

CONTRIBUȚII LA MONITORIZAREA SCURGERII DEBITELOR LICHIDE ALE RÂULUI MUREȘ ÎN ZONA ARAD

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

Ing. Maria Zaharie

Conducător științific: prof.univ.dr.ing. Gheorghe Popa
Referenți științifici: prof.univ.dr.ing. Ioan Giurma
prof.univ.dr.ing. Teodor Eugen Man
prof.univ.dr.ing. Aurora Mancia
conf.univ.dr.ing. Gheorghe Lazăr

Ziua susținerii tezei: 15 octombrie 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. Ingineria 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, 2009

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

Teza de doctorat „Contribuții la monitorizarea scurgerii debitelor lichide ale râului Mureș în zona Arad” a fost elaborată pe parcursul activității mele ca doctorand fără frecvență la Facultatea de Hidrotehnică a Universității „Politehnica” din Timișoara, sub directa și atenta îndrumare a Domnului Prof. Univ. Dr. Ing. Gheorghe Popa.

Lucrarea constituie un studiu amănunțit și comparativ a debitelor și nivelurilor de apă ale râului Mureș în zona Arad, prin utilizarea metodelor clasice și a programelor informatice din domeniu și prin abordarea originală a problemelor legate de lipsa unor date reale din zone în care măsurătorile hidrometrice nu au existat sau nu au fost posibile.

La baza calculelor efectuate prin mijloace informatice, stau calcule matematice clasice, care datorită multitudinii datelor prezentate ar determina un timp de desfășurare destul de mare.

Schimbările climatice care au loc pe Pământ, determinate mai mult sau mai puțin de intervenția omului, conduc la schimbări radicale ale curgerii apelor, schimbări care își lasă amprenta asupra mediului înconjurător. În studiu este evidențiat faptul că pentru a ne putea proteja de fluctuațiile naturii, trebuie să cunoaștem cât mai complet și exact care sunt urmările produse de creșteri importante ale nivelurilor de apă și care ar fi modalitatea de a preîntâmpina aceste creșteri.

Aduc mulțumiri deosebite conducătorului de doctorat, domnul prof. univ. dr. ing. **Gheorghe Popa**, pentru modul în care am fost îndrumată și susținută pe întreaga perioadă a elaborării tezei, comisiei de doctorat având în componența sa pe domnul prof. univ. dr. ing. **Teodor Eugen Man**, decanul Facultății de Hidrotehnică de la Universitatea „Politehnica” din Timișoara, domnul prof. univ. dr. ing. **Ioan Giurma**, Rectorul Universității Tehnice „Gh. Asachi” Iași, doamnei Prof. Dr. Ing. **Aurora Manciu** de la Universitatea din Oradea și nu în ultimul rând domnul Conf. Dr. Ing. **Gheorghe Lazăr** de la Facultatea de Hidrotehnică a Universității „Politehnica” din Timișoara, (de a cărui sprijin competent am beneficiat pe tot parcursul stagiului de pregătire a doctoratului), pentru efortul și străduința de a analiza lucrarea și de a participa la susținerea publică a tezei.

Deasemenea, multe mulțumiri colaboratorului meu apropiat, Dl. Ing. Programator **Ciprian Comloșan** pentru sprijinul acordat la realizarea programului de calculator și a consultațiilor în domeniul informatic. Adresez multe mulțumiri D.lui **Gavril Lucaciu**, șeful stației hidrologice Arad, din cadrul Administrației Bazinale de Apă Mureș a Administrației Naționale „Apele Române”.

Mult respect mamei mele, care știu că m-a călăuzit totdeauna de acolo unde a plecat, mult prea devreme pentru mine și multe mulțumiri familiei care mi-a fost totdeauna alături.

Timișoara 2010

Ing. Maria Zaharie

Zaharie, Maria

Contribuții la monitorizarea debitelor lichide ale râului Mureș în zona Arad

Teze de doctorat ale UPT, Seria 5, Nr. , Editura Politehnica, 2010, 114 pagini, 70 figuri, 27 tabele.

ISSN:

ISBN:

Cuvinte cheie: inundație, viitură, hidrograf, debit de asigurare, secțiune transversală, curba cheie, modelare numerică, lățime de curgere, lățime de stocare.

Rezumat,

Această lucrare tratează studiul creșterii nivelului apei Mureșului în teritoriile situate în zona Arad. Tema este tratată pornind de la mijloace simple, constând din aplicarea unor formule ce au fost elaborate de cercetători de-a lungul timpului, continuând cu metode statistice determinate de evoluția numărului de observații și măsurători și pune accent pe evoluția studiului cu ajutorul mijloacelor moderne de calcul (calculatoare și soft-uri de specialitate).

Lucrarea prezintă o abordare interdisciplinară, precădere având studiile hidrologice.

Cuprins

1.	INTRODUCERE	7
1.1	Râul Mureș, parte integrantă a peisajului hidrologic al țării	7
1.2	Așezare și limite	7
1.3	Suprafața bazinului hidrografic	8
1.4	Profilul longitudinal	8
1.5	Profilul transversal	11
1.6	Condițiile fizico-geografice ale formării scurgerii apei.....	11
1.6.1	Relieful.....	11
1.6.2	Factorii climatici	18
1.6.2.1	Tipurile barice	18
1.6.2.2	Temperatura aerului.....	19
1.6.2.3	Temperatura solului	20
1.6.2.4	Precipitațiile	20
1.7	Influența solului și vegetației.....	21
1.8	Factorii antropici.....	22
1.9	Gradul de cunoaștere hidrometrică.....	22
1.10	Zona Mureșului din județul Arad.....	23
1.10.1	Sistemul hidrotehnic Lipova.....	24
1.10.2	Sistemul hidrotehnic Arad	25
1.11	Concluzii	26
2.	METODE DE DETERMINARE A DEBITELOR MAXIME.....	27
2.1	Scurgerea maximă.....	27
2.2	Formule pentru debite maxime	28

