuți a fost înființat în anii 1906 -1908 de către Asociația de desecare Răuți cu scopul de a colecta și evacua apele interne de pe o suprafață de 1600 ha situată între canalul Bega Veche și Bega navigabil pe teritoriul comunelor Răuți, Sânmihaiul German și Sânmihaiul Român. Sistemul a fost format dintr-o rețea de canale de 44 km lungime și o stație de pompare la Bega Veche, cu o capacitate de 0,8 m³/s.

Sistemul de desecare Utvin a fost înființat în anul 1914 prin contribuția populației comunei Utvin, cu scopul de a colecta și a evacua apele interne de pe suprafață de 2500 ha situată pe teritoriul comunei Utvin. Sistemul a fost construit cu o rețea de canale de 10,3 km lungime, descărcarea apelor colectate făcându-se în canalul Bega navigabil imediat în aval de ecluza de la Sânmihaiul Român.

Sistemul de desecare Țeba-Timiș a fost construit după anul 1881 pentru desecarea zonei cuprinse între canalul Bega navigabil la nord, o linie ce trece prin comunele Otelec-Ionel-Foieni-Rudna la est, râul Timiș la sud și hotarul comunelor Pardani și Mодоș (pe teritoriul iugoslav) la vest. Lucrările constând din îndiguirea pârâului Timiș pe o lungime de 14,5 km și amenajarea drept colectoare a câtorva privaluri, au fost executate de către Asociația de desecare Timiș înființată în anul 1881, cu sediul la Pardani.



Fig. 4.56: Stația de pompare Cruceni



Fig. 4.57: Sala pompelor S.P. Cruceni

Sistemul de desecare Rudna a fost construit în anii 1917 -1919 de către Asociația de desecare Rudna, având ca scop colectarea și evacuarea apelor de pe o suprafață de 2500 ha din teritoriul comunelor Rudna și Giulvăz. Sistemul a fost dotat cu o rețea de canale colectoare de 32,6 km lungime la o stație de pompare cu capacitatea de 1 m³/s.

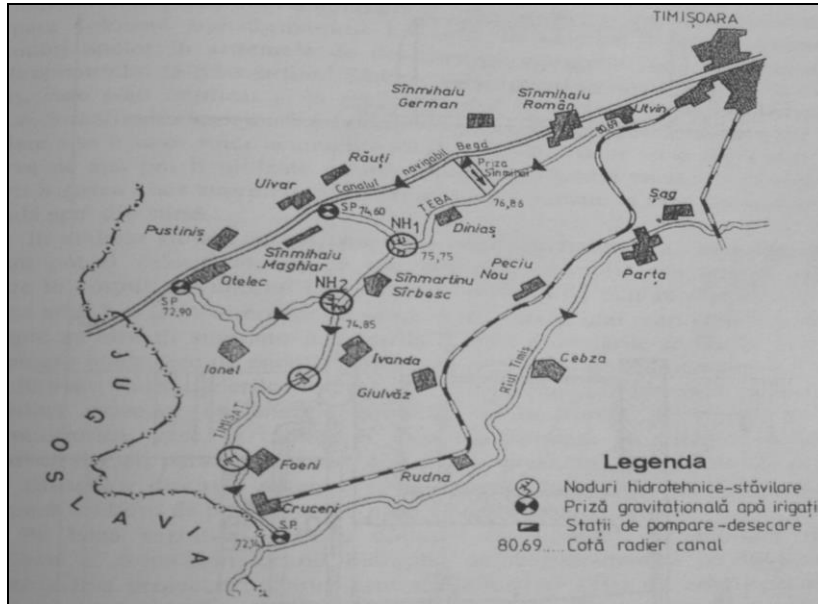


Fig. 4.58: Sistemul de desecare Țeba-Timiș – plan de situație

Sistemul de desecare Gad a fost construit în anul 1919 pentru desecarea unei suprafețe de 2600 ha situată pe malul stâng al râului Timiș, făcând parte din teritoriul comunei Gad, cu o rețea de canale de 15 km lungime, având descărcarea gravitațională în Timiș printr-o conductă de oțel pe sub dig, cu diametrul de 800 mm mai mult sau mai puțin (vezi paragraful 4.3.3., subparagraful 4.3.3.4. Acumularea nepermanentă Gad).

Sistemul de desecare Tolvădia înființat în anul 1897, cu scopul de a deseca o suprafață de 2100 ha din teritoriul comunelor Tolvădia și Giera, a fost construit de către asociația hidraulică Tolvădia în primii ani de la înființare, cu o rețea de canale de 49 km lungime și o stație de pompare la digul drept al Bârzavei cu o capacitate de 0,6 m³/s.

În anul 1915 a luat ființă **Asociația de desecare Banloc**, cu scopul de a executa lucrări pentru colectarea și evacuarea apelor de pe teritoriul comunelor Banloc, Ofsenița, Ghilad și Partoș. Au fost întocmite planurile lucrărilor de desecare precum și acela de comasare a proprietăților, în vederea creării condițiilor necesare executării lucrărilor. Totodată au fost procurate și materiale pentru construcția lucrărilor de artă. Din lipsa de fonduri, mai ales din cauza dezinteresului asociațiilor, nu s-a executat nici o lucrare, terenurile rămânând și mai departe la discreția apelor, până în anii 1948-1949 când s-a început desecarea acestei zone.

Toate aceste sisteme, incomplete în forma în care au fost executate, nu rezolvau necesitățile de evacuarea a excesului de ape provenit din precipitații, care au continuat să producă pagube culturilor agricole. Ele au constituit doar o continuare a lucrărilor de apărare împotriva apelor mari revărsate din râuri în zona de șes, pe seama cărora erau puse toate neajunsurile provocate de apele în exces.

Această stare a contribuit ca, aproape în fiecare an, suprafețe întinse să fie inundate din ape interne iar culturile agricole să fie compromise. De dimensiuni mai mari au fost inundațiile din 1940, 1942, 1954 și 1956, din care cea din 1942 a afectat o suprafață de cca. 200.000 ha.

Înlăturarea inundațiilor provocate de revărsarea cursurilor de apă fiind în parte reglementată pe o suprafață de cca. 296.000 ha prin lucrările de regularizare și îndiguire executate, atenția trebuia îndreptată spre executarea lucrărilor de desecare. După 1944 s-a dus o susținută acțiune de punere la punct a sistemelor de desecare și de valorificare a terenurilor agricole respective. Printre lucrările mai importante executate în perioada 1944 - 1960 menționăm:

- Executarea între anii 1958-1962 a lucrărilor de desecare în sistemul Checea-Jimbolia care are o suprafață de 57.200 ha. La realizarea acestei lucrări se remarcă importanta contribuție dată de populație la executarea canalelor. În cadrul sistemului de desecare s-au construit 3 stații de pompare pentru o capacitate totală de cca. 9 m³/s;
- Executarea lucrărilor de refacere și completare în sistemul de desecare Teba-Timișuț începute în 1958 și care s-au continuat până în anul 1962; Pentru evacuarea apelor în exces de pe o suprafață de 33.880 ha s-a construit o stație de pompare cu o capacitate de 10,5 m³/s;
- Executarea lucrărilor de refacere și completare a sistemului de desecare Rudna cu o suprafață de 6800 ha, începute în anul 1959 și care se continuă și în prezent;
- Executarea în perioada 1954-1958 a lucrărilor de refacere și completarea sistemului de desecare Banloc-Tolvădia cu o suprafață de 20.400 ha. În cadrul acestor lucrări se menționează o stație de pompare de desecare cu o capacitate de 4,5 m³/s;
- Executarea în perioada 1958-1960 a lucrărilor de refacere și completare a sistemului de desecare Pustiniș - Uivar cu o suprafață de cca. 5000 ha;
- Executarea lucrărilor de refacere și completare a sistemului de desecare Răuți cu o suprafață de 6700 ha, în perioada 1955-1956;
- Executarea sistemului de desecare Sânmihai - Vest Timișoara cu o suprafață de 5100 ha, în perioada 1955-1956;
- Executarea lucrărilor de refacere și completare a sistemului de desecare Caraci cu o suprafață de 3200 ha, în perioada 1954-1955.
- Începerea lucrărilor de refacere și completare a sistemului de desecare Partoș cu o suprafață de 2750 ha.

Cu toate că aceste lucrări au fost finalizate până în anul 1962, viitura din mai 1966 a provocat ruperea digului de pe malul stâng al Timișului pe o lungime de 200 m în dreptul localității Gad, debitele maxime ale râurilor din spațiul Banat având probabilitățile de depășire cuprinse între 1 și 10%.

Prin prezentarea lucrărilor hidrotehnice de mai sus se evidențiază o concluzie generală: lucrările existente de apărare împotriva inundațiilor trebuie să fie re-proiectate la parametri hidrologici actuali ținând seama că zona aval de Șag este predispusă la inundații datorită reliefului și geologiei acestui areal. De asemenea, reținerea unei părți din viitura pe sectorul Șag - Gad poate rezolva ceea ce nu a rezolvat nici un proiect de apărare împotriva inundațiilor realizat de-a lungul istoriei acestei zone [2005, *Raport privind viitura din aprilie 2005 în Spațiul Hidrografic Banat*].

CAP. 5

ÎMBUNĂȚIREA STRATEGIEI DE APĂRARE ÎMPOTRIVA INUNDAȚIILOR – STUDIU DE CAZ PE RÂUL TIMIȘ

5.1. Propunerea unui studiu de îmbunătățire a strategiei de apărare împotriva inundațiilor

5.1.1. Cadru general

În anii 1999, 2000, 2005 și 2006 au avut loc inundații în bazinul râului Timiș, inundații care au cauzat ruperi ale digurilor și inundarea mai multor localități (detalii în capitolul 4, subcapitolul 4.2.). Ca rezultat, au fost distruse case, s-au pierdut culturi și sute de oameni au fost evacuați. Partea din aval a râului Timiș, în apropiere de granița cu Serbia, s-a dovedit a fi vulnerabilă la inundații. Rupurile digurilor, în 2005, au cauzat una dintre cele mai mari inundații apărute vreodată în regiune.



Fig. 5.1: Marea Banatului în 2005

Impactul dezastrului produs de aceste inundații a reprezentat motorul întreprinderii mai multor studii de specialitate pe tema protecției împotriva inundațiilor. Astfel, prezentul capitol descrie elaborarea unui studiu ce vizează propunerea unei îmbunătățiri a strategiei de apărare împotriva inundațiilor pe râul Timiș.

5.1.2. Obiectivele studiului

Obiectivul general al studiului l-a constituit investigarea posibilităților pentru îmbunătățirea protecției împotriva inundațiilor în bazinul hidrografic al Timișului. Pentru o mai bună înțelegere a acestora au fost necesare datele hidraulice ale sistemului, zonele vulnerabile la inundații, performanțele structurilor actuale de apărare la inundații, modul de funcționare a sistemului de prognozare și evacuare etc. În general au fost analizate și evaluate toate procesele dinaintea, din timpul și de după o inundație și dacă a fost necesar și relevant au fost făcute recomandări de îmbunătățire.

La scară detaliată au fost definite următoarele obiective:

1. Descrierea organizării lanțului de siguranță în bazinul Timișului;
2. Descrierea sistemului de avertizare și evacuare în bazinul Timișului;
3. Analiza sistemului prin utilizarea unui model 1D și elaborarea curbelor de frecvență a inundațiilor pentru cel puțin 3 stații hidrometrice;
4. Hărți pilot de risc la inundații;
5. Descrierea lanțului de siguranță și posibile îmbunătățiri;
6. Elaborarea de strategii pentru Timiș ca și componentă majoră a planului de management de risc la inundații privind:
 - măsuri de creare „mai mult spațiu pentru râuri”,
 - retenția îmbunătățită a inundațiilor.

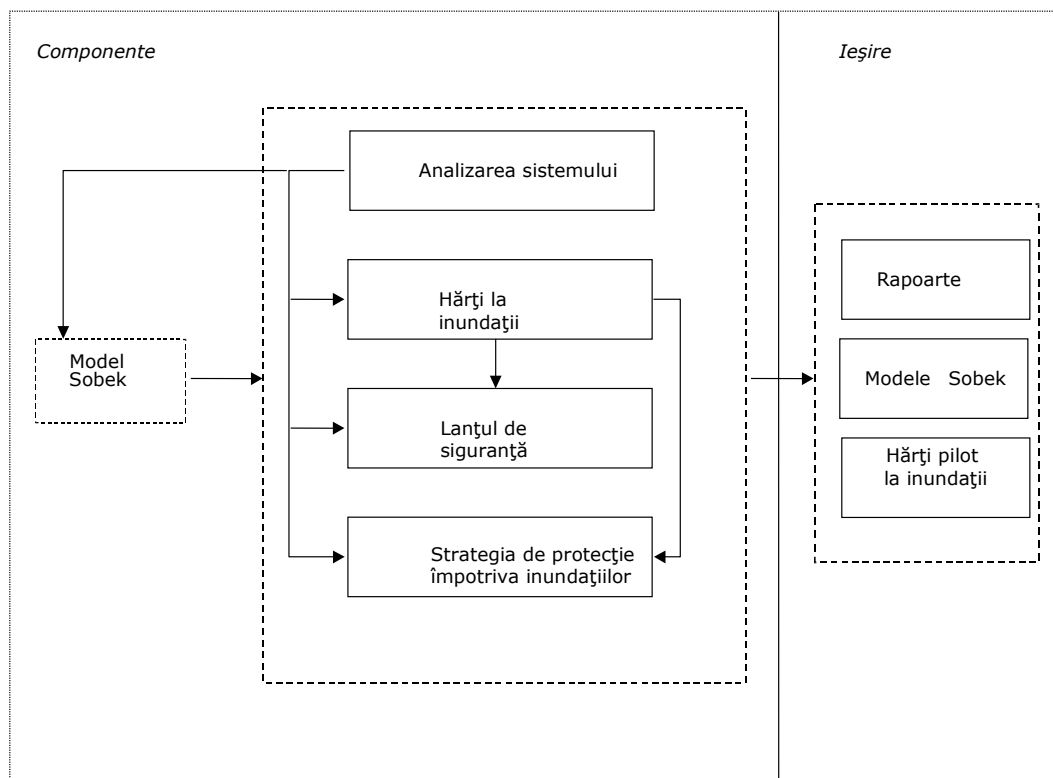


Fig. 5.2: Componentele studiului

Abordarea acestui studiu a fost realizată pe baza câtorva componente descrise în cadrul obiectivelor. În schema de mai sus este înfățișată interacțiunea dintre diferitele componente.

5.2. Analiza sistemului hidrografic

5.2.1. Aria studiului

Zona pilot aleasă pentru desfășurarea studiului a fost regiunea Banat din sud-vestul României. Proiectul s-a concentrat în special pe bazinul hidrografic al Timișului pe sectorul Lugoj – Grăniceri (frontieră cu Serbia) (vezi figura 5.3)

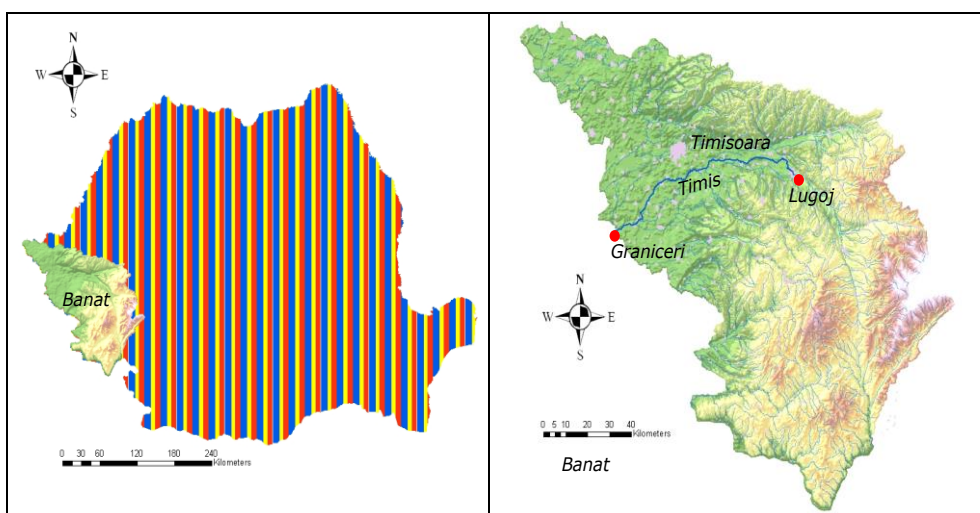


Fig. 5.3: Locația zonei studiate

Spațiul Hidrografic Banat este amplasat în partea de sud-vest a României, fiind mărginit la sud și sud-vest de către Serbia, iar la nord-vest de către Ungaria. Acest spațiu se întinde pe o suprafață de 18.393,15 km², ceea ce reprezintă 7,7% din teritoriul național.

Spațiul Hidrografic Banat se suprapune în întregime peste județele Timiș și Caraș-Severin și parțial peste județele Arad, Gorj și Mehedinți.

În cadrul acestui spațiu pot fi găsite aproape toate formele de relief. Altitudinea descrește din sud-est spre nord-vest. Aici poate fi întâlnit un climat temperat continental cu influențe submediteraneene rezultat în urma circulației maselor de aer atlantice și mediteraneene. Acest climat generează caracterul moderat al regimului termic, perioadele de încălzire din timpul iernii, precum și cantități medii multianuale de precipitații relativ ridicate cuprinse între 600-1400 mm/an.

Spațiul Hidrografic Banat cuprinde următoarele bazine hidrografice:

- Bazinul hidrografic Aranca cu o lungime a rețelei hidrografice de 389 km,
- Bazinul hidrografic Bega cu o lungime a rețelei hidrografice de 1418 km,
- Bazinul hidrografic Timiș cu o lungime a rețelei hidrografice de 2434 km,
- Bazinul hidrografic Caraș cu o lungime a rețelei hidrografice de 502 km,

- Bazinul hidrografic Nera cu o lungime a rețelei hidrografice de 574 km,
- Bazinul hidrografic Cerna cu o lungime a rețelei hidrografice de 524 km,
- Parțial din bazinul hidrografic al Dunării cu o lungime a rețelei hidrografice de 455 km.

Râul Timiș, cu o suprafață bazinală 7310 km² și o lungime a cursului principal de a 244 km, este cel mai mare dintre râurile Banatului. Bazinul hidrografic al Timișului include majoritatea râurilor ce izvorăsc din grupa de munți Banat-Godeanu-Țarcu și din munții Poiana Rusca.

Timișul izvorăște de pe versantul estic al munților Semenic, de sub vârful Piatra Goznei, de la o altitudine de 1.135 m. Cursul superior are caracteristici tipic montane, cu o pantă de 20 m/km. Situația se schimbă radical în cursul inferior (de la Lugoj la Grăniceri) unde panta scade până la 25 cm/km (subiect detaliat în capitolul 4, subcapitolul 4.1.).



Fig. 5.4: Râul Timiș în apropierea orașului Timișoara

5.2.2. Descrierea sistemului hidrografic

În trecut zona înconjurătoare a orașului Timișoara și a Timișului inferior era în mare parte mlăștinoasă și mocirloasă. Începând cu secolul al XVIII-lea în această regiune au fost demarate, la scară largă, impresionante lucrări hidrotehnice pentru drenare și desecare, protecție împotriva inundațiilor, pentru îmbunătățirea navigației, pentru furnizarea orașului cu apă potabilă și în scopuri industriale. Multe dintre aceste lucrări hidrotehnice, care au fost foarte moderne la timpul lor, au fost puse în practică de faimosul inginer Maximilian Emmanuel de Fremaut (subiect detaliat în capitolul 3, subcapitolul 3.1., paragraful 3.1.3.)

O altă serie de structuri hidrotehnice a fost construită în anii '70, constând în acumulări și poldere pentru reținerea apelor în timpul inundațiilor. În bazinul hidrografic al Timiș următoarele structuri sunt operaționale:

- 9 acumulări permanente,
- 12 acumulări nepermanente,
- 3 canale de transfer în bazinele apropiate,
- 970 km de diguri din care:
 - 824 km pe Timiș și
 - 146 km pe Bega (ca și parte a interconexiunii Timiș – Bega, fig. 5.8),

- 4 poldere,
- 1 nod hidrotehnic (structură de distribuție a apei).

Zona studiată se întinde pe o lungime de 120 km pe sectorul Lugoj – frontieră Serbia în apropierea localității Grăniceri. Aproximativ de la Lugoj, caracterul Timișului se schimbă dintr-un râu cu pantă abruptă într-un râu cu caracteristici de câmpie. De asemenea de la Lugoj începe și porțiunea îndiguită a râului. Majoritatea structurilor hidrotehnice sunt localizate în acest sector vulnerabil la inundații.

Interconexiunea Timiș – Bega este un sistem antropic și natural de cursuri de ape. Pragul deversor (barajul) de la Coștei este localizat aval de Lugoj (vezi fig. 5.5). Pragul deversor a fost construit în secolul al XVIII-lea pentru a deriva apa din Timiș în Bega prin intermediul canalului de alimentare Timiș-Bega pentru a asigura alimentarea cu apă a canalului Bega și implicit a orașului Timișoara. Pragul de la Coștei a fost distrus și reparat de mai multe ori în timpul inundațiilor, iar în 2005 a suferit grave avarieri, fiind reconstruit aproape în totalitate înainte inundației din 2006.

Polderul Hitiaș este localizat între Timiș și Bega și a fost construit în 1974 cu scopul de a stoca apa în timpul inundațiilor atât din Timiș cât și din Bega (vezi fig. 5.6). Aval de intrarea din Bega în Hitiaș a fost construită, în 1910, o a doua derivație de apă numită Topolovăț. Această structură a fost construită pentru a controla debitul pe canalul Bega. Debitul maxim pe care structura îl poate prelua este de 83,5 m³/s. În timpul inundațiilor canalul Bega este închis iar apa este dirijată de-a lungul polderului Hitiaș în Timiș prin intermediul canalului descărcător Bega-Timiș (construit în secolul al XIX-lea). Golirea de fund a polderului este de asemenea conectată la acest canal. Intrarea din Timiș în polder este localizată amonte de confluența canalului descărcător cu Timișul.



Fig. 5.5: Prag deversor Coștei și golire de fund Hitiaș

Aval de Șag a fost construit, în 1979, un al doilea polder denumit Pădureni (vezi fig. 5.6). Acesta este cea mai mare acumulare nepermanentă din bazinul hidrografic al Timișului, iar denumirea sa face referire la pădurea situată în interiorul ei.



Fig. 5.6: Polder Pădureni și canal de drenare în polderul Pădureni

Pârâul Pogăniș este cel mai mare afluent din bazinul Timișului inferior. Pe cursul acestui râu a fost construită, în 1975, acumularea nepermanentă Cadar-Duboz. Aceasta poate reține mai mult de două treimi din viitura produsă în acest bazin de recepție și are un debit efluent de 17 m³/s.

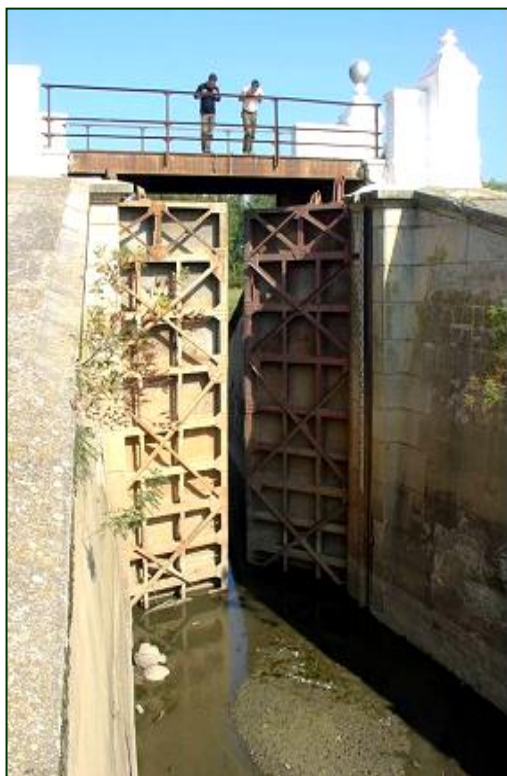


Fig. 5.7: Porți buscate pe Lanca Birda

Cursul de apă Lanca Birda se varsă în Timiș în apropierea graniței cu Serbia. Pe acest curs de apă se află o structură ingenioasă de reducere a riscului la inundații care a fost construită în secolul al XIX-lea. Când presiunea hidraulică de pe râul Timiș depășește presiunea hidraulică de pe râul Lanca Birda, situație care se întâmplă doar în timpul inundațiilor, presiunea închide automat porțile buscate de la vărsarea Lancăi Birda în Timiș (vezi fig. 5.7). Odată porțile închise nivelul pe Lanca Birda crește rapid.

Amonte de porțile buscate se află polderul Gad. Acest polder este inundat automat când nivelul pe Lanca Birda este suficient de ridicat. În acest fel, în timpul unei inundații pe râul Timiș, întregul debit al râului Lanca Birda este reținut în interiorul polderului (subiect detaliat în capitolul 4, subcapitolul 4.3., paragraful 4.3.3.). Pentru o mai bună înțelegere a sistemului analizat, în figura 5.8 este înfățișată schema sinoptică a interconexiunii Timiș-Bega.

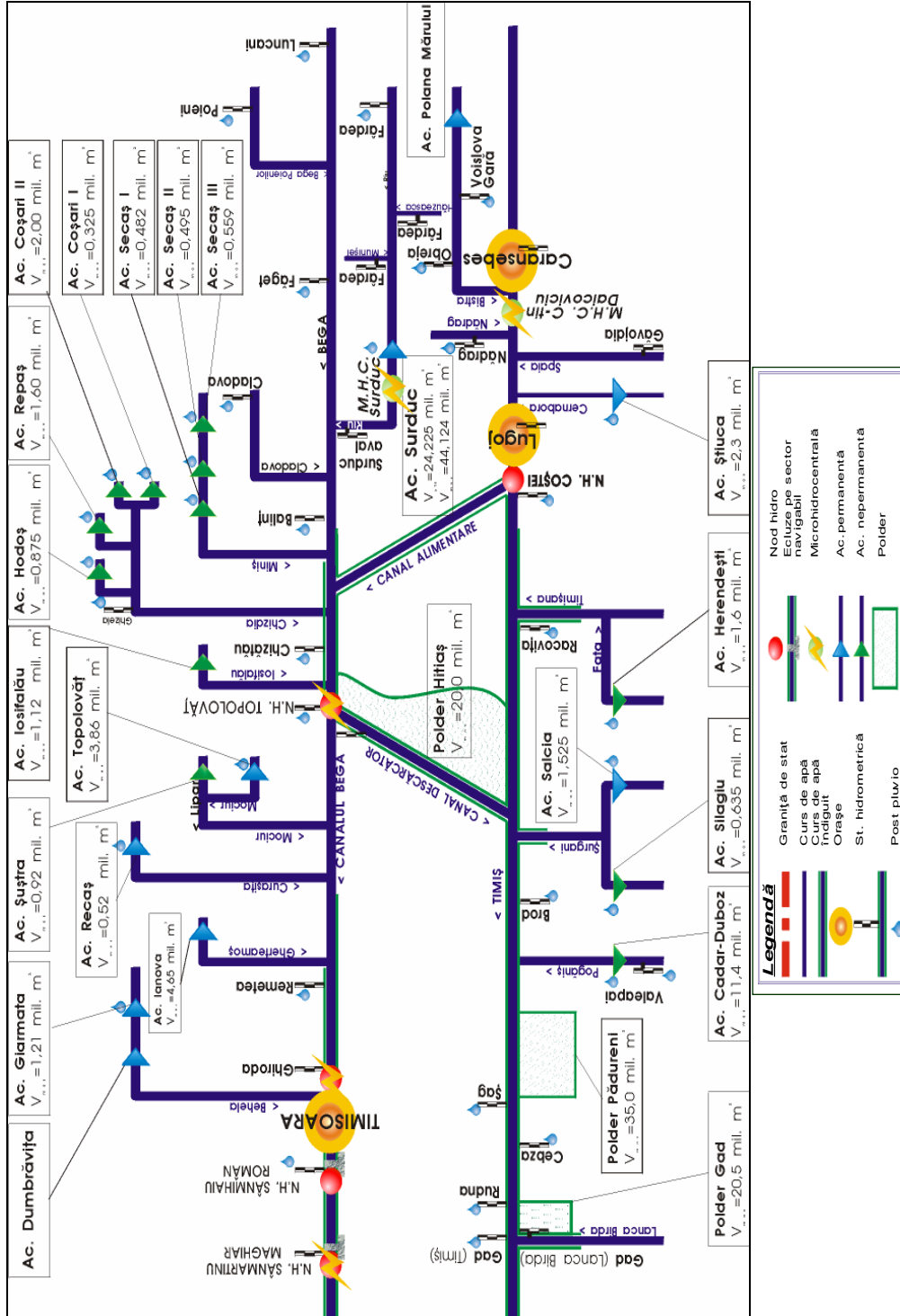


Fig. 5.8: Schema interconexiunii Timiș-Bega

Râul Timiș trece pe teritoriul Serbiei în apropierea localității Grăniceri aval de confluența cu Lanca Birda. Pe teritoriul Serbiei Timișul este de asemenea îndiguit și se varsă în Canalul Dunăre-Tisa-Dunăre (DTD) în dreptul localității Tomașevăț printr-un stăvilar. Atât stăvilarul, localizat la 40 km aval de Grăniceri, cât și Canalul DTD fac parte dintr-un sistem complex de acumulări și canale de derivație (fig. 5.9). Stăvilarul redirecționează mare parte a apei din Timiș în Dunăre prin intermediul Canalului Dunăre-Tisa-Dunăre. Acest sistem complex de acumulări, canale de drenaj și derivație joacă un rol important în reducerea riscului la inundații în bazinul inferior al Timișului.

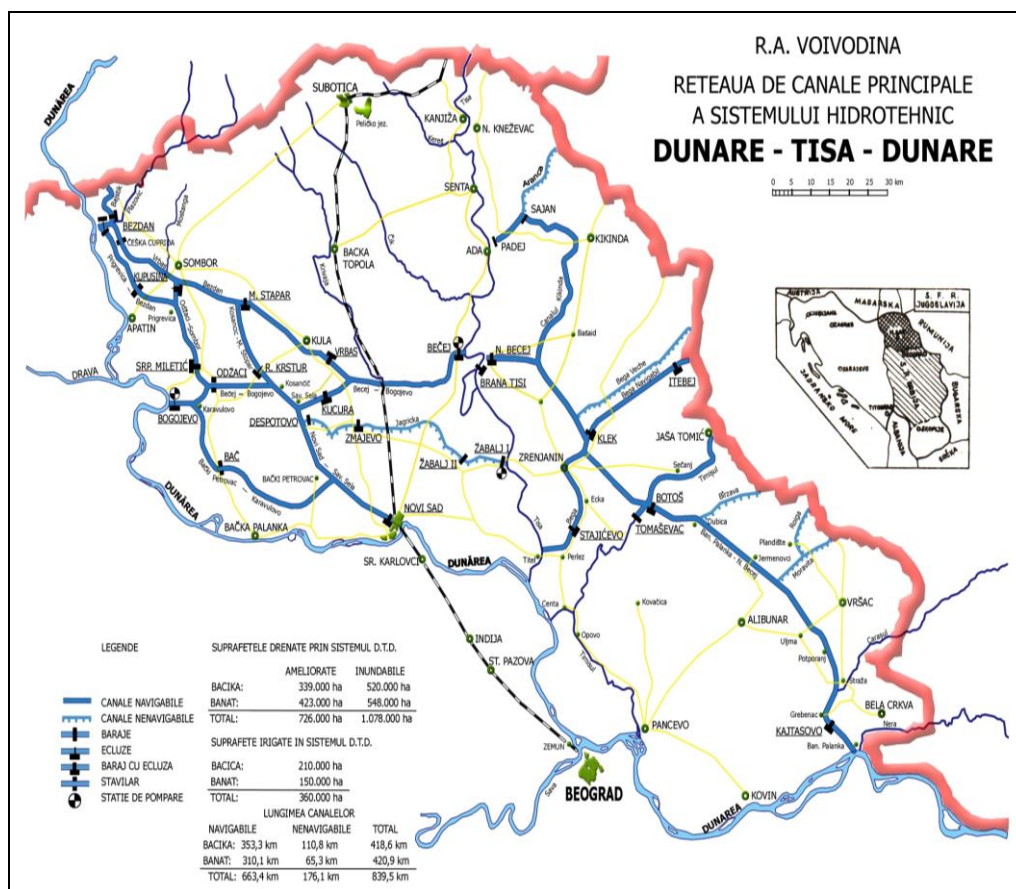


Fig. 5.9: Sistemul hidrotehnic Dunăre-Tisa-Dunăre

5.2.3. Inundații istorice

În 1966 a avut loc o inundație catastrofică pe Timiș când o breșă s-a produs pe malul stâng pe teritoriul românesc în apropierea graniței cu Serbia. După o perioadă de 30 de ani de ape mici, o serie de inundații a apărut în februarie 1999, aprilie 2000, 2005 și 2006. Inundațiile din 2005 și 2006 au avut efecte devastatoare provocând breșe în diguri și inundații la scară largă pe teritoriile României și Serbiei.

Aceste inundații, originea precum și desfășurarea lor au fost descrise în numeroase rapoarte și articole precum Aquaproiect (2005), Teodorescu et al. (2005

și 2006), Stănescu și Drobot (2006) și Bogzianu și Ban (2006). De asemenea Administrația Bazinală de Apă Banat a analizat în detaliu inundația din 2000. În această analiză au fost evaluate măsurătorile hidrologice, performanțele structurilor de apărare împotriva inundațiilor (ex. poldere) și consecințele breșelor din diguri și a inundărilor rezultate.

Inundațiile din 1999 și 2006 au fost mai mult sau mai puțin similare ca și magnitudine având probabilități de apariție mai mici de 5%. Viitura din 1999 a fost o combinație între topirea zăpezii și precipitații puternice, în timp ce în 2006 viitura a fost generată doar de precipitații (subiect detaliat în capitolul 4, subcapitolul 4.2., paragrafele 4.2.3. și 4.2.6.).

