

EZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT
CU TITLUL

**MODELAREA HIDROLOGICĂ A ZONELOR UMEDE CA INFRASTRUCTURĂ
PENTRU DEZVOLTAREA RURALĂ DURABILĂ**
ELABORATA DE

ING. RAMONA GEORGETA RECEANU

Teza de doctorat cu titlul „Modelarea hidrologică a zonelor umede ca infrastructură pentru dezvoltarea rurală durabilă” este structurată pe 10 capitole din care ultimul capitol este dedicat anexelor. Lucrarea este acompaniată de 16 tabele, 128 figuri (grafice, fotografii), pentru o mai bună prezentare a conținutului. Bibliografia consultată cuprinde 148 de titluri din literatura de specialitate autohtonă și străină.

Cunoașterea, cercetarea, ameliorarea și dezvoltarea spațiului rural sunt activități de importanță vitală pentru o țară în continuă dezvoltare cum este România.

Amploarea universului rural a fost și continuă să fie schimbată prin diminuarea suprafeței deținută, cât și prin ponderea populației ocupate în activități productive, de servicii social-culturale, de habitat și de turism. Spațiul rural al Europei reprezintă 85% din suprafața sa totală și afectează, direct sau indirect, mai mult de jumătate din populația europeană.

În România suprafața spațiului rural cuprinde, conform datelor statistice, ponderea de 93,7%. Secolul al XX-lea conduce la o urbanizare rapidă, ca urmare a industrializării, însă importanța spațiului rural nu se reduce, ci, dimpotrivă, este din ce în ce mai atent studiată, cercetată și supusă unui proces complex de dezvoltare.

Ponderea populației rurale și a suprafeței ocupate de spațiul rural, precum și importanța vieții rurale pentru o țară, fac ca problema dezvoltării și amenajării rurale să capete dimensiuni și importanță națională și internațională.

Problema dezvoltării și amenajării rurale este una dintre cele mai complexe teme ale contemporaneității, datorită faptului că, în esența sa, presupune realizarea unui echilibru între cerința de conservare a spațiului rural economic, ecologic și social-cultural ale țării, pe de o parte, și tendința de modernizare a vieții rurale, pe de altă parte. În același timp, dezvoltarea și amenajarea rurală se află la confluența dintre tendința de expansiune a urbanului, a dezvoltării agresive a industriei pe seama spațiului rural și cerința de a menține, pe cât este posibil, ruralul la dimensiunile sale actuale.

Dezvoltarea spațiului rural poate fi împiedicată de numeroși factori naturali, cum sunt inundațiile, cutremurele, etc. Studiile realizate în ultimii ani arată că încălzirea globală ar putea fi însoțită de o creștere abundentă a precipitațiilor, conducând la inundații catastrofice

atât în România cât și în numeroase regiuni de pe glob. Aceste previziuni conduc la cercetări cât mai detaliate, folosind o scară fină de modelare a precipitațiilor și a viiturilor.

Inundația este un risc natural cu potențial mare de pericol. În lume, este observată o creștere alarmantă a numărului de persoane atinse de inundații și de gradul de afectare economico-social al acesteia.

Protecția împotriva inundațiilor este o problemă vitală în lume și mai ales în România, o țară cu lacuri și munți. Este foarte important să cunoaștem precipitațiile extreme pentru a putea asigura o securitate împotriva inundațiilor. Dimensionarea lucrărilor hidrotehnice realizate atât în zonele umede cât și în cazul barajelor este făcută în funcție de gradul de securitate dorit. Alegerea acestui grad de protecție depinde de riscul de pierdere al vieților omenești și a bunurilor materiale.

Cea mai mare dificultate de a estima viitura provine din faptul că aceasta este o manifestare finală a unui lanț complex de elemente cum sunt: precipitațiile caracterizate prin intensitate, durată și localizare, transferul precipitațiilor pe bazinul hidrografic, comportamentul hidraulic al scurgerilor și al râurilor de pe bazinul hidrografic, deversarea într-o acumulare, și manipularea lucrărilor hidraulice de control și evacuare a viiturilor. Precipitațiile joacă deci un rol esențial pentru o dezvoltare durabilă.