	5
2.2.1 Metoda rațională.....	28
2.2.2 Metodele hidrometeorologice.....	29
2.2.3 Metoda reduțională.....	29
2.2.4 Metodele aproximative	32
2.2.5 Debite maxime obținute prin prelucrarea statistică a șirurilor de date	33
2.2.6 Metode de determinare a debitelor maxime utilizate de INMH ..	46
2.2.7. Metode bazate pe studiul precipitațiilor.....	48
2.3 Concluzii.....	49
3. CUNOAȘTEREA PARAMETRILOR DE CURGERE LA UN HIDROGRAF DE VIITURĂ	50
3.1 Hidrografe de viituri și de ape mari	50
3.2 Relații de generalizare	52
3.2.1 Relația dintre timpul total al viiturilor și parametrul morfometric $\frac{L}{\sqrt{I_{baz}}}$	53
3.2.2 Analiza corelației dintre t_{cr}/t și F	53
3.3 Hidrograful tip	55
3.4 Hidrografele funcție.....	60
3.4.1 Hidrografe parabolice	61
3.4.2 Hidrografe funcții de repartiție.....	63
3.5 Hidrograful unitar	66
3.6 Hidrografe după modele fizice	67
3.7 Utilizarea programului Duflow pentru determinarea hidrografului de viitură.....	68
3.8 Concluzii	69

4. CONTRIBUȚII LA DETERMINAREA NIVELELOR DE VIITURĂ PRIN UTILIZAREA PROGRAMULUI DUFLOW	70
4.1. Considerații generale.....	70
4.2 Fundamentarea fizică și matematică.....	70
4.3 Programul DUFLOW.....	73
4.3.1 Date necesare modelului de analiză	74
4.3.2 Ordinea operațiilor necesare realizării modelului numeric	76
4.3.3 Execuția și prezentarea rezultatelor	81
4.4 Aplicații auxiliare utilizate	81
4.4.1 Aplicația INTERPOINT	82
4.4.2 Utilizare GOOGLE EARTH	88
4.4.3 Aplicația TRANSDAT	89
4.5 Concluzii	89
5. STUDIUL NIVELURILOR VIITURII MUREȘULUI ÎN ZONA ARAD	90
6. CONCLUZII GENERALE	98
6.1 Conținutul lucrării	98
6.2 Concluzii privind utilizarea aplicației Duflow asupra studiului variației nivelului râului Mureș.....	98
6.3 Concluzii asupra rezultatelor obținute	99
6.3.1 Cazul 1.....	99
6.3.2 Cazul 2.....	102
6.3.3 Cazul 3.....	105
7. CONTRIBUȚII PERSONALE.....	109
BIBLIOGRAFIE.....	110
ANEXE.....	110 <u>1</u>

1. INTRODUCERE

1.1 Râul Mureș, parte integrantă a peisajului hidrologic al țării

Încă din perioada antichității, râul Mureș a fost o cale navigabilă foarte intens folosită, atât pentru traficul comercial cât și în scop strategic, devenind o adevărată autostradă a zonei de la Nord de Dunăre. Menționat de Herodot încă din anul 484 î.Ch. sub denumirea de Maris, Mureșul este, după Dunăre, al doilea râu al României ca lungime și ca suprafață hidrografică. Încă din timpul războaielor daco-romane controlul Mureșului a constituit una din manevrele militare cheie, pe care armata romană s-a străduit să o obțină pentru a avea un avantaj asupra sistemului defensiv al Regatului dacic.

Bazinul hidrografic al Mureșului este delimitat de cumpăna de ape, dinspre care se dirijează scurgerea superficială spre rețeaua de râuri. Limitele bazinului hidrografic, traversează mai multe unități de relief cu caractere fizico-geografice specifice. În partea de est se află Munții Hășmaș, Harghita și Dealurile Odorheiului, iar la sud Podișul Târnavelor, Podișul Secașelor, Munții Cibin, Lotrului, Sebeșului, Retezat, Godeanu, Țarului, Poiana Ruscăi și Dealurile Lipovei și Câmpia Tisei. La nord se află Câmpia Tisei, Munții Zarand, Metaliferi, Trascău, Bihor, Gilău, Câmpia Transilvaniei, Podișul Bistriței, Munții Căliman și Giurgeu..

Mai mult de 90% din suprafața bazinului de recepție a Mureșului este situată la altitudini mai mari de 200 m, altitudinea influențând regimul hidric, atât prin intermediul climei, cât și prin intermediul altor factori: relieful, solul, vegetația, structura geologică. Mureșul, al cărui izvor propriu-zis se află la o altitudine de 850 m, traversează forme variate de relief. Cursul său se poate împărți în patru sectoare caracteristice:

- Mureșul superior, a cărui zonă se întinde de la izvor până la Deda, are afluenți cu importanță mai mare: Belcina, Toplița, Sălard, Răstolița;

- Mureșul mijlociu, situat între Deda și Alba Iulia, primește afluenții: Gurghiu, Niraj, Lut, Comlod, Pârâul de Câmpie, Arie, Geoagiu/Teiu, Târnavă și Ampoi;

- Culoarul Mureșului inferior, situat între Alba Iulia și Lipova, are afluenții: Sebeș, Cugir, Geoagiu, Strei, Cerna și Bacia;

- Mureșul inferior este localizat între Lipova și granița cu Ungaria și pe această porțiune nu prezintă afluenți.

1.2 Așezare și limite

Râul Mureș, cu scurgere permanentă, face parte din grupul de vest al sistemelor hidrografice ale României. Bazinul hidrografic al Mureșului este situat în partea centrală și de vest a României și izvorăște din Carpații Orientali. Limitele sale extreme sunt 20⁰11'-25⁰44' longitudine estică și 45⁰14'-47⁰08' latitudine nordică.

8 INTRODUCERE - 1

Bazinul hidrografic Mureș ocupă integral județele Mureș și Alba și parțial județele: Cluj, Harghita, Sibiu, Hunedoara și Arad având o populație în acest areal de aprox. 2,0 milioane locuitori.