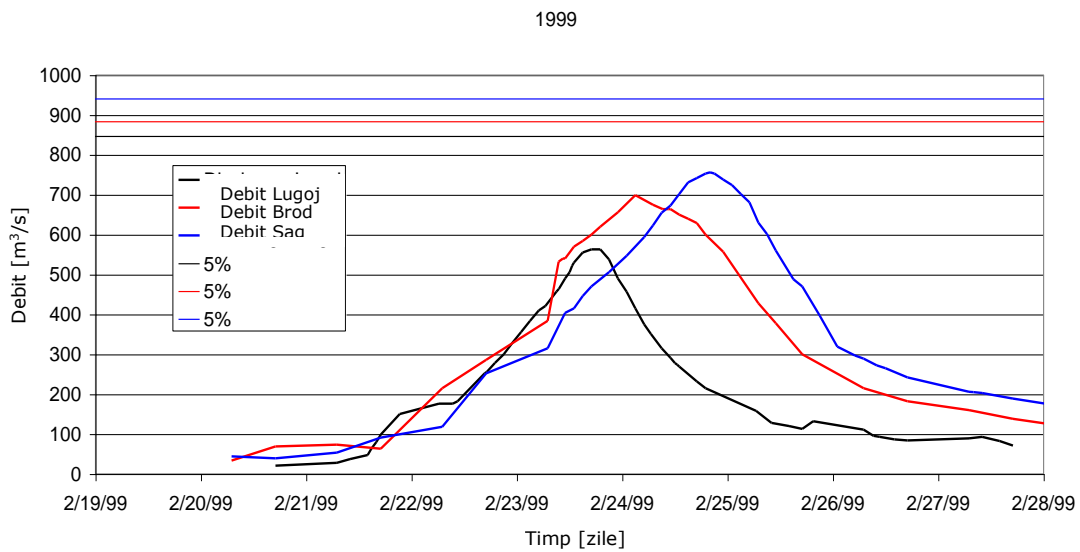


Fig. 5.10: Unda de viitură la st. hidrometrice Lugoj, Brod și Șag în 1999

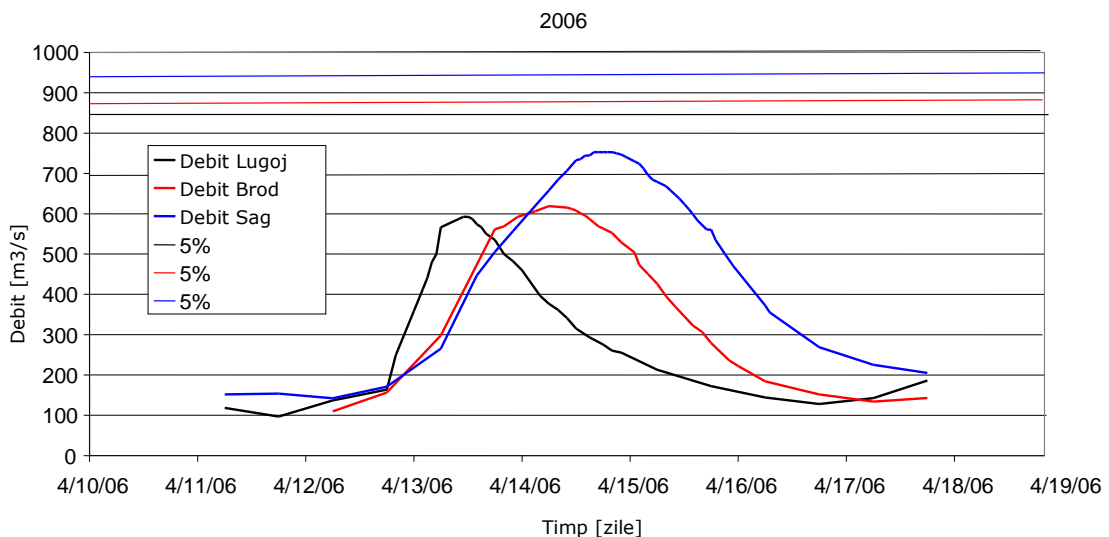


Fig. 5.11: Unda de viitură la st. hidrometrice Lugoj, Brod și Șag în 2006

Viitura din aprilie 2000 a fost o combinație de precipitații puternice, sol saturat și topire a zăpezii. Debitul măsurat la Lugoj s-a apropiat de valoarea de 1% a undei de viitură. Mai întâi au cedat digurile între Lugoj și pragul de la Coștei. După 2-3 zile au cedat digurile de pe malul stâng la câțiva kilometri amonte de granița cu Serbia. În figura 5.12 este înfățișată seria de debite la stațiile hidrometrice Lugoj, Brod și Șag. Nu a fost clar dacă descreșterea debitului maxim între Lugoj și Brod s-a produs ca efect al polderului Hitiaș sau pentru că digul a cedat în aval de Lugoj. De altfel efectul asupra debitului maxim nu a fost foarte mare. Polderul Pădureni a reținut o parte substanțială din unda de viitură, ceea ce nu a prevenit totuși breșele din aval. Nivelurile ridicate în zona de graniței au fost cauzate și de către efectul de remuu creat de stăvilarul de la Tomașevăț și de vegetația densă din albia majoră de pe teritoriul sârbesc (vezi capitolul 4, subcapitolul 4.2., paragraful 4.2.4.).

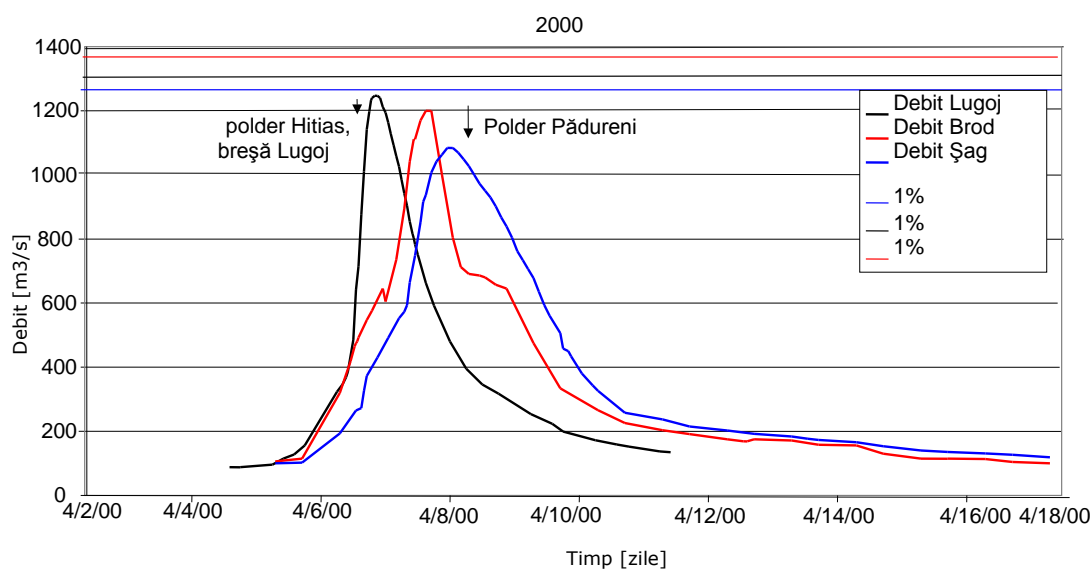


Fig. 5.12: Unda de viitură la st. hidrometrice Lugoj, Brod și Șag în 2000

După breșele din 2000 breșele din apropierea graniței cu Serbia au fost reparate iar digurile de la Lugoj au fost reparate și întărite. Însă în aprilie 2005 s-a produs o nouă și devastatoare inundație: la mijlocul lui aprilie precipitații puternice au condus la o undă medie de viitură și combinat cu temperaturi relativ ridicate solul a fost complet saturat atât de la apa provenită din ploi cât și de la topirea zăpezii. Depresiunea atmosferică s-a deplasat pe direcția din zona amonte în munți către zona aval a Timișului, cu alte cuvinte s-a deplasat pe direcția de înaintare a undei de viitură. Între 14 și 20 aprilie o a doua serie de precipitații a căzut în partea de aval a bazinului de recepție a Timișului. Cea de a doua serie de precipitații a generat la Lugoj o unda de viitură similară cu cea din 2000.

Precipitațiile au afectat de asemenea și bazinul de recepție al râului Bega, ceea ce a generat o mare undă de viitură și pe Bega. Mare parte din această cantitate de apă a fost dirijată prin intermediul canalului descărcător în Timiș. Amonte de vărsarea canalului descărcător în Timiș este localizată intrarea din Timiș în polderul Hitiaș (vezi fig. 5.13).



Fig. 5.13: Intrarea în polderul Hitiaș dinspre Timiș în timpul inundației din 2005

În timpul viiturii din 2005 capacitatea de captare a polderului nu a fost foarte eficientă: doar 20-30% din volumul de retenție al polderului a fost utilizat. Retenția ineficientă a Hitiașului și dirijarea spre Timiș a undei de viitură dinspre Bega a generat creșterea rapidă a undei de viitură pe Timiș aproape de probabilitatea de 1%. Acest lucru este demonstrat de către figura 5.14. Procesele de atenuare a undei și captarea unei părți din viitură de către polderul Pădureni au provocat descreșterea vârfului viiturii în aval, însă și o creștere a lungimii undei. Figurile 5.12 și 5.14 arată că unda de viitură în apropierea stației hidrometrice Șag este aproape dublă ca lățime în 2005 față de 2000.

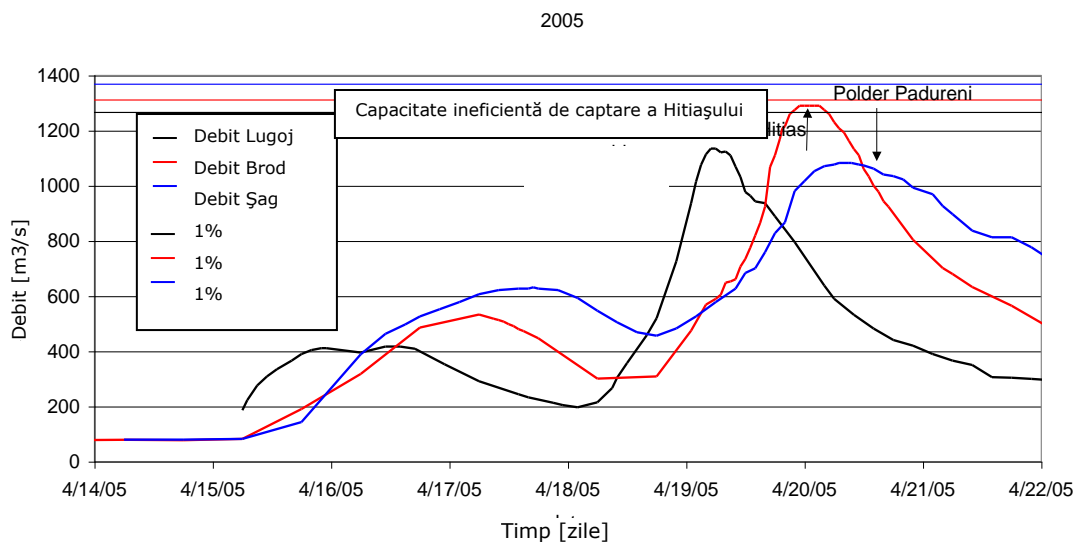


Fig. 5.14: Unda de viitură la st. hidrometrice Lugoj, Brod și Șag în 2005

Pe 19 aprilie la ora 12:50, au apărut 3 breșe în apropierea localității Crai Nou. Două breșe s-au unit la km 8+250 (8,25 km amonte de granița cu Serbia). Cealaltă breșă a fost localizată la km 6+150. Ambele breșe s-au transformat în găuri de eroziune cu adâncimea de 7 m. Breșele au avut lățimi cuprinse între 120 și 160 m.

Așa cum s-a menționat anterior lungimea unei de viitură a fost foarte mare, iar nivelul apei în râu nu a scăzut sub nivelul albiei majore (breșei) timp de 3 săptămâni, ceea ce a dus la un volum enorm al inundației. Deoarece partea sârbă și-a apărut o parte din teritoriul de la graniță cu saci de nisip, apa din incinta inundată nu a putut curge în altă parte. Toate acestea au produs așa numita „Mare a Banatului”: o suprafață inundată de cca. 30.000 ha, care nu a fost drenată timp de 3 luni. Din cauza unei perioade îndelungate de inundare a acestei suprafețe zidurile caselor vechi construite din chirpici au fost saturate cu apă și s-au prăbușit generând colapsul a numeroase case.

5.2.4. Analiza datelor hidrologice

5.2.4.1. Relații nivel-debit (chei limnimetrice)

Cele 4 stații hidrometrice folosite în acest studiu au fost: Lugoj (limita amonte), Brod, Șag și Grăniceri (limita aval). Figura 5.15 înfățișează aceste locații. Cu excepția s.h. Grăniceri, toate stațiile hidrometrice dispun de chei limnimetrice. Cheile limnimetrice sunt actualizate după fiecare inundație.



Fig. 5.15: Localizarea stațiilor hidrometrice

S-au folosit cheile limnimetrice de la Serviciul Hidrologie pentru anii 1999, 2000, 2005 și de la Dispecerat pentru anul 2006. Cheile limnimetrice de la stații hidrometrice similare diferă puternic de la un an la altul. Aceste diferențe nu pot fi explicate prin schimbări morfologice. Explicația vine din faptul că fiecare stație hidrometrică are o cotă zero miră care este nivelul de referință al stației

hidrometrice. În bazinul hidrografic al Timișului cota zero miră este măsurată în diferite sisteme de referință: Marea Neagră (MN), Marea Baltică (MB) sau Marea Adriatică (MA). Nivelurile de apă în râu sunt măsurate în centimetri deasupra sau sub cota zero miră. Nivelurile relative (în cm) sunt transmise la dispecerat prin telefon, notate în registrele anuale de cote și apoi importate în baza digitală de date. În baza de date măsurătorile sunt validate și dacă este necesar corectate. Serviciul de Hidrologie, care este responsabil pentru prognozele hidrologice, primește nivelurile măsurate (în cm) de la Dispecerat. La Serviciul Hidrologie sunt corectate nivelurile cu un alt nivel de referință numit zero grafic. Zero grafic corectează schimbările morfologice din albia râului pentru a crea valori pozitive pentru prognozele hidrologice. Zero grafic diferă pentru fiecare stația hidrometrică și se poate schimba de-a lungul anilor. Tabelul 5.1 înfățișează diferite niveluri de zero miră și zero grafic pentru stațiile hidrometrice relevante.

Tabel 5.1: Zero miră și zero grafic

Stația hidrometrică	Zero miră [m]	Zero grafic [cm]
Lugoj	116.53 MN	100
Brod	88.62 MB	200
Șag	81.40 MB	400

$$MN = MA - 0,689$$

$$MN = MB + 0,331$$

Pentru folosirea datelor în cadrul proiectului nivelurile trebuiau să fie omogene și corespunzătoare secțiunilor transversale măsurate utilizând un singur sistem de referință pentru coordonate. Au fost făcute următoarele corecții:

- toate seriile de niveluri, primite de la Hidrologie, au fost corectate pentru zero grafic, remarcând că la Brod curbele nivel-debit pentru 1999/2000 și 2005 sunt de asemenea diferite,
- toate seriile de niveluri au fost recalulate pentru sistemul de referință al Mării Negre, care este de asemenea și sistemul de referință pentru secțiunile transversale măsurate.

Figurile 5.16 și 5.17 arată cheile limnimetrice originale primite și cele corectate. În paragraful 5.2.5. sunt descrise detaliat cheile limnimetrice istorice pentru analizarea schimbărilor morfologice ale albiei.

5.2.4.2. Probabilități de apariție a inundațiilor: analiză de sensibilitate

Pentru a putea vorbi despre probabilități de apariție a unor inundații sunt necesare analize statistice care utilizează serii anuale lungi de timp. Utilizând aceste serii este posibilă derivarea debitelor proiectate sau a scenariilor proiectate pentru a calcula nivelurile necesare de siguranță corespunzătoare anumitor standarde de siguranță. În acest paragraf se dorește înțelegerea sensibilității determinării probabilităților de apariție a inundațiilor.

Pentru determinarea probabilităților de apariție a inundațiilor în bazinul hidrografic al Timișului sunt folosite debitele maxime anuale. La Lugoj sunt disponibile debitele maxime anuale din 1950, la Brod din 1971 iar la Șag din 1961 (vezi fig. 5.18). În general sunt disponibile date pe 30 de ani ceea ce face relevantă analiza statistică.

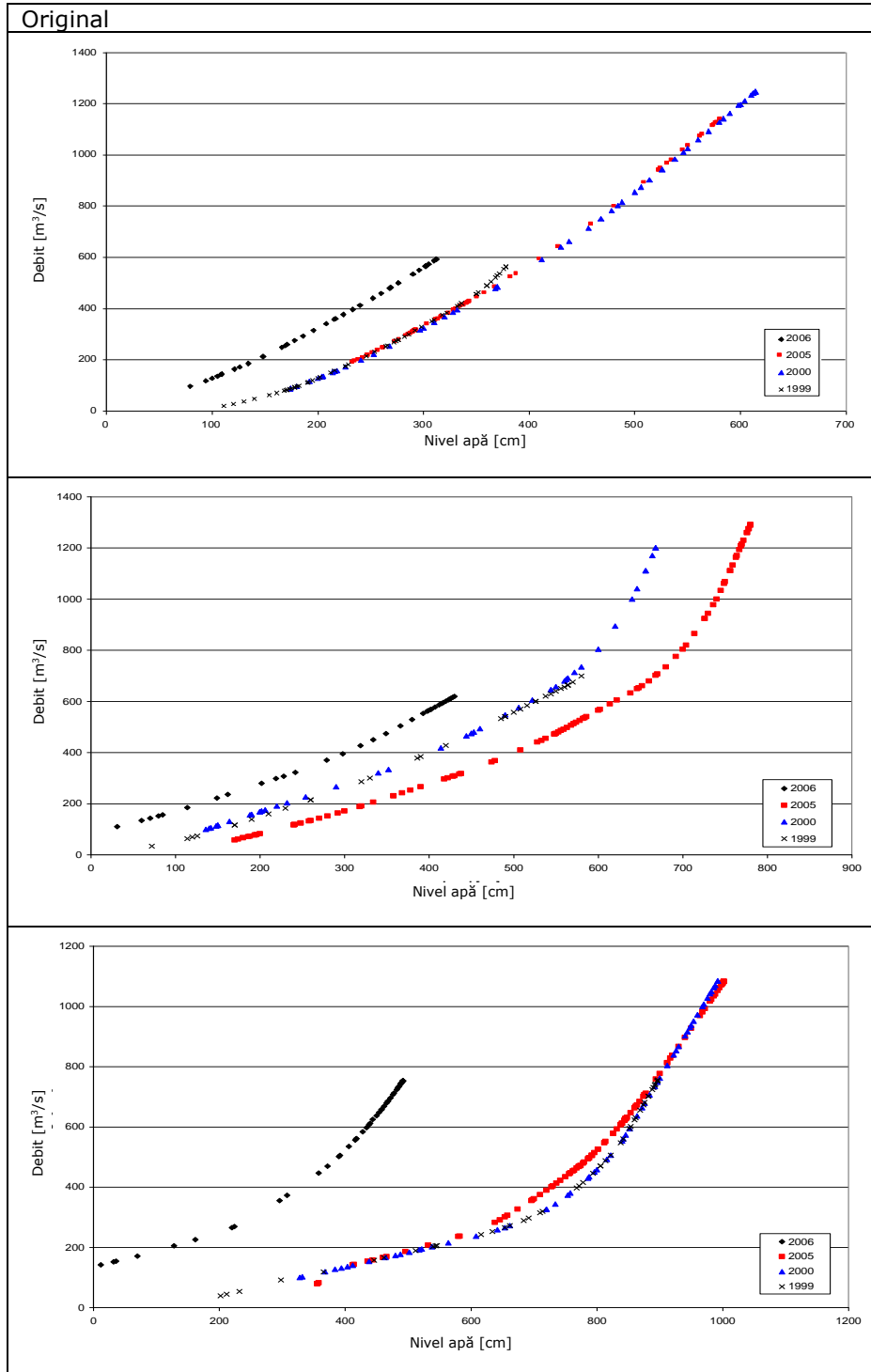


Fig. 5.16: Chei limnimetrice originale

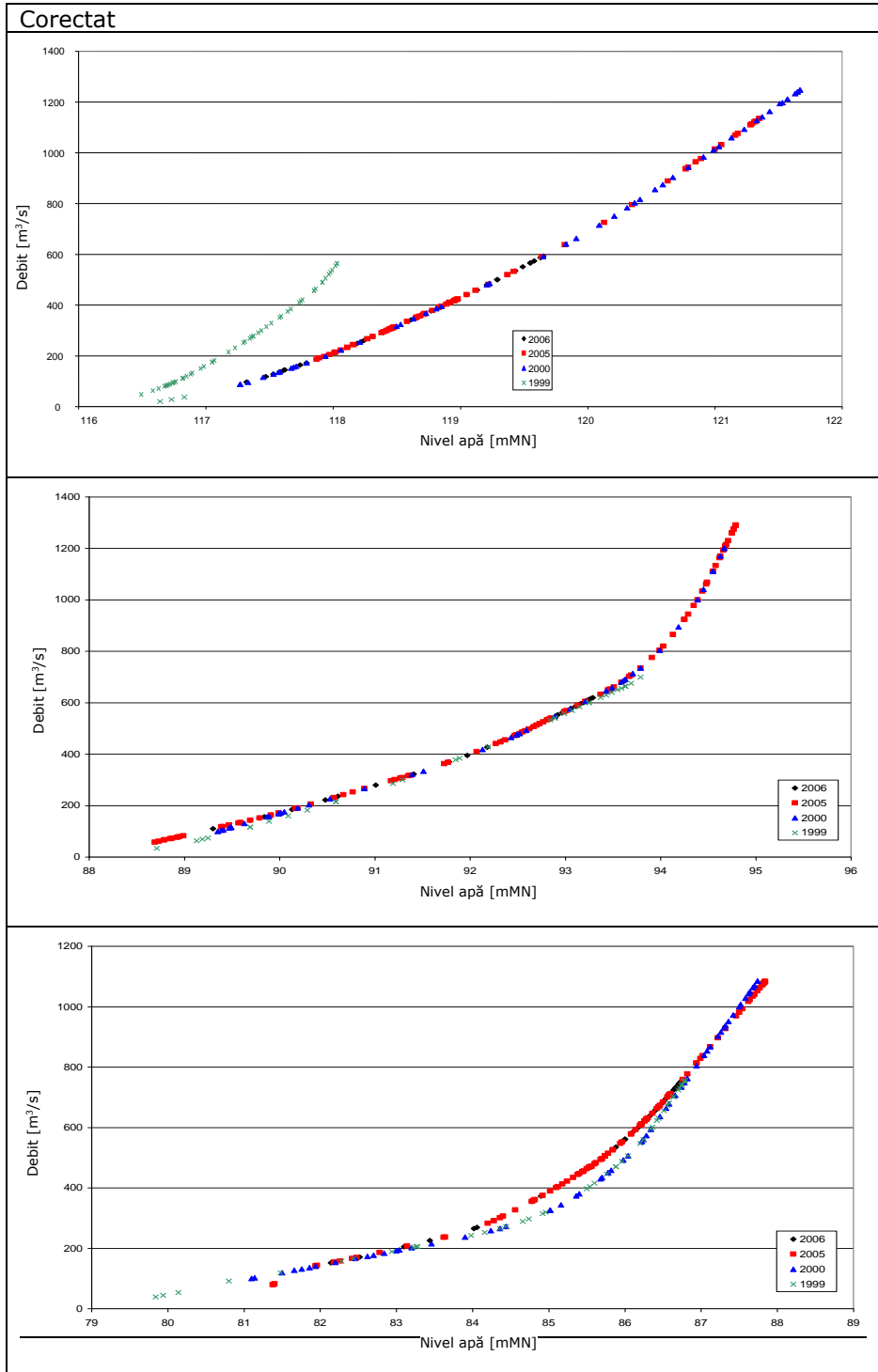


Fig. 5.17: Chei limnimetrice corectate

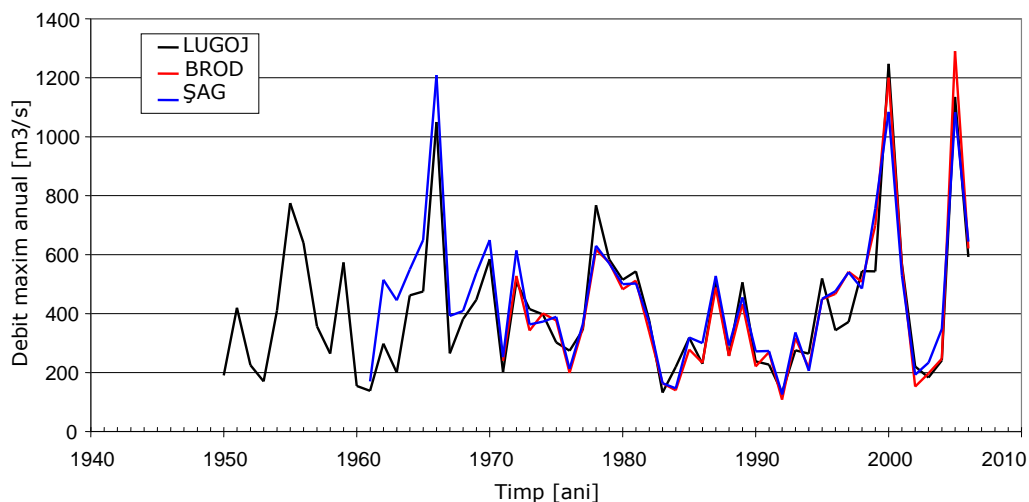


Fig. 5.18: Debite maxime anuale la stațiile hidrometrice Lugoj, Brod și Șag

Pentru determinarea probabilităților de apariție a inundațiilor, Serviciul Hidrologie folosește metoda „Kritskii-Menkel”. În figura 5.19 sunt înfățișate curbele de frecvență la stațiile hidrometrice. În grafice poate fi observat și debitul de 1%.

În figura 5.20 sunt prezentate diferitele distribuții de probabilitate a debitelor la Lugoj. Valorile sunt reproduse în tabelul 5.2. Atât din grafic cât și din tabel reiese clar că probabilitatea curgerii calculată prin metoda Kritskii-Menkel corespunde în mare parte cu debitele proiectate determinate de către distribuția Gamma. Tabelul 5.3 arată probabilitatea de producere a debitelor bazată pe metoda Kritskii-Menkel în bazinul inferior al Timișului.

Tabel 5.2: Probabilitatea debitelor la Lugoj utilizând diferite distribuții

Stația hidrometrică Lugoj	1%	2%	5%
Kritskii-Menkel	1266	1092	846
exponențial	1445	1248	991
log-normal	1370	1159	907
Gamma	1247	1117	909
Gumbel	1050	939	792
Greutăți egale	1351	1169	935

Tabel 5.3: Probabilitatea debitelor în bazinul inferior al Timișului utilizând metoda Kritskii-Menkel

Stația hidrometrică	Râu	1%	2%	5%
Lugoj	Timiș	1266	1092	846
Timișana	Timișana	95		57
Șurgani	Șurgani	60		36
Brod	Timiș	1311	1130	883
Poșaniș	Poșaniș	79		50
Șag	Timiș	1368	1182	940
Chizătău	Bega	372	334	273
Topolovăț	Bega-Timiș	310	285	237

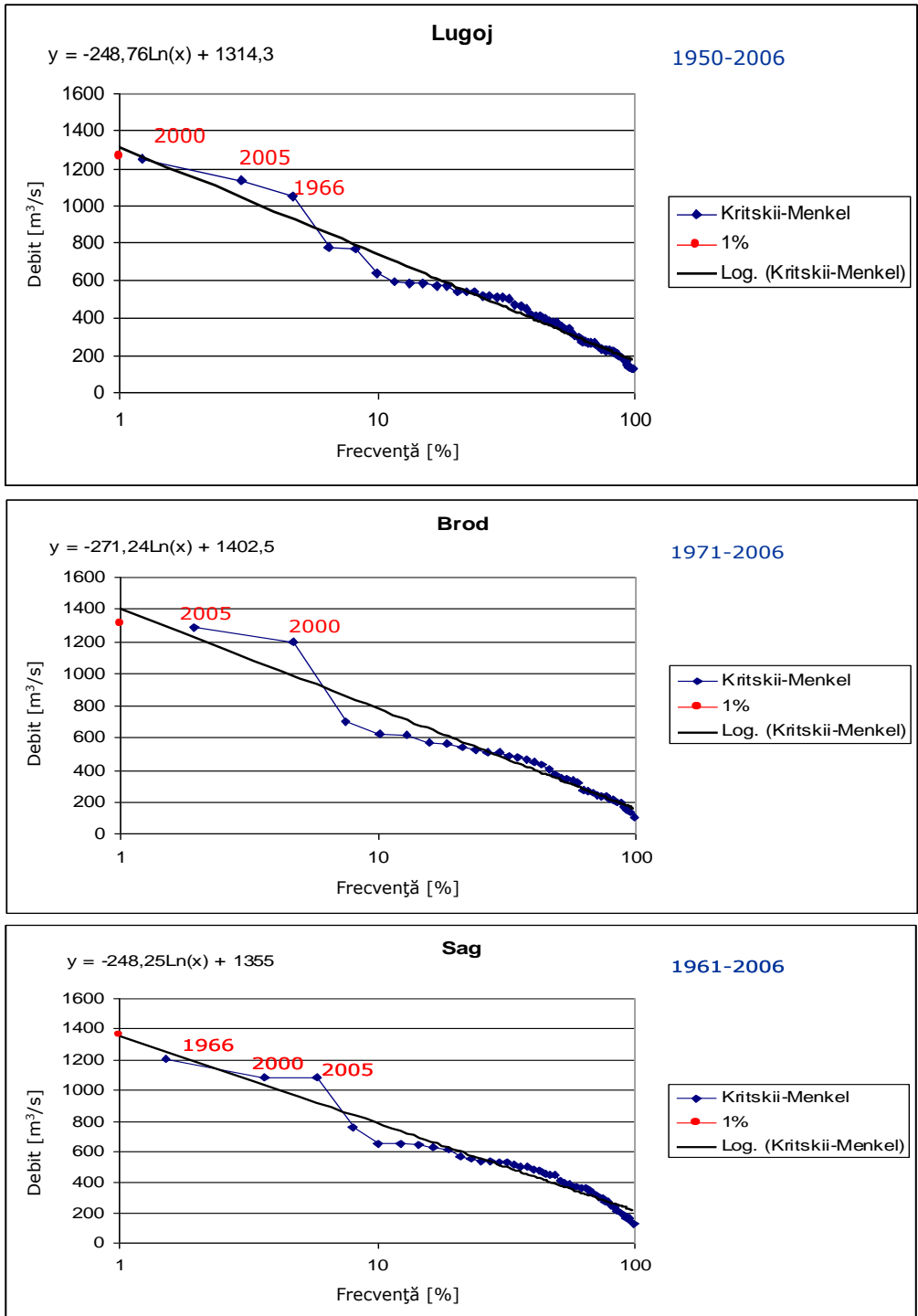


Fig. 5.19: Curbe de frecvență bazate pe metoda Kritskii-Menkel la s.h. Lugoj, Brod și Șag

În anii '70 au fost construite acumulările laterale nepermanente (polderele) Hitias, Pădureni și Cadar-Duboz (pe Pogăniș). Acumulările au un efect semnificativ asupra undelor extreme de viitură. Figura 5.21 arată relația dintre debitele maxime anuale și perioada de construcție a acumulărilor.

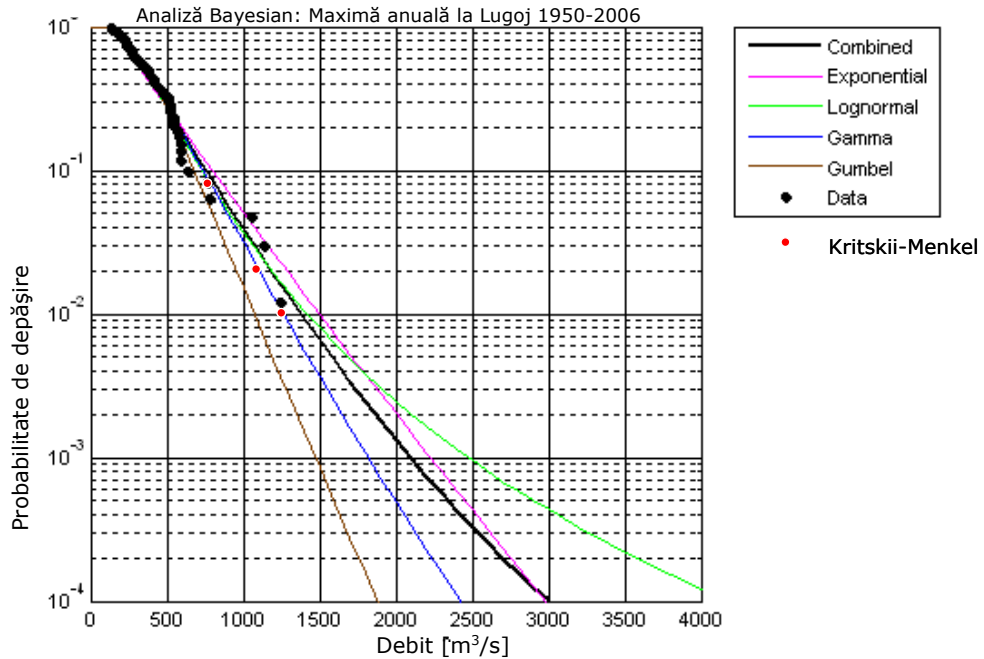


Fig. 5.20: Distribuții diferite la stația hidrometrică Lugoj

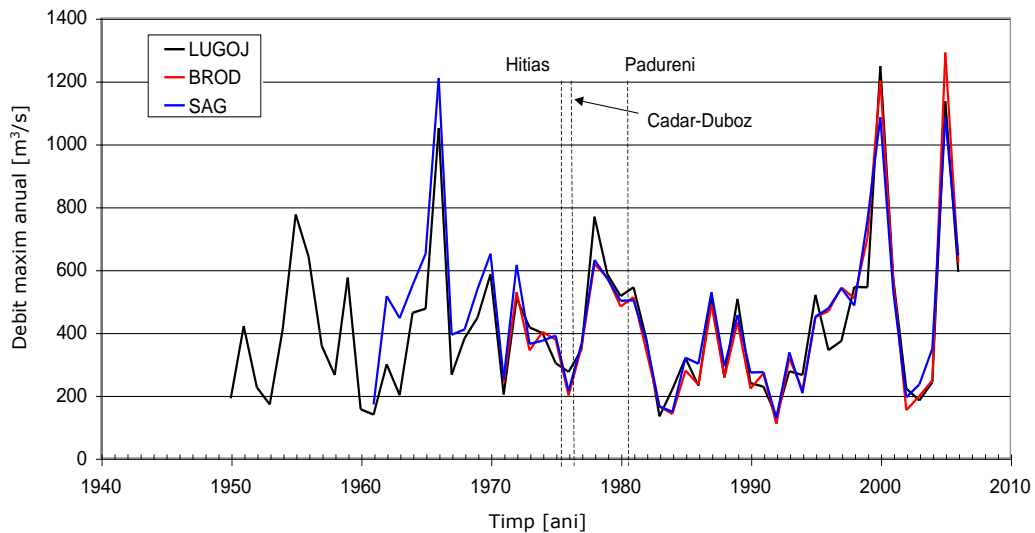


Fig. 5.21: Debite maxime anuale la Lugoj, Brod și Șag și construcția polderelor

Din figura de mai sus se pot vedea 3 mari viituri: în 1966, 2000 și 2005. Viitura din 1966 nu a fost influențată de nici unul dintre poldere, în schimb cele din 2000 și 2005 au fost influențate. Pentru a determina efectul polderelor asupra probabilității debitelor a fost analizată o serie omogenă, ceea ce înseamnă că viitura din 1966 a fost exclusă. Aceasta analiză a fost făcută numai pentru Lugoș și Șag deoarece viitura din 1966 nu a fost măsurată la Brod.

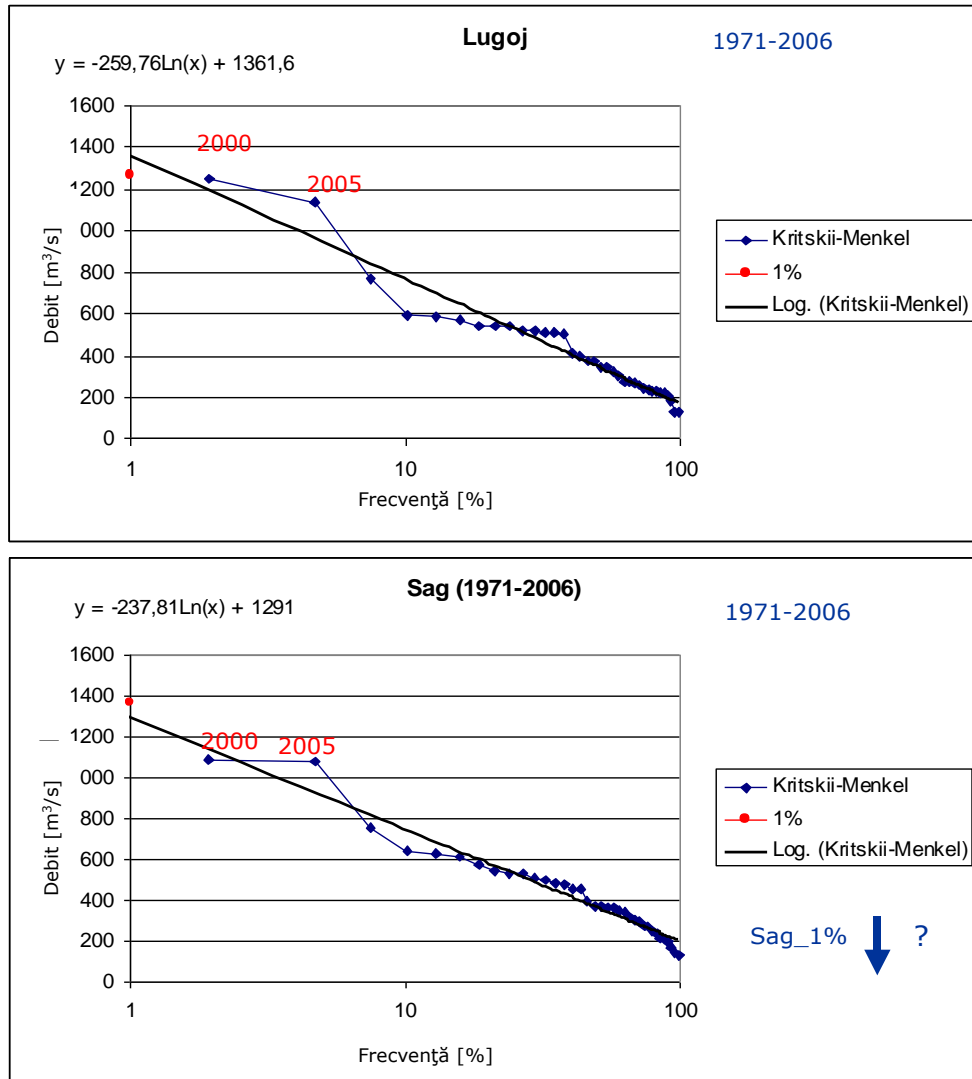


Fig. 5.22: Curbe de frecvență bazate pe metoda Kritskii-Menkel la s.h. Lugoș și Șag utilizând serii omogene

Figura 5.22 înfățișează curbele de frecvență la Lugoș și Șag bazate pe debitele maxime anuale din 1971 până în 2006. Curba de frecvență pentru Lugoș nu se schimbă substanțial deoarece este o stație hidrometrică aflată amonte față de cele 3 poldere. Mai mult, viitura din 1966 nu a fost cea mai mare viitură istorică înregistrată. La Șag totuși noul debit de 1% bazat pe o serie omogenă de timp pare

să fie mai mic decât înainte. De fapt ar trebui analizat dacă polderele rezultă într-o discontinuitate a valorilor extreme a curbelor de frecvență. Pentru omogenizare trebuie de asemenea luate în calcul deversările și breșele în diguri atunci când sunt disponibile debite pe Timiș și Bega amonte de poldere.