Apariția catastrofelor naturale care nu au putut fi evidențiate prin metode statistice invită cercetătorii la utilizarea metodelor deterministe de tip PMP–PMF (Probable maximum precipitation–Probable maximum flood).

Posibilitatea producerii inundațiilor și, respectiv, neasigurarea unor lucrări de amenajare a terenurilor din zonele umede (zonele inundabile), conduc la afectarea majoră a mediului natural și construit.

Acesta este și motivul alegerii prezentei teme pentru lucrarea de doctorat, o temă de mare actualitate și importanță, în condițiile cerute prin directive ale Uniunii Europene, obligatorii pentru toate statele membre.

Cele 10 capitole ale tezei de doctorat prezintă o bază teoretică în domeniu dar și contribuțiile personale, aceste contribuții sunt sintetizate în cele ce urmează:

Capitolul 1 am dezbătut problemele generale privind creșterea precipitațiilor abundente, care determină apariția zonelor umede (zone inundabile) și necesitatea unei dezvoltări durabile. Inundațiile reprezintă hazarduri hidrologice cu o largă răspândire pe Terra, care produc mari pagube materiale, dar și pierderi de vieți omenești. Cunoașterea, cercetarea, ameliorarea și dezvoltarea zonelor umede duce la o mai bună protecție a populației și a bunurilor materiale. Delimitarea zonelor umede este importantă deoarece evită stabilirea unor

așezări rurale sau urbane care pot fi în pericol datorită inundațiilor catastrofale. Obiectivele acestei teze au fost stabilite astfel încât la sfârșitul programului de cercetare să putem lua decizii importante de prevenire și protecție împotriva catastrofelor naturale spre o dezvoltare durabilă.

În capitolul 2 am realizat o monografie a zonelor umede. Monografia analizează aspectele generale ale zonelor umede, descrierea și funcționarea hidrologică, bilanțul global, influența regimului hidrologic, reconstrucția și solurile zonelor umede. Prin acest capitol încercăm să înțelegem funcționarea zonelor umede astfel în cât să le putem modela matematic și integra în modelul hidrologic dezvoltat. Capitolul 2 poate fi considerat în întregime, prin metoda abordării precum și scopul propus, o contribuție personală importantă în realizarea acestui subiect de doctorat.

Capitolul 3 prezintă o sinteză a problematicii generale de dezvoltare rurală a infrastructurii rurale, a principiilor, conceptelor, politicilor și strategiilor de dezvoltare rurală din prevederile PND și PNDR. Dezvoltarea rurală durabilă este un concept apărut încă din anul 1972 la Conferința de la Stockholm, când oamenii au început să realizeze faptul că degradarea mediului înconjurător este provocată atât de către oameni cât și diverși factori naturali, cum sunt viiturile, cutremurele, etc. În acest capitol am vorbit de asemenea de metodele de dezvoltare socio-economică, al căror fundament îl reprezintă în primul rând asigurarea unui echilibru între aceste sisteme socio-economice și elementele capitalului natural. Pentru a asigura o dezvoltare durabilă a zonelor umede trebuie asigurat un echilibru în natură, acesta fiind posibil doar prin prevenirea și protecția împotriva inundațiilor.

Capitolul 4 corespunde practicilor de management de drenaj privind zonele umede. Acest capitol prezintă o sinteză asupra definiției termenilor de drenaj și amenajare de drenaj, cuprinzând descrierea lucrărilor de desecare – drenaj, tipurile de drenaj din zonele umede și metodologie calculul debitelor de drenaj în România, pentru a putea controla rezultatele modelării hidrologice pentru studiul de caz din zonele umede sau cu exces temporal sau permanent de umiditate, unde urmează a fi proiectate lucrări de desecare–drenaj. De asemenea se mai prezintă metodele de calcul a debitului specific de desecare-drenaj din precipitații.