1.3 Suprafața bazinului hidrografic

Suprafața bazinului hidrografic al Mureșului este $F=28310 \text{ Km}^2$ din care 27850 km^2 pe teritoriul românesc. Lungimea râului are 761 km , din care 21 km sunt granița comună cu Ungaria, iar în Ungaria, lungimea sa este 28 km , până la confluența cu râul Tisa.

Altitudinea medie a bazinului este $H=610 \text{ m}$ și ea caracterizează, în modul cel mai sintetic, condițiile fizico-geografice ale bazinului și totodată este o caracteristică morfometrică utilizată în sinteze și calcule hidrologice.

1.4 Profilul longitudinal

Punerea în evidență a variației pantelor de-a lungul cursului râului este un indice al rezistențelor întâmpinate de acesta. Din punctul de vedere al profilului longitudinal, Mureșul este un râu complex deoarece străbate toate marile zone fizico-geografice ale țării (munte, deal, câmpie). Astfel: 25% din suprafața bazinului hidrografic revine munților, 55% dealurilor și podișurilor, 15% văilor și luncilor și aproximativ 5% câmpiilor. Aspectul sinuos este dat de pantele diverse întâlnite în diferite zone. Profilul său longitudinal în trepte, arată că râul nu a reușit să invingă toate rezistențele de natură geologică întâlnite, dar și prezența captărilor naturale a unor cursuri de apă (în amonte de Deda). Acestor profile le sunt caracteristice fenomene puternice de erodare a albiei.

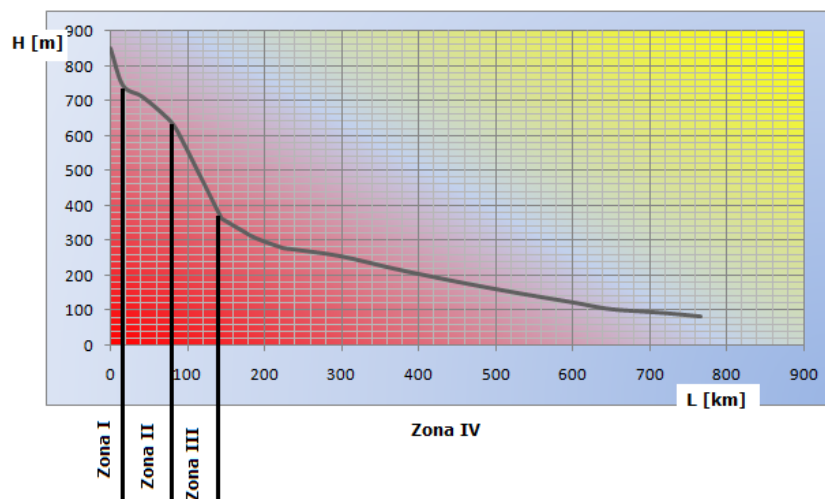


Fig. 1.4.1 Profilul longitudinal al râului Mureș

Studiind profilul longitudinal al Mureșului, se poate face o zonare a acestuia, astfel:

Zona I se află între izvor și postul hidrometric Suseni, în care panta medie a râului este de 6,62‰, fiind o zonă muntoasă și cu roci dure din care cea mai importantă este andezitul;

Zona II, situată între postul hidrometric Suseni și postul hidrometric Stânceni unde panta medie este 1,85‰, o pantă mai lină, determinată de formațiunile geologice care sunt reprezentate prin argile mărnose, argile și marne cu intercalații de nisipuri și gresii slab cimentate;

Zona III, între postul hidrometric Stânceni și postul hidrometric Porcești, având panta medie 4,36‰ este zona unde se întâlnesc frecvent andezite și andezite bazaltice;

Zona IV, situată între postul Porcești și frontieră, unde panta medie este mult mai mică, Mureșul parcurgând o zonă de podiș și de câmpie unde între diferite posturi hidrometrice există pante medii ale bazinului foarte apropiate ca valori.