În cadrul componentei strategiei de protecție împotriva inundațiilor a proiectului s-a încercat o elaborare a acesteia utilizând parțial „abordarea olandeză” pe baza datelor românești. Măsurile de reducere a inundațiilor au fost evaluate în același mod ca și în proiectele olandeze care au avut la bază conceptul „mai mult spațiu pentru râuri”. Capitolul 5.6. descrie mai detaliat cum au fost folosite nivelurile de apă proiectate pentru diferite probabilități de producerea a inundațiilor pe Timiș. Nivelurile proiectate au fost calculate cu modelul Sobek utilizând inundații simulate sau scenarii la inundații. Inundațiile simulate au fost determinate după cum urmează:

- S-au determinat asigurările legale de calcul ale digurilor pe Timiș. Acestea variază între 1%, 2% și 5%. Scenariile la inundații vor fi determinate în funcție de evenimente hidrologice cu probabilitate de apariție de 100 de ani (1%), 50 de ani (2%) și 20 de ani (5%).
- Debitele de vârf pentru toate punctele de intrare în model au fost determinate pentru aceste probabilități de apariție așa cum a fost descris anterior în acest paragraf (vezi tabelele 5.2 și 5.2).
- Forma undei de viitură a fost determinată prin calcularea formei undei medii de viitură la Lugoj utilizând inundații din 1999, 2000, 2005 și 2006. Undele de viitură pentru afluenți au fost determinate pe baza aceleiași forme. Nivelurile de apă calculate care au rezultat au fost definite ca și niveluri de apă proiectate cu o probabilitate de 1%, 2% și 5%. Utilizând această metodă s-a plecat de la prezumția că toate intrările în model au fost complet corelate. În realitate acest lucru nu este adevărat. Știind că unii afluenți au o influență semnificativă asupra debitului total al Timișului s-a recomandat analizarea corectă a corelării afluenților. Figura 5.23 de mai jos prezintă undele proiectate de viitură și undele istorice de viitură la Lugoj.

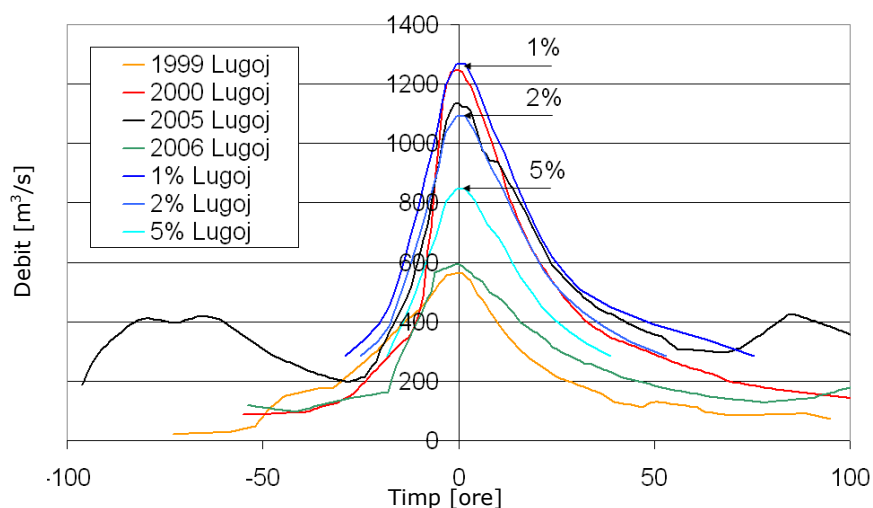
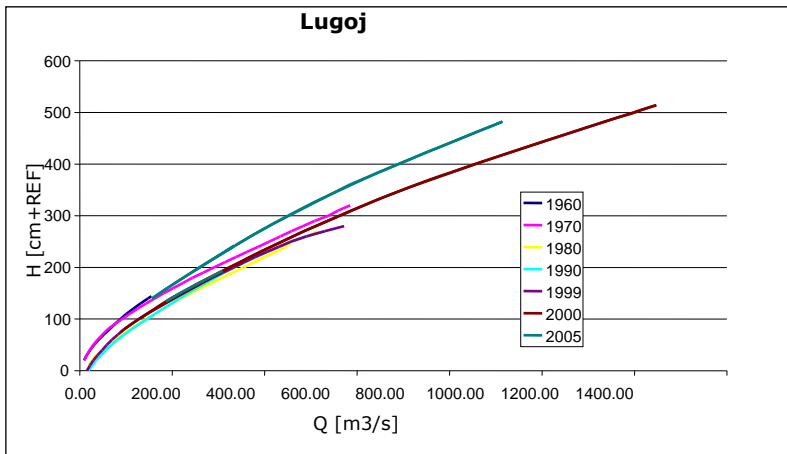


Fig. 5.23: Unde de viitură proiectate la Lugoj

5.2.5. Analiza morfologică a râului

Schimbările morfologice ale râului sunt relevante deoarece ele vor influența nivelurile din râu și pot influența stabilitatea lucrărilor hidrotehnice (de ex. diguri, fundații ale podurilor). Niveluri schimbate vor avea impact asupra pânzei freactice și asupra standardelor de siguranță a digurilor.

În paragraful 5.2.4.1. au fost prezentate cheile limnimetrice pentru diferiți ani (recepți). Cheile limnimetrice se bazează pe măsurători de debite. Din cauza măsurătorilor restricționate de debite în timpul inundațiilor, cheile nu sunt modificate pentru debitele mai mari. La stațiile hidrometrice Lugoj și Brod au fost disponibile de asemenea și chei limnimetrice mai vechi (fig. 5.24). Aceste chei arată că pentru un anumit debit, nivelul corespunzător scade în timp. Acest lucru indică erodarea albiei.



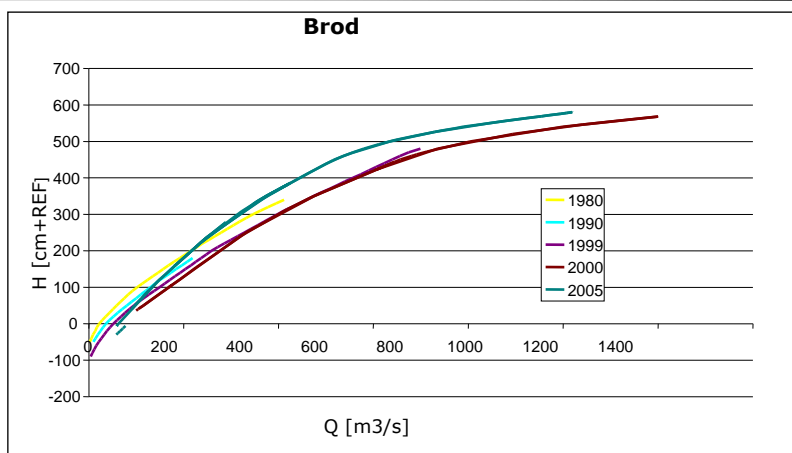
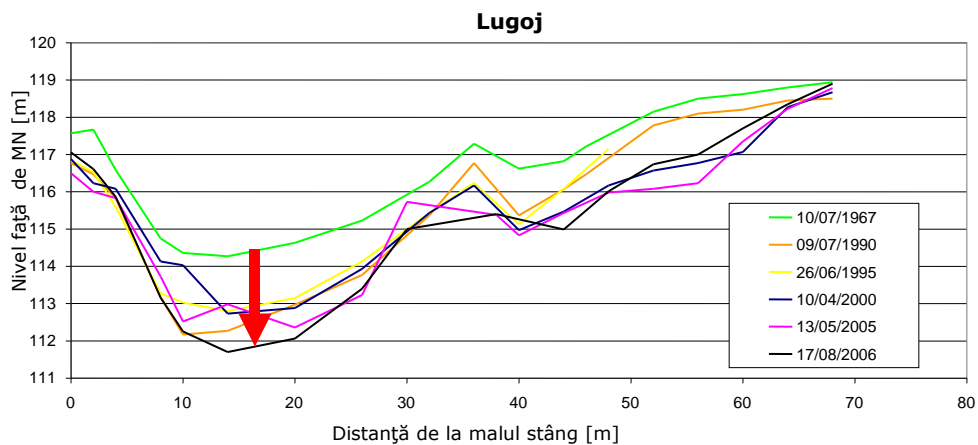


Fig. 5.24: Chei limnimetrice la stațiile hidrometrice Lugoj și Brod

Suplimentar au fost colectate și analizate secțiuni transversale măsurate pentru diferiți ani (vezi fig. 5.25). Aceste secțiuni transversale arată că albia la Lugoj și Brod a fost într-adevăr erodată în timp.



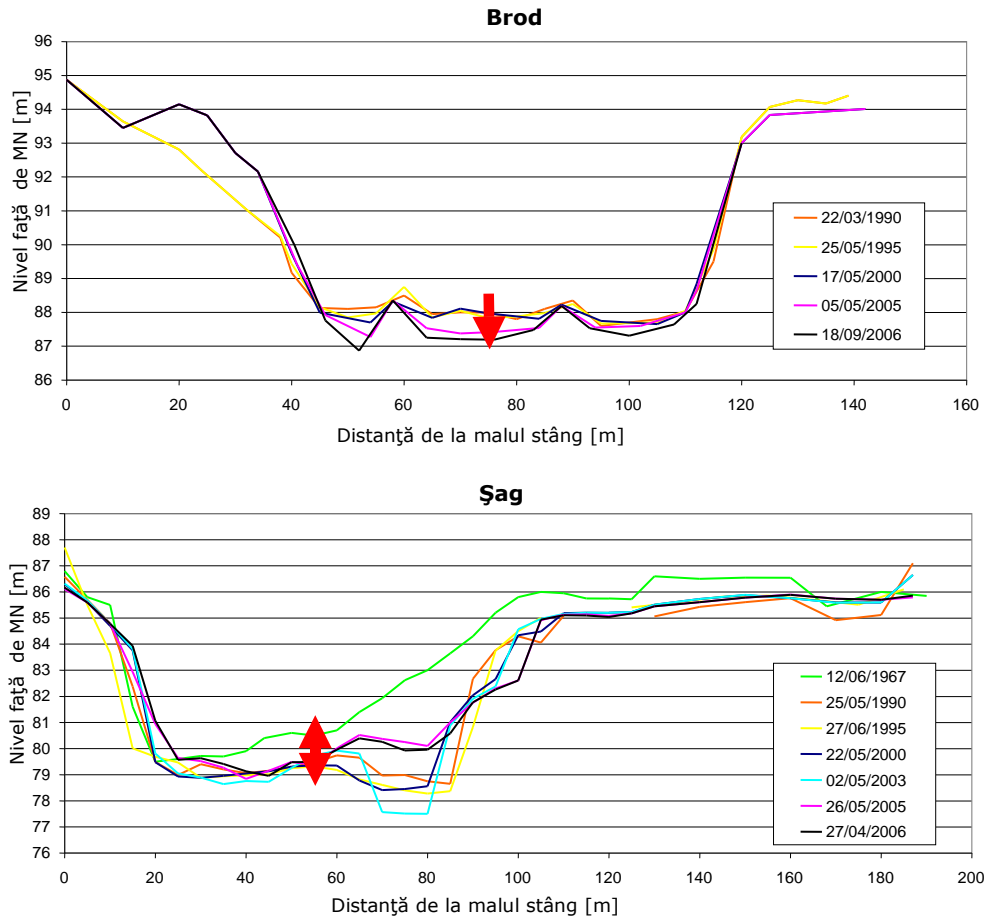


Fig. 5.25: Secțiuni transversale la stațiile hidrometrice Lugoș, Brod și Șag

La Șag albia este de asemenea erodată din 1967, însă din 1990 tendința de erodare este mai puțin evidentă. Experții ABA Banat sunt de părere că lucrările hidrotehnice la stația hidrometrică Șag au perturbat procesele naturale locale.

Cauzele erodării albiei pot fi naturale sau artificiale. În acest caz erodarea poate proveni din ambele cazuri. Tabelul 5.4 prezintă activitățile de exploatare a balastierelor din albia Timișului între 2002 și 2007 pe o întindere de 75 km aval de Lugoș. În cea de-a doua coloană se găsește media coborârii albiei (în cm) la o lățime presupusă a râului de 50 m. Tabelul arată un nivel mediu de coborâre a albiei de 2-2,5 cm/an. La Brod efectul acestor concluzii se regăsește în cheia limnimetrică. Pentru Lugoș nivelul coborârii albiei luat din cheia limnimetrică apare oarecum mai mic.

Tabel 5.4: Exploatarea balastierelor în albia Timișului pe sectorul Lugoș-Șag

An	Volum [m ³] / Δzb [cm]
2002	165.100 / 3
2003	104.300 / 2
2004	134.400 / 2.5
2005	108.000 / 2
2006	197.500 / 4
2007	115.300 / 2

Concluzia generală poate fi aceea că albia râului se erodează și că activitățile de exploatare a balastierelor din albie sunt probabil o cauză importantă a acestei tendințe.

5.2.6. Concordarea cu Serbia

Din cauza pantei relativ scăzute a Timișului, nivelurile din Serbia pot influența nivelurile la inundație din partea românească a râului. Această influență se face resimțită până la 40 km amonte de graniță, în apropiere de s.h. Șag (fig. 5.26).

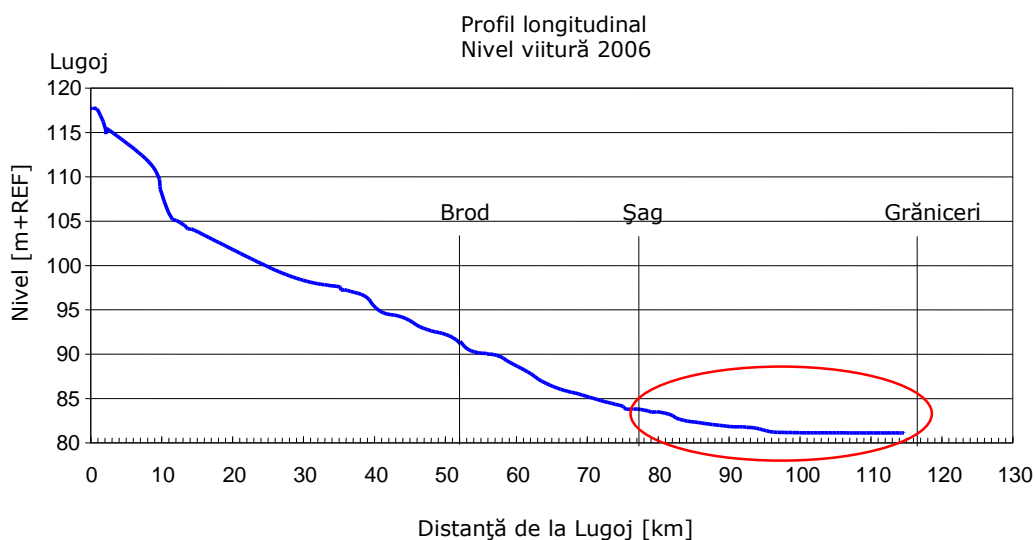


Fig. 5.26: Profil longitudinal al nivelului în condiții de viitură

Nivelurile pe Timiș în Serbia sunt determinate de operarea stăvilărilor de la Tomașevăț și de vegetația din albia majoră. Mai ales tipul de vegetație este important. Deși vârful debitelor în 2000 și 2005 a fost mai mult sau mai puțin identic, nivelurile din timpul viiturii au fost destul de diferite. Totuși este cunoscut faptul că în 2000 vegetația din albia majoră a fost densă. După anul 2000 mare parte din vegetație a fost îndepărtată. În 2006 viteza de propagare a viiturii a fost mare decât înainte. Luând în calcul date hidrologice din Serbia și reguli de exploatare din timpul inundațiilor din trecut care au devenit disponibile poate fi realizată o analiză a propagării undei de viitură în sistem și pot fi definiți parametri cheie pentru îmbunătățirea managementului inundațiilor.

Mai multe date privind niveluri, debite, regulamente de exploatare, morfologia râurilor și tipuri de vegetație ar putea deveni disponibile prin realizarea unui proiect comun româno-sârb. O posibilitate în realizarea unui asemenea proiect

a constituit-o propunerea de proiect FloodSim din 2006 (îmbunătățirea capacității autorităților româno-sârbomuntenegrene în gestionarea activităților de prognozare și reducere a inundațiilor pe râul transfrontalier Timiș/Tamiš), dar aceasta nu s-a materializat până în prezent.

5.3. Descrierea modelului Sobek

5.3.1. Generalități

Sobek a fost denumit după zeul crocodil din Egiptul antic. În antichitate se credea despre crocodili că au puteri de prezicere deoarece își depuneau ouăle chiar deasupra nivelului inundației ce urma să vină pe Nil.

Aplicația software Sobek este un pachet software integrat pentru simularea proceselor hidrotehnice într-una sau două dimensiuni, precum sisteme hidrotehnice, canale sau sisteme de canalizare. Ea reprezintă un instrument solid în prognozarea inundațiilor, optimizarea drenajelor și a sistemelor de canalizare, evaluarea măsurilor de reducere a inundațiilor, controlul apelor subterane, analiza morfologiei râurilor, determinarea intruziunii salinității și a calității apelor de suprafață. Majoritatea analizelor tehnice din cadrul studiului au fost făcute sau suportate de modelul Sobek pe Timiș în sectorul Lugoj – Grăniceri (frontieră Serbia).

Aplicația software Sobek 1D2D oferă multe avantaje prin comparație cu alte produse aflate pe piață în prezent precum ar fi:

- Sobek are un motor numeric foarte robust care permite modelarea atât a zonelor cu pantă abruptă cât și a zonelor plate;
- Sobek are programe avansate pentru descrierea, inundarea și secarea văilor râurilor, permițând o descriere corectă a propagării undei de viitură;
- Sobek simulează atât curgeri critice și supracritice cât și tranzițiile între două stări esențiale pentru condițiile de curgere extremă, precum cele simulate în studiile de rupere a barajelor;
- Pentru analiza viiturilor, Sobek a fost comparat cu rezultatele modelelor hidraulice la scară și prezintă remarcabile concordanțe între rapiditate și amplitudinea undelor;
- Combinarea curgerilor 1D și 2D permite o descriere optimă a curgerii atât în regim 1D cât și în regim 2D. Abordarea stratului orizontal descrie de asemenea corect dincolo de raza adâncimilor direcția viiturilor în văile cu râuri meandrate;
- Atât modulul 1D cât și cel 2D care fac parte din modelul Sobek sunt bazate pe scheme numerice complete, rezolvate de un singur algoritm numeric. În acest fel sunt evitate instabilitățile numerice legate de cuplarea modulelor 1D și 2D.

Cuplarea modulelor 1D și 2D este complet automată. Câteva produse de simulare oferă funcționalitate 1D2D pentru simularea inundărilor. Totuși, în cadrul acestor produse fiecare legătură între celula grid 2D și rețeaua 1D trebuie făcută manual, inclusiv valori arbitrare pentru descrierea legăturii. Sobek oferă multe opțiuni pentru descrierea scenariilor de inundații, deoarece pot fi specificate o varietate de structuri hidrotehnice combinat cu numeroase opțiuni pentru controlul parametrilor de structură. Sobek și mai ales Sobek 1D2D a fost utilizat un timp destul de îndelungat pentru simulări de cedări ale digurilor și barajelor și a devenit astfel un software care oferă siguranță, minimizând riscul de a întâlni defecțiuni ale aplicațiilor sale. Modificarea și post-procesarea datelor în Sobek se bazează pe o

platformă GIS independentă permițând schimbul de hărți și date cu o varietate de produse GIS. Modulele 1D și 2D au fost integrate în aceeași interfață de utilizare.

Datele necesare construirii acestui model sunt descrise în paragraful următor. Paragraful 5.3.3. descrie setarea modelului. După ce modelul este construit acesta ar trebui calibrat pe serii istorice. Selectarea seriilor de calibrare depinde de utilizarea viitoare a modelului. Deoarece dorim să utilizăm modelul Sobek pe Timiș pentru analiza inundațiilor, perioada calibrării ar trebui să o constituie perioada unei inundații. După calibrare modelul este validat pe o perioadă similară a inundației. Calibrarea și validarea sunt descrise în paragraful 5.3.4., iar în paragraful 5.3.5. sunt descrise pe scurt extensiile 2D ale modelului 1D. În sfârșit paragraful 5.3.6. descrie scopul modelului: ceea ce este utilizat pentru ceea ce poate fi folosit.

5.3.2. Analizarea datelor și construirea modelului

Un model Sobek este construit din diferite straturi de date precum rețeaua hidrografică, secțiuni transversale, structuri hidrotehnice ș.a. Aceste date (brute) nu pot fi importate direct în Sobek. Nu numai că datele trebuie puse într-un format corect, ci ele trebuie verificate și dacă este necesar a fi corectate. Un model Sobek poate construit relativ repede și simplu atunci când este disponibil un set de date validate. Altfel spus este importantă analizarea corectă a datelor înainte de construirea modelului Sobek.

Straturile de date din modelul Sobek construit în cadrul proiectului sunt:

- Date de fundal necesare vizualizării, precum hărți topografice și fișiere vectoriale,
- Rețeaua hidrografică prin care este delimitat râul Timiș,
- Secțiuni transversale prin care este definită geometria râurilor,
- Locația, geometria și manevrarea structurilor hidrotehnice,
- Condiții de graniță care definesc intrările (de apă) în sistem.

5.3.2.1. Date de bază

Sobek comunică cu aplicațiile GIS (Geographical Information System – Sistem Informațional Geografic). Acest lucru înseamnă că este posibil importul fișierelor geo-referențiate precum fișiere vectoriale, fișiere imagini sau a fișierelor grid ca și hărți de fundal. Aceste fișiere nu fac parte din model și nu influențează rezultatele modelului. Ele sunt folosite doar pentru vizualizare, de exemplu pentru a găsi anumite locații în cadrul modelului. Hărțile de fond pot ajuta la construirea modelului când alte date, precum fișierul vectorial al râului, nu sunt disponibile. În sfârșit hărțile de fond pot suporta analiza rezultatelor.

Au fost primite și utilizate ca și date de bază următoarele date generale:

- Fișiere vectoriale generale din regiunea Banat precum:
 - Rețeaua hidrografică,
 - Localizarea orașelor și a satelor,
 - Localizarea stațiilor hidrometrice,
 - Drumuri și căi ferate,
 - Structuri hidrotehnice,
- Hărți ale regiunii Banat atât digitale (1:100.000) cât și clasice (1:25.000);
- Hărți scanate ale zonei de graniță cu Serbia.

5.3.2.2. Rețeaua hidrografică

Rețeaua hidrografică din Sobek poate fi definită prin importul unui fișier vectorial al râului ca și o întindere-Sobek. Cum scopul analizării viiturii în cadrul studiului este axat pe sectorul Lugoj-Grăniceri, un fișier vectorial al râului Timiș a fost definit și importat în Sobek. Lungimea totală a întinderii este 120.572 m. În figura 5.27 este înfățișat râul Timiș ca și întindere (colorat cu albastru închis) în cadrul modelului Sobek.

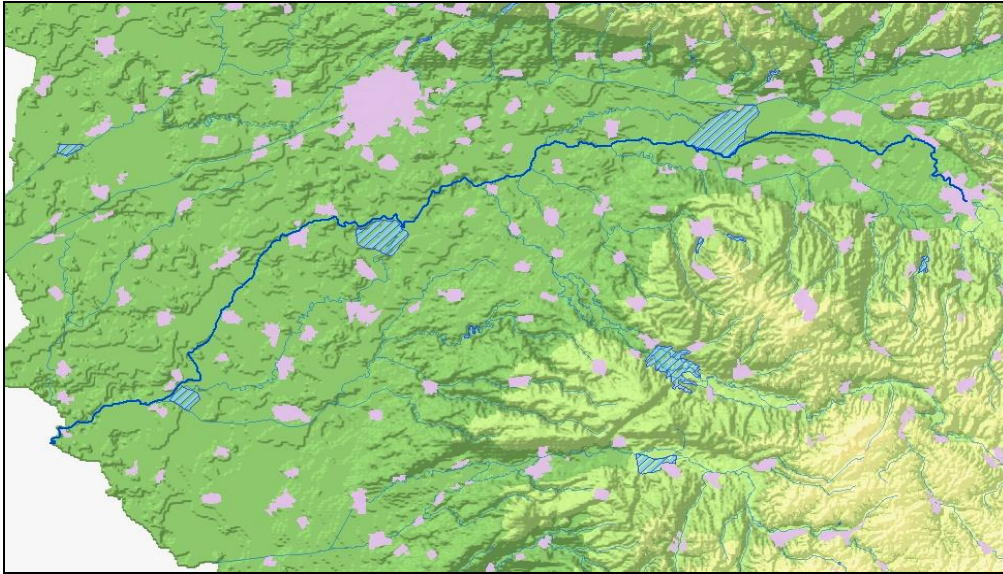
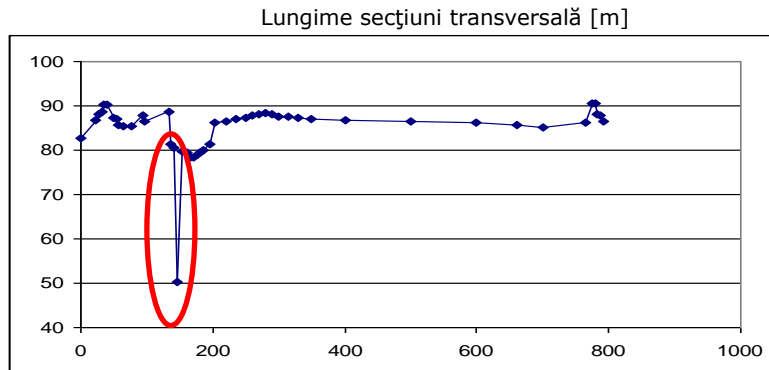


Fig. 5.27: Rețeaua hidrografică a râului Timiș în modelul Sobek

5.3.2.3. Secțiuni transversale

Administrația Bazinală de Apă Banat a pus la dispoziție un număr de 80 de secțiuni transversale pe Timiș între Lugoj și Grăniceri. Au fost incluse de asemenea secțiuni transversale amonte și aval de poduri. Secțiunile transversale sunt măsurate cel puțin din digul stâng în digul drept. Toate secțiunile transversale au fost verificate și dacă a fost necesar au fost corectate. Porțiunea secțiunilor transversale din afara digurilor a fost exclusă din profil. Figura 5.28 prezintă un exemplu al corecțiilor făcute (încercuit cu roșu). Figura 5.29 arată locația secțiunilor transversale.



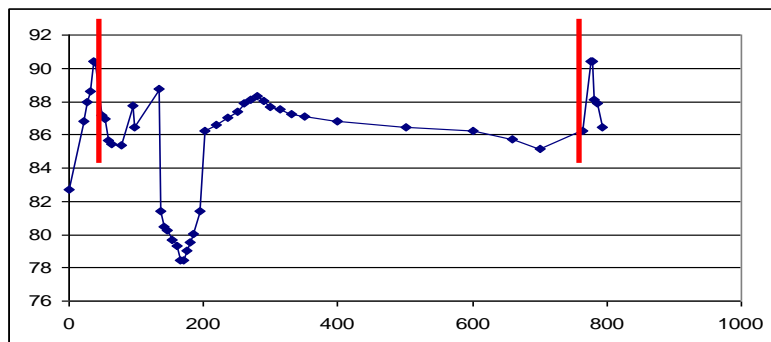


Fig. 5.28: Corecții ale secțiunilor transversale



Fig. 5.29: Locația secțiunilor transversale

5.3.2.4. Structuri hidrotehnice

Structurile hidrotehnice care au fost modelate fizic în model sunt:

- Pragul deversor de la Coștei,
- Polderul (acumularea nepermanentă) Hitiaș,
- Polderul (acumularea nepermanentă) Pădureni.

Descrierea acestor structuri a fost făcută detaliat în capitolul 4, subcapitolul 4.3., paragraful 4.3.3. În mod implicit modelul ia în considerare și acumularea nepermanentă Cadar-Duboz și interconexiunea Bega-Timiș (paragraful 5.3.2.5.).

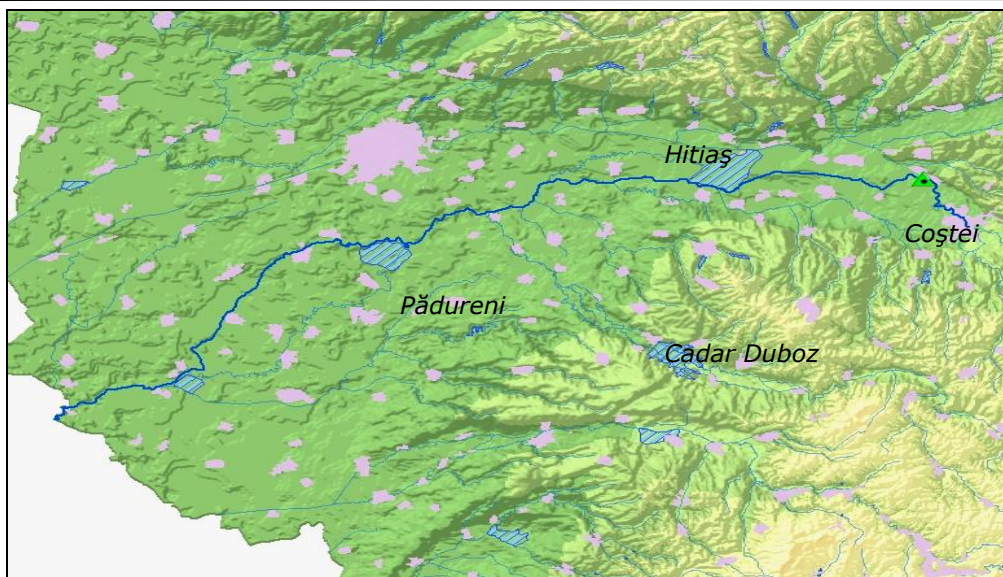


Fig. 5.30: Locația structurilor hidrotehnice

Au fost determinate locația (fig. 5.30) și geometria structurilor. Pentru pragul deversor de la Coștei geometria necesară a consistat în lățimea și creasta pragului. Pentru poldere a fost importantă geometria structurilor de admisie (lățimea și creastă) precum și relația nivel-volum a suprafeței polderului.

5.3.2.5. Condiții de graniță

Limita amonte este localizată la stația hidrometrică Lugoj pentru care nivelul și debitul (bazat pe cheile limnimetrice) au fost disponibile. Debiturile au fost folosite ca și intrări în model. Nivelurile au fost utilizate pentru calibrarea și validarea modelului (vezi paragraful 5.3.4.).

Limita aval este localizată la stația hidrometrică Grăniceri pentru care au fost disponibile nivelurile de apă. Nu este recomandată în acest caz utilizarea cheilor limnimetrice deoarece efectul de remuu din Serbia poate fi foarte puternic în timpul inundațiilor. Cea mai bună soluție ar fi extinderea modelului în Serbia, însă acest lucru nu a fost posibil din cauza lipsei de date în ceea ce privește secțiunile transversale. Astfel s-a decis folosirea doar a nivelurilor măsurate la Grăniceri.

Între Lugoj și Grăniceri Timișul primește mai mulți afluenți (fig. 5.31):

- Canal alimentare Timiș-Bega, acest canal este închis în timpul inundațiilor și astfel nu a fost introdus în model;
- Timișana cu debitele disponibile la stația hidrometrică Racovița. Racovița este amplasată relativ aproape de Timiș și astfel a fost reprezentativă pentru intrarea totală a Timișanei în Timiș;
- Canal descărcare Bega-Timiș, debitele din acest canal sunt măsurate la stația hidrometrică Topolovăț. Aval de Topolovăț pe canalul descărcare Bega-Timiș este localizată golirea de fund a polderului Hitiaș. S-a presupus că în timpul viiturilor nu este evacuată apă din incinta polderului și astfel debitul măsurat la Topolovăț este reprezentativ pentru debitul descărcat de canal în Timiș;

- Timișina este un afluent foarte mic, care contribuie cu mai puțin de 1% la debitul maxim al Timișului și nu a fost luat în calcul;
- Iarcoș este de asemenea un afluent foarte mic, care contribuie cu mai puțin de 1% la debitul maxim al Timișului și de asemenea nu a fost luat în calcul;
- Debitul afluentului Șurgani este măsurat la stația hidrometrică Cheveres, care este localizată câțiva kilometri amonte de confluența cu Timișul. A fost luat în calcul bazinul de recepție aval de Cheveres până la confluență pentru a determina debitul total pe care pârâul Șurgani îl deversează în Timiș;
- Pogăniș este cel mai mare afluent aval de Lugoj. Mai mult de două treimi din bazinul său de recepție se află situat amonte de acumularea nepermanentă Cadar-Duboz. În timpul viiturilor polderul eliberează un debit defluent constant de 17 m³/s. Luând în considerare bazinul de recepție aval de acumularea nepermanentă Cadar-Duboz și debitul defluent al acumulării, a fost calculat debitul Pogănișului la confluența cu Timișul. În timpul inundațiilor din 2005 polderul Cadar-Duboz a fost deversat. Pe baza cheilor limnimetrice de la pragul deversor al polderului și a bazinului de recepție al polderului a fost calculat debitul râului Pogăniș pentru viitură din 2005;

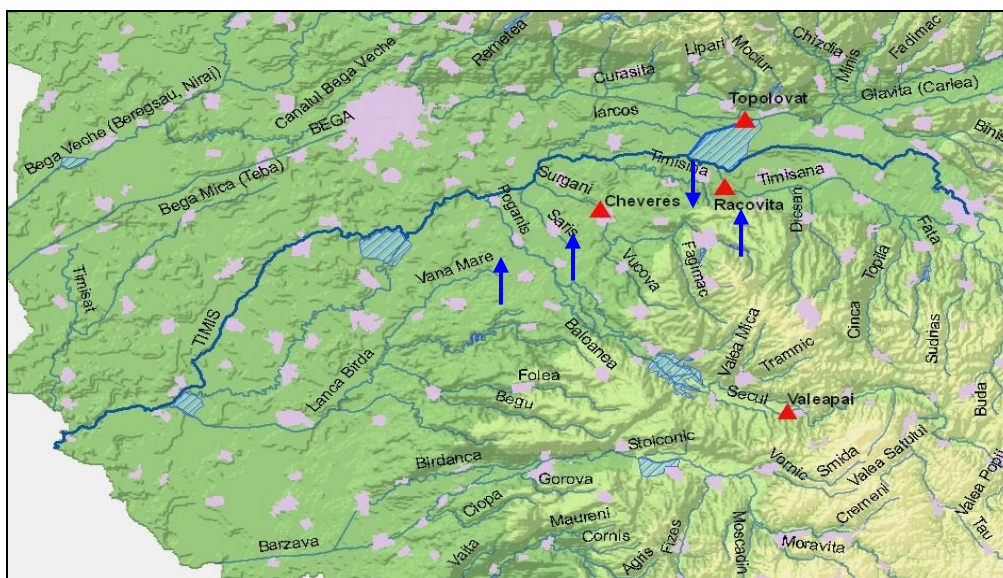


Fig. 5.31: Afluenți, stații hidrometrice și puncte de confluență în bazinul de recepție al Timișului

- Sariș este de asemenea un afluent foarte mic, care contribuie cu mai puțin de 1% la debitul maxim al Timișului și de asemenea nu a fost luat în calcul;
- Paragraful 5.2.2. descrie mai detaliat modul în care întregul debit al râului Lanca Birda este reținut în timpul inundațiilor pe Timiș în incinta polderului Gad. Astfel în cadrul acestui proiect debitul de pe Lanca Birda a fost presupus zero în timpul perioadelor cu inundații analizate.