Capitolul 5 cuprinde realizarea unei ample analize critice a stadiului actual de cercetare în domeniul hidrologic și hidraulic dar și a modelelor hidrologice existente. Acest capitol este împărțit pe trei subcapitole. Primul subcapitol analizează în detaliu apariția metodei PMP–PMF în America, Elveția dar și în România. Al doilea subcapitol realizează o sinteză asupra distribuției spațio–temporale a ploii. În ultimul subcapitol este prevăzută o

sinteză a modelelor hidrologice existente. Acest capitol poate fi considerat o contribuție personală și originală deoarece în literatura românească tehnică de specialitate aceste aspecte nu sunt abordate. În cadrul acestui capitol este pusă în evidență necesitatea cunoașterii metodelor de calcul ale evenimentelor extreme folosite în Statele Unite ale Americii încă din anii 30 și preluarea lor în Europa datorită schimbărilor climatice din ultimii ani.

Capitolul 6 constituie principala contribuție a acestei teze, prezentând dezvoltarea modelului hidrologic realizat pentru modelarea matematică a procesului ploaie – debit urmând generarea hidrografelor caracteristice bazinelor și rețelelor hidrologice, stabilirea valorilor debitelor de viitură, debitelor subterane, și finalizând cu modelarea scurgerii apei în râuri și determinarea limitelor zonelor inundabile.

Modelul hidrologic dezvoltat este alcătuit din trei părți principale și anume: modelarea spațio-temporală a ploii, modelarea scurgerii apei pe teren și în subteran incluzând infiltrația și exfiltrația, și modelarea topirii zăpezii.

Prima parte a modelului a fost dezvoltată pentru a putea distribui ploaia spațio-temporal, aceasta fiind realizată folosind norii. Aceștia conțin un volum de apă echivalent valorilor punctuale ale ploii. Modelarea matematică a fost realizată folosind o ecuație cu proprietăți de advecție-difuziune care modelează comportamentul temporal și spațial al fiecărui nor, obținând astfel o ploaie distribuită spațio-temporal.

Partea a doua a modelului, corespunde modelării scurgerii apei. Aceasta a fost realizată folosind un algoritm matricial asupra deplasării apei pe teren și în subteran. Pentru a putea realiza această etapă câteva ipoteze au fost propuse:

- Scurgerea se face către toate celulele cu o altitudine mai mică decât cea din centru. Fiecare celulă poate da sau primi un volum de apă în funcție de pantă și viteză. Volumul de apă dat la celulele din aval este proporțional cu panta, astfel încât celulele cu o pantă mai mare vor primi o cantitate mai mare de apă.

- În cazul scurgerii de suprafață există opt posibilități de deplasare a apei în funcție de panta terenului, dar există și posibilitatea ca nici un vecin să nu prezinte o altitudine mai joasă decât celula centrală. Acest lucru corespunde absenței scurgerii și în acest caz putem considera apariția unei zone inundabile.

- Înălțimea apei pe teren este calculată plecând de la un volum cunoscut, acest volum calculat pornind de la cantitatea de precipitații pentru intervalul de timp considerat.

- Viteza de scurgere a apei pe teren este calculată pentru fiecare punct al terenului și de asemenea diferențiată în funcție de tipul de scurgere pe teren (scurgere laminară, concentrată și turbulentă).

- Modelarea apei în subteran presupune o scurgere în paralel cu cea de suprafață cu diferența că vitezele de scurgere sunt mult mai mici și sunt calculate folosind ecuația Darcy.

- Infiltrația apei în sol a fost determinată folosind ecuația Horton. Ea are în subteran același rol ca și precipitația pentru scurgerea de suprafață.