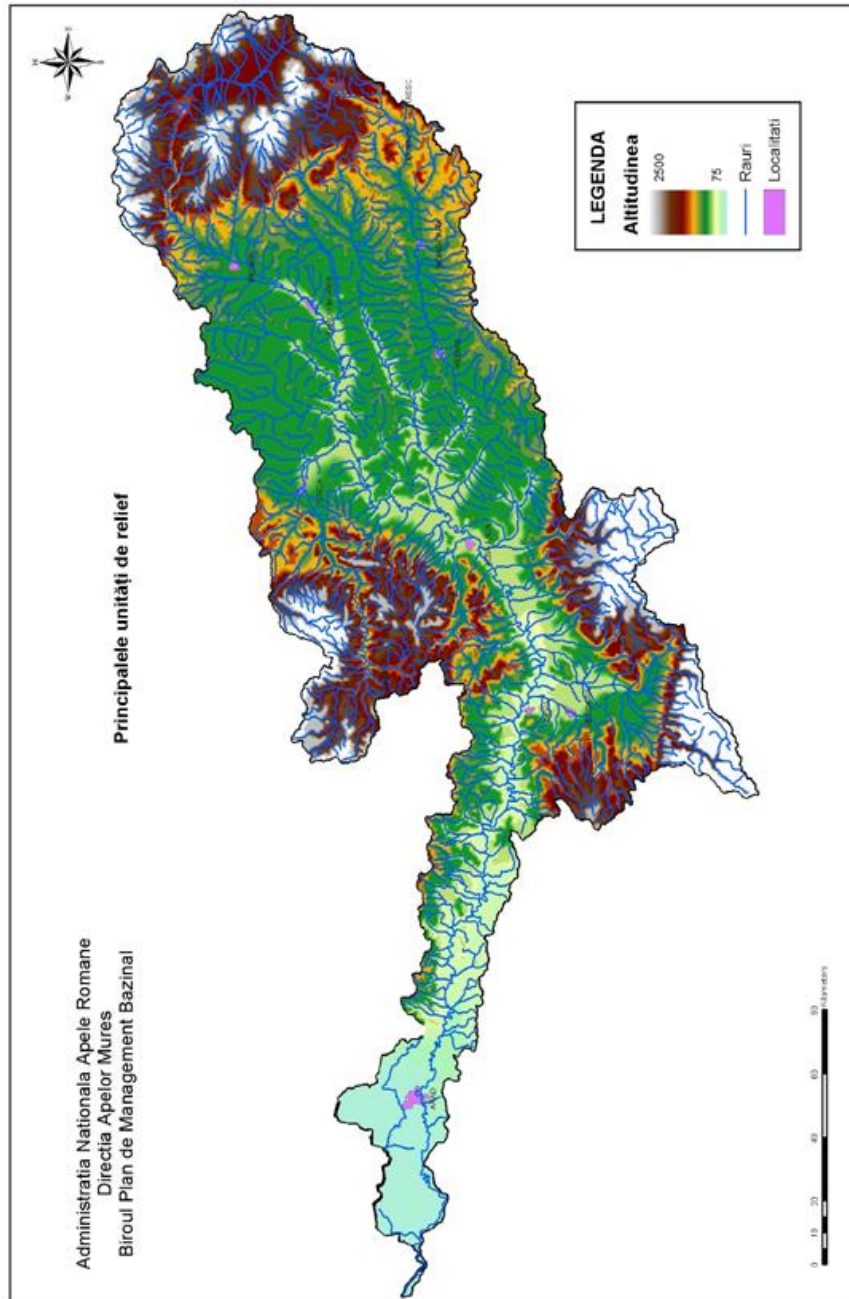


Fig. 1.6.1.1 Relieful bazinului hidrografic al râului Mureș

Profilul longitudinal a fost obținut prin prelucrarea datelor din următorul tabel:

Tabelul 1.4.1

Punctul	Distanța de la izvor[km]	Altitudinea punctului[m]	Panta medie a râului
Izvor	0	850	-
P.h. Suseni	16	744	0,00662
P.h. Remetea	41	712	0,00128
P.h. Toplița	72	654	0,00187
P.h. Stânceni	86	616	0,00271
P.h. Porcești	144	363	0,00436
P.h. Reghin	146	360	0,00150
P.h. Glodeni	170	329	0,00119
P.h. Tg. Mureș	188	307	0,00122
P.h. Cipău	224	278	0,00066
P.h. Iernut	234	275	0,00030
P.h. Ocna Mureș	298	255	0,00047
P.h. Alba Iulia	376	215	0,00111
P.h. Brănișca	470	173	0,00045
P.h. Săvârșin	534	147	0,00041
P.h. Radna	601	122	0,00038
P.h. Arad	650	103	0,00165
P.h. Periam	719	92	0,00016
Frontieră	766	82	0,00021

1.5 Profilul transversal

Profilul transversal al Mureșului trebuie analizat în funcție de zona străbătută. În zona montană, profilul longitudinal prezintă versanți abrupti și adâncimi mari. În zona de dealuri și podiș, Mureșul are un profil transversal tipic trapezoidal, uneori asimetric din cauza sistemelor de terase ce nu se dezvoltă egal pe ambii versanți. În zonele de câmpie se păstrează aspectul trapezoidal reducându-se înălțimea versanților până aproape de nivelul malurilor râului.

1.6 Condițiile fizico-geografice ale formării scurgerii apei

În corespondență cu distribuția elementelor fizico-geografice, Mureșul are elementele hidrografice și hidrologice variabile.

1.6.1 Relieful

Influența reliefului asupra elementelor scurgerii este dublă. El are un rol direct prin pantele pe care se formează scurgerea și gradul de fragmentare și o

12 INTRODUCERE - 1

influență indirectă prin variația pe verticală a elementelor climatice care generează scurgerea.

În studiile hidrologice au fost stabilite relații între diferite elemente ale scurgerii și altitudinea medie a bazinelor de recepție.

Cumpăna apelor bazinului râului Mureș traversează mai multe unități de relief care vor fi analizate pe rând.

Locul de unde pornește la drum râul Mureș se găsește pe versantul sudic al Muntelui Hășmaș, la o altitudine de aproximativ 850 m și traversează depresiunea Giurgeului până la Toplița. Munții Hășmaș se numără printre unitățile montane cele mai frumoase din Carpații Orientali. Ei își motivează renumele prin varietatea, complexitatea reliefului și structurii geologice (roci cristaline, roci sedimentare, etc.). Creasta principală și unele ramificații abundă în fenomene carstice.

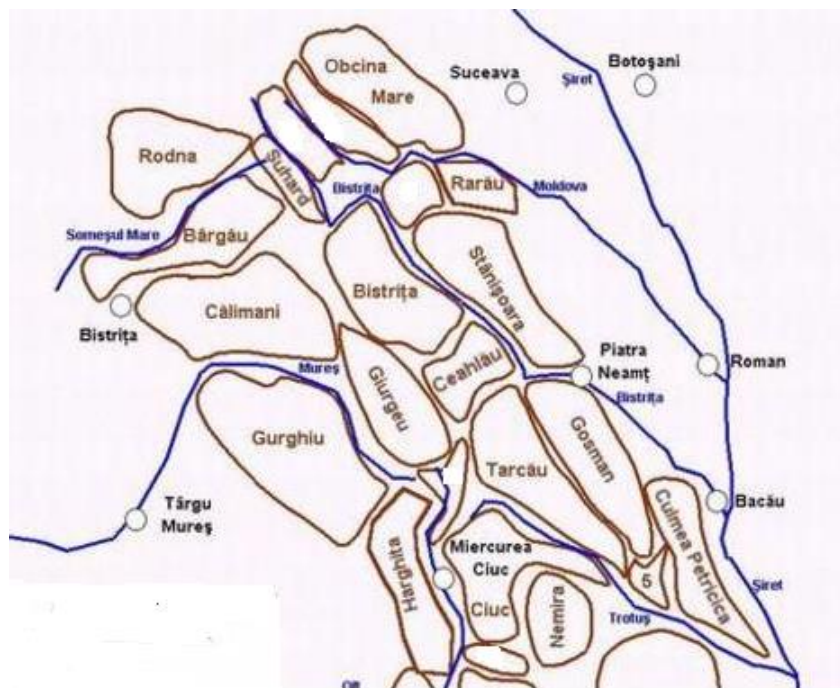
În partea estică se situează munții Harghita și dealurile Odorheiului.