5.3.3. Setarea modelului

În paragraful anterior sunt descrise analiza datelor și activitățile premergătoare necesare pregătirii datelor Sobek în formatul adecvat. După acestea, pentru construirea modelului au fost făcuți următorii pași:

- Datele de bază au fost importate;
- Cursul de apă a fost importat ca și întindere Sobek;
- Locațiile și profilurile au fost importate;
- Geometria profilurilor a fost importată;
- Locația structurilor de admisie în poldere și al polderelor de a lungul Timișului au fost importate;
- Geometria structurilor de admisie în poldere și a polderelor au fost importate;
- Locația pragului deversor Coștei a fost importată;
- Geometria pragului deversor Coștei a fost importată;
- Locațiile condițiilor de graniță și a intrărilor laterale au fost importate;
- Seriile de debite și niveluri au fost importate pentru o curgere adecvată și locațiile limită;
- A fost ales un grid de calcul de 500 m. Pentru calculul pasului de timp a fost setată valoarea de 1 oră.

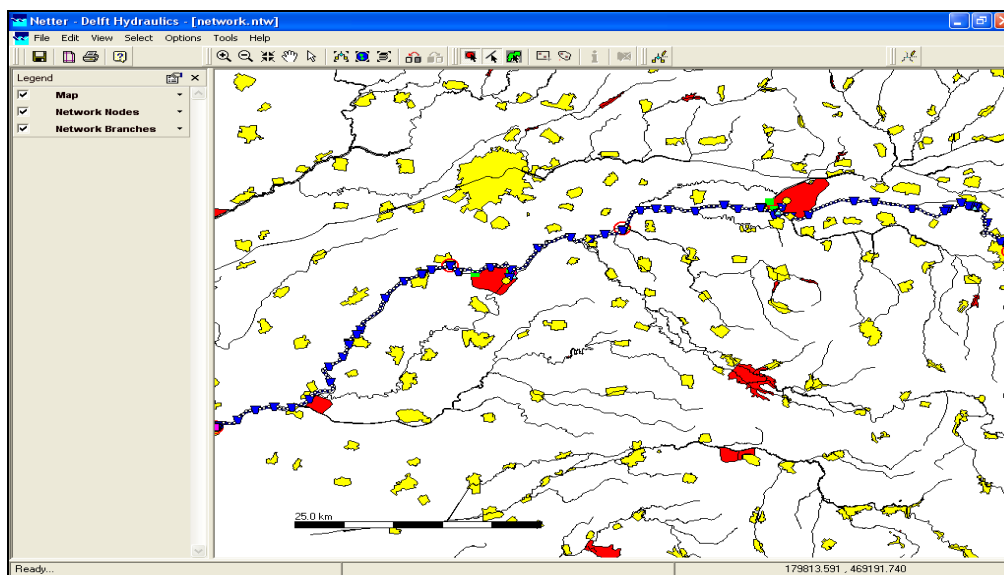


Fig. 5.32: Captură ecran înfățișând toate datele importate în modelul Sobek

În figura 5.32 este prezentată o captură de ecran a modelului conținând toate datele importate. După câteva teste a fost începută calibrarea și validarea modelului care este descrisă în paragraful următor.

5.3.4. Calibrarea și validarea modelului

Cele mai bune condiții pentru perioadele de calibrare și validare sunt:

- Perioade în care caracteristicile hidrologice corespund cu viitoarea utilizarea a modelului;
- Perioada ar trebui să corespundă cu perioada în timpul căreia au fost măsurate profilurile;
- Perioadele nu ar trebui să conțină evenimente care nu reprezintă scopul modelului, precum breșele în dig.

Deoarece secțiunile transversale au fost măsurate în mare parte în 2006 iar în timpul viiturii din 2005 au apărut două breșe, s-a decis ca viitura din 2006 să fie folosită ca și perioadă de calibrare. Viitura din 2005 a fost utilizată ca și perioadă de validare.

Modelul Sobek a fost împărțit în trei sectoare: Grăniceri-Șag, Șag-Brod și Brod-Lugoj. Modelul a fost calibrat prin schimbarea coeficienților de rugozitate pentru secțiunile transversale în cele trei sectoare în așa fel încât nivelurile calculate să fie cât mai apropiat posibil de nivelurile măsurate la Lugoj, Șag și Brod.

Modelul a fost calibrat pe vârful undei de viitură. Secțiunile transversale au fost împărțite în două secțiuni ale albiei majore și o secțiune a canalului principal. Sectoarele de râul și diviziunile secțiunilor transversale sunt înfățișate în figura 5.33.

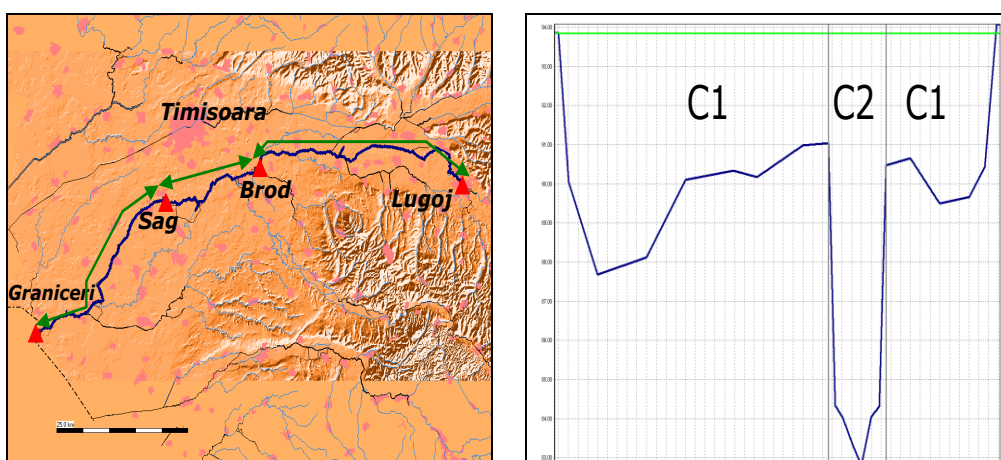


Fig. 5.33: Sectoare de rugozitate pe Timiș (stânga) și divizarea secțiunii transversale (dreapta)

Nivelurile măsurate la Grăniceri (limita aval a modelului) au fost folosite ca și intrare în model, astfel calibrarea pentru această stație hidrometrică nu a fost relevantă. Debitul măsurat la stația hidrometrică Lugoj a fost folosit ca și intrare în model.

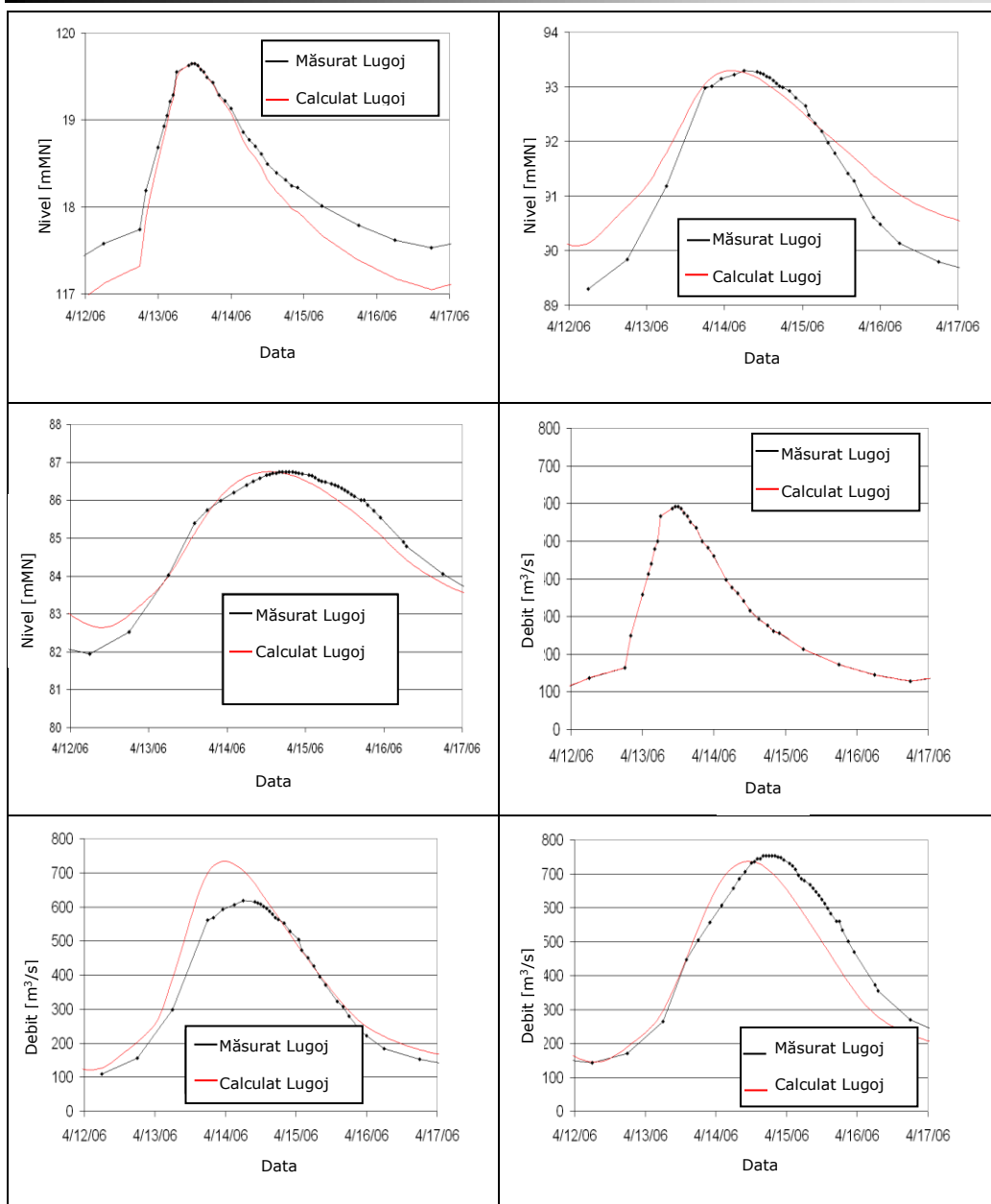


Fig. 5.34: Rezultatele calibrării pentru nivel și debit la s.h. Lugoș, Șag și Brod

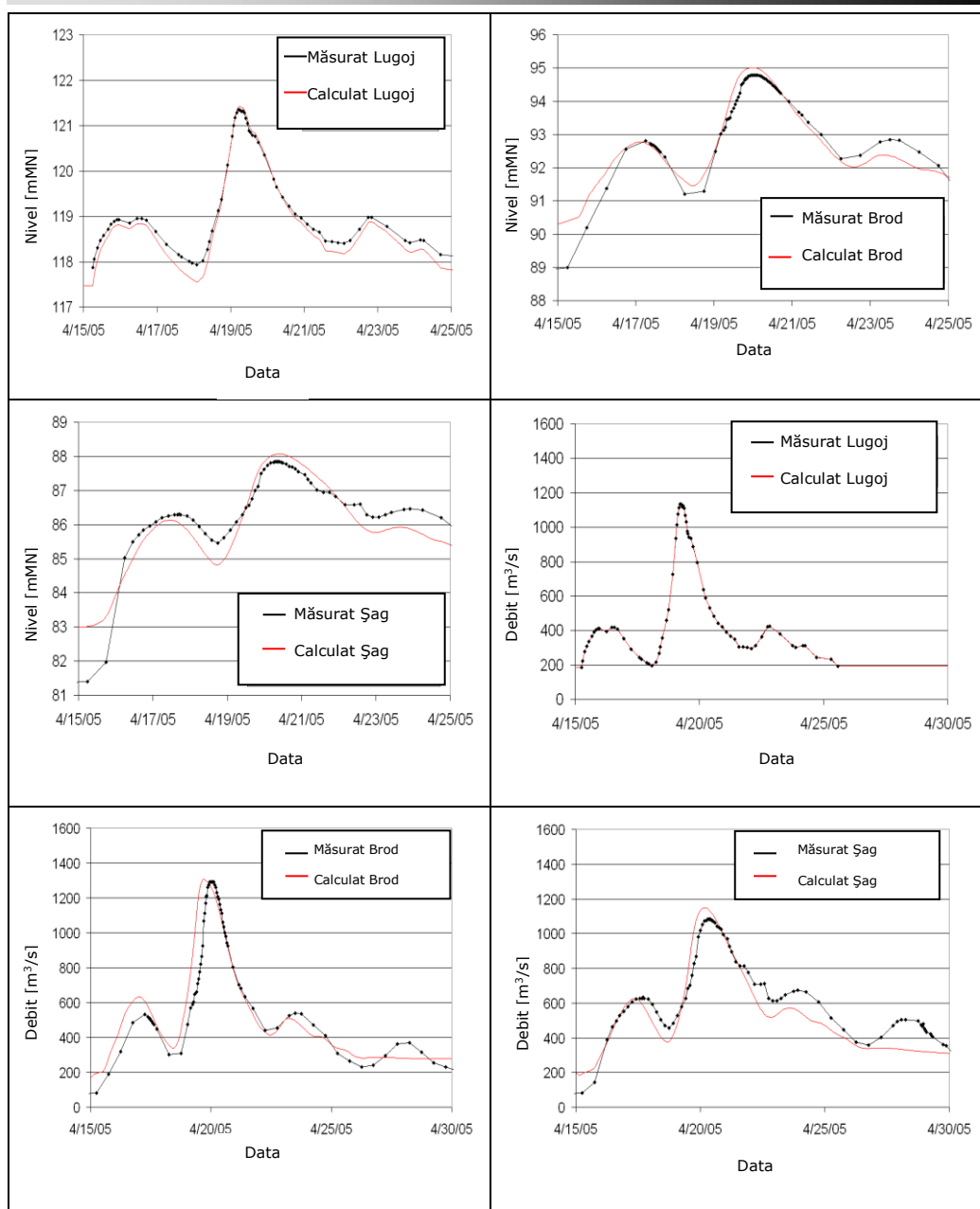


Fig. 5.35: Rezultatele validării pentru nivel și debit la s.h. Lugoj, Șag și Brod

Așa cum se poate vedea în figurile de mai sus atât rezultatele calibrării cât și ale validării s-au dovedit a fi foarte bune. Debitele calculate s-au apropiat de cele măsurate. Singura excepție a fost debitul de la Brod din timpul viiturii din 2006, deși în acest caz au fost unele dubii față de debitul măsurat. Tabelul de mai jos arată diferența dintre nivelurile maxime măsurate și cele maxime calculate în timpul inundațiilor din 2005 și 2006.

Tabel 5.5: Diferența între niveluri maxime măsurate și calculate în 2005 și 2006

Stație hidrometrică	Diferență 2006 [m]	Diferență 2005 [m]
Lugoș	0,00	0,07
Brod	0,00	0,22
Șag	0,02	0,23

Specialiștii spun că după viitura din 2005 volumul de retenție al polderului Hitiaș a fost de 5 mil. m³ iar polderul Pădureni a reținut 20 mil. m³ din volumul viiturii. După calculele obținute cu ajutorul modelului retenția în Hitiaș a fost de 2,5 mil. m³ iar în Pădureni de 21 mil. m³. Pentru Hitiaș volumul reținut din Bega ar trebui de asemenea luat în calcul, astfel estimarea de 2,5 mil. m³ poate fi destul de corectă.

5.3.5. Extensia 2D a modelului

Una dintre componentele proiectului a reprezentat-o „cartografierea hărților la inundații” (a se vedea subcapitolul 5.5.). În cadrul acestei componente au fost analizate mai multe metode de generare a hărților la inundații prin folosirea datelor disponibile din România.

Una dintre metodele folosite a fost calcularea tiparelor de inundare din timpul inundațiilor cu ajutorul unei extensii 2D a modelului Sobek (Sobek 1D-2D). Acest modul Sobek poate combina modelul Sobek 1D cu un model numeric de teren (MNT). Modelul Sobek 1D-2D rezultă calculează atât curgerea unidimensională, interacțiunea între 1D și 2D (de exemplu producerea unei breșe în dig) cât și tiparele de inundare 2D din zona inundabilă.

Modelul Sobek descris în paragraful anterior a fost extins cu această componentă 2D și a fost făcut un calcul pentru viitura din 2005 și pentru breșa din apropierea graniței cu Serbia. Cele 3 figuri de mai jos prezintă capturi imagine dintr-un film realizat cu ajutorul modelului Sobek 1D-2D. În fundal pe baza imaginilor satelitare este înfățișată prin dublă hașură suprafața istorică inundată. Celelalte suprafețe hașurate reprezintă alte zone inundate care nu au fost cauzate de breșa produsă în corpul digului. Prima captură este realizată chiar înaintea producerii breșei (fig. 5.36), cea de a doua este făcută în timpul inundării (fig. 5.37), iar cea de a treia înfățișează suprafața maximă inundată (fig. 5.38). Cea de a treia figură arată că suprafața istorică inundată măsurată este aproximativ similară suprafeței inundate calculate.

Figura 5.39 prezintă nivelurile calculate la Grăniceri când cheia limnometrică este folosită ca și limită aval iar breșa este calculată cu ajutorul modelului Sobek 1D-2D. Din nou rezultatul este bun.

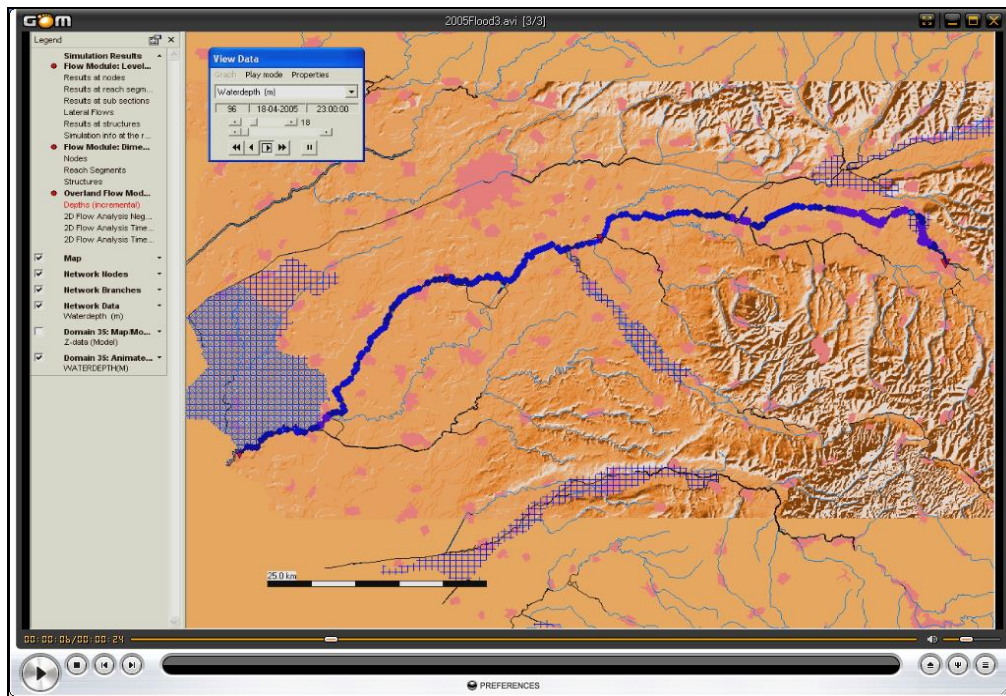


Fig. 5.36: Captură ecran înfățișând calcularea inundației înaintea producerii breșei

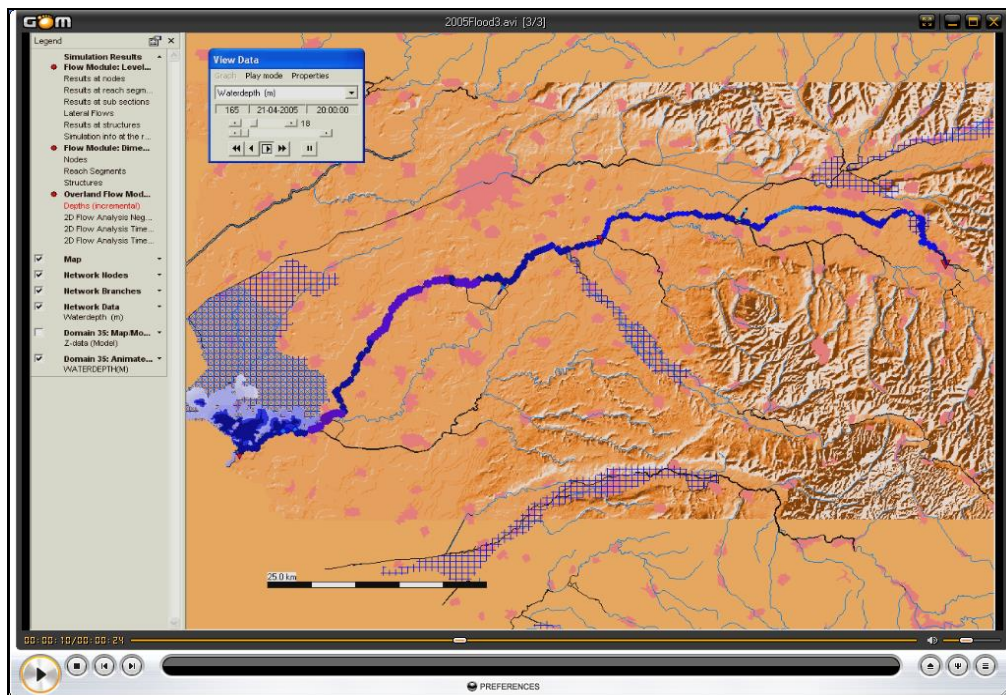


Fig. 5.37: Captură ecran înfățișând calcularea inundației în timpul producerii breșei

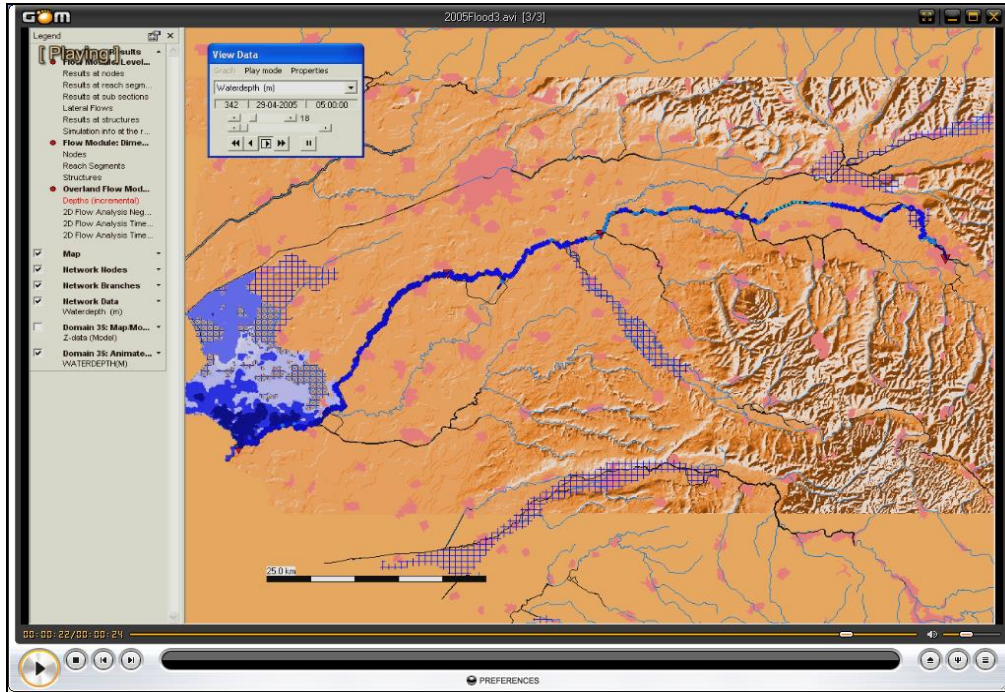


Fig. 5.38: Captură ecran înfățișând calcularea inundației când se atinge maximul inundației

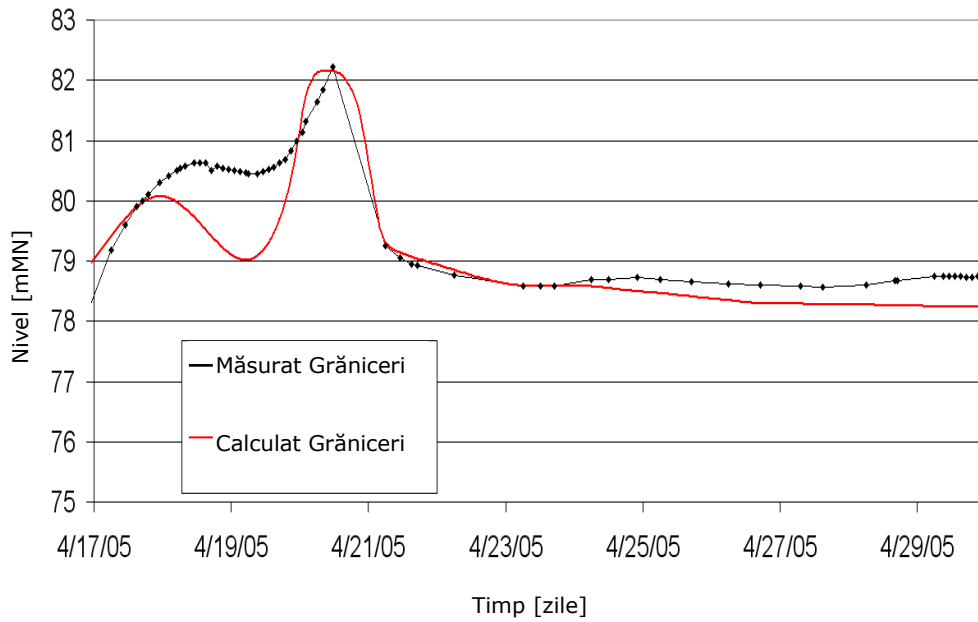


Fig. 5.39: Niveluri măsurate și calculate la Grăniceri aval de breșă

5.3.6. Concluzii și scopul modelului

Nivelurile și debitele calculate cu ajutorul modelului pentru viiturile din 2005 și 2006 au fost foarte apropiate de cele măsurate. Intrările în polder și tiparele de inundare au fost calculate în funcție de măsurătorile istorice. Cu alte cuvinte, folosind datele disponibile a fost dezvoltat un model hidraulic 1D-2D care poate fi utilizat pentru:

- Evaluarea măsurilor de reducere a inundației în general, optimizarea admisiiilor în poldere în special și pentru evaluarea „punctelor vulnerabile” (vezi subparagraful 5.6.2.3.),
- Găsirea unei metode de generare a hărților la inundațiilor pentru evaluarea tiparelor inundărilor din timpul inundațiilor care depind de spațiu și timp (vezi subcapitolul 5.5.).

Calcululele sunt scurte și foarte stabile ceea ce înseamnă că modelul este robust. Așa cum a fost menționat anterior modelul ar trebui să fie utilizat numai în caz de inundații. Modelul a fost construit pe baza datelor disponibile și a fost clar că mai este loc de modificări și îmbunătățiri. Acestea ar fi:

- Introducerea mai multor secțiuni transversale în model. Noi secțiuni transversale au fost măsurate pe Timiș în timpul și după încheierea proiectului. Acest lucru va îmbunătăți acuratețea între stațiile hidrometrice;
- La sfârșitul proiectului a devenit disponibil un model numeric de teren (MNT) mult mai bun. Cu noul model numeric de teren poate fi îmbunătățită substanțial geometria râului precum și calcularea inundărilor. Calcularea inundărilor a fost realizată prin folosirea unui model numeric de teren cu o pas al elevației de 1 m. Acesta este acceptabil pentru calcularea zonelor inundate (așa cum a fost arătat de către rezultate), dar nu destul de precis pentru a analiza adâncimile inundărilor și parametri similari. Noul model numeric de teren este mult mai precis;
- Pentru a înțelege mai bine influența părții sârbe asupra Timișului modelul ar trebui extins în Serbia;
- Când modelul va fi extins în amonte prin utilizarea în Sobek (de exemplu) a modulului hidrologic, modelul va acoperi o arie mai largă și va avea de asemenea un timp de răspuns mai lung. Pentru aceasta sunt necesare atât date hidrologice cât și meteorologice;
- Sistemul Bega are o mare influență asupra râului Timiș și este de asemenea vulnerabil la inundații. Modelul ar trebui extins și în bazinul de recepție al râului Bega.

Alte implementări ale modelului decât cele folosite în cadrul proiectului sunt:

- Modelul poate servi ca bază pentru construirea unui model de prognozare a inundațiilor și pentru construirea unui sistem de pre-avertizarea a inundațiilor;
- Modelul 1D-2D ar trebui folosit în continuare pentru generare de hărți la inundații, hărți ale hazardelor și hărți ale riscurilor pentru diferite tipuri de inundații (vezi subcapitolul 5.5.);
- Modelul 1D-2D poate fi folosit pentru calcularea dinamică a altor scenarii de rupere a digurilor. Sobek 1D-2D poate folosi de asemenea un modul special de rupere care poate calcula dezvoltarea breșei în timp, bazat pe dimensiunile și compoziția digului;
- Operațiunile de exploatare și manevrare a acumulărilor (polderelor) ar putea fi optimizate cu platforma modelului, mai ales luând în considerare efectele combinate a diferitelor măsuri de retenție a apei.

5.4. Lanțul de siguranță

Conceptul de lanț de siguranță își are originile în Statele Unite ale Americii. Agenția Federală de Gestionare a Urgențelor (AFGU) – corpul guvernamental american pentru controlul dezastrelor și managementul crizei – a dezvoltat această abordare orientată spre un lanț care să asigure siguranța și securitatea.

Istoric vorbind abordarea privind lanțul de siguranță a fost utilizată pentru evaluarea politicii de risc pentru industria chimică și siguranța la incendii [Van Duin et al., 2007]. Însă, în Olanda acest concept a fost introdus în managementul riscului la inundații. Această abordare a fost declanșată de creșterea conștientizării că managementul riscului la inundații în Olanda este bazat în mare măsură pe prevenire.

Lanțul de siguranță ține cont de toate procesele implicate înainte, în timpul și după o inundație sau mai detaliat pro-acțiune/reducere, prevenire, pregătire (înainte), răspuns (în timpul) și recuperare (după).



Fig. 5.40: Procesele lanțului de siguranță

Încercând o definiție a proceselor enumerate mai sus putem spune că:

- *Pro-acțiunea* înseamnă eliminarea cauzelor structurale a accidentelor și dezastrelor pentru a preveni producerea lor (ex.: restricții de construire în zone vulnerabile la inundații);
- *Prevenirea* presupune luarea de măsuri anticipate cu scopul de a preveni accidente și de a limita consecințele în cazul în care aceste evenimente apar (ex.: construirea de diguri, baraje etc.);

- *Pregătirea* presupune luarea de măsuri pentru a asigura o pregătire suficientă pentru a putea trata accidentele și dezastrelor în cazul în care acestea apar (ex.: planificarea împrejurărilor neprevăzute);
- *Răspunsul* este de fapt comportarea din timpul accidentelor și dezastrelor (ex.: echipele de intervenții);
- *Recuperarea* implică toate activitățile care duc la o recuperare rapidă după consecințele accidentelor și dezastrelor, și asigurarea că toți cei afectați se pot întoarce la „normal” și își pot regăsi echilibrul.

În cadrul acestui proiect s-a pus accent pe analiza fluxului comunicării în timpul acestor procese. Această componentă a fost încheiată printr-un exercițiu de simulare a inundațiilor în interior în timpul căruia a fost analizat schimbul de informații între actorii implicați.

5.4.1. Organizarea situațiilor de criză la nivel național și regional

5.4.1.1. Instituțiile implicate în organizarea situațiile de criză

În cazul unei crize (situații de urgență) devine activă celula de organizare a situației de criză. Aceasta conține persoane de la diferite instituții. Instituțiile implicate în timpul unei situații de urgență (crize) sunt:

- Comitetul Național pentru Situații de Urgență se activează în cazul unei crize. Din acest comitet fac parte diverse ministere care comunică cu Comitetul Județean pentru Situații de Urgență. Sarcina comitetului național este aceea de a „gestiona” criza la nivel național;
- Comitetul Județean pentru Situații de Urgență reprezintă centrul de luarea a deciziilor în timpul unei (potențiale) inundații și „gestionează” întreaga situație în timpul unei dezastru la nivel județean. Președintele Comitetului Județean pentru Situații de Urgență este prefectul. În acest comitet pot fi incluse mai multe județe. Din acest comitet mai fac parte reprezentanți ai Administrației Bazinale de Apă Banat și ai Inspectoratului pentru Situații de Urgență. Comitetul devine activ în cazul unei inundații. În cazul altor crize decât inundațiile, în Comitet vor fi alți reprezentanți. Comitetul comunică cu toate instituțiile implicate în organizarea crizei. Consiliul Județean (responsabil cu finanțarea acțiunilor) va participa de asemenea în cadrul Comitetului Județean și reprezintă primarii și municipalitățile. Președintele Consiliului Județean este și vicepreședintele Comitetul Județean pentru Situații de Urgență;
- Inspectoratul pentru Situații de Urgență (ISU) este o organizație permanentă pregătită să intervină în cazul tuturor catastrofelor posibile. ISU comunică cu municipalitățile și cu Comitetul Județean pentru Situații de Urgență. Avertizări și prognoze sunt trimise de la Administrațiile Bazinale de Apă și de la agențiile locale și regionale către municipalități prin intermediul ISU;
- Primarul este responsabil pentru municipalitate și pentru siguranța locuitorilor din cadrul municipalității;
- Administrația Națională "Apele Române" și agențiile locale și regionale de mediu (de exemplu pentru probleme de mediu) contactează Inspectoratul pentru Situații de Urgență atunci când apare o situație de criză. Administrația Bazinală de Apă Banat este reprezentată în Comitetul Județean și trimite avertizări și prognoze către Inspectoratul pentru Situații de Urgență și Comitetul Județean pentru Situații de Urgență. Sistemele de Gospodărire a Apelor (S.G.A.), care sunt subunități ale Administrațiilor Bazinale de Ape, supraveghează sectoarele de digurile și propun

Inspectoratului pentru Situații de Urgență și Comitetului Județean pentru Situații de Urgență strategii care trebuie duse la îndeplinire atunci când sunt depășite cotele de apărare. Dispeceratul Administrației Bazinale de Apă Banat controlează fluxul de informații cu privire la prognoze și avertizări. În timpul inundațiilor dispeceratul îndeplinește această sarcină pentru județul Timiș. Dispeceratul din Reșița (S.G.A. Caraș-Severin) controlează fluxul de informații din timpul inundațiilor pentru județul Caraș-Severin. Dispeceratul de la Reșița trimite informații și dispeceratului din Timișoara (A.B.A. Banat și S.G.A. Timiș).