- În momentul când solul devine saturat intervine un alt fenomen, și anume exfiltrația, fenomen ce are și el o contribuție importantă la formarea zonelor cu exces de umiditate.

Partea a treia a modelului corespunde efectului topirii zăpezii asupra hidrografului de viitură. Realizarea modelării acestei părți are în vedere câteva ipoteze realizate asupra înălțimi stratului de zăpadă, volumului de precipitație, temperatura ploii. Această parte este importantă deoarece ploaia crește topirea zăpezii și amplexarea viituri.

Capitolul 7 prezintă aplicarea modelului hidrologic dezvoltat pe bazinele elvețiene și românești. În acest capitol am realizat calibrarea și verificarea modelului pentru bazinele studiate din cele două țări dar și determinarea zonelor cu exces de umiditate. Rezultatele obținute în cadrul acestei teze, pot constitui o nouă etapă în dezvoltarea metodelor de analiză a fenomenelor care concură la producerea inundațiilor. În fiecare din cazurile prezentate, rezultatele obținute din simulare au fost comparate și validate cu măsurători pe teren. Compararea celor două dovedește că modelul dezvoltat este capabil de o foarte bună estimare a comportamentului bazinului hidrografic în timp, ducând de fiecare dată la o estimare corectă atât a timpului de concentrație cât și a vârfului viiturii. Faptul că același model a fost testat și duce la rezultate bune pe o multitudine de bazine din două țări diferite dovedește că s-a obținut un model general și robust.

Capitolul 8 încheie teza cu o serie de concluzii referitoare la modelul hidrologic dezvoltat pentru calculul debitelor de viitură și de delimitarea a zonelor umede provocate de precipitații abundente. De asemenea pune în evidență avantajele utilizării acestui model în prevenirea și protecția inundațiilor.

Anexele realizate sunt rezultate proprii obținute pe parcursul studiilor de doctorat:

Anexa A prezintă interfața modelului hidrologic dezvoltat, ea fiind necesară pentru o mai bună utilizare a modelului dar și pentru a se evita introducerea unor erori în codul sursă al modelului. Codul sursă este scris în limbajul de programare Matlab, având 1050 lini de cod.

Anexa B prezintă harta geotehnică realizată pentru a putea determina tipurile de sol de pe suprafața bazinelor hidrografice studiate, această hartă este o contribuție importantă și necesară pentru modelul dezvoltat pentru determinarea claselor de sol. Tot în această anexă prezentăm extractele harților de precipitații maxime de tip PMP pentru o durată a ploii de 1 oră respectiv 3 ore pentru bazinul hidrografic Allenbach.

Anexa C prezintă precipitațiile maxime zilnice pe an la stația Allenbach din Elveția pentru 30 de ani.

Anexa D constituie o parte importantă a tezei deoarece prezintă verificarea modelului dezvoltat folosind alte metode de calcul pentru determinarea debitului de viitură. De asemenea, sunt prezentate toate bazinele studiate pe parcursul anilor de cercetare în vederea realizării acestui model. Toate aceste bazine au fost necesare pentru a putea dezvolta un model general, robust care să nu fie dependent de mărimea bazinului, poziția geografică sau de condițiile climatice.

Teza prezintă atât aspecte științifice cât și tehnice. Din punct de vedere științific are ca scop ameliorarea cunoștințelor în modelarea interacțiunilor complexe existente între:

- atmosferă;
- hidrosferă;
- geosferă.

Mai exact această teză urmărește îmbunătățirea modelării distribuției precipitațiilor în spațiu și timp, scurgerea apei pe bazine hidrografice din România și Elveția dar și delimitarea zonelor inundabile.

Din punct de vedere tehnic ea poate fi un suport de decizie pentru proiectarea lucrărilor de control al debitelor de viitură, deversoarelor, baraje și bazinelor de retenție, canalelor de desecare drenaj.

Posibili utilizatori sunt: direcțiile de apă, birourile de ingineri, cercetători.