Fig.1.6.1.2

Munții

Hășmaș



Poziționarea munților în Carpații Orientali

Fig.1.6.1.3 Carpații Orientali

Munții Harghita constituie partea mijlocie a lanțului vulcanic situat pe latura de vest a Carpaților Orientali; ei domină depresiunea Ciucului cu peste 1200 de metri și în zona înaltă, sunt împăduriți.

Dealurile Odorheiului sunt formate din culmi subcarpatice, fragmentate de vai transversale. Aici predomină marnele nisipoase și prundișurile care intră în componența piemonturilor de la poalele Munților Gurghiu și Harghita. Morfologic, este o zonă de piemonturi constituită din dealuri care depășesc uneori 1000 m, iar panta medie a bazinului are valoarea de 160 m/km. Intre acestea și Munții Harghitei se deschide Depresiunea Odorheiului.

Depresiunea Giurgeului este o depresiune intracarpatică, axată pe Mureșul Superior, între Munții Gurghiului (est) și Munții Giurgeului (vest), având un fundament de șisturi cristaline peste care stau depozite de pietrișuri, nisipuri și chiar marne. Depresiunea a evoluat și s-au pus în evidență trei trepte de relief: piemonturi laterale, lunca și terasele.

Depresiunea este o suprafață aproape orizontală la 650-800m altitudine. Panta râului în această zonă este de 1,5 m/km și cu numeroase sectoare de înmlăștinire. Datorită aglomerării afluenților, zona are o fragmentare foarte accentuată și o rețea hidrografică foarte densă.

Sectorul nordic al cumpenei apei îl constituie munții Giurgeu, Căliman, Podișul Bistriței Ardelene, Câmpia Transilvaniei, munții Gilău, Bihor, Trascău, Metaliferi, Zărand și câmpia Tisei de Est.

Muntii Gurghiu, împreună cu munții Harghita, formează partea centrală și sudică a lanțului eruptiv Căliman-Harghita, situat în vestul Carpaților Orientali, pe care îi separă depresiunea Transilvaniei. Au un relief relativ simplu : o creastă generală orientată NV-SE, ferestruită lateral de pâraie ce dau naștere la creste cu orientare estică și vestică. Pantele medii ale bazinului sunt situate între 250-350 m/km.

Călimanul ocupă partea nord-vestică a grupei centrale a Carpaților Orientali, reprezentând cel mai extins masiv vulcanic din țara noastră.

Ambele masive se caracterizează prin văi strâmte și adânci, slab populate, culmi lipsite de pasuri de înălțime și de drumuri bine definite, dar împânzite de cărările și potecile ciobanilor. La toate acestea putem adăuga izolarea și sălbăcia acestor masive care sunt formați din andezite și piroclastite andezice. Rocile fiind impermeabile, infiltrația în cadrul lor se produce numai prin fisuri.

Mureșul urmează defileul (între Toplița și Deda), unde râul străpunge munții vulcanici (Călimani la nord și Gurghiu la sud), formând un culoar îngust care oferă turiștilor peisaje spectaculoase (stânci, creste, o albie încântătoare). În defileu, există o albie minoră stâncoasă, cu pante medii de 4 m/km. Defileul Deda-Toplița este o regiune deosebit de pitorească și atrăgătoare, cu un potențial turistic extraordinar, neexploatat încă. Munții vulcanici Căliman și Gurghiu sunt străpuși complet de râul Mureș pe o distanță de aproximativ 30 km, de-a lungul defileului fiind presărate numeroase așezări umane, între care se interpun sectoare mai înguste, cu aspect de chei.



Fig.1.6.1.4 Defileul Toplița - Deda

Podișul Bistriței Ardelene este constituită din complexe marno – argiloase și nisipoase. În această zonă sunt intercalate mici depresiuni și văi cu dealuri piemontane, zona fiind caracterizată de procese intense de pantă. Panta medie a bazinului hidrografic este de aproximativ 180m/km.

Podișul Târnavelor are o înfățișare cu totul deosebită în cadrul formațiunilor deluroase. Dealurile sunt mai înalte (peste 600 m), iar culmile au

versanți mai povârniți și acoperiți cu păduri. Panta bazinului hidrografic este de 160m/km.

Câmpia Transilvaniei este o regiune mai joasă, formată din dealuri scunde, având în medie 400 m înălțime, fiind brăzdată de văi largi. Datorită pantei line și absenței pădurilor, această regiune este denumită câmpie.

Munții Gilău sunt caracterizați de remarcabila netezime a culmilor, care adesea apar sub forma unor adevărate câmpii larg vălurite și compartimentate de văi.

Munții Bihor sunt alcătuiți predominant din șisturi cristaline și granite care le dau masivitate și înalțimi mari (Bihor, 1 849 m). Există și platouri și culmi din calcare cu peșteri declarate rezervații naturale. Munții Bihor spre est formează corp muntos cu Munții Gilău dar deosebirea de alcătuire geologică îi diferențiază net ca relief.

Munții Trascău sunt amplasați între Arieș și Ampoi și sunt formați din calcare, cu vârfuri semețe și chei.