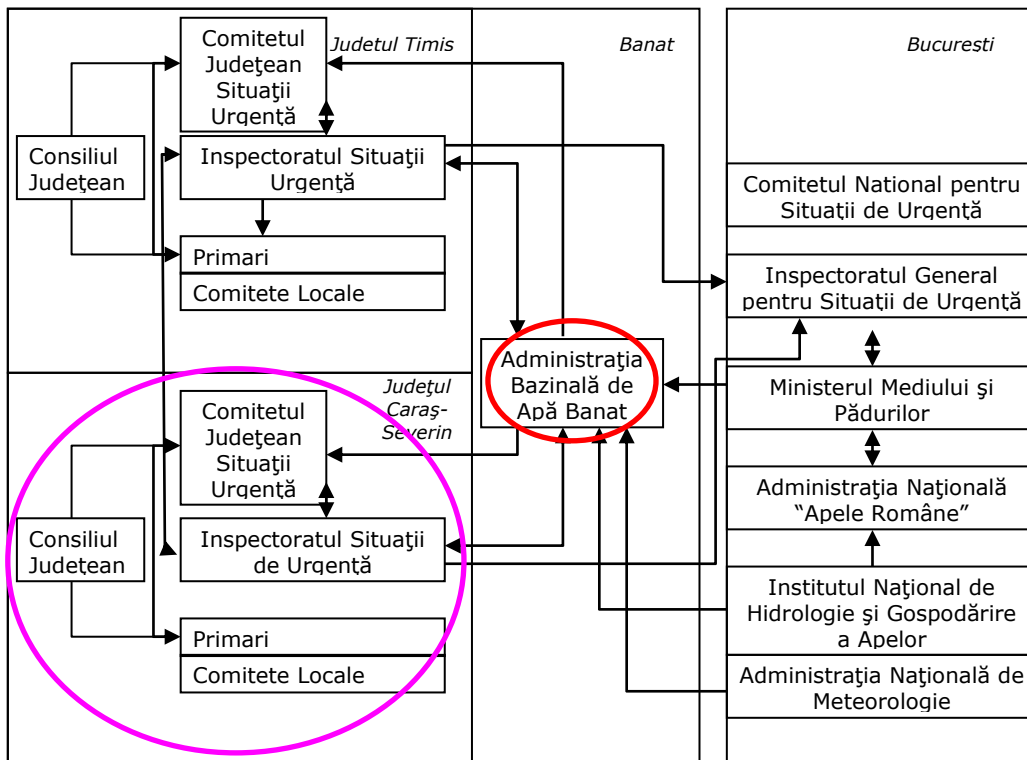


Fig. 5.41: Schema fluxului informațional în situații de criză în regiunea Banat

În figura 5.41 este prezentat fluxul informațional în timpul unei potențiale inundații în regiunea Banat, iar în figura 5.42 este înfățișat fluxul informațional și organizarea în timpul unei potențiale inundații în cadrul Administrației Bazinale de Apă Banat.

5.4.1.2. Proceduri de avertizare pentru organizarea situației de criză

Așa cum se poate observa din figura 5.41 procedura de avertizare poate fi descrisă în următorii pași:

1. Institutul Național de Hidrologie și Gospodărire a Apelor trimite via Administrația Națională "Apele Române" o avertizare hidrologică către o administrație bazinală de apă (de ex. Banat);
2. Administrația Bazinală de Apă Banat trimite avertizarea către Inspectoratul pentru Situații de Urgență;

3. Inspectoratul pentru Situații de Urgență trimite avertizarea către primari;
4. Prin lege (rezoluție a prefectului), în momentul primirii unei avertizări ar trebui constituit un comitet local, însă în 99% din cazuri acest lucru nu se întâmplă deoarece în urma avertizărilor nu apar inundații;
5. Când avertizările și prognozele se înrăutățesc, Comitetul Județean pentru Situații de Urgență va deveni activ iar Serviciul de Hidrologie al Administrației Bazinale de Apă Banat va emite avertizări și prognoze regionale.

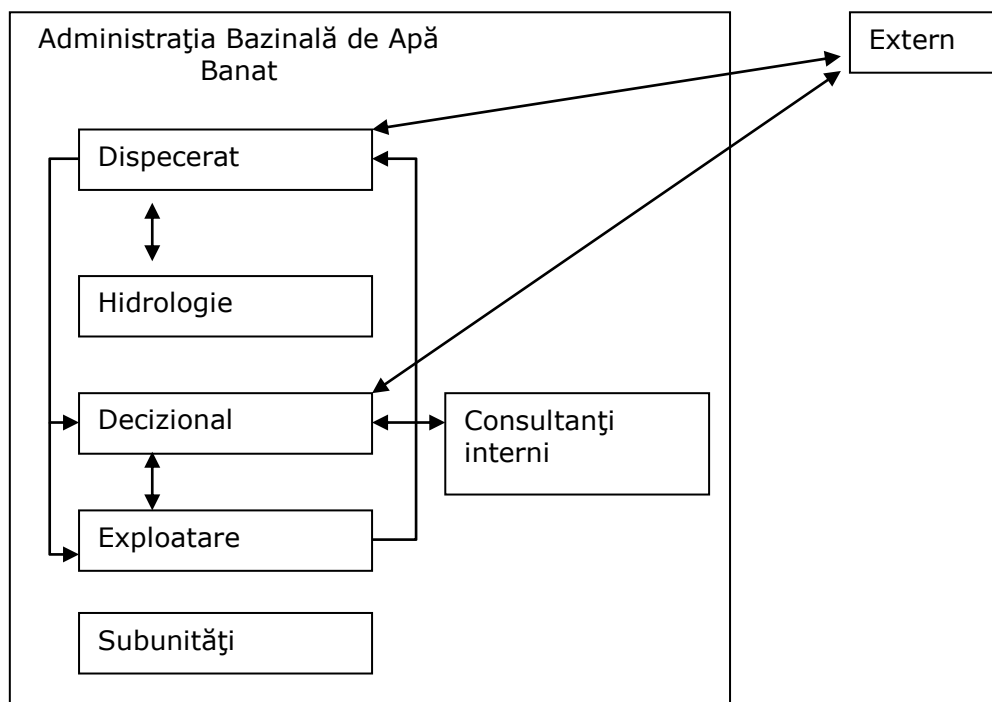


Fig. 5.42: Fluxul informațional și organizarea în timpul unei potențiale inundații în cadrul Administrației Bazinale de Apă Banat

Codurile de avertizare la nivel național și regional sunt:

- Verde: situație normală – nu sunt trimise avertizări,
- Galben: faza I – apa este la piciorul digului, avertizarea este trimisă către ISU apoi către primărie,
- Portocaliu: faza a II-a – apa este la jumătatea digului, avertizarea este trimisă către ISU apoi către primărie,
- Roșu: faza a III-a – apa este la partea superioară a digului (nu este luată în calcul garda de siguranță), avertizarea este trimisă către ISU apoi către primărie.

O avertizare este validă pentru o anumită perioadă de timp. Această informație este indicată pe fax. Când nu este emisă nici o avertizare după această perioadă de timp, se presupune că pericolul a dispărut. Mai multe informații despre avertizările la inundații sunt oferite în paragraful 5.4.2.

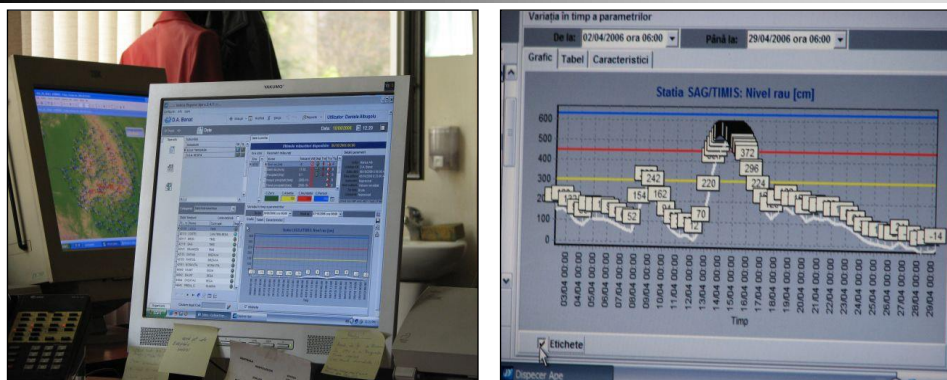


Fig. 5.43: Dispeceratul Administrației Bazinale de Apă Banat, nivelurile din aprilie 2006 (în dreapta)

5.4.1.3. Componentele lanțului de siguranță

În România apărarea împotriva inundațiilor este stipulată prin lege. Ordinul Comun al Ministerului Mediului și Gospodăririi Apelor și al Ministerului de Afaceri Interne nr. 638/420 din mai 2005 stipulează că:

- este acoperit întregul lanț, definit anterior, în timpul și după o inundație;
- sunt definite responsabilitățile la toate nivelurile: de la autorități locale, Inspectorat pentru Situații de Urgență până la instituții aflate sub jurisdicția ministerelor;
- este indicată relația dintre ministere;
- este făcută distincția între zonele protejate de lucrări hidrotehnice și cele neprotejate;
- sunt disponibile planuri de apărare împotriva inundațiilor la diferite niveluri:
 - național
 - regional (nivelul Administrației Bazinale de Apă Banat)
 - local (nivel municipal)
- planurile de apărare împotriva inundațiilor sunt actualizate o dată la 4 ani și după fiecare inundație.

Planurile de apărare împotriva inundațiilor sunt detaliate pe diferite niveluri în felul următor:

- la nivel național: planuri pe diferite ministere;
- la nivel regional:
 - pe bazin hidrografic: planul Administrației Bazinale de Apă Banat aprobat de către Administrația Națională "Apele Române" și Ministerul Mediului și Pădurilor,
 - la nivel județean: plan realizat cu ajutor tehnic din partea Administrației Bazinale de Apă Banat, Inspectoratului pentru Situații de Urgență, Administrației Naționale de Îmbunătățiri Funciare. Planul este aprobat de către prefect;
- la nivel local: planul municipalității întocmit de către primar. Acesta poate primi sfaturi tehnice pentru realizarea acestui plan.

Planurile de apărare împotriva inundațiilor sunt valabile o perioadă de 10 ani și sunt actualizate prin lege o dată la 4 ani și după fiecare inundație. Actualizările conțin modificări ale cantităților de echipamente, cartografierei și aspecte tehnice (ex. măsurători). Planurile sunt disponibile pentru diferite stadii ale dezastrelor. Există planuri de alarmare, de apărare, de evacuare și de asemenea planuri de

reîntoarcere (după o inundație). Planurile de evacuare și de reîntoarcere sunt realizate la scară locală (detalii în paragraful 5.4.3.).

5.4.2. Pre-avertizări la inundații

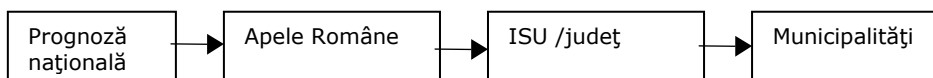
În România prognozele hidrologice sunt făcute la nivel național și local. Pentru aceste prognoze sunt utilizate aceleași informații de la sistemele de monitorizare de pe teren. Măsurătorile de precipitații reprezintă responsabilitatea Institutului Național de Hidrologie și Gospodărire a Apelor. Măsurătorile de niveluri sunt colectate și validate de către Dispeceratul Administrației Bazinale de Apă Banat și apoi trimise la Administrația Națională "Apele Române".

Prognozele hidrologice pe râul Timiș iau în calcul mai ales partea inferioară a acestuia (în mare de la Caransebeș până la graniță) din două motive:

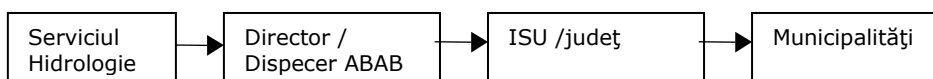
- Timișul inferior este mai des predispus la inundații, mai ales în apropierea graniței;
- pe Timișul superior (montan, amonte de Caransebeș) inundațiile nu produc mari pagube iar pasul de timp este prea scurt.

Pasul de timp pentru a prognoza nivelul maxim la Grăniceri pe baza precipitațiilor căzute în munți este de 4-5 zile. Pasul de timp la Grăniceri bazat pe nivelurile măsurate la Lugoj este de 2-3 zile. Pasul de timp pentru celelalte stații hidrometrice de pe Timișul inferior este desigur mai mic.

Utilizând date măsurate și prognozate (precipitații, temperaturi) este emisă o prognoză națională care are următorul traseu:



Când situația se înrăutățește (precipitațiile măsurate la munte depășesc 50-60 mm) este făcută de asemenea o prognoză hidrologică și de către Administrația Bazinală de Apă Banat. Aceasta este făcută de către un specialist de la Serviciul de Hidrologie prin utilizarea relațiilor statistice dintre stratul de zăpadă, precipitații și niveluri. Coeficienții utilizați în formule sunt actualizați atunci când sunt disponibile noile precipitații măsurate. Pe baza nivelurilor măsurate la Lugoj sunt prognozate nivelurile maxime la stațiile hidrometrice Brod, Șag, Rudna, Gad și Grăniceri prin utilizarea metodei „valorilor corespondente”. În metoda de prognozare sunt folosite și măsurători de pe Bega deoarece nivelurile de pe Bega definesc debitul transferat din Bega în Timiș. Prognozele sunt diseminate conform următoarei scheme:



Prognozele sunt distribuite și personalului care operează barajele și stăvilarele. Operarea acestor structuri este definită în regulamentul de operare a structurilor hidrotehnice.

În ceea ce privește acuratețea prognozelor, putem spune că în urma analizării prognozelor naționale și regionale după mai multe inundații a reieșit că prognozele regionale pentru niveluri maxime făcute de către Administrația Bazinală de Apă Banat sunt mult mai precise și mai rapide decât cele naționale. Din acest motiv Administrația Bazinală de Apă Banat nu utilizează prognozele naționale. Acuratețea prognozelor variază de la 0,5 la 0,0 m (inundația din 2005).

5.4.3. Sistemul de evacuare

5.4.3.1. Evacuare și responsabilitatea întoarcerii populației

Primarul localității este responsabil cu evacuarea și întoarcerea populației. Primarul este cel care decide momentul evacuării, moment care este trecut planul de apărare al localității. Inspectoratul pentru Situații de Urgență îl informează și îl ajută pe primar. Procedura de evacuare este redată în figura 5.44 după cum urmează:

1. Populația este alarmată de către primar;
2. Evacuarea preventivă este inițiată și coordonată de către Comitetul Local pentru Situații de Urgență și dirijată de către poliție (prin blocarea drumurilor neaccesibile și a celor neînsemnate ghidând astfel traficul);
3. Voluntarilor le sunt desemnate acțiuni.

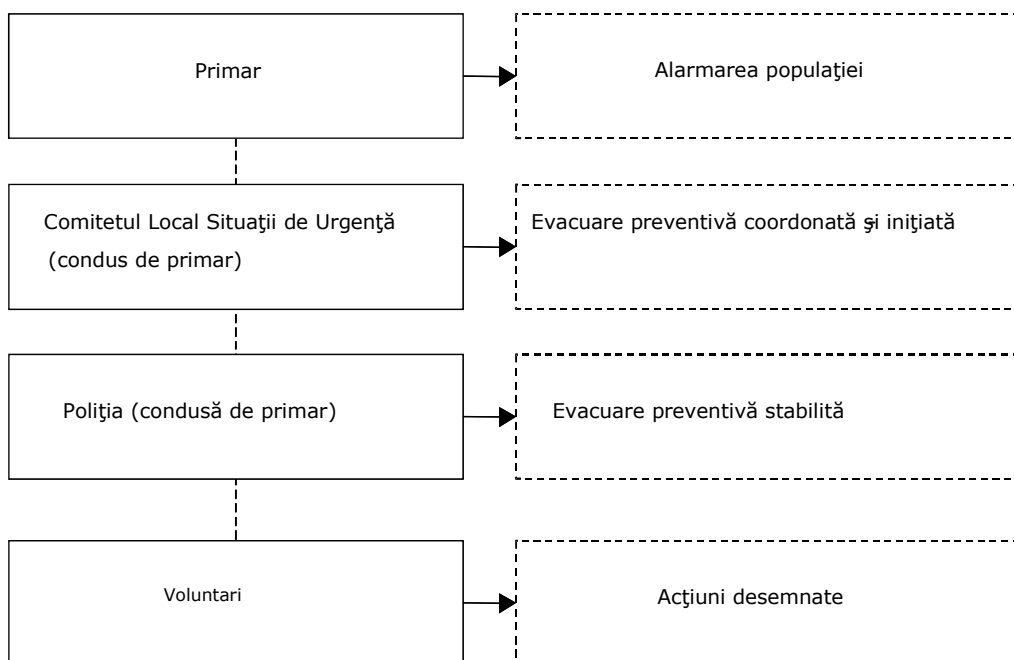


Fig. 5.44: Procedura de evacuare a populației

În cazul în care există persoane care se împotrivesc părăsirii proprietăților armata intră în acțiune. Conform primarilor aceste persoane cauzează mari probleme în timpul procesului de evacuare. Proprietățile părăsite sunt păzite de către primar și de către poliție.

Procesul de înapoiere a populației reprezintă o acțiune coordonată de către primar și Direcțiile Publice de Sănătate (din cauza pericolului apariției bolilor). Întoarcerea populației depinde de starea în care se află localitatea după inundație. Dacă există case care au nevoie de reparații timpul de înapoiere va fi mai lung. Unele persoane nu vor să se întoarcă din cauza experiențelor suferite în timpul inundației sau a evacuării (probleme mentale).

În cazul în care există pagube, la fața locului sunt trimiși de către guvern specialiști în evaluarea pagubelor produse. Guvernul are responsabilitatea finală în ceea ce privește reconstrucția (ex. ajutor de remunerare, reconstrucția caselor).

5.4.3.2. Evacuare și planurile de întoarcere a populației

Fiecare municipalitate deține propriile planuri de evacuare și întoarcere a populației. Acestea sunt așa numitele localități expeditoare și primitoare deoarece din unele localități sunt evacuate persoane către alte zone, iar alte localități primesc persoane evacuate din alte părți. Planurile conțin rute și drumuri de evacuare, zonele care ar trebui evacuate mai întâi, numele localităților spre care să se facă evacuarea și numele persoanelor și instituțiilor implicate în procesul de evacuare. Sunt cunoscute de asemenea și locațiile, adăposturile și punctele de prim ajutor din orașele primitoare.

Ca și experiență acumulată în ceea ce privește procesul de evacuare a populației în timpul inundației din 2005, putem cita exemplul comunei Peciu Nou care a adăpostit și hrănit mai mult de 800 de refugiați din localitățile vecine [http://www.mmediu.ro/.../gospodarirea_apelor/inundatii/manual_primar.pdf].

5.4.4. Participarea publicului, comunicare și exercițiu în interior

Între 14 și 16 martie 2007 a fost organizat la Băile Herculane un workshop axat pe participarea publicului și comunicare. La acest workshop au participat mai multe persoane de la diferite instituții după cum urmează:

- Administrația Bazinală de Apă Banat inclusiv subunitățile;
- Administrația Națională "Apele Române";
- Ministerul Mediului și Gospodăririi Apelor;
- Inspectoratele pentru Situații de Urgență din București, Timiș și Caraș-Severin;
- Primari și viceprimari ai orașelor Lugoj, Caransebeș și Băile Herculane;
- Reprezentanți ai Consiliilor Județene Timiș și Caraș-Severin;
- Agenția Națională Rijkswaterstaat din Olanda;
- Firma de consultanță HKV din Olanda.

Evenimentul principal al workshop-ului l-a reprezentat exercițiul organizat în interior. În cadrul exercițiului au fost pregătite mai multe scenarii de simulări ale inundațiilor. Participanții au fost împărțiți în grupuri (vezi fig. 5.45) relevante pentru instituțiile lor și le-au fost puse întrebările:

- ce fel de informație doresc să primească și de la cine?
- ce fel de informație doresc să ofere și cui?

La sfârșitul workshop-ului a avut loc o scurtă evaluare în cadrul căreia participanții și-au expus comentariile despre workshop și care au fost sintetizate astfel:

- România și Olanda pot învăța una de la cealaltă pe tema protecției la inundații și a gospodăririi dezastrilor;
- exercițiile în interior sunt diferite față de cele de pe teren care sunt mai frecvente în România. Participanții le-au găsit folositoare și au identificat posibilitatea de a le utiliza în cadrul instituțiilor lor;
- implicarea în astfel de exerciții a fost folositoare pentru participanți mai ales prin oferirea posibilității de a învăța unul de la celălalt;
- locația izolată și încântătoare a workshop-ului a fost apreciată de către participanți și a făcut posibilă o concentrare totală asupra exercițiului.



Fig. 5.45: Participanți în cadrul exercițiului în interior de la Băile Herculane

În România sunt organizate exerciții de simulare a dezastrelor însă acestea sunt de obicei exerciții de teren. Exercițiul în interior organizat în cadrul acestui workshop a reprezentat ceva nou pentru participanți. Evaluarea acestuia ne-a arătat că:

- schimbul de cunoștințe și practicarea luării de decizii și a schimbului de informații într-un exercițiu au avut un efect pozitiv asupra competențelor specialiștilor;
- întâlnirea într-un cadru mai puțin formal decât cel din timpul unei inundații a avut un efect pozitiv asupra cooperării;
- participanții au fost mulțumiți să afle mai multe despre procesele și fluxul informațiilor din timpul unui dezastru (inundație în acest caz).

În concluzie putem spune că organizarea în caz de dezastre în România este bine pregătită. Sunt implicate diferite instituții care participă într-un cadru bine structurat. De mare ajutor este faptul că în România corpurile administrative sunt organizate în conformitate cu bazinele hidrografice. De exemplu județul Timiș acoperă în mare bazinele hidrografice ale râurilor Timiș, Bega și Aranca, iar județul Caraș-Severin acoperă bazin hidrografice ale râurilor Caraș, Nera și Cerna. Ambele județe fac parte din Administrația Bazinală de Apă Banat. În timpul unui dezastru (situație de urgență) diferitele instituții implicate comunică între ele pe baza unui plan și a unei strategii predefinite.

5.5. Hărți la inundații

În zilele noastre folosirea hărților la inundații reprezintă o binecunoscută măsură preventivă în cadrul managementului inundațiilor pentru reducerea riscului la inundații și pentru îmbunătățirea pregătirii și conștientizării tuturor actorilor aflați într-o situație vulnerabilă la inundații. Hărțile la inundații sunt instrumente ajutătoare ale planurilor de apărare și pot furniza o mai bună înțelegere a căilor de evacuare. Gospodarii de ape le pot folosi pentru elaborarea managementului de risc la inundații și pentru evaluarea măsurilor de reducere a inundațiilor. Analiza și simularea pe hărți la inundații istorice pot ajuta la o mai bună înțelegere a evenimentelor produse la inundații istorice.

5.5.1. Metode teoretice privind realizarea hărților la inundații

Hărțile la inundații pot fi de diferite tipuri și pot înfățișa diverși parametri. Aceste hărți trebuie să conform Directivei pentru Inundații 2007/60/EC.

1. Hărți la inundații sau hărți ale albiei majore. Aceste hărți arată suprafața (Fig. 5.46) care va fi inundată în timpul unei inundații cu o anumită probabilitate de apariție. Hărțile la inundații ar trebui să fie pregătite pentru diferite probabilități de apariție precum mici, medii și extreme sau 1/10, 1/100 și 1/1000 de ani. Dacă este relevant ar trebui trecute pe hărți eroziunea și sedimentarea;

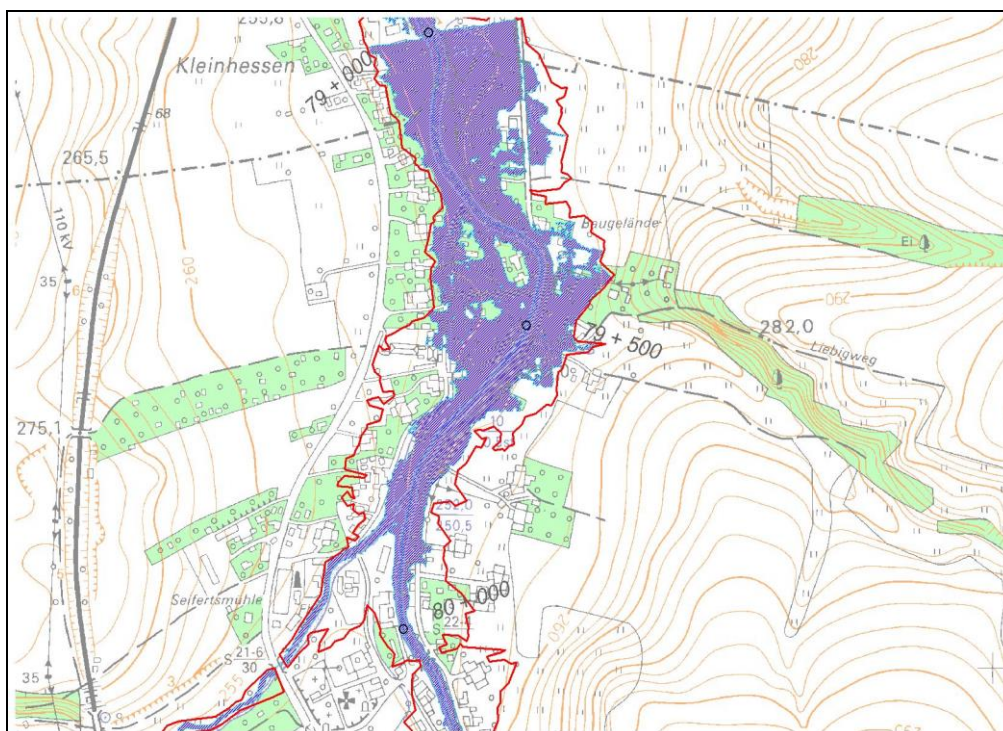


Fig. 5.46: Exemplul unei hărți de extindere a inundației în Germania (preluare după Atlas of Flood Maps)

2. Hărți ale hazardelor la inundații furnizează informații privind nivelul pericolului din cadrul zonelor vulnerabile la inundații, cu parametri precum adâncimi maxime ale apei (fig. 5.47), viteza curgerii și durata nivelului apei;

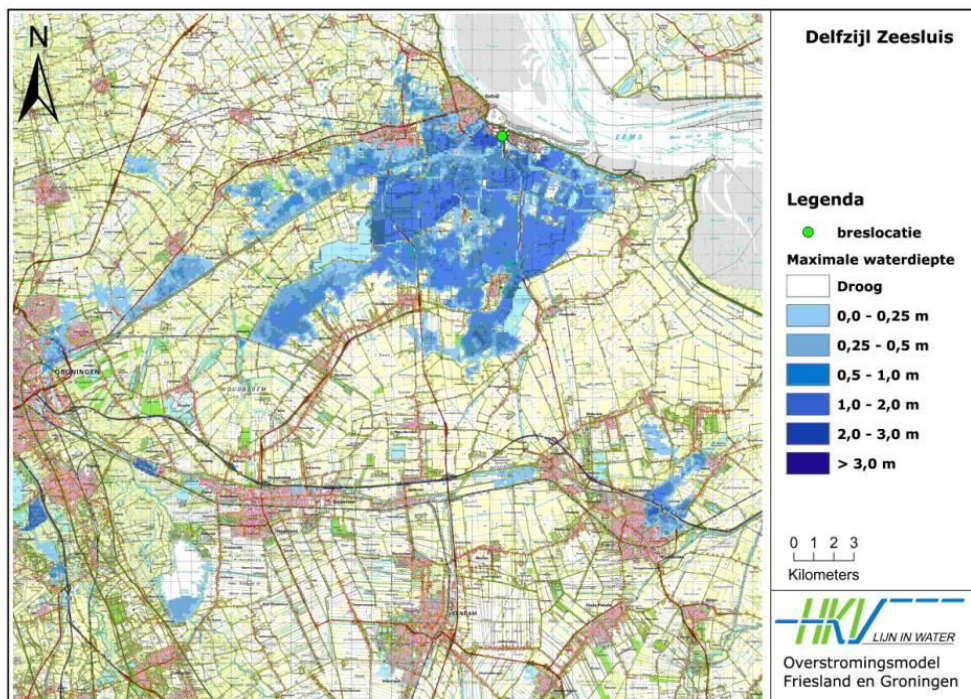


Fig. 5.47: Exemplul unei hărți de hazard la inundații folosind adâncimea apei (preluare după HKV Consultants)

3. Hărțile pagubelor produse la inundații furnizează informații asupra potențialelor pagube produse de inundații reprezentate prin numărul de victime (Fig. 5.48) și pagube exprimate în euro,
4. Hărțile de risc la inundații (Fig. 5.49) furnizează informații asupra riscului. Riscul este probabilitatea unei inundații înmulțită cu pagubele potențiale. Cuantificarea riscului pe hărți nu este clar definită. [2007, *Atlas of Flood Maps*]

$$R = P \times C$$

unde: R – riscul unei inundații
P – probabilitatea de producere a unei inundații
C – consecință (pagube potențiale produse)

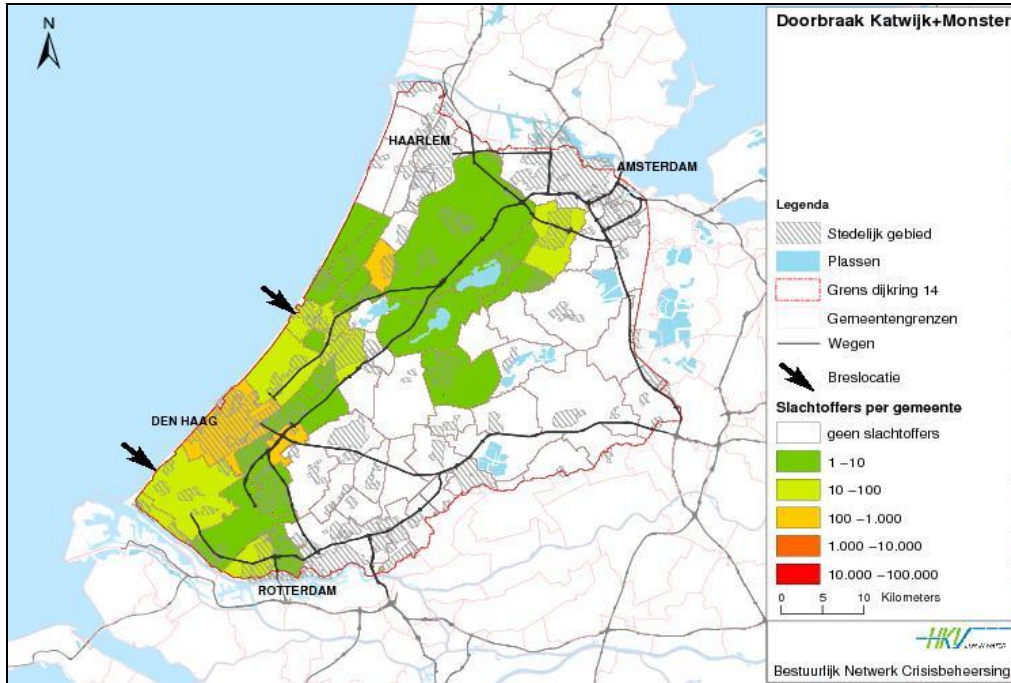


Fig. 5.48: Exemplul unei hărți a pagubelor folosind numărul victimelor (preluare după HKV Consultants)

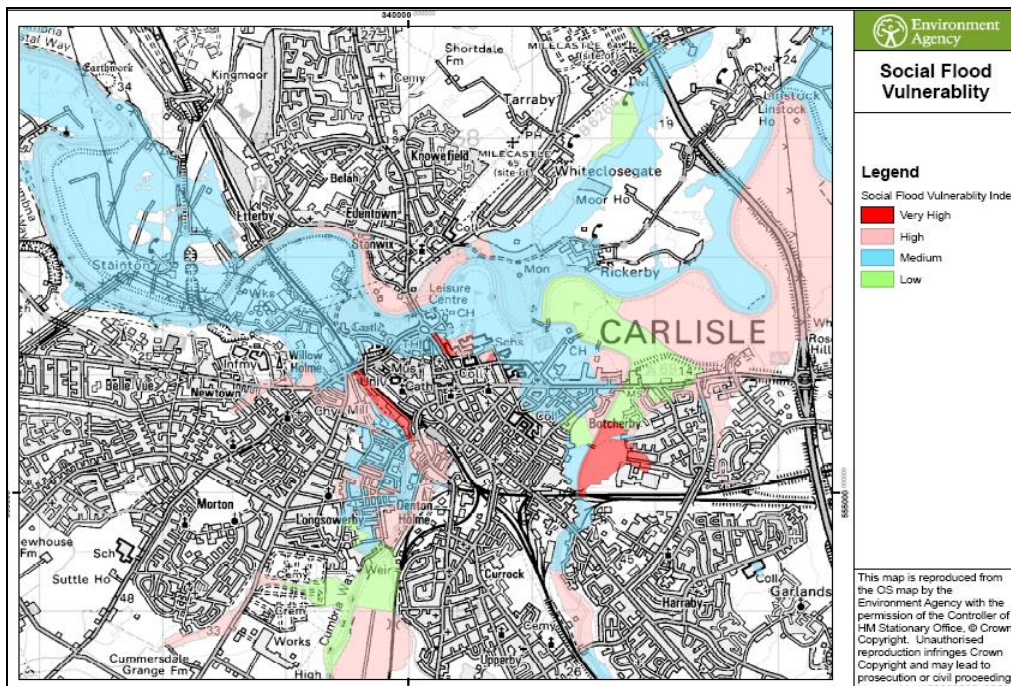


Fig. 5.49: Exemplul unei hărți de risc la inundații folosind vulnerabilitatea socială (preluare după Atlas of Flood Maps)

Toate aceste hărți necesită informații despre inundații în timpul diferitor scenarii hidrologice cu diferite probabilități. Informația necesară poate fi determinată utilizând:

- Un model hidraulic bidimensional (2D);
- Un model hidraulic unidimensional (1D) combinat cu informații privind elevația. Nivelurile calculate pot fi proiectate pe un model numeric de teren așa cum este arătat în figura 5.50a. O metodă mult mai realistă este determinarea volumului inundației bazată pe nivelurile calculate după cum se poate vedea în figura 5.50b;

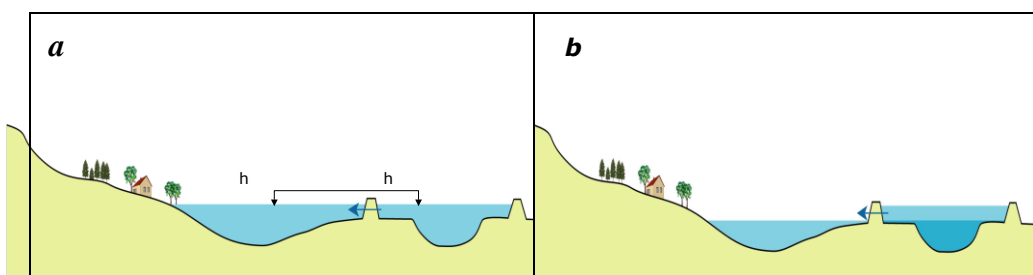


Fig. 5.50: Două metode de realizare a hărților la inundații

- Metodele de mai sus pot fi realizate și printr-o analiză non-dinamică GIS. Pe baza analizei statistice nivelurile pot fi determinate și utilizate pentru crearea de hărți la inundații;

În toate metodele mai sus menționate este nevoie de un model numeric de teren.

Cu ajutorul unui model 1D sau a unei analize statice GIS pot fi determinați parametri ca adâncimea apei și suprafața inundată. Prin calcule 2D pot fi obținute informații suplimentare. Astfel pot fi determinate momentul inundației, vitezele de curgere, direcția curgerii și rata de creștere a nivelurilor în interiorul suprafeței inundate. Modulul Sobek 2D furnizează și o aplicație prin care se poate calcula creșterea unei breșe în timp.

Pentru implementarea metodologiilor care ar trebui să ducă la elaborarea de hărți (de risc) la inundații este necesară o cantitate mare de date:

- Un model hidraulic 1D și 2D calibrat;
- Modelul hidraulic este folosit pentru calcularea scenariilor de simulare a inundațiilor pentru diferite probabilități de apariție. Aceste scenarii trebuie determinate prin analiza statistică timp de un an a seriilor de date hidrologice precum niveluri, temperaturi, precipitații și debite;
- Un model numeric de teren ar trebui furnizat pentru vizualizarea și determinarea adâncimilor zonelor inundate. Pentru crearea unui model numeric de teren adecvat se pot folosi ridicări topografice utilizând GIS, imagini satelitare și ortofotoplanuri. Înainte de a pregăti un model numeric de teren trebuie determinate acuratețea și densitatea modelului numeric de teren. În funcție de natura terenului pot fi folosite mai multe niveluri de acuratețe. Pentru hărți la inundații densitatea gridului de elevație poate varia între 5 și 100 m în funcție de dimensiunea râului;
- Pentru a determina dacă și când apar inundațiile sunt necesare elemente liniare precum diguri, inclusiv elevația. Dacă este disponibil, elevația acestor elemente ar trebui procesată într-un model numeric de teren;
- Locația obiectivelor periculoase precum uzine de tratarea apelor uzate, uzine și deponee ar trebui să fie clară și trecută pe aceste hărți;
- Zonele ecologice și dacă este posibil valorile de mediu ar trebui cunoscute;

- Căile de evacuare trebuie determinate și procesate;
- Informații despre populație ar trebui determinate și procesate;
- Este important de știut diferitele moduri de utilizare a terenului care este acoperit de către hărțile la inundații. Acest lucru ajută nu numai la înțelegerea tiparelor inundațiilor și a rețelei hidrografice, însă poate fi folosit la fel de bine pentru a determina funcțiile pagubă care depind de utilizarea terenului, cu care pagubele produse de inundații pot fi calculate [2007, *Excimap*].

5.5.2. Realizarea hărților la inundații în Banat

5.5.2.1. Date disponibile

Așa cum a fost menționat în paragraful precedent pentru crearea diferitelor tipuri de hărți la inundații sunt necesare o mulțime de date. Pe studiului au fost colectate și pregătite următoarele date:

- Un model Sobek 1D calibrat (vezi capitolul 5.3.);
- Un model numeric de teren cu un grid de elevație de 1 m;
- Întinderea inundațiilor istorice din 2005 estimată pe baza expertizei specialiștilor și a imaginilor satelitare;
- Un model Sobek 1D2D calibrat (vezi capitolul 5.3.) la a cărui pregătire au contribuit modelul numeric de teren menționat și modelul Sobek 1D. Modelul 1D2D a fost calibrat pe nivelurile din 2005 și verificat pe întinderea inundației istorice din 2005;
- Serii de date hidrologice primite și utilizate pentru determinarea scenariilor de simulare a inundațiilor așa cum au fost descrise în subparagraful 5.2.4.2. Nivelurile rezultate pentru diferitele probabilități de apariție au fost utilizate pentru a crea hărți la inundații.

5.5.2.2. Implementarea hărților la inundații

Pentru realizarea de hărți la inundații au fost folosite mai multe metodologii. Mai întâi, au fost implementate câteva metode iar rezultatele lor au fost validate pe date istorice. Apoi au fost elaborate hărți la inundații folosind inundații proiectate. Nu toate metodele au fost implementate, însă analizele au fost suficiente pentru a oferi o înțelegere adecvată a posibilităților și a acurateții datelor precum și a metodologiilor necesare realizării de hărți la inundații în Banat.

Validare: analiza GIS. Pe baza unei imagini satelitare și a modelului numeric de teren disponibil a fost trasată o analiză a sensibilității pentru întinderea inundației din 2005. Suprafața inundată este foarte plată, fapt care explică unul dintre motivele pentru care întinderea inundației a fost atât de mare. Totuși model numeric de teren disponibil nu a fost atât de detaliat. A avut un grid al elevației de 1 m, care pe această suprafață plată poate însemna o diferență de mii de hectare. Figura 5.51 prezintă întinderea inundației din 2005 conform imaginilor capturate de satelit precum și suprafața inundată proiectată ca și nivel fix de apă de 80 m pe modelul numeric de teren. Datorită suprafeței foarte plate și a faptului că Serbia și-a protejat teritoriul folosind saci cu nisip, validarea analizei GIS cu întinderea inundației istorice a fost relativ bună.

Validare: calcule 2D. În paragraful 5.3.5. sunt descrise calibrarea și validarea calculelor 2D ale inundației. Așa cum a fost menționat tiparele calculate ale inundației s-au apropiat de întinderea inundației din 2005.

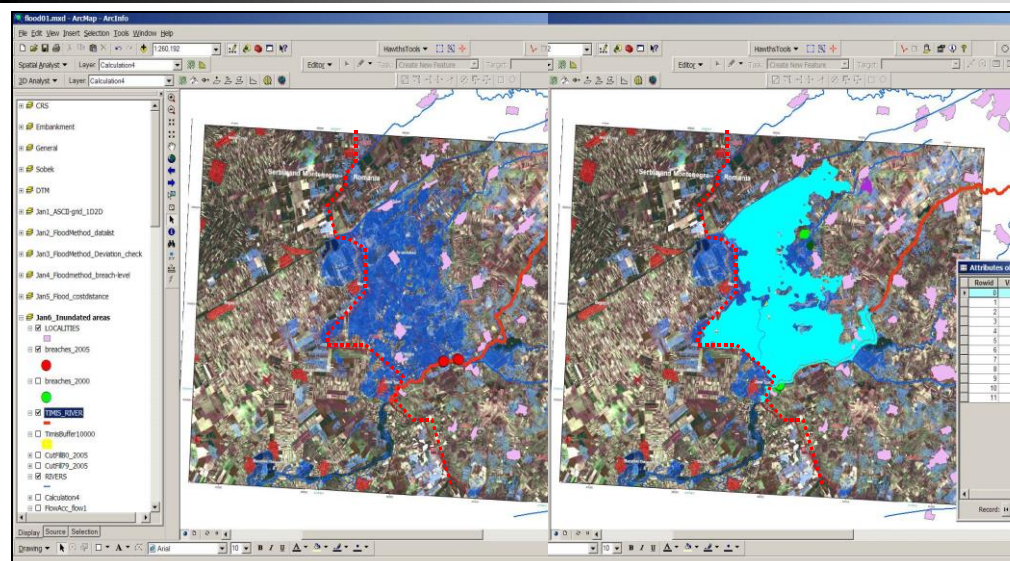


Fig. 5.51: Întinderea inundației din 2005 conform imaginii satelitare și a analizei statice GIS

Hărți la inundații: calcule model 1D. Folosind inundații proiectate au fost calculate cu modelul 1D niveluri longitudinale cu diferite probabilități de apariție (niveluri proiectate). Rezultatele sunt determinate prin așa numitele „puncte de calcul”.

Nivelurile apei sunt proiectate pe modelul numeric de teren în cadrul unor fâșii care sunt determinate transversal pe axul râului începând de la punctele de calcul. Locațiile unde nivelul apei este mai mare decât elevația modelului numeric de teren sunt considerate a fi inundate. Acest lucru este prezentat schematic în figura 5.52a-d și unde este înfățișat rezultatul acestei metode implementate pe Timiș în cazul unui scenariu pentru o inundație cu probabilitate de apariție de 5%.

În plus aceste niveluri proiectate pot fi elaborate prin asumarea a două condiții:

- Suprafețele sunt inundate când nivelul apei este mai mare decât elevația locală (fig. 5.52d) și
- Conectând puncte de griduri inundate, acestea ar trebui (indirect) conectate la axul râului.

În figura 5.53 este prezentat un exemplu al hărții la inundații rezultate. Acest model nu a fost implementat pe râul Timiș.

Alte tipuri de hărți la inundații. Când sunt disponibile hărți la inundații pentru diferite probabilități de apariție și sunt cunoscute obiective periculoase sau centre economice (locale), pot fi elaborate hărți ale pagubelor potențiale produse la o inundație. Calcule 2D pot oferi o mai bună cunoaștere a adâncimilor maxime și a vitezelor de curgere în interiorul zonelor protejate. **Hărțile la hazarde** se bazează pe aceste informații suplimentare, iar atunci când:

- nivelurile digului sunt disponibile și combinate în modelul Sobek 2D,
- nivelurile apei, breșele și tiparele inundării sunt calculate cu modelul actualizat,
- funcțiile pagubă sunt definite pe baza nivelurilor apei și a vitezelor de curgere,
- rezultatele modelului 2D sunt combinate cu aceste funcții pagubă și

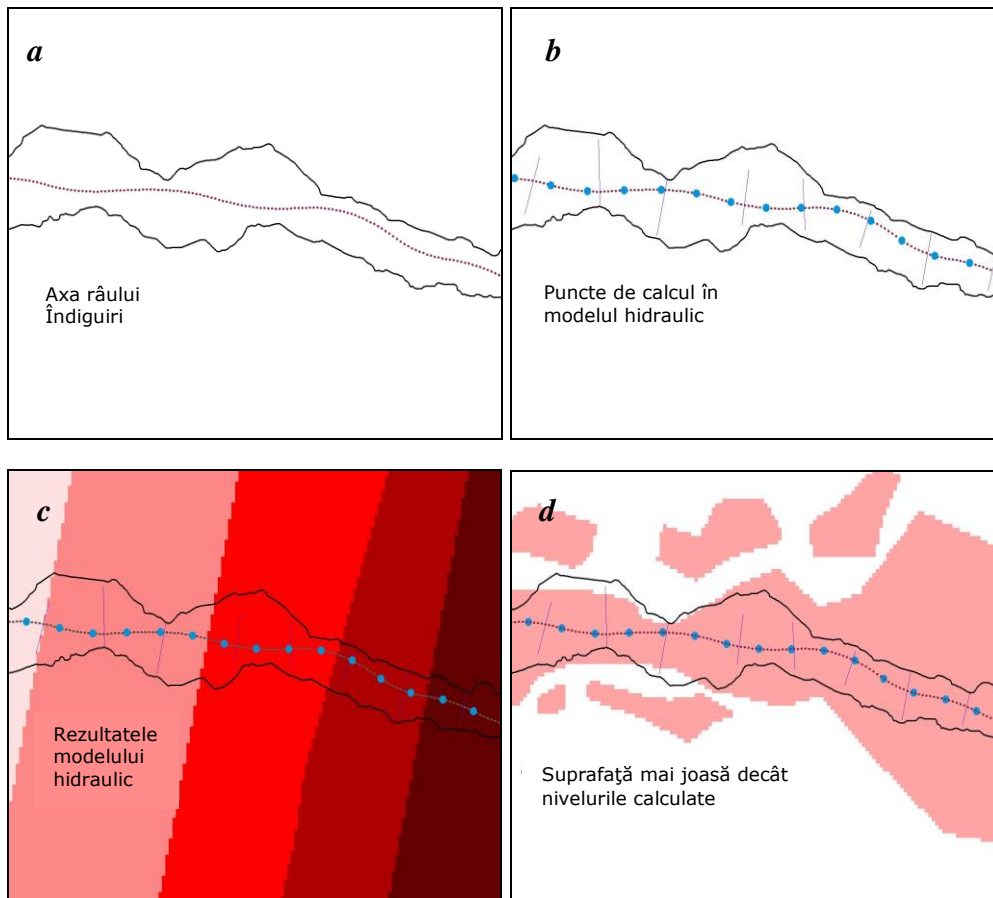


Fig. 5.52: Întinderea inundației utilizând niveluri rezultate din 1D

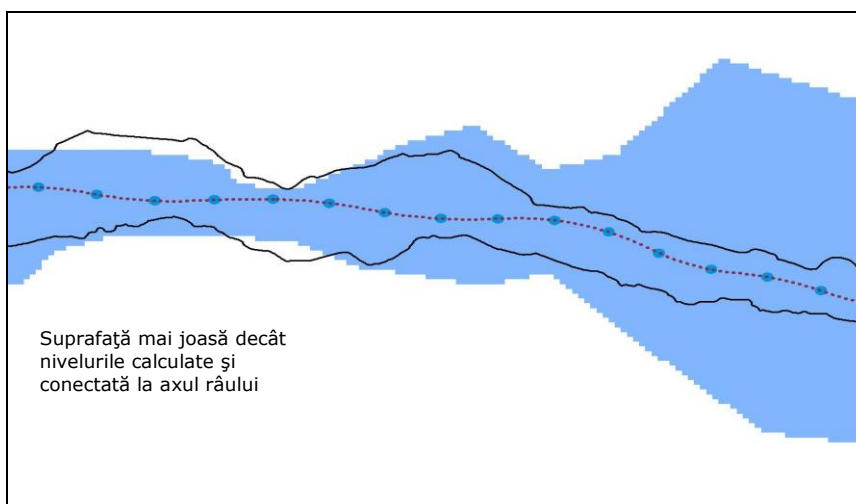


Fig. 5.53: Întinderea inundației utilizând griduri cu puncte inundate conectate

- cum riscul este definit ca produsul dintre probabilitate și consecință (pagubă), pot fi elaborate hărți de risc la inundații.

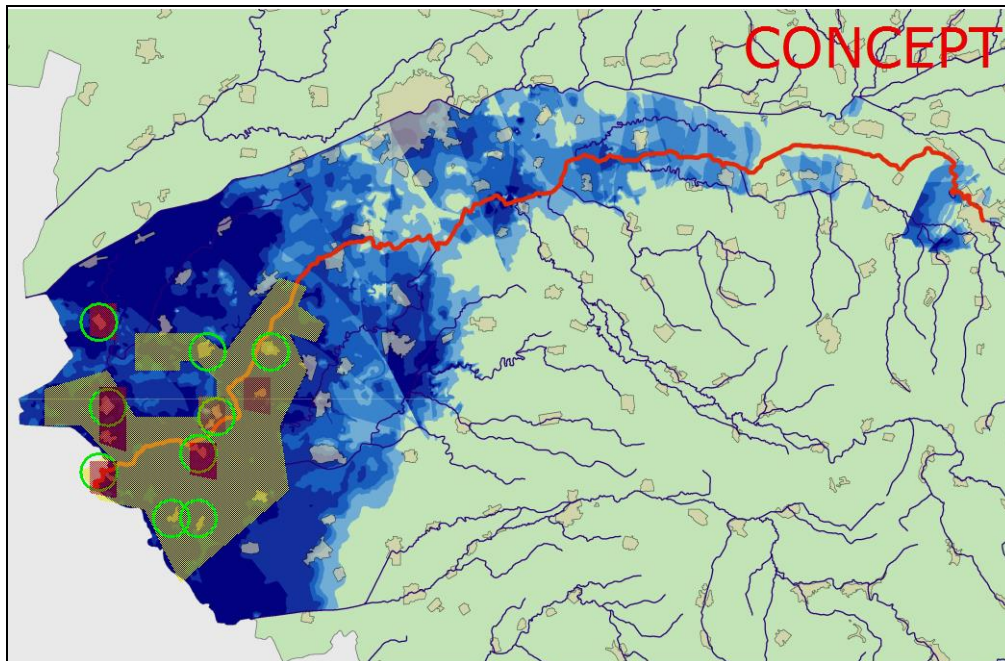


Fig. 5.54: Exemplu de hartă de risc la inundații pe baza debitului de 5% pe Timiș

Hărți de risc la inundații. Din modelul Sobek, pe Timiș au fost importate din GIS rezultatele debitelor calculate pentru probabilități de apariție de 5%. Tuturor rasterelor le-au fost atribuite o valoare pe baza celui mai apropiat punct Sobek care conține niveluri. Această alocare a fost făcută pentru suprafața dintre Bega în nord și Lanca Birda în sud (Fig. 5.55). Figura 5.54 prezintă un exemplu simplificat de hartă a riscului pentru partea îndiguită a bazinului hidrografic al Timișului.

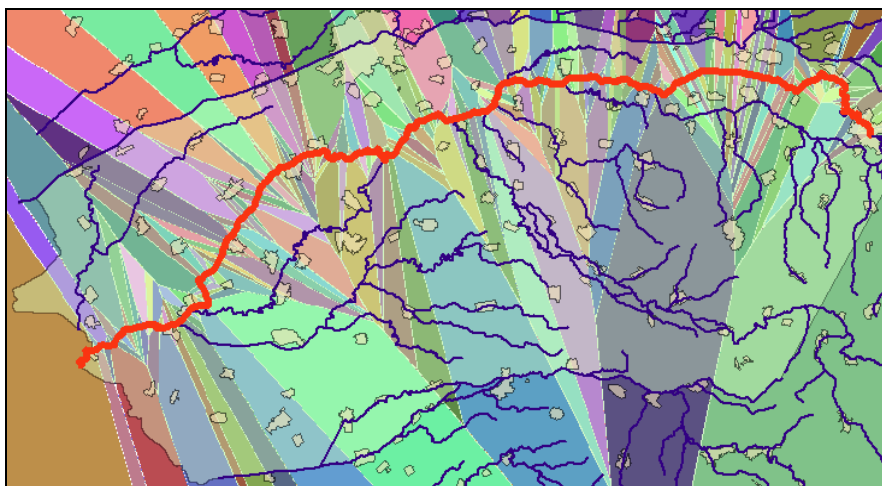


Fig. 5.55: Alocare de niveluri pentru locații Sobek pe Timiș

Analiza realizării hărților la inundații în Banat respectând cererile UE cu ajutorul datelor disponibile a scos la iveală faptul că hărți la inundații, hărți ale pagubelor și chiar hărți de risc la inundații pot fi elaborate pe baza datelor disponibile. Mai ales analiza hidraulică necesară poate fi făcută la un nivel precis și chiar calcule ale inundațiilor dinamice 2D la scară largă pot simula destul de bine breșe reale. Odată realizate evaluările pagubelor pot fi construite hărți la risc calitative folosind datele disponibile.

Totuși, în viitor datele se vor îmbunătăți: secțiunile transversale, modelul numeric de teren și schimbul de informații vor deveni mai bune ceea ce va duce la modele 1D sau 2D mai precise. Pe parcursul acestui studiu s-a desfășurat un proiect la nivel național al cărui rezultat urma să fie elaborarea unui model numeric de teren precis. Acest model numeric de teren actualizat poate fi foarte valoros în realizarea unor hărți la inundații mai precise într-un viitor apropiat.

5.6. Strategia apărării împotriva inundațiilor pe Timiș

Obiectivul componentei de strategie de apărare împotriva inundațiilor din cadrul studiului l-a reprezentat implementarea unei strategii de apărare împotriva inundațiilor în cadrul planurilor de apărare împotriva inundațiilor ale Administrației Bazinale de Apă Banat. În timpul studiului emfaza pusă pe utilizarea datelor din cadrul regiunii Banat conform strategiilor de management al inundațiilor propuse de Directive pentru Inundații. Analiză a fost făcută nu pentru a respinge sau a recomanda măsurile și strategiile de apărare împotriva inundațiilor actuale sau planificate, ci pentru a ilustra cum pot fi corect evaluate măsurile de reducere a inundațiilor utilizând o abordare integrată și consistentă.

5.6.1. Măsuri de reducere a inundațiilor pe râul Timiș

5.6.1.1. Măsuri existente de reducere a inundațiilor

Sectorul de râu studiat se întinde între Lugoj și Grăniceri (granița cu Serbia). De-a lungul acestui sector măsurile existente de reducere a inundațiilor sunt puse în practică prin intermediul acumulărilor nepermanente laterale (sau poldere) și al acumulărilor nepermanente transversale. Polderul Hitiaș și Pădureni sunt localizate de-a lungul Timișului. Polderul Gad 1 este localizat de-a lungul afluentului Lanca Birda iar acumularea Cadar-Duboz barează transversal afluentul Pogăniș (vezi Fig. 5.56). Regulamentul de exploatare al acestor structuri este descris în capitolul 4, subcapitolul 4.3., paragraful 4.3.3. Istoria recentă ne spune că polderul Hitiaș nu este foarte eficient și ar trebui optimizat. Pe de altă parte polderul Pădureni funcționează foarte bine.

O altă măsură promițătoare de reducere a inundațiilor o reprezintă îndepărtarea vegetației. Tăierea vegetației în albia majoră a râului pe teritoriul Serbiei a fost studiată de către experți sârbi [Divat, V.B., 2001] și români [Neicu, S., 2006]. Ambele studii arată că îndepărtarea vegetației va influența nivelul maxim al apei în România. Când vegetația este tăiată, nivelul apei la un debit de 1200 m³/s va scădea cu 79 până la 85 cm. Când vegetația este îndepărtată pe o rază de 130-200 m în jurul axului râului, nivelul apei se va reduce cu 35 până la 40 cm. Îndepărtarea actuală a vegetației este foarte locală.

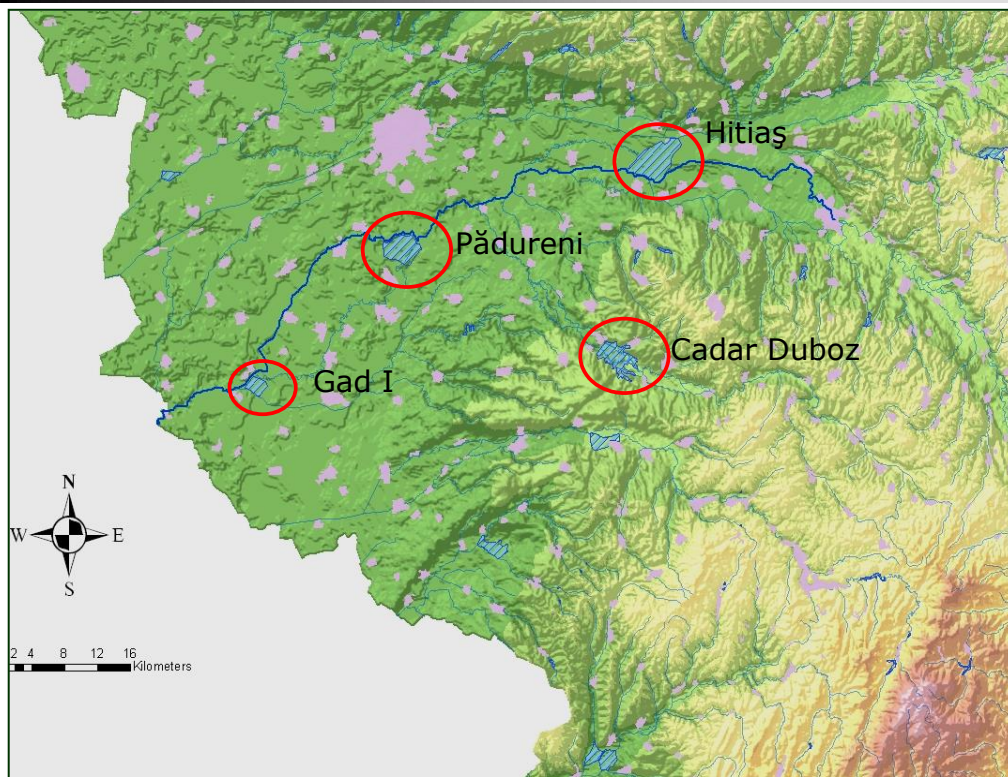


Fig. 5.56: Polderul și acumulările actuale de pe sectorul studiat pe Timiș

5.6.1.2. Măsuri planificate de reducere a inundațiilor

Istoria ne-a arătat că problemele cele mai iminente în ceea ce privește inundațiile sunt localizate pe Timișul inferior în apropierea graniței cu Serbia. Administrația Bazinală de Apă Banat pregătește câteva măsuri pentru a reduce riscul la inundații în această zonă:

- construirea unui al doilea polder lângă Gad I este planificată pentru a reține apa în timpul inundațiilor pe Timiș. Acest polder ar primi denumirea de polderul Macedonia,
- îndepărtarea mai intensă a vegetației între Gad și Grăniceri,
- înălțarea digurilor cu aproximativ 1 m pe sectorul Gad – Grăniceri,
- construirea polderului Gad II cu același scop de a reține apa în timpul inundațiilor pe Timiș,
- optimizarea capacității de captare a polderului Hitiaș. Inundațiile anterioare au arătat că intrarea dinspre Timiș nu a funcționat. Pentru rezolvarea acestui neajuns a fost propusă construirea unui prag deversor (precum cel de la Coștei) aval de intrarea în polder pentru a forța pătrunderea unui volum mai mare de apă în incinta polderului. Figura 5.57 arată locația acestor măsuri.

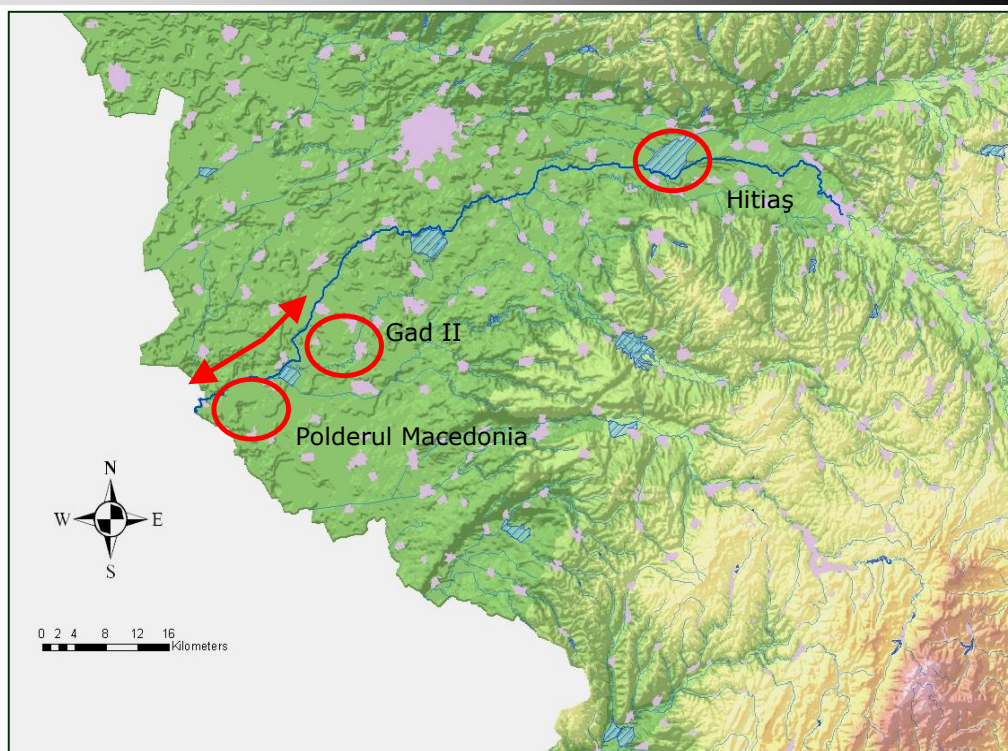


Fig. 5.57: Locația polderelor planificate pe râul Timiș

5.6.1.3. Noi măsuri identificate de reducere a inundațiilor

Alături de măsurile existente și de cele planificate de reducerea inundațiilor au mai fost identificate și alte câteva noi măsuri (Fig. 5.58) suplimentare de diminuare a inundațiilor:

- optimizarea polderului Hitiaș nu prin construirea unui prag deversor aval de intrarea în polder ci prin coborârea nivelului crestei deversorului de admisie și curățarea albiei majore în fața intrării. Această acțiune ar trebui să conducă la o mai ușoară pătrundere a apei în incinta polderului;
- reactivarea Timișului Mort. Timișului Mort este un fost braț al râului Timiș care acum este folosit pentru a drena apa din polderul Pădureni. Acesta are și o valoare ecologică. Timișul Mort poate fi conectat la Timiș și poate funcționa ca și canal secundar (sau by-pass). În timpul unei viituri o parte din debitul Timișului poate fi transportat prin intermediul Timișului Mort. La confluența cu Timișul debitul este redirecționat înapoi în Timiș;
- îndepărtarea vegetației între Șag, Grăniceri și aval de aceste localități (în Serbia);
- aproape jumătate din debitul Timișului inferior este adunat din afluenți, inclusiv Bega. Acumularea Cadar-Duboz reține în mod eficient mare parte a undei de viitură pe râul Pogăniș. Acest tip de măsură poate fi utilizat de asemenea și pentru alți afluenți;
- adâncirea albiei majore a Timișului;
- re poziționarea digurilor;

- devierea și/sau reținerea apei în bazinul de recepție al Bârzavei aflat la sud de Timiș.

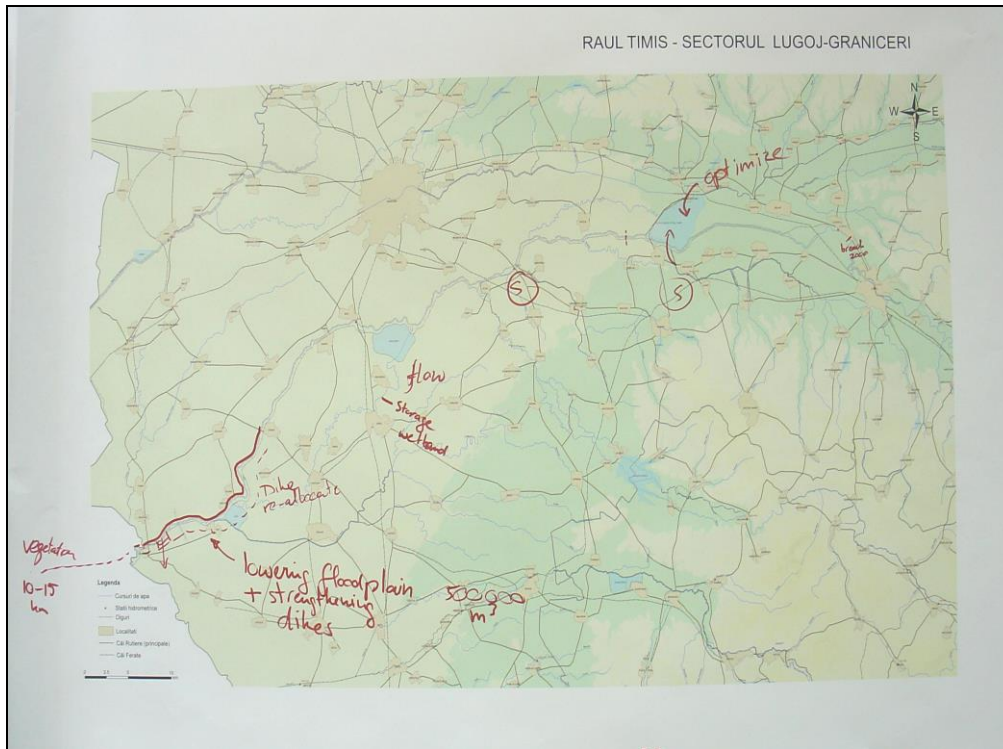


Fig. 5.58: Noi măsuri identificate de reducere a inundațiilor pe râul Timiș

5.6.2. Evaluarea hidraulică a măsurilor de reducere a inundațiilor

5.6.2.1. Teorie

De ce se dorește implementarea măsurilor de reducere a inundațiilor și unde avem nevoie ca acestea să fie implementate?

Evident se dorește protejarea împotriva inundațiilor a anumitor zone. Totuși, prin lege, unele zone trebuie să fie mai bine protejate decât altele. Acest lucru ține de valoarea economică, de mediu și cea socială. De exemplu Timișoara ar trebui și este mai bine protejată împotriva inundațiilor decât unele localități mici precum Grăniceri. Întrebarea care se pune este dacă nivelul de protecție ar trebui să depindă de situația existentă de-a lungul râului.

Nivelurile de protecție sunt definite prin utilizarea unei probabilități minime de inundare sau nivel de siguranță sau asigurări de calcul ale digurilor. Nivelurile de protecție pot varia de-a lungul râului, așa cum am menționat, în funcție de valoarea economică (sau alte valori) a zonei protejate de diguri. Asigurările *reale* de calcul depind de situația locală. Atunci când asigurările *reale* de calcul sunt mai mici decât cele dorite (sau legale), ar trebui definite măsuri de reducere a inundațiilor pentru a fi siguri că asigurările *reale* de calcul sunt mai mari măcar decât cele dorite. În cazul

unor măsuri de lărgire a albiei minore, scăderea dorită a nivelurilor de apă (pentru ca asigurările reale de calcul să fie cel puțin similare asigurărilor de calcul dorite) este intitulată „**sarcină hidraulică**”.

Când se dezvoltă un plan de management al inundațiilor ar trebui definită sarcina hidraulică și dacă este necesar măsurile de reducere a inundațiilor ar trebui determinate în așa fel încât să se obțină asigurări de calcul reale și dorite similare. Sarcina hidraulică ar trebui „rezolvată”. Pentru a cuantifica sarcina hidraulică, asigurările de calcul ar trebui convertite în niveluri de apă. Nivelurile corespunzătoare asigurărilor de calcul ar trebui comparate cu digurile existente.

Pașii care trebuie luați pentru a determina sarcina hidraulică pe Timiș pe sectorul Lugoș – Grăniceri sunt următorii:

- definirea asigurărilor de calcul dorite și/sau legale de-a lungul râului în termeni de probabilitate de apariție a inundațiilor;
- definirea debitelor proiectate care corespund cu această probabilitate în cazul în care pe Timiș se folosesc debite maxime anuale;
- definirea undelor de viitură proiectate (și a volumului unde) utilizând debitele maxime proiectate menționate anterior. Undele de viitură proiectate trebuie determinate atât pentru Timiș cât și pentru afluenții săi;
- utilizarea modelului Sobek 1D pentru calcularea nivelurilor maxime care corespund undelor de viitură proiectate. Nivelurile calculate sunt denumite „niveluri proiectate”;
- determinarea nivelurilor actuale de-a lungul Timișului;
- determinarea gârzii dorite a digurilor. Aceasta este o componentă suplimentară de siguranță aflată deasupra asigurării de calcul a digului care ar trebui să țină cont de nesiguranțe precum așezarea unui corp de dig sau rafale de vânt;
- sarcina hidraulică (Fig. 5.59) poate fi determinată după următoarea formulă:

$$\text{Sarcina hidraulică} = \text{Nivel proiectat} + \text{gardă dig} - \text{nivel dig}$$

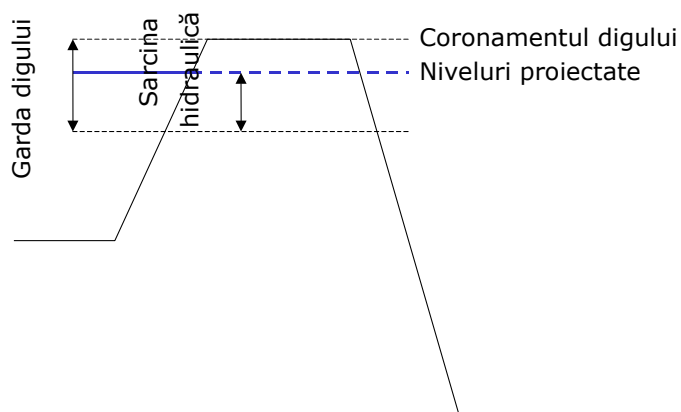


Fig. 5.59: Schema unei sarcini hidraulice

5.6.2.2. Sarcini hidraulice pe râul Timiș

Pentru desemnarea asigurărilor de calcul ale digurilor (Fig. 5.60) s-au folosit debite proiectate conform metodei Kritskii-Menkel din tabelele 5.2 sau 5.3 prezentate în subparagraful 5.2.4.2.

În același subparagraf 5.2.4.2. sunt descrise și înfățișate (fig. 5.23) de asemenea undele de viitură proiectate. Utilizând undele de viitură proiectate la Lugoj și afluenții ca și condiții de graniță au fost calculate cu modelul Sobek nivelurile pentru probabilități de apariție a inundațiilor de 1%, 2% și 5%.