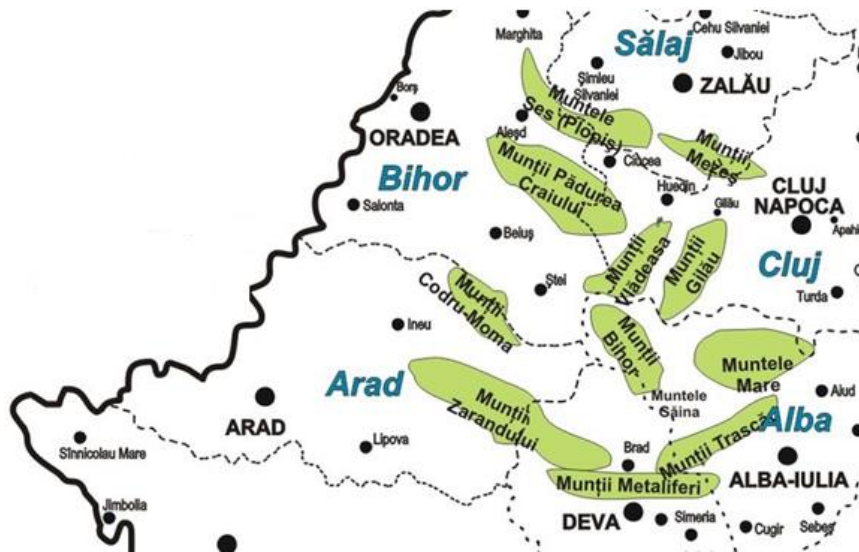


Fig.1.6.1.5 Localizare munți în bazinul mijlociu al Mureșului

Munții Metaliferi se situează aproape în totalitate în bazinul hidrografic al Mureșului. Sectorul se caracterizează printr-un relief carstic cu suprafețe de eroziune, altitudini care nu depășesc 1500 m.

Munții Zarand au altitudini între 400 și 800 m și sunt constituiți din șisturi cristaline și granite. Panta suprafeței bazinului este 200 m/km.

Mureșul traversează **Câmpia Tisei**, formând un culoar de 140 km. Acest sector este constituit din aluviuni argilo-nisipoase și depozite loessoide care crează condiții de stagnare a apelor din precipitații. Morfologic, sectorul este alcătuit din înălțimi care scad de la 150 m în est până la mai puțin de 100 m în vest, panta suprafeței bazinului având valori foarte reduse.

Sectorul sudic al bazinului hidrografic al Mureșului cuprinde următoarele unități fizico-geografice traversate: Podișul Târnavelor și Secașelor, munții Cibin,

Lotrului, Sebeșului, Retezat, Godeanu, Țarcului, Poiana Ruscăi, Dealurile Lipovei și Câmpia Tisei de Est.

Podișul Târnavelor este ocupat de partea centrală a bazinului Târnavelor. Depozitele de suprafață sunt constituite din nisipuri micacee, marne nisipoase și argile.

Sunt prezente dealuri cu aspect de podiș, cu înălțimi de 600-700 m iar panta medie a bazinului este de 130 m/km.

Podișul Secașelor se prezintă sub forma unui relief de dealuri și podișuri cu intense procese de pantă și cu vulcani noroiși. Are compoziția litologică constituită în special din nisipuri micacee și marne nisipoase

Munții Sebeș-Lotru-Cibin au ca formațiuni litologice de suprafață șisturi cristaline și calcare în petice. Acești munți sunt înalți și mijlocii, cu suprafețe de eroziune în trepte și slabe urme glaciare. Înălțimile lor maxime depășesc 2200 m iar pantele medii sunt aproximativ 250 m/km.

Munții Țarcu-Godeanu-Retezat sunt constituiți din șisturi cristaline în Godeanu și din granite și șisturi cristaline, în Retezat și Țarcu. Altitudinile maxime depășesc 2500 m iar panta medie a bazinului este de 400 m/km.

Munții Poiana Ruscăi sunt constituiți din șisturi cristaline și calcare. Altitudinea maximă este de 1400 m și panta aproximativ 250 m/km.



Fig.1.6.1.6 Mureșul în zona Arad

Piemonturile Bănățene sunt constituite din aluviuni iar spre sud din marne, argile, pietrișuri și nisipuri larg răspândite în Dealurile Lipovei. Altitudinea maximă nu depășește 500 m iar pantele bazinului se situează între 90 și 140 m/km.

1.6 Condițiile fizico-geografice ale formării scurgerii apei 17



Fig.1.6.1.7 Parcul natural Lunca Mureșului



Fig.1.6.1.8 Zona Păuliș pe Valea Mureșului

1.6.2 Factorii climatici

Scurgerea apei se formează sub influența mai multor factori climatici: tipurile barice, temperatura aerului, temperatura solului și precipitațiile.

Clima este rezultatul influenței radiației solare și a circulației generale a maselor de aer asupra reliefului. Relieful și radiația solară comportă modificări mici de la an la an, de aceea factorul determinant este considerat circulația generală a atmosferei. Aceasta se face prin deplasarea maselor de aer dintr-o regiune în alta a globului sub acțiunea principalelor sisteme barice (cicloni și anticicloni).

1.6.2.1 Tipurile barice

În funcție de poziția sistemelor barice s-au precizat șapte tipuri barice care influențează scurgerea apei din râuri.

Anticicloul este un câmp de înaltă presiune limitat de izobare închise de formă aproape eliptică sau circulară, unde presiunea crește de la periferie spre centru. Acest câmp este caracterizat prin vânturi ce se rotesc în jurul unui centru de înaltă presiune, de la care aerul diverge orizontal și în care predomină mișcările descendente. Aceste vânturi bat în sensul acelor unui ceasornic în emisferă nordică și în sens contrar în emisferă sudică. Anticicloul azoric determină un timp cu nebulozitate redusă, călduros vara și rece iarna. Primăvara și toamna sub influența acestui tip baric, se produc cele mai timpurii înghețuri și ninsori, care favorizează apariția cea mai târzie și respectiv cea mai timpurie a fenomenelor de iarnă pe râuri. În perioada de vară, cad ploi de scurtă durată cu efecte neînsemnate asupra scurgerii, mai ales dacă aceste ploi cad după o perioadă îndelungată de secetă.