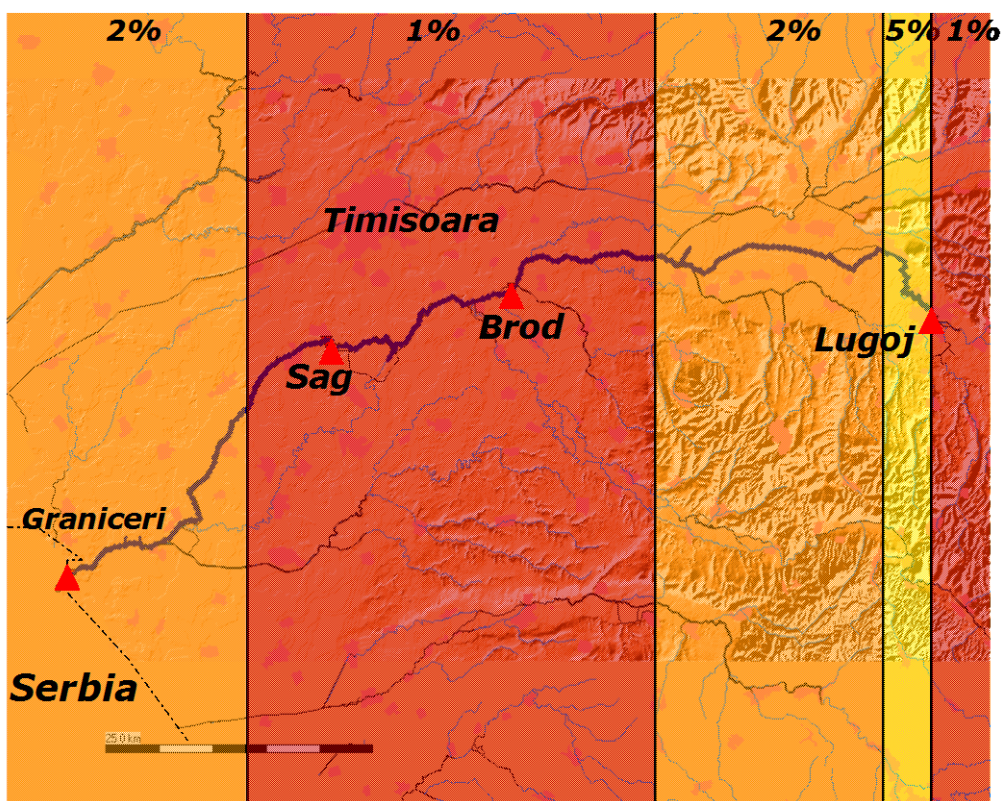


Fig. 5.60: Asigurări de calcul ale digurilor pe râul Timiș

La nivelurile maxime rezultate a fost adăugată o gardă de 0,5 m. Nivelurile de apă rezultate sunt înfățișate în figura 5.61a. Tot în această figură se poate observa setul de date preliminară primite reprezentând nivelurile digului.

Nivelurile digului sunt scăzute din calcularea nivelurilor proiectate de 1%, 2% și 5% combinate cu garda digului (vezi fig. 5.61b). Sarcina hidraulică este rezultatul scăderii în funcție de asigurarea de calcul a digului. Așadar sarcina hidraulică de 1% este sarcina hidraulică pentru secțiunea râului cu o asigurare de calcul a digului de 1%, sarcina hidraulică de 2% este sarcina hidraulică pentru secțiunea râului cu o asigurare de calcul a digului de 2%, sarcina hidraulică de 5% este sarcina hidraulică pentru secțiunea râului cu o asigurare de calcul a digului de 5% (vezi figura 5.61c).

Când sarcina hidraulică este pozitivă, asigurarea reală de calcul este mai mică decât asigurarea de calcul dorită. Aceste locații sunt încercuite cu roșu așa cum se poate vedea în figura 5.61d. Figura arată în mod clar că mai ales asigurarea de calcul a digurilor de la granița cu Serbia până la cca. 25 km amonte este mult prea joasă. Alte locații vulnerabile la inundații pot fi găsite amonte de Brod și în apropierea Lugojului.

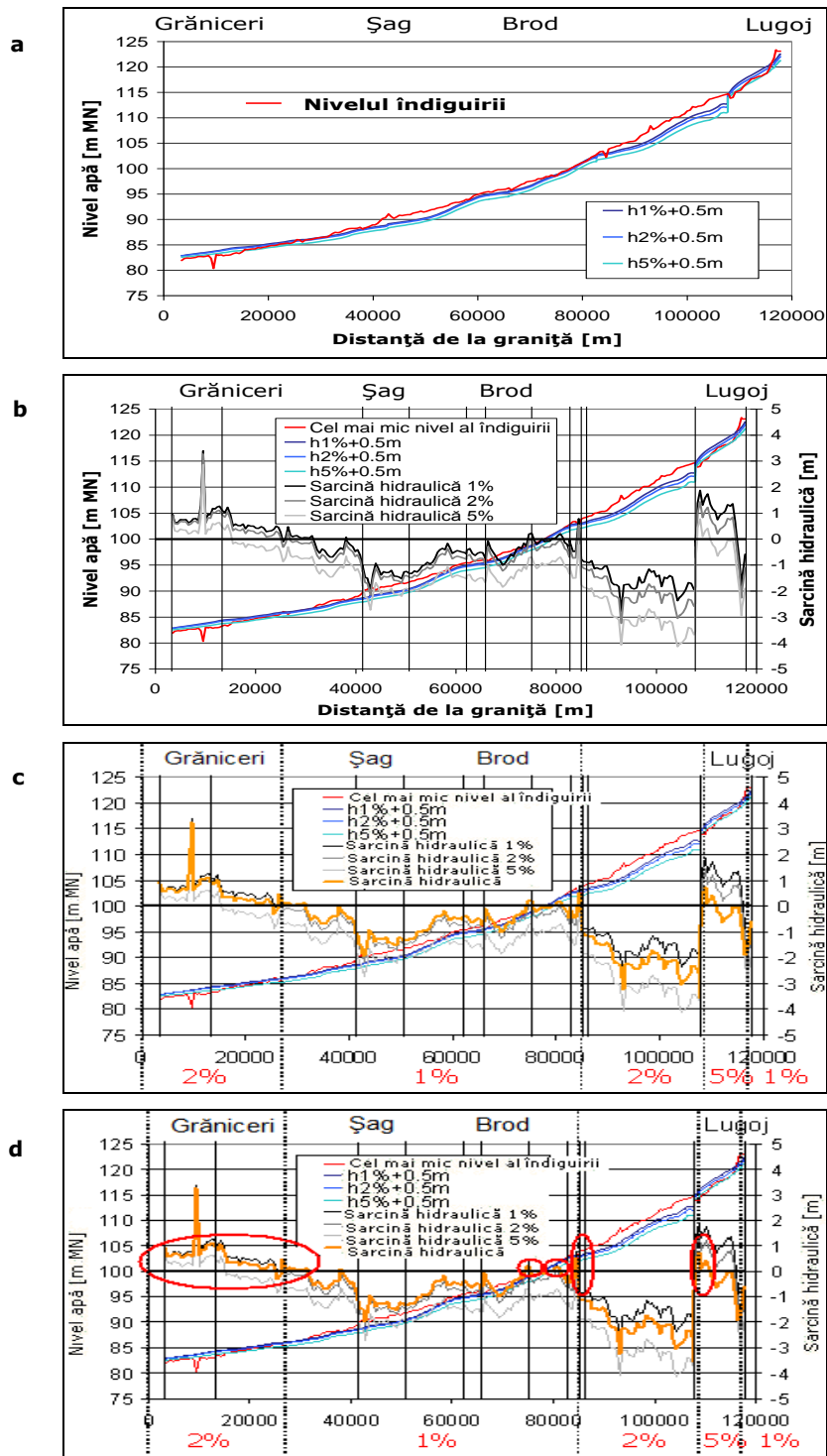


Fig. 5.61: Niveluri proiectate, niveluri diguri și sarcini hidraulice pe Timiș

Pentru a rezolva sarcina hidraulică și pentru a crea o asigurare de calcul conformă cu cea dorită, ar trebui definite măsuri de reducere a inundațiilor. Efectul măsurilor de reducere a inundațiilor asupra sarcinii hidraulice este descris în subparagraful următor.

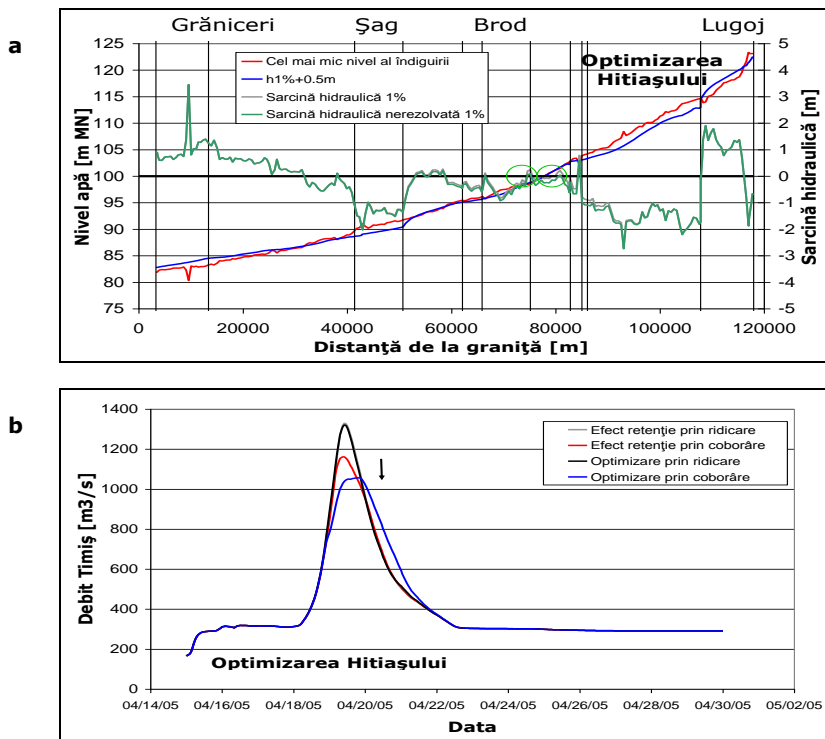
5.6.2.3. Rezolvarea sarcinilor hidraulice pe râul Timiș

Sarcina hidraulică ar trebui rezolvată prin măsuri de reducere a inundațiilor. Măsurile existente de reducere a inundațiilor precum polderul Pădureni și Hitiaș sunt luate deja în sarcina hidraulică, deoarece sunt implementate în modelul Sobek care a fost folosit pentru determinarea sarcinii hidraulice. Pentru rezolvarea parțială a sarcinii hidraulice s-au folosit următoarele măsuri:

- optimizarea polderului Hitiaș prin coborârea nivelului crestei deversorului de admisie,
- reactivarea Timișului Mort și redirecționarea unei părți a debitului prin intermediul acestuia,
- îndepărtare extensivă a vegetației,
- reținerea undelor de viitură pe afluenți.

Aceste măsuri sunt descrise în subparagraful 5.6.1.3.

Efectul acestor măsuri asupra sarcinii hidraulice se poate vizualiza în figurile de mai jos. Efectele au fost calculate numai pentru probabilitatea de apariție de 1%, așa că nu a fost rezolvată sarcina hidraulică combinată. Locațiile încercuite cu verde din figurile 5.62a până la 5.62f arată unde sarcina hidraulică de 1% a fost rezolvată prin implementarea măsurilor de reducere a inundațiilor. Figura 5.62f prezintă efectul măsurilor combinate de reducere a inundațiilor.



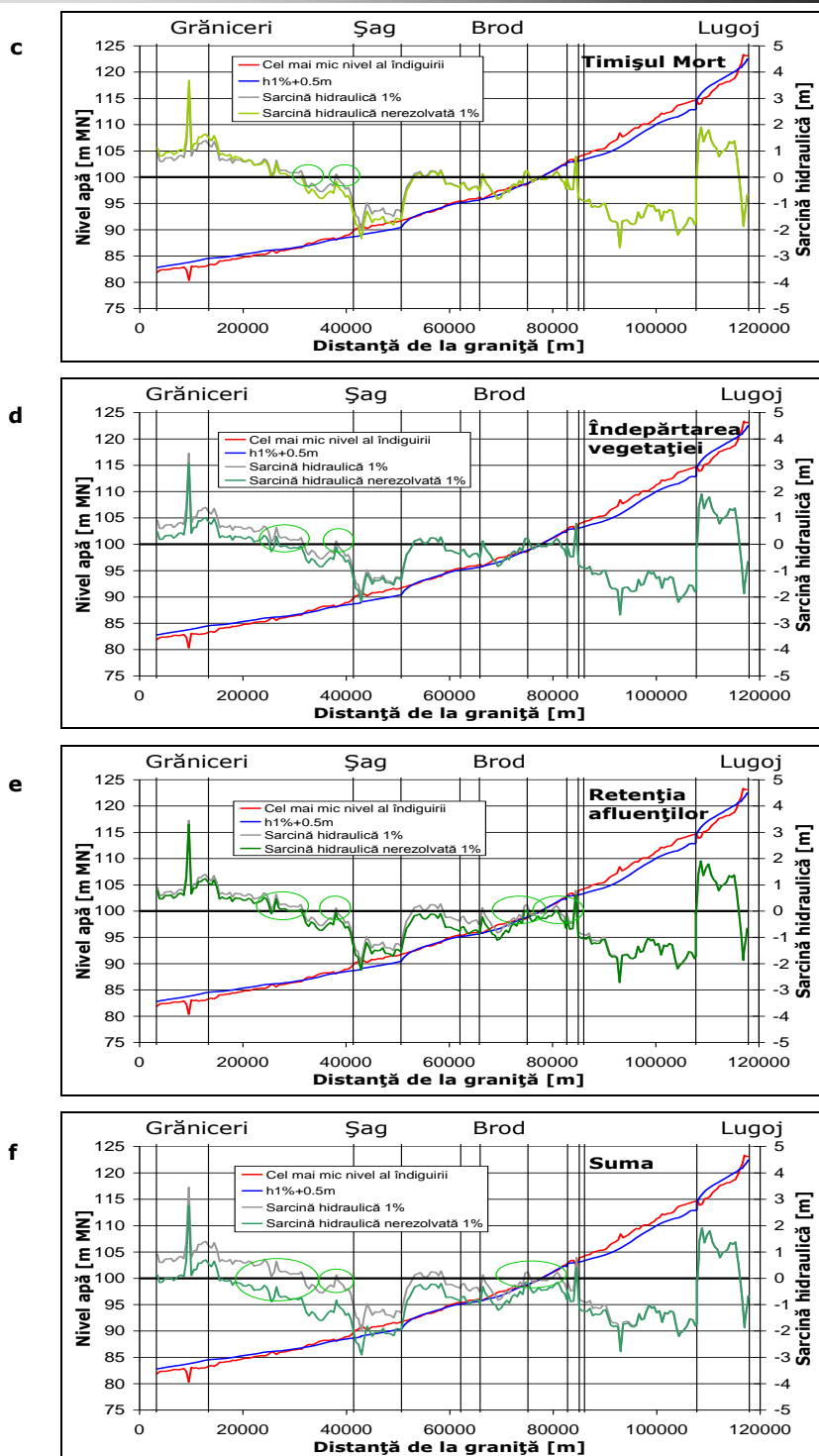


Fig. 5.62: Evaluarea impactului hidroauidic al măsurilor de reducere a inundațiilor pe Timiș

Din rezultatele obținute se pot trage următoarele concluzii:

- ❖ efectul optimizării polderului Hitiș are efecte mai mult locale. Deși figura 5.62b arată o creștere a retenției viiturii la nivel local, amonte a fost observat doar un mic efect. Măsura ajută la rezolvarea sarcinii hidraulice la nivel local;
- ❖ restaurarea Timișului Mort poate avea diferite efecte, în funcție de metoda de restaurare. S-a presupus devierea unei părți a debitului Timișului prin intermediul Timișului Mort, iar aval redirectionarea acestuia înapoi în Timiș. Rezultatul este că de-a lungul sectorului Timișul Mort, sarcina hidraulică a fost rezolvată. Deoarece se deviază o parte a debitului prin Timișul Mort mai puțină apă este reținută în polderul Pădureni, ceea ce duce la o creștere a nivelului apei aval de polderul Pădureni comparativ cu situația de referință. Acest exemplu ne arată că implementarea măsurilor de reducere a inundațiilor ar trebui să fie întotdeauna concepute luând în considerare întreaga rețea hidrografică. O soluție ar putea-o constitui proiectarea Timișului Mort ca și o arie de retenție și/sau reoptimizarea deversorului de admisie al polderului Pădureni. Rezultatele sunt prezentate în figura 5.62c;
- ❖ îndepărtarea vegetației la scară largă poate avea un efect semnificativ asupra sarcinii hidraulice (vezi fig. 5.62d), mai ales dacă îndepărtarea vegetației este realizată și în Serbia. Cu cât este mai mare lungimea porțiunii de râu pe care se îndepărtează vegetația, cu atât este mai mare lungimea râului pe care nivelurile coboară (diminuând efectul de remuu) iar sarcina hidraulică descrește;
- ❖ retenția undei de viitură pe afluenți are un efect special asupra nivelurilor maxime de pe râul Timiș acolo unde afluenții contribuie cel mai mult la debitul total al Timișului (vezi fig. 5.62e). Acesta este cazul din apropierea confluenței Canalului Descărcare (Bega-Timiș) cu Timișul și amonte de Șag unde râurile Pogăniș și Șurgani se varsă în Timiș. Figura 5.62e arată că efectul măsurii de reducere a inundațiilor este mai mare între Șag și Brod, unde nu trebuie rezolvată nici o sarcină hidraulică. Cu alte cuvinte, când sunt definite măsuri de reducere a inundațiilor, gospodarii de ape ar trebui să ia în considerare necesitatea și raza efectului;
- ❖ efectul Timișului Mort asupra eficienței polderului Pădureni a demonstrat importanța unei abordări complexe. Acest lucru înseamnă că după evaluarea individuală a măsurilor, pot fi evaluate de asemenea și pachete de măsuri. Măsurile descrise mai sus au fost combinate și a fost calculat efectul lor combinat. Figura 5.62f arată că majoritatea sarcinilor hidraulice au fost rezolvate pentru acest exemplu mai puțin în apropierea graniței cu Serbia.

5.6.3. Evaluarea impactului măsurilor

Măsurile structurale de reducere a inundațiilor nu ar trebui să fie evaluate doar pe baza impactului hidraulic. Alte criterii sunt de asemenea importante. Pe parcursul mai multor workshop-uri în România și împreună cu specialiștii de la Administrația Bazinală de Apă Banat, sistemele de gospodărire a apelor și municipalități, a fost întocmită o listă a criteriilor de evaluare a impactului. Această listă este descrisă în subparagraful 5.6.3.1.

Unele criterii sunt mai importante decât altele. Deși prioritizarea criteriilor nu poate fi niciodată complet obiectivă, importanța criteriilor de evaluare ar trebui stabilită. Lista criteriilor stabilite în subparagraful 5.6.3.1. a fost prioritizată în timpul

unui workshop privind managementul inundațiilor așa cum se poate observa în subparagraful 5.6.3.2.

Măsurile de reducere a inundațiilor pot fi evaluate utilizând criterii prioritizate de evaluare a inundațiilor. Evaluarea măsurilor nu a fost realizată în timpul studiului, însă în subparagraful 5.6.3.3. este prezentat un exemplu despre cum poate fi realizat acest lucru. Provocările viitoare privind managementul inundațiilor și concluziile sunt prezentate în paragraful 5.6.4.

5.6.3.1. Criterii de evaluare a impactului

Pe parcursul mai multor workshop-uri au fost identificate următoarele criterii de evaluare:

- scăderea nivelului maxim al apei în metri: acest efect a fost descris în paragrafele anterioare folosind efectul măsurilor de reducere a inundațiilor asupra sarcinii hidraulice. Cu ajutorul modelului Sobek dezvoltat în cadrul proiectului acest criteriu poate fi cuantificat relativ simplu;
- efectul asupra debitului din zona aval: măsuri de reducere a inundațiilor precum poldere și acumulări scad debitul în aval. Această măsură duce nu numai la o descreștere a nivelurilor în zona aval, ci poate fi folositoare și în cadrul acordurilor transfrontaliere. În cazul ariei studiului, Serbia va beneficia de asemenea de o scădere a debitului în timpul inundațiilor;
- costurile de construcție și de întreținere ale unei măsuri ar trebui luate în calcul. Costurile totale ale măsurii ar trebui comparate cu reducerea posibilă a pagubelor și a riscului ca și rezultat al implementării măsurilor de reducere a inundațiilor. Această operațiune se numește analiză cost-beneficiu;
- efectele de mediu ale măsurilor sunt importante de luat în calcul, dar nu atât de ușor de cuantificat și comparat cu criterii precum scăderea nivelurilor sau costurile. Directiva Cadru a Apei ar putea ajuta în acest sens deoarece directiva cuantifică într-o oarecare măsură criteriile de mediu;
- implementarea măsurilor de reducere a inundațiilor poate schimba utilizarea terenului într-o zonă. Întrebarea este dacă aceasta va avea un efect pozitiv sau negativ. De asemenea, acest criteriu ar putea fi dificil de cuantificat;
- pentru unele măsuri trebuie demolate obiective publice sau private. În mod normal demolarea poate fi exprimată în termeni de costuri și poate fi o parte a criteriului costuri;
- efectele sociale trebuie de asemenea luate în considerare. De exemplu, unora nu le place să locuiască lângă diguri înalte. Pe de altă parte, în zonele vulnerabile la inundații oamenii ar putea avea o gândire pozitivă în ceea ce privește înălțarea unui dig lângă casele lor. Din nou succesul acestui criteriu este greu de cuantificat;
- o măsură robustă înseamnă că aceasta necesită o întreținere minimă sau servește mai multor scopuri decât pentru protecția împotriva inundațiilor. Robustă poate presupune că măsura este ușor de combinat cu alte măsuri de reducere a inundațiilor sau de a extinde impactul măsurii prin modificarea construcției;
- măsurile de reducere a inundațiilor pot afecta moștenirea culturală precum siturile arheologice sau zonele care sunt de importanță culturală pentru populație. Și această măsură este de asemenea greu de cuantificat.

5.6.3.2. Prioritizarea criteriilor de evaluare a impactului

Criteriile de evaluare a impactului ar trebui prioritizate pentru a evalua în mod adecvat măsurile de reducere a inundațiilor. Așa cum a fost menționat anterior prioritizarea depinde de diferitele păreri și obiective ale oamenilor. Iată de ce participanții de la workshop-ul final au fost rugați să-și expună părerile asupra importanței listei criteriilor. Tabelul 5.6 prezintă rezultatul a 27 participanți (fig. 5.63) care au votat prioritizarea. Tabelul arată că nu toți participanții au votat pentru fiecare criteriu. Totuși putem spune că rezultatul dă o prima idee bună despre importanța evaluării criteriilor.

Tabel 5.6: Prioritizarea criteriilor de evaluare a impactului

Număr criteriu	Criteriu	Importanță			Factor importanță
		Mare	Medie	Mică	
1.	Scăderea nivelului maxim de apă [m]	24	-	-	3.00
2.	Efectul debitului în zona aval [m ³ /s]	14	3	-	2.82
3.	Costuri vs. Reducere pagube [Mlei]	12	4	-	2.75
4.	Efecte sociale	18	5	2	2.64
5.	Robustețe	14	9		2.61
6.	Efecte de mediu	18	7	2	2.59
7.	Demolări	2	20	5	1.89
8.	Utilizarea terenului	-	12	12	1.50
9.	Moștenire culturală	-	-	-	Fără voturi

Factorul de importanță din tabel determină prioritatea. Pentru determinarea acestui factor sunt luate în calcul numărul total de voturi precum și importanța acordată de către participanți, de exemplu pentru criteriul nr. 2 factorul de importanță este $2,82 = (14 \times 3 + 3 \times 2) / (14 + 3)$.

$$F_i = (P \times Imr + P \times Imed + P \times Imic) / P_{tot}$$

unde: F_i = factor de importanță
 P = număr persoane
 Imr = importanță mare
 $Imed$ = importanță medie
 $Imic$ = importanță mică
 P_{tot} = numărul total de persoane

Factorul de importanță a fost calculat conform formulei de mai sus unde importanța mare a fost cotate cu 3, importanța medie cu 2, iar importanța mică cu 1. Tabelul arată că participanții au apreciat criteriile hidraulice (nr. 1 și 2) drept cele mai importante, urmate de



Fig. 5.63: Procesul de prioritizare a criteriilor de evaluare a impactului

criteriul nr. 3 costuri și reducerea pagubelor. Criteriile privind efectele sociale, robustețea și efectele de mediu au fost evaluate aproape similar. Demolările și utilizarea terenului nu au fost considerate prea importante, iar moștenirea culturală nu a primit voturi.

5.6.3.3. Evaluarea impactului măsurilor de reducere a inundațiilor

Au fost evaluate doar măsurile care au folosit ca și scoruri posibile 2, 1, 0, -1 și -2 deoarece nu toate criteriile au fost ușor de cuantificat în termeni de niveluri și costuri. Factorul de importanță este multiplicat cu scorul pe criteriu, iar scorul total este determinat pe măsură. Tabelul 5.7 prezintă rezultatele. Conform evaluării măsura preferată este controlul vegetației.

Tabel 5.7: Evaluarea impactului măsurilor de reducere a inundațiilor folosind criterii prioritizate

Număr criteriu	Criteriu	Măsuri			Factor importanță
		Polderul Macedonia	Timișul Mort	Controlul vegetației	
1.	Scăderea nivelului maxim de apă [m]	0	1	1	0.003
2.	Efectul debitului în zona aval [m ³ /s]	1	-1	0	2.82
3.	Costuri vs. Reducere pagube [Mlei]	-1	-2	0	2.75
4.	Efecte sociale	-1	-1	1	2.64
5.	Robustețe	0	1	0	2.61
6.	Efecte de mediu	1	2	-1	2.59
7.	Demolări	-1	-1	0	1.89
8.	Utilizarea terenului	-1	-1	0	1.50
9.	Moștenire culturală	-	-	-	Fără voturi
Scor total		-3.36	-3.56	3.05	

Trebuie menționat că scorul din tabelul de mai sus reprezintă doar un exemplu iar scorul ar trebui în mod normal fundamentat pe o analiză adecvată susținută de calcule.

Experții de mediu ar trebui să evalueze criteriile de mediu iar localnicii ar trebui să susțină criteriile sociale. Tabelul de mai sus oferă o bună idee despre evaluarea integrală a impactului, însă arată și subiectivitatea acestuia.

Aceste tipuri de evaluări ar trebui folosite cu grijă, însă pot susține procesele de decizii manageriale. Dacă sunt implicați localnici în astfel de evaluări, municipalitățile ar trebui sprijinite în implementarea planurilor de apărare împotriva inundațiilor și a măsurilor de reducere a inundațiilor.

5.6.4. Managementul viitor al inundațiilor

În timpul workshop-ului final au fost prezenți reprezentanți de la toate Administrațiile Bazinale de Apă din țară. Utilizând această platformă au fost discutate probleme referitoare la managementul viitor al inundațiilor. Tabelul de mai jos reprezintă rezultatele discuțiilor. Reperetele utilizate de către Directiva pentru Inundații au fost folosite ca și indicatori de timp.

Aparent majoritatea specialiștilor Administrațiilor au fost interesați de implementarea ultimelor inovații în ceea ce privește instrumente de gospodărire a inundațiilor precum sisteme de suport al deciziei, modele hidraulice (precum Sobek), sisteme de avertizare la inundații și sisteme de informații.

Tabel 5.8: Cerințele și provocările managementului viitor al inundațiilor

Temă	În ce an este necesară?		
	Prezent-2011	2009-2013	2013-2015
Sisteme de suport al deciziei (DSS) pentru măsuri de management al inundațiilor	X		
Modelare hidraulică	X		
Sistem de avertizare la inundații	X		
Sistem de informații	X		
Abordare bazată pe risc		X	
Schimbări climatice		X	X
Frecvențe recalculat ale inundațiilor		X	X
Interacțiuni între râul principal și afluenți	X		
Morfologie	X		
Utilizarea terenului și planificarea spațială	X	X	

Noi metodologii precum abordări bazate pe risc și analize recalculat ale frecvențelor inundațiilor au avut o prioritate mai mică. Schimbările climatice au fost considerate mai puțin importante pe termen scurt.

Participanții au considerat că trebuie implementate cât mai curând studiile privind morfologia, interacțiunea dintre afluenți și râurile principale (abordare pe bazin hidrografic) și managementul integrat al apei, unde alte domenii precum utilizarea terenului și planificarea spațială sunt luate în calcul pentru întocmirea planurilor de management.

Discuțiile referitoare la provocările viitoare în domeniul managementului riscului la inundații au relevat faptul că gospodarii de ape din România au arătat interes pentru folosirea noilor sisteme și a noilor metodologii. În cadrul studiului efectuat pe râul Timiș a fost ilustrată posibilitatea evaluării măsurilor de reducere a inundații într-o manieră integrată prin utilizarea unor tehnici moderne de management al inundațiilor bazate pe date autohtone.

5.7. Rezultate obținute și recomandări

5.7.1. Rezultate obținute

În cadrul studiului de îmbunătățire a strategiei de apărare împotriva inundațiilor au fost analizate date și metodologii privind diferite componente ale managementului inundațiilor. Acest lucru a fost realizat pentru în bazinul hidrografic al Timișului inferior. Au fost descrise de asemenea diferite teorii și metodologii utilizate de către managementul olandez al inundațiilor și prevăzute de către Directiva pentru Inundații. O parte din „abordarea olandeză” a fost implementată în zona luată în calcul pe râul Timiș folosind datele românești analizate care au fost disponibile.

În urma acestui studiu au rezultat următoarele produse:

- a fost făcută o analiză și o descriere detaliată a rețelei hidrografice a Timișului precum și a inundațiilor din 1999, 2000, 2005 și 2006;
- a fost realizată o analiză de sensibilitate privind crearea probabilităților de producere a inundațiilor;
- a fost construit un model hidraulic Sobek 1D-2D, care face posibilă calcularea nivelurilor și debitelor pe Timiș între Lugoj și Grăniceri precum și a tiparelor inundațiilor cauzate de breșe sau deversări de diguri;
- au fost descrise diferite metodologii de realizare a hărților la inundații și implementate în aria supusă studiului;
- au fost analizate lanțul de siguranță, prognozarea inundațiilor, sistemele de avertizare la inundații și strategiile de evacuare din regiunea Banat;
- a fost organizat la nivel național un exercițiu în interior pe tema schimbului de informații și a comunicării în timpul unei inundații;
- au fost analizate și descrise strategiile actuale de management al inundațiilor;
- a fost descrisă o metodologie de evaluare a măsurilor de reducere a inundațiilor care a fost implementată pentru măsurile de reducere a inundațiilor existente, planificate și nou identificate pe râul Timiș.

5.7.2. Recomandări și îmbunătățiri

Îmbunătățiri ale modelului. Este clar că în viitorul apropiat vor fi disponibile mai multe date, iar calitatea acestora va fi mai bună: vor fi măsurate secțiuni transversale suplimentare, este de așteptat ca transferul de date dintre România și Serbia să se îmbunătățească, iar în viitorul apropiat va fi disponibil și un model numeric de teren mai precis. Acestea vor contribui la îmbunătățirea modelului Sobek existent pe râul Timiș. Intrând mai detaliu putem anticipa că următoarele îmbunătățiri vor fi de asemenea posibile:

- un model numeric de teren mai precis folosit pentru modul Sobek 2D va duce la calcule mai precise ale inundațiilor;
- când modelul va fi extins în Serbia, acuratețea rezultatelor în partea aval a Timișului se va îmbunătăți. Este recomandabil ca modelul să fie extins cel puțin până la stăvilarul de la Tomășevăț. Este de asemenea recomandabilă executarea unor studii integrate româno-sârbe în ceea ce privește managementul inundațiilor pentru bazinul de recepție al Timișului inferior;
- când modelul va fi extins în direcția amonte, pasul de timp al prognozei poate fi crescut în mod semnificativ;

- toate hărțile la inundații menționate depind de un model numeric de teren adecvat. Prin punerea la dispoziție a unui model numeric de teren mai bun pot fi pregătite hărți la inundații mai precise;
- utilizarea modului de rupere a digului în cadrul modelului Sobek va face posibilă o analiză mai realistă atât a tiparelor inundațiilor cât și a eroziunii cauzate de cedarea digurilor.

Date hidrologice. În cadrul Administrației Bazinale de Apă Banat datele hidrologice sunt stocate în mod corespunzător, iar măsurătorile hidrologice sunt realizate și analizate în mod amănunțit. Totuși, un număr limitat de stații hidrometrice automate funcționează, restul nefiind complet calibrate. Se recomandă calibrarea tuturor stațiilor hidrometrice automate deoarece acestea pot fi foarte folositoare, de exemplu pentru construirea unui sistem de pre-avertizare a inundațiilor.

Lanțul de siguranță. Din analiza proceselor de avertizare la inundații și evacuare au rezultat următoarele recomandări:

- conform specialiștilor Administrației Bazinale de Apă Banat, prognozele făcute de Institutul Național de Hidrologie și Gospodărire a Apelor nu sunt foarte precise, în mare parte din cauză metodelor diferite de prognozare. În plus prognoza națională vine cu 2 ore mai târziu decât prognoza regională. Recomandăm realizarea unei compatibilități între prognozele naționale și cele regionale. De asemenea ar trebui luate în calcul la nivel național discuțiile privind folosirea acelorași metodologii de prognozare;
- trecerea la o fază inferioară în timpul unei amenințări de depășire a nivelurilor nu face parte din procedura actuală de avertizare. Când este dată o avertizare de faza a III-a, aceasta nu este urmată de o avertizare atunci când nivelul descrește. Recomandăm includerea acestei proceduri în strategiile de avertizare a inundațiilor;
- fluxul informațional și comunicarea în general cu primarii și municipalitățile ar trebui îmbunătățite
 - o primarii și municipalitățile ar trebui incluși în procesul de planificare și proiectare a măsurilor de reducere a inundațiilor de dinaintea unei inundații,
 - o îmbunătățirea comunicării cu populația din zonele vulnerabile la inundații. Pentru realizarea acesteia se pot folosi măsuri non-structurale precum hărți la inundații sau filmulețe care prezintă inundări (Sobek 1D-2D). Si în acest caz primarii reprezintă un intermediar important în comunicarea cu localnicii.

Realizarea hărților la inundații. Analiza realizării hărților la inundații în Banat conform cererilor impuse de UE și cu ajutorul datelor disponibile ne-a demonstrat că hărți la inundații, hărți ale hazardelor și chiar hărți de risc la inundații pot fi elaborate chiar și în prezent utilizând datele disponibile. Mai ales analiza hidraulică necesară poate fi făcută la un nivel precis și chiar calculele dinamice 2D ale inundărilor la scară mare pot simula într-un mod foarte realist cedările digurilor.

Folosind datele existente pot fi făcute evaluări ale pagubelor, care ulterior pot fi utilizate pentru construirea hărților de risc la inundații. Totuși datele existente se vor îmbunătăți în viitor. Astfel secțiuni transversale se vor înlesni, modelul numeric de teren va fi mai performant, iar schimbul de informații între România și Serbia va fi mai bun ceea ce va duce modele hidraulice 1D și 2D mai precise.

De altfel la nivel național este dezvoltat un proiect al cărui rezultat final îl reprezintă elaborarea unui model numeric de teren mai precis. Acest model numeric

de teren actualizat poate fi foarte prețios în realizarea de hărți la inundații mai precise pe termen scurt.

Strategia apărării împotriva inundațiilor. În cadrul strategiei de apărare împotriva inundațiilor este recomandată elaborarea de studii după implementarea metodelor de evaluare a pagubelor. Noul model numeric de teren poate fi folosit și pentru calcularea funcțiilor pagubă. Aceste funcții ar trebui calculate luând în considerare situația economică din România. Cu ajutorul unei evaluări adecvate a pagubelor pot fi trasate analize cost-beneficiu. Acestea reprezintă un instrument foarte puternic în evaluarea măsurilor de reducere a inundațiilor.

De asemenea este recomandabilă îndeplinirea încă o dată a tuturor pașilor descriși în subcapitolul 5.6. atunci când sunt disponibile date noi și mai bune. Ar trebui determinate și rezolvate sarcini hidraulice combinate, folosind o gamă mai largă de măsuri de reducere a inundațiilor și grupându-le pe acestea în pachete, care ar trebui evaluate luând în considerare diferite criterii de evaluare a impactului.

În ceea ce privește comunicarea cu localnicii, s-a putut observa din experiența partenerilor olandezi precum și din discuțiile purtate cu specialiștii români în timpul workshop-urilor că implementarea măsurilor structurale și non-structurale de reducere a inundațiilor este uneori deranjată de lipsa de cooperare din partea localnicilor. Câteva exemple din Olanda au propus soluții pentru această problemă, însă au arătat că ele nu duc întotdeauna la succes. Uneori este nevoie a fi luate și măsuri legale.

Utilizând abordarea managementului inundațiilor așa cum a fost descris în subcapitolul 5.6 și permițând localnicilor și altor stakeholderi să participe la procesul de identificare și evaluare a măsurilor de reducere a inundațiilor va fi îmbunătățită acceptarea de către localnici și implementarea efectivă a măsurilor de reducere a inundațiilor. O bună comunicare și luarea în serios a stakeholderilor reprezintă cheia succesului.