Tipul anticicloul siberian în est permite instalarea unui timp cald și secetos vara, cu valuri de căldură primăvara și toamna și intervale de moină în timpul iernii. El favorizează topirile parțiale de zăpadă în perioada de iarnă, care provoacă o scurgere ridicată și primăvara și toamna, o scurgere minimă în zonele de câmpie.

În regiunea Ecuatorului se situează un brâu de joasă presiune, de o parte și de alta la o distanță de 15° . Începând de aici, presiunea atmosferică crește, spre cei doi poli, atingând în regiunea latitudinilor de $30-35^{\circ}$ o valoare maximă. Aici se formează un brâu de mare presiune, dispus de o parte și de alta a Tropicilor. Tipul brâu de mare presiune determină viituri caracteristice de iarnă prin topirea zăpezilor și în perioada de toamnă favorizează secetă prelungită în luna octombrie, când se produc debite minime ale râurilor.

Dorsala este o formațiune alungită de mare presiune, cu izobare în formă de U legată de un anticicloul. Presiunea crește dinspre periferie către o axă de la care vânturile diverg. Dorsala de mare presiune prezintă curenți descendenți. Dorsala anticicloulului siberian care acționează în țara noastră favorizează intensificarea fenomenelor de iarnă și acumularea stratului de zăpadă ca rezervă importantă pentru scurgerea de primăvară.

Tipul dorsala anticicloulului azoric în nord-vest determină perioadele caracteristice ale regimului scurgerii râurilor: două perioade de scurgere scăzută, iarna și toamna și două perioade de scurgere bogată, primăvara și vara, în interiorul perioadelor evidențiindu-se anumite faze caracteristice ale scurgerii, ca de exemplu apele mari de primăvară și de la sfârșitul toamnei.

1.6 Condițiile fizico-geografice ale formării scurgerii apei 19

Cîmpul baric se caracterizează printr-un sistem de suprafețe de egală presiune (izobarice) și se reprezintă la sol prin izobare, iar la înălțimi prin izohipse. Tipul câmp depresionar în est favorizează instalarea unui timp rece cu ploi sau ninsori abundente. Tipul nu este prea mult important pentru regimul scurgerii râurilor din vestul țării.

Tipul culoar depresionar în vest acumulează cantități mari de zăpadă în zonele adăpostite și pe râuri se intensifică fenomenele de iarnă. Alimentarea se face în exclusivitate din rezerve subterane, astfel că pe râuri se produc debite minime de iarnă.

1.6.2.2 Temperatura aerului

Temperatura aerului este un parametru meteorologic deosebit de important cu o mare variabilitate. Astfel, la cele 21 de stații meteorologice din bazinul hidrografic Mureș temperatura medie multianuală a avut valori cuprinse între $3,6^{\circ}\text{C}$ și $10,4^{\circ}\text{C}$. Valoarea temperaturii maxime absolute a fost $39,7^{\circ}\text{C}$ în 11.08.1994 la Sebeș, iar temperatura minimă absolută a fost de $-34,8^{\circ}\text{C}$ în data de 14.01.1985 la Joseni. Dacă luăm în considerare diferitele unități de relief străbătute de râul Mureș, vom avea o imagine mai complexă a temperaturilor aerului care influențează scurgerea.

-Depresiunea Giurgeului este caracterizată prin temperaturi medii anuale de $5-6^{\circ}\text{C}$, cu media în luna iulie de 17°C și -7°C în luna ianuarie, datorită frecvențelor inversiuni de temperatură.

-Munții Giurgeu – Hășmaș, climatul este caracterizat de temperaturi medii anuale pozitive (peste 2°C), temperatura medie a lunii iulie fiind mai mari de 11°C iar temperatura medie a lunii ianuarie sub -6°C .

-În Munții Căliman – Gurghiu se înregistrează temperaturi medii anuale relativ coborâte, în general sub 4°C . În luna ianuarie, temperaturile medii sunt sub -6°C iar în luna iulie sub 14°C și chiar mai puțin.

-În Podișul Bistriței Ardelene valoarea temperaturii medii anuale este în jur de 8°C , media lunii ianuarie fiind de aproximativ -4°C iar a lunii iulie de 18°C . Ajungând în Podișul Transilvaniei, valorile temperaturilor medii sunt asemănătoare cu cele din zona anterioară.

-În Munții Bihor – Gilău, temperaturile medii lunare din ianuarie se situează în jurul valorii de -6°C iar a lunii iulie $10-16^{\circ}\text{C}$, temperatura medie anuală fiind în jurul valorii de 6°C .

-Temperaturi asemănătoare se înregistrează și în zona Munților Trascău – Metaliferi.

-Dealurile înalte ale Odorheiului se caracterizează prin valori medii anuale de 8°C , cu media lunii ianuarie de -4°C și alunii iulie de 17°C .

-Podișul Târnavelor, prin prezența efectelor de foehn, au temperaturi medii anuale de 9°C , cu temperaturi medii ale lunii ianuarie de aproximativ -3°C și temperaturi medii ale lunii iulie de 19°C .

-Urmând sectorul următor, cel al Munților Sebeș – Lotru – Cibin, aspectul climatic se caracterizează prin temperaturi medii anuale sub 8°C , ajungând în luna ianuarie la valoarea medie de -7°C iar în iulie la valori mai mici de 18°C .

-În Munții Țarcu – Godeanu – Retezat, se simte o foarte pregnantă variație a elementelor climatice cu altitudinea. Temperaturile medii anuale scad de la 6°C la 0°C , temperaturile medii ale lunii ianuarie se situează de la -4°C la -9°C , iar mediile de temperatură pentru luna iulie scad de la 16°C la 10°C .

20 INTRODUCERE - 1

-În Munții Poiana Ruscăi temperatura medie anuală se află în jurul valorii de 7°C, media lunii ianuarie fiind sub -3°C iar alunii iulie de 17°C.

-Urmează Depresiunea Hațeg care se caracterizează printr-o medie anuală de 9°C, o medie a lunii ianuarie de -4°C și o medie a lunii iulie de 19°C.