În timpul workshop-ului final participanții au fost rugați să completeze și să dea punctaj unei liste privind instrumentele de comunicare. Tabelul de mai jos înfățișează rezultatele obținute.

Tabel 5.9: Punctajul pentru instrumentele de comunicare

Instrumente de comunicare	Punctaj
Oferirea posibilității de a se cunoaște reciproc	2
Oferirea de informații despre instituție(i)	-
Explică oamenilor ceea ce faci (în general)	1
Prezentarea instituțiilor/persoanelor implicate în gospodărirea apelor	2
Explicarea necesității măsurilor	18
Explicarea proceselor	9
Explicarea măsurilor și a efectelor	14
Seri informative despre "probleme"	1
Broșuri/Postere	4
Reclame	1
Educație în școli	6

Rezultatul indică de fapt că participanții la workshop, specialiști ai administrațiilor bazinale, au susținut ideea unei cooperări mai strânse cu localnicii implicați prin a le explica măsurile, efectele și necesitatea lor. Totuși ar trebui avut în vedere modul de explicare al acestora deoarece localnicii nu sunt experți în domeniul gospodăririi inundațiilor.

Experiența altor țări (Olanda spre exemplu) precum și discuțiile din timpul workshop-ului final au demonstrat că implementarea atât a măsurilor structurale cât și a celor non-structurale de reducere a inundațiilor este uneori împiedicată de lipsa de cooperare din partea localnicilor. Câteva exemple din Olanda au ilustrat soluții pentru rezolvarea acestor probleme, însă, în același timp, s-a dovedit că acestea nu au întotdeauna succes. Uneori trebuiesc întreprinse acțiuni legale în acest sens.

Prin folosirea abordării managementului la inundații așa cum a fost descris în acest capitol și permițând localnicilor și stakeholderilor să participe la identificarea procesului de identificare și evaluare a măsurilor de reducere a inundațiilor putem spune că acceptarea de către localnici și implementarea efectivă a măsurilor de reducere a inundațiilor se va îmbunătăți. O comunicare bună și luarea în serios a stakeholderilor reprezintă cheia succesului.

Studiul privind îmbunătățirea strategiei de apărare împotriva inundațiilor pe râul Timiș demonstrează că folosind datele actuale în Spațiul Hidrografic Banat se poate adopta și implementa, în concordanță cu directivele europene, o abordare modernă a managementului inundațiilor.

CAP. 6

CONCLUZII. CONTRIBUȚII PERSONALE.

PERSPECTIVE DE CERCETARE

Între 1998 și 2010, Europa a suferit peste 100 de inundații majore. Aceste inundații au cauzat aproximativ 700 de pierderi de vieți omenești, strămutarea a aproximativ jumătate de milion de oameni și au determinat o pierdere economică ce se ridică la cel puțin 25 milioane euro. Inundațiile din vara anului 2005 în Austria, Bulgaria, Franța, Germania și România, dar și în alte părți, au ridicat aceste cifre și mai mult.

Două tendințe indică riscul de inundații ridicat sau pagube economice mari determinate de inundații în Europa. În primul rând amploarea și frecvența inundațiilor au o probabilitate ridicată de creștere în viitor ca rezultat al schimbărilor climatice, administrării necorespunzătoare a râurilor și a construcțiilor în zone cu risc de inundație. În al doilea rând a existat o creștere marcată în vulnerabilitate datorită numărului oamenilor și al activelor economice situate în zonele cu risc de inundații.

Inundațiile reprezintă un fenomen natural care nu poate fi prevenit. Cu toate acestea activitățile umane contribuie la creșterea probabilității și la amploarea impactului negativ al inundațiilor. Având în vedere că majoritatea bazinelor râurilor din Europa sunt comune, o acțiune conjugată la nivelul Comunității va aduce o valoare adăugată considerabilă și va îmbunătăți nivelul general de protecție împotriva inundațiilor.

Având în vedere potențialul de pierdere de vieți omenești, active economice și mediu, angajamentul Europei față de o creștere fezabilă poate fi grav afectată dacă nu se întreprind măsuri corespunzătoare.

În ultimele decenii, numărul dezastrelor meteorologice și hidrologice a crescut treptat, la nivel planetar fiind afectați sute de milioane de oameni, în fiecare an. Este imperios necesar să se înțeleagă vulnerabilitatea și sensibilitatea comunităților umane, pe termen scurt și mediu, la producerea riscurilor hidrometeorologice, necesitatea studiilor interdisciplinare, elaborarea modelelor de evoluție și de predicție a acestora devenind o prioritate.

Inundațiile reprezintă dezastrul cel mai frecvent, care se poate produce la diferite scări de la râurile mari până la cele mici cu efecte asupra stării mediului, incluzând aici nu numai pagubele economice și dezechilibrele ecologice, ci și numeroasele pierderi de vieți omenești.

În ciuda eforturilor naționale permanente din ultimele decenii pentru reducerea riscului la inundații în România, în esență prin intermediul structurilor de apărare împotriva inundațiilor, în lumina inundațiilor recente, putem spune că riscul la inundații încă reprezintă o preocupare majoră în țară, din următoarele cauze:

- frecvența ridicată a inundațiilor mari;
- consecințele negative ale acestor inundații mari.

În ultimii 10 ani, multe bazine hidrografice din România s-au confruntat cu inundații foarte mari, cu perioade statistice de revenire deseori de peste 100 de ani,

de exemplu, în bazinul Siretului și bazinul Timișului în 2005 sau în județul Suceava în vara anului 2008. De asemenea, se observă că inundațiile mari cu consecințe negative asupra vieților omenești, bunurilor și activităților au fost destul de frecvente, evenimente majore existând în medie în România o dată la doi ani.

După inundațiile dramatice cu care România s-a confruntat în 2005, guvernul a aprobat o strategie națională pe termen scurt de management al riscului la inundații, elaborată de Ministerul Mediului, pentru o combatere eficientă a consecințelor negative ale inundațiilor. Toate ministerele și instituțiile responsabile au fost însărcinate cu punerea sa în aplicare. În special, strategia pe termen scurt a evidențiat următoarele:

- un risc sporit la inundații, datorat unei utilizări iraționale a terenurilor și schimbărilor climatice;
- necesitatea unei abordări strategice a managementului riscului la inundații într-un cadru de optimizare a folosirii și protecției resurselor de apă;
- necesitatea introducerii măsurilor de protecție a mediului, cu mai puține măsuri structurale și mai multe măsuri non-structurale,
- necesitatea unei abordări holistice și la nivel de bazin;
- necesitatea unor amenajări controlate și limitate în zonele expuse la inundații;
- necesitatea ca populațiile care trăiesc sau lucrează în zonele expuse la inundații să fie conștiente de riscul la inundații.

În urma acestei scurte evaluări a situației actuale se poate sublinia că **necesitatea unei strategii naționale pe termen mediu și lung de management al riscului la inundații în România** a devenit imperios necesară.

Pentru a rezolva această problemă sunt necesare analize ale situației curente și ale obiectivelor propuse și apoi elaborarea și implementarea unor măsuri și programe de măsuri care să corespundă cerințelor curente atât din punct de vedere tehnic cât și din punct de vedere economic.

Iată de ce această lucrare se pliază acestei necesități și vine în ajutorul elaborării unei strategii pe termen mediu și lung de management al riscului la inundații propunând o modalitate de îmbunătățire a strategiei de apărare împotriva inundațiilor pe râul Timiș.

Scopul acestei teze de doctorat îl reprezintă cercetarea metodelor și mijloacelor de îmbunătățire a strategiei de apărare împotriva inundațiilor și propunerea unor măsuri pentru reducerea inundațiilor prin abordarea tehnicilor cuprinse în cadrul conceptului „mai mult spațiu pentru râuri”.

Pentru atingerea obiectivului final, lucrarea de față a adoptat o abordare graduală prin intermediul obiectivelor secundare construindu-și astfel treptat drumul către obiectivul central.

Astfel în capitolul 1 sunt definite fenomenele care stau la baza producerii inundațiilor și consecințele pe care acestea le produc. Schimbările climatice, căci despre ele este vorba, stau la baza schimbărilor recente ale tendințelor în frecvența producerii inundațiilor. Rând pe rând sunt analizați factorii cumulativi care au dat naștere și care contribuie la radicalizarea transformărilor majore ale climei precum activitatea solară, subțierea stratului de ozon, accentuarea efectelor solare, absorbția energiei solare, creșterea cantității de dioxid de carbon în atmosferă.

Totuși, până în prezent, dovezile recente ale tendinței de creștere la nivel global al inundațiilor rămân neconcludente, fără să apară nici un puternic consens din diferite studii la nivel global și regional.

În ceea ce privește frecvența inundațiilor, s-a constatat că în ultimele decenii, numărul fenomenelor și evenimentelor meteorologice și hidrologice dezastruoase a crescut în mod treptat la nivel planetar provocând din ce în ce mai multe pagube și cauzând pierderi tot mai numeroase de vieți omenești ceea ce a dus la o intensificare în domeniul legislativ în ceea ce privește implementarea principiilor de dezvoltare durabilă și a managementului integrat al resurselor de apă.

Tocmai această accelerare a măsurilor legislative este tratată în capitolul 2 unde sunt prezentate două dintre directivele de referință la nivel european în domeniul gospodăririi apelor.

În anul 2000 a fost aprobat cel mai important document de ghidare a gospodăririi durabile a apelor și anume Directiva Cadru a Apelor 2000/60/CE. Directiva Cadru recomandă țărilor europene un cadru unic de acțiune la nivel de bazin hidrografic. Bazinul hidrografic devine astfel scara de referință în gospodărirea apelor. Politicile și programele de măsuri vor fi dezvoltate la nivel bazinal.

Același obiectiv îl vizează și Directiva Europeană pentru Inundații, care a fost aprobată în 2007 și care propune măsuri de apărare împotriva inundațiilor cu caracter durabil îndreptate spre reabilitarea sistemelor hidrografice.

Scopul Directivei pentru Inundații 2007/60/CE este reducerea și managementul riscului pe care inundațiile îl induc populației, mediului, infrastructurii și proprietăților. Această directivă care se aplică tuturor tipurilor de inundații (pe râuri, lacuri, inundații rapide, inundații urbane, inundații costiere, inclusiv furtuni maritime și țunami) de pe întreg teritoriul Uniunii Europene și cere Statelor Membre să abordeze managementul riscului la inundații printr-un proces în trei etape:

- evaluare preliminară a riscului la inundații;
- hărți de risc la inundații;
- planuri de management al riscului la inundații.

Managementul riscului la inundații vizează reducerea frecvenței de apariție a inundațiilor și/sau a impactului inundațiilor. Programele de management al riscului la inundații vor include ca elemente obligatorii prevenirea, protecția, pregătirea, răspunsul și recuperarea. Pentru prevenirea, protecția și reducerea efectelor inundațiilor este necesară combinarea măsurilor structurale și non-structurale de reducere și apărare împotriva inundațiilor cu măsurile preventive și măsurile operative din timpul producerii inundațiilor.

Măsurilor structurale și non-structurale de reducere a inundațiilor, înfățișate mai jos, sunt prezentate în capitolul 3, subcapitolul 3.2 și fac parte din noua strategie de amenajare a râurilor care pornește de la ideea că râurilor și coridoarele acestora formează ecosisteme complexe care includ terenurile adiacente, flora și fauna și cursurile de apă.

Măsurile structurale de reducere a inundațiilor sunt:

- Repoziționarea îndiguirilor;
- Redeschiderea meandrelor;
- Refacerea cursului natural în cazul albiilor regularizate;
- Crearea de zone tampon;
- Dezvoltarea zonelor umede.

Măsurile non-structurale de reducere a inundațiilor sunt:

- Reamenajarea cu vegetație a malurilor – managementul termic;
- Managementul pășunatului;
- Consolidările biologice.

Aceste măsuri au fost incluse în analizele realizate în capitolul 5 fiind necesare elaborării unor măsuri de reducere a inundațiilor pentru îmbunătățirea strategiei de apărare împotriva inundațiilor.

Alături de noile strategii de amenajare a râurilor, capitolul 3 amintește și de marile lucrări hidrotehnice ale secolului trecut care au remodelat teritoriul României și care s-au regăsit în primele planuri de amplasare legate de amenajarea apelor din România. Mergând și mai mult în trecut dăm peste marile lucrări hidrotehnice de amenajare din Banat începute încă din prima jumătate a secolului al XVIII-lea și continuate pe tot parcursul secolului următor și care au avut drept scop recuperarea și protejarea terenurilor agricole de inundațiile frecvente.

Inundațiile frecvente din România, dar mai ales la nivelul regiunii Banat au evidențiat necesitatea realizării unui studiu cronologic al inundațiilor, studiu realizat pe râul Timiș în capitolul 4, subcapitolul 4.2. Astfel prin documentare arhivistică și analiză bibliografică au fost inventariate în ordine cronologică marile inundații din regiunea Banat care au produs cedarea structurilor hidrotehnice, incluzând aici prima inundație înregistrată hidrometric în 1912 și culminând cu inundația catastrofală din 2005.

Prin realizarea acestui studiu s-a urmărit și identificarea infrastructurii existente de apărare împotriva inundațiilor pe râul Timiș. În cadrul subcapitolului 4.3. au fost descrise lucrările de îndiguire, nodul hidrotehnic Coștei, pragul deversor Coștei, acumulările nepermanente Hitiaș, Pădureni, Cadar-Duboz, Gad și sistemele de desecare Răuți, Utvin, Teba-Timișat, Rudna, Gad, Tolvădia și Banloc.

Prezentarea lucrărilor hidrotehnice cu rol de protecție împotriva inundațiilor a subliniat următorul aspect: inundațiile din 2005 au demonstrat că lucrările existente de apărare împotriva inundațiilor trebuie să fie re-proiectate la parametri hidrologici actuali ținând cont că zona aval de Șag este predispusă la inundații datorită reliefului și geologiei acestui areal. Însă cum nici această re-proiectare a lucrărilor hidrotehnice nu poate garanta izbânda în lupta cu inundațiile, devine imperios necesară elaborarea unei strategii de apărare împotriva inundațiilor care să pună la punct o cale de a reține o parte din viitură pe sectorul Șag – Gad, acțiune ce poate rezolva ceea ce nu a rezolvat nici un proiect de apărare împotriva inundațiilor realizat de-a lungul istoriei acestei zone.

În Spațiul Hidrografic Banat există deja o strategie de apărare împotriva inundațiilor, iar râul Timiș nu face excepție. De aceea, în capitolul 5 se încearcă propunerea unei modalități de îmbunătățirea a acestei strategii de apărare împotriva inundațiilor pe râul Timiș.

Pentru elaborarea unei modalități de îmbunătățire a acestei strategii de apărare împotriva inundațiilor pe râul Timiș a fost făcută o analiză a sistemului hidrografic care a ținut cont de descrierea sistemului hidrografic, analiza datelor hidrologice, analiza morfologică a râului și concordarea datelor și schimbului de informații cu Serbia.

Cu ajutorul datelor analizate în subcapitolul 5.2 a fost construit, validat și calibrat modelul Sobek. Nivelurile și debitele calculate cu ajutorul modelului pentru viiturile din 2005 și 2006 au fost foarte apropiate de cele măsurate. Cu alte cuvinte, folosind datele disponibile a fost dezvoltat un model hidraulic 1D-2D care poate fi utilizat pentru:

- evaluarea măsurilor de reducere a inundațiilor în general, optimizarea admisivelor în poldere în special și pentru evaluarea „punctelor vulnerabile”;
- găsirea unei metode de generare a hărților la inundații pentru evaluarea tiparelor inundărilor din timpul inundațiilor care depind de spațiu și timp.

Comunicarea cu populația aflată în zonele vulnerabile la inundații reprezintă unul dintre punctele cele mai importante atunci când este elaborată o strategie de luptă împotriva inundațiilor. Astfel, în subcapitolul 5.4. au fost descrise procesele lanțului de siguranță punându-se emfază pe organizarea situațiilor de criză la nivel național și regional, pre-avertizările la inundații, sistemele de evacuare și participarea publicului, comunicare și exerciții în interior de simulare a inundațiilor.

Posibilitatea realizării hărților la inundații și hărților de risc la inundații în regiunea Banat folosind modelul Sobek a fost analizată în subcapitolul 5.5. Analiza realizării hărților la inundații în Banat, respectând cererile UE, a scos la iveală că hărți la inundații, hărți ale pagubelor și chiar hărți de risc la inundații pot fi elaborate pe baza datelor disponibile.

Subcapitolul 5.6. reprezintă componenta de bază în ceea ce privește conceperea unei modalități de îmbunătățire a strategiei de apărare împotriva inundațiilor pe râul Timiș. După trecerea în revistă a măsurilor existente de reducere a inundațiilor au fost prezentate măsurile planificate de reducere a inundațiilor după cum urmează:

- construirea unui al doilea polder lângă Gad I este planificată pentru a reține apa în timpul inundațiilor pe Timiș;
- îndepărtarea mai intensă a vegetației între Gad și Grăniceri;
- înălțarea digurilor cu aproximativ 1 m pe sectorul Gad – Grăniceri;
- construirea polderului Gad II cu același scop de a reține apa în timpul inundațiilor pe Timiș;
- optimizarea capacității de captare a polderului Hitiaș.

Alături de măsurile existente și de cele planificate de reducere a inundațiilor au fost propuse alte câteva noi măsuri suplimentare de diminuare a inundațiilor pe râul Timiș:

- optimizarea polderului Hitiaș nu prin construirea unui prag deversor aval de intrarea în polder ci prin coborârea nivelului crestei deversorului de admisie și curățarea albiei majore în fața intrării;
- reactivarea Timișului Mort prin conectarea la Timiș funcționând astfel ca și canal secundar (sau by-pass);
- îndepărtarea vegetației între Șag, Grăniceri și aval de aceste localități (în Serbia);
- folosirea acumulărilor de tip acumulare Cadar-Duboz și pentru alți afluenți;
- adâncirea albiei majore a Timișului;
- re poziționarea digurilor;
- devierea și/sau reținerea apei în bazinul de recepție al Bârzavei aflat la sud de Timiș.

Tot în subcapitolul 5.6. este propus termenul de sarcină hidraulică, sunt definite sarcinile hidraulice pe râul Timiș iar cu ajutorul programului Sobek sunt evaluate din punctul de vedere al impactului hidraulic măsurile de reducere a inundațiilor pe Timiș. Măsurile structurale de reducere a inundațiilor nu ar trebui să fie evaluate doar pe baza impactului hidraulic, iată de ce în cuprinsul paragrafului 5.6.3. sunt descrise câteva criterii de evaluare a impactului precum și propunerea unei metode de prioritizare a acestora.

În sinteză, **contribuțiile personale** la tema privind amenajarea râului Timiș în conceptul „mai mult spațiu pentru râuri” sunt:

- ❖ analiza și sinteza bibliografică referitoare la fenomenele de inundații, caracteristicile și efectele lor precum și potențialele modificări ale tendințelor acestora în contextul schimbărilor climatice globale;

- ❖ examinarea cadrului legislativ ce reglementează managementul durabil al resurselor de apă și modul lor de utilizare și implementarea acestui concept în Spațiul Hidrografic Banat;
- ❖ analiza critică a principalelor politici de gospodărire a resurselor de apă la nivel global, european, național și regional și evidențierea necesității elaborării unei strategii naționale pe termen mediu și lung de management al riscului la inundații;
- ❖ utilizarea pentru prima dată la nivelul Spațiului Hidrografic Banat a conceptului de lanț de siguranță precum și definirea proceselor din cadrul acestuia la nivel regional;
- ❖ definirea conceptului „mai mult spațiu pentru râuri” și a termenului de sarcină hidraulică în maniera proprie de înțelegere a acestora;
- ❖ propunerea termenului de sarcină hidraulică pentru dezvoltarea de acțiuni ulterioare;
- ❖ propunerea unui model de hartă de risc la inundații în zona pilot a studiului;
- ❖ elaborarea unor măsuri pentru reducerea inundațiilor prin utilizarea tehnicilor ce stau la baza conceptului „mai mult spațiu pentru râuri”;
- ❖ utilizarea în premieră în cadrul Spațiului Hidrografic Banat a programului Sobek modulul 1D;
- ❖ elaborarea unor criterii de evaluarea a impactului inundațiilor;
- ❖ dezvoltarea unei metode de prioritizare a criteriilor de evaluare a impactului inundațiilor.

Perspectivile de cercetare pe tema amenajării râurilor în conceptul „mai mult spațiu pentru râuri” vizează:

- ❖ completarea măsurilor structurale și non-structurale de amenajare a râurilor în conceptul „mai mult spațiu pentru râuri”;
- ❖ îmbunătățirea programului Sobek prin introducerea de noi secțiuni transversale în model;
- ❖ construirea modelului Sobek 1D-2D prin extinderea modelului Sobek în zona inundabilă a râului;
- ❖ extinderea modelului Sobek în Serbia pentru o mai bună înțelegere a influenței părții sârbe asupra Timișului;
- ❖ extinderea modelului Sobek amonte de sectorul luat în calcul precum și în bazinul de recepție al râului Bega;
- ❖ folosirea modelului Sobek 1D-2D pentru calcularea dinamică a unor scenarii de rupere a digurilor, pentru generarea de hărți la inundații, hărți ale hazardelor, hărți de risc la inundații, pentru construirea unui model de prognozare a inundațiilor și pentru construirea unui sistem de pre-avertizare a inundațiilor;
- ❖ dezvoltarea în cadrul modelului Sobek 1D-2D a unui modul special de rupere care poate calcula evoluția breșei în timp;
- ❖ lărgirea ariei de aplicabilitate a programului Sobek prin introducerea operațiunilor de exploatare și manevrare a acumulărilor (polderelor).

În încheiere, doresc să-mi exprim speranța că maniera abordării acestei tematici, studiul, analizele, propunerile sau soluțiile oferite în interiorul acestei lucrări vă vor fi utile și folositoare în activitatea dumneavoastră profesională.

BIBLIOGRAFIE

(în ordine alfabetică)

- Adler, M.J. – 1994, „*Low flow methodologies and characteristics in Romania*”, Romanian Journal of Hydrology & Water Resources vol. 1, no. 2, București
- Alaerts, G., Le Moigne, G. – 2003, „*Integrated Water Management at River Basin Level – An Institutional Development Focus an River Basin Organization*”, World Bank, Washington
- Aldescu, V.C. – 2008, „*The necessity of flood risk maps on Timiș River*”, XXIVth Conference of the Danube Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management, IOP Journal, vol. 4, no. 1, Bled, pe <http://iopscience.iop.org/1755-1315/4/1/012006/>
- Aldescu, V.C. – 2009, „*Flood mitigation measures along Timiș River*”, Sustainable development of the water resources workshop of the 5th edition of the International Conference WASWC, LANDCON 0905, Serbia
- Aldescu, V.C., Madar, M.E., Udo, J., și alții. – 2010, „*FLIWAS România, Proiect pilot în Spațiul Hidrografic Banat Informația potrivită, la timpul potrivit, la persoana potrivită pentru a lua decizia potrivită*”, vol. 55, nr. 1-2, p. 19, în Revista Hidrotehnica, București
- Aldescu, V.C. – 2010, „*The safety chain – Crisis organisation in Banat Hydrographical Area*” în *Lucrări Științifice*, seria I, vol. XII (2), Universitatea USAMV Banat, Facultatea de Management Agricol, Editura Agroprint, Timișoara
- Aldescu, V.C., Husaru, V.G. – 2010, „*The eutrophication processes study after the floods occurrence in Banat Hydrographical Area*”, ISI Conference: The 6th WSEAS International Conference on Energy, Environment, Ecosystems and Sustainable Development (EEESD'10), Timișoara, România
- Anagnosti, S., - 2006, „*Report on April 2006 floods in South Eastern Europe*”, DPPI SEE Executive Secretary, Sarajevo April 27
- Asselman, N.E.M., Jonkman, S.N. – 2003, „*Consequences of floods; the development of a method to estimate the loss of life*”, Cluster report DC1-233-7, Delft
- Bădăluță-Minda, I.C. – 2008, „*Contribuții la studiul inundațiilor produse de avarierea lucrărilor de apărare*”, Teză de doctorat, Editura Politehnica, Timișoara
- Bădăluță-Minda, I.C., Crețu, Gh. – 2010, „*Bazele Gospodăririi Apelor*”, Editura Orizonturi Universitare, Timișoara
- Bica, I. – 2002, „*Protecția mediului, politici și instrumente*”, Editura H*G*A București
- Bogzianu, R., Ban, C. - 2006, „*Romanian National Report on Danube Floods 2006*”, National Administration „Apele Române”, București
- Bojin, T. – 2004, „*Contribuții la studiul și implementarea instrumentelor economice în gospodărirea apelor*”, Teză de doctorat, Editura Universității Politehnica, Timișoara

- Bojin, T., Madar, M.E., Nagy, M.C. – 2005, „*Forecasts in water-relevant sectors. Models and applications of scenarios*”, la Conferința Internațională „Opening the Black Box”, 17-18 februarie, Paris
- Brașoveanu Gh., - 1968, „Îndrumător tehnic pentru apărarea împotriva inundațiilor”, Editura agro-silvică, București
- Cincă, S. – 2006, „*Răzbunarea Dunării*”, articol în România Liberă, București
- Crețu, Gh. – 1976, „*Economia Apelor*”, Editura Didactică și Pedagogică, București
- Crețu, Gh. – 1980, „*Optimizarea sistemelor hidrotehnice*”, Editura Facla, Timișoara
- Crețu, Gh. – 1980, „*Hidrologie*”, vol. I, II, Editura Universității Politehnica, Timișoara
- Crețu, Gh., Roșu, C., Bojin, T., Vlaicu, I. – 2002, „*270 years from the first waterworks in Banat Region*”, “The International Conference – PFHD Preventing & Fighting Hydrological Disasters”, 21-22 Noiembrie, Timișoara
- Diaconu, C., Șerban, P. – 1994, „*Sinteze și regionalizări hidrologice*”, Editura Tehnică București
- Divat, V.B. – 2001, „*Studiul condițiilor de scurgere a apelor mari și a ghețurilor în albia râului Timiș pe sectorul Boka – Cebza, sectorul părții iugoslave*”, Institutul pentru Gospodărirea Apelor „Jaroslav Cerni”, Belgrad
- Drobot, R. – 1997, „*Bazele statistice ale hidrologie*”, Editura Didactică și Pedagogică, București
- Drobot, R., Șerban P. – 1999, „*Aplicații în hidrologie și gospodărirea apelor*”, Editura H*G*A, București
- Giurma, I. – 2000, „*Sisteme de gospodărire a apelor*”, Partea I, Editura Cermi, Iași
- Goldner, B.H. – 1984, „*Riparian restoration efforts associated with structurally modified flood control channels*”, University of California Press, Berkeley
- Hey, R.D. – 1995, „*River processes and management*”, Environmental science for environmental management, Ed. Longman, Essex
- Jonkman, S.N., van Gelder, P.H.A.J.M., Vrijling, J.K. – 2002, „*An overview of loss of life models for sea and river floods*”, Science Press, The Netherlands
- Madar, M.E. – 2007, „*Cercetări privind renaturarea corpurilor de apă puternic modificate*”, Teză de doctorat, Editura Politehnica, Timișoara
- Madar, M.E. – 2005, „*Conceptul actual privind identificarea și caracterizarea corpurilor de apă*”, la Universitatea Politehnica Timișoara, Facultatea de Hidrotehnică, Workshop “Managementul integrat al apelor”, 1 iunie, Timișoara
- Madar, M.E., Nagy, M.C. – 2006, „*Managementul integrat al apelor și Directiva Cadru a Apelor*”, în Revista Agir, București
- Nagy, M.C. – 2006, „*Banat Hydrological Area Management Plan – 2004 report – river basin characterisation*”, PFHD2 – Preventing & Fighting Hydrological Disasters, Timișoara
- Nagy, M.C. – 2008, „*Optimizarea funcționării unui sistem de gospodărirea apelor în perioade secetoase*”, Teză de doctorat, Editura Politehnica, Timișoara

- Neicu, Ș. – 2005, „Consolidare și reprofilare râu Timiș pe sectorul Lugoj – frontieră Serbia, județul Timiș, vol. IV: Documentație pentru obținerea avizului de gospodărire a apelor”, Aquaproiect, București
- Neicu, Ș.,- 2006, „Analiza influenței folosinței actuale a zonei dig mal de pe teritoriul iugoslav (Boka - Tomașevăț) asupra nivelurilor de pe teritoriul românesc și aprecierea capacității de transport a albiei pentru ape mari”, Revista Hidrotehnica, Editura Politehnica, Timișoara.
- Roșu, C. – 1999, „Gospodărirea Apelor”, Editura Orizonturi Universitare, Timișoara
- Roșu, C., Crețu, Gh. – 2001, „Basic Hydrology”, Lousanne University, VICAIRE
- Serageldin, I. – 1995, „Toward Sustainable Management of Water Resources”, The World Bank
- Shiklamanov, I.A. – 1998, „World Water Resources”, IHP-UNESCO, Delft
- Stănescu V.A., Drobot R. – 2006, „Hydrometeorological characterisation of the flood from the period 14 – 30 April 2005 in Timiș – Bega River Basin”, XXIIIrd Conference of the Danube Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management, Belgrade
- Stănescu, V., Corbus, C., Simota, M. – 1999, „Modelarea impactului schimbărilor climatice asupra resurselor de apă”, Editura H*G*A, București
- Stematiu, D., Ionescu, Ș. – 1999, „Siguranță și risc în construcții hidrotehnice”, Editura Didactică și Pedagogică, București
- Șerban, P. – 1995, „Modele hidrologice deterministe”, Editura H*G*A, București
- Tecuci, I., Solacolu P. – 1996, „Istoricul producerii inundațiilor pe teritoriul României”, Comunicare la sesiunea științifică anuală a I.N.M.H.
- Teodorescu, N.I. – 2006, „The high flood of the month of april 2005 in the hydrographic basins of the rivers Timiș and Bega”, XXIIIrd Conference of the Danube Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management, Belgrad
- Topor, A. – 1964, „Ani ploioși și ani secetoși în România”, București
- Udo, J., și alții. – 2008, „Development of a strategy for improved protection against flooding and flood risk reduction along the Timiș River, final report”, The Netherlands
- Van Mierlo, M.C.L.M., și alții. – 2003, „Effects of River System Behaviour on Flood Risk”, Delft Cluster Project, (www.library.tudelft.nl/delftcluster).
- Werner, M.G.F. – 2001, „Impact on Grid Size in GIS Based Flood Extent Mapping Utility using a 1D Flow Model”, Phys. Chem. Earth (B), vol. 26, no.7-8, The Netherlands
- * * * * * – 1962, „Planul de Amenajare a Apelor din Republica Populară Română”, IPACH, București
- * * * * * – 1962, „Programul Național privind gospodărirea rațională a resurselor de apă, extinderea lucrărilor de irigații, îndiguiri, desecări și combaterea eroziunii solului în Republica Socialistă România”, ISPIFGA, București
- * * * * * – 1975, „Schemele cadrul de amenajare a bazinelor hidrografice 1973 – 1975”, Consiliul Național al Apelor
- * * * * * – 1979, „Atlasul RS România”, Academia R.S.R., Institutul de Geografie, București

- * * * * * – 1984, „Programul Național de utilizare a resurselor de apă 1979 – 1984”, Consiliul Național al Apelor
- * * * * * – 1996, „Legea 107/1996”, Monitorul Oficial, București
- * * * * * – 2000, „Directiva Cadru a Apei 2000/60/CE”, pe www.ec.europa.eu
- * * * * * – 2000, „Viitura istorică de pe râurile Timiș și Bega 5-11 aprilie 2000”, Ministerul Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului, C.N. „Apele Române, Direcția Apelor Banat, Timișoara
- * * * * * – 2001, „Apa pentru secolul 21. Viziune și acțiune”, Global Water Partnership, Printed by Elanders, Stockholm
- * * * * * – 2001, „Planul de lucru pentru realizarea Planului de Gospodărire Bazinală a Fluviului Dunărea”, ICPDR, Viena
- * * * * * – 2004, „Legea Apelor 310/2004”, Monitorul Oficial, București
- * * * * * – 2004, „Planurile de Management ale Bazinelor Hidrografice – Raport Național 2004”, București
- * * * * * – 2004, „Raportul 2004-Planul de Management Bazinal, Spațiul Hidrografic Banat”, Direcția Apelor Banat, Timișoara
- * * * * * – 2004, „Raportul 2004-Planul de management Bazinal, Spațiul Hidrografic Banat”, Direcția Apelor Banat, Timișoara
- * * * * * – 2004, „Raportul Comisiei Europene asupra managementul riscului la inundații”, pe www.ec.europa.eu
- * * * * * – 2005, „National Flow Forecasting System, Delft-FEWS Configuration Guide”, prepared for the Environment Agency, United Kingdom
- * * * * * – 2005, „Raport privind viitura din aprilie 2005 în Spațiul Hidrografic Banat”, Ministerul Mediului și Gospodăririi Apelor, Administrația Națională "Apele Române", Institutul Național de Hidrologie și Gospodărire a Apelor, Administrația Națională de Meteorologie, București
- * * * * * – 2006, „European exchange circle on flood mapping (EXCIMAP), Questionnaire 1 - flood mapping current practices”, Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable & Schweizerische Eidgenossenschaft, February, Switzerland
- * * * * * – 2007, „Atlas of Flood Maps”, Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Excimap, The Netherlands
- * * * * * – 2007, „Directiva pentru inundații 2007/60/CE”, pe www.ec.europa.eu
- * * * * * – 2007, „Handbook for good practices for flood mapping in Europe by the European Exchange Circle on flood mapping”, Excimap, The Netherlands
- * * * * * – 2008, „Safety chain, flood warning and evacuation system”, HKV Consultants, The Netherlands
- * * * * * – 2010, „Helpbook Sobek”, WL Delft Hydraulic, Delft

RESURSE INTERNET

(în ordine alfabetică)

1. <http://www.adr5vest.ro>
2. <http://www.adevarul.ro/locale/galati>
3. http://ec.europa.eu/environment/climat/pdf/brochures/ets_ro.pdf
4. <http://geografie.ubbcluj.ro/Cursuri>
5. <http://kreeft.zeeland.nl/zeesterdoc>
6. <http://www.aquaproiect.ro>
7. <http://www.baraje.ro>
8. <http://www.biolib.de>
9. <http://www.bionet.schule.de>
10. <http://www.delft.nl>
11. <http://www.deltares.nl>
12. <http://www.directiaapelorbanat.ro>
13. <http://www.eea.europa.eu>
14. <http://www.en.wikipedia.org>
15. <http://www.environmental-expert.com>
16. <http://www.epa.gov>
17. <http://www.espejo.unesco.org>
18. <http://www.esu.edu>
19. <http://www.fao.org>
20. <http://www.fishbase.org>
21. <http://www.guv.ro>
22. <http://www.gwpforum.org>
23. <http://www.hidro.ro>
24. <http://www.hkv.nl>
25. <http://www.hydrum.epfl.ch/VICAIRE>
26. <http://www.icpdr.org>
27. <http://www.infoo.ro>
28. <http://www.ipcc.ch>
29. <http://www.keyscorner.com>
30. <http://www.leecframs.ie/frmoptions.asp>
31. <http://www.meteoromania.ro>
32. http://www.mmediu.ro/vechi/departament_ape/gospodarirea_apelor
33. <http://www.noaa.gov>

34. <http://www.nrcs.usda.gov/stream-restoration>
35. <http://www.ntis.gov>
36. <http://www.panoramio.com>
37. <http://www.plants.usda.gov>
38. <http://www.portalsm.ro>
39. <http://www.rivers.gov.au>
40. <http://www.roggo.ch>
41. <http://www.rowater.ro>
42. <http://www.sciencedirect.com/science/journal>
43. <http://www.theRCC.co.uk>
44. <http://www.therrc.co.uk>
45. <http://www.umweltbundesamt.de>
46. <http://www.un.org>
47. <http://www.usgs.gov/pubprod/publications>
48. <http://www.wfduk.org>
49. <http://www.worldbank.org>
50. <http://www.worldscinet.com>
51. <http://www.worldwater.org/data19981999/table1.html>
52. <http://www.worldwater.org/data19981999/table2.html>
53. <http://www.ziare.com/articole/localitati+inundate+2010>
54. <http://www.iahr.org/e-library>
55. <http://www.leecframs.ie/frmoptions.asp>