-În sectorul următor, în Munții Zarandului, temperatura medie anuală se ridică la 9°C, în timp ce media lunii ianuarie este de -4°C iar a lunii iulie de 18°C.

-Climatic, zona Piemonturilor Bănățene se caracterizează prin temperaturi medii anuale de 10°C cu valori medii pentru luna ianuarie de -2°C și de 21°C pentru luna iulie.

-Câmpia Tisei de Est prezintă un climat a cărui medie anuală este de aproximativ 10,5°C, cu o medie sub -2°C pentru luna ianuarie și o medie de 21°C pentru luna iulie.

1.6.2.3 Temperatura solului este determinată de radiația solară, de schimburile permanente cu atmosfera și de straturile mai adânci ale solului. Variația anuală a temperaturii solului urmează de fapt variația temperaturii aerului. Efectul hidrologic este însemnat în ceea ce privește scăderea rezervelor de ape subterane care alimentează râurile.

1.6.2.4 Precipitațiile

Precipitațiile sunt fenomene ce se produc în cantități diferite și în mod discontinuu în timp și spațiu. Așezarea lanțului Carpatic determină deosebiri apreciabile între cantitățile măsurate în diferite puncte din bazinul hidrografic al Mureșului. Cantitatea de precipitații medie multianuală este în medie de 610 mm pe bazin. Repartiția acesteia pe diferite zone se prezintă astfel :

-In Depresiunea Giurgeului precipitațiile se situează sub 700 mm, deoarece în spatele Munților Gurghiu se resimte efectul de foen :

-Munții Giurgeu – Hășmaș au cantități medii anuale de precipitații care depășesc 800 mm ;

-Cantitățile medii anuale de precipitații depășesc 1000 mm în zona Munților Călimani – Gurghiu ;

-Podișul Bistriței Ardelene se caracterizează printr-o cantitate medie anuală de precipitații de 700 mm ;

-În Câmpia Transilvaniei cantitatea medie anuală a precipitațiilor se află în jurul valorii de 600 mm ;

-În zona Munților Bihor – Gilău cantitatea de precipitații căzute prezintă o medie de 700 mm, ajungând la valoarea de 1400 mm la vârf ;

-În Munții Trascău – Metaliferi, cantitatea medie depășește 1000 mm, în zona mai înaltă ajungând la 1200 mm ;

-Sectorul situat în depresiunea de la vestul Podișului Transilvaniei se caracterizează prin precipitații medii anuale de 550 mm ;

-În Dealurile înalte ale Odorheiului, cantitatea medie anuală de precipitații este de 650-700 mm ;

-Podișul Târnavelor și Podișul Secașelor prezintă o precipitație medie anuală de 600 – 700 mm ;

-În zona Munților Sebeș – Lotru –Cibin, cantitatea de precipitații medii se situează între 800 mm și poate ajunge la peste 1200 mm ;

-Munții Țarcu – Godeanu – Retezat prezintă o cantitate medie anuală a precipitațiilor care crește de la 1000 mm până la 1400 mm în funcție de înălțime ;

- Munții Poiana Ruscăi se caracterizează prin cantitatea medie de precipitații anuale de 1000 mm;
- În Depresiunea Hațeg cantitatea medie de precipitații anuale scade la 700 mm ;
- Urmează Munții Zarandului unde precipitația medie anuală se află în jurul valorii de 1000 mm ;
- Piemonturile Bănățene au caracteristic o precipitație medie anuală de 700 mm ;
- Câmpia Tisei de Est prezintă precipitații medii anuale sub 600 mm.

1.7 Influența solului și vegetației

Solurile au un rol important atât în procesul formării scurgerii superficiale cât și în procesul alimentării subterane a râurilor. Orizontul de sol (pedogenetic) este un strat de sol, aproximativ paralel cu suprafața solului (terenului), care se deosebește de stratele de deasupra și de dedesubt, de care este genetic legat, prin proprietățile sale fizice, chimice, mineralogice, morfologice etc.

Solurile din zona montană datorită rocilor pe care s-au format, au un singur orizont A sub care este acumulat un strat de argilă. Aceste soluri datorită precipitațiilor bogate au în general umiditate ridicată. Ținând seama de adâncimea mare de eroziune a cursurilor de apă din zona montană, de frecvența și cantitatea mare de precipitații și de vegetație înseamnă că solurile din regiunea muntoasă favorizează o alimentare bogată a râului din pânza freatică. Astfel solul brun de pădure este prezent în majoritatea zonelor străbătute de râul Mureș.

În zona Munților Țarcu – Retezat – Godeanu se găsesc și soluri de pajiști alpine. Acestea au o mică influență asupra regimului scurgerii râului cu izvor în zona montană.

Solurile de tip cernoziom din zona Câmpiei Tisei și a Câmpiei transilvaniei au capacitate mare de infiltrație a apelor de șiroire și pe aceste zone se creează adesea forme de tasare în care apele stagnează și se pierd prin evaporație în perioada caldă a anului.

În strânsă dependență de elementele climatice și de soluri, vegetația prezintă o evidentă zonare verticală.

În zonele montane unde domină etajul coniferelor, influența pădurilor se resimte pe tot parcursul anului. Astfel sunt prezente păduri de molid, brad și fag, în intercalare cu pajiști secundare.

În zona prezenței pădurilor de foioase, gorun, gorun intercalat cu fag, influența acestora este mai evidentă în perioada lor de vegetație prin reținerea unei anumite cantități de precipitații.

Din consecințele negative se menționează faptul că se elimină de către pădure, prin fenomenul de transpirație, o cantitate însemnată de apă din sol. În același timp însă, sporește alimentarea subterană a râului și prin aceasta se conservă rezerva de umiditate, sau se reduce evaporația la suprafața solului datorită umbririi.

În Câmpia Transilvaniei și Câmpia Tisei se găsesc ierbacee de stepă și păduri de luncă. Ca prezență putem menționa pădurile de cer și gărnită și pajiști formate pe locul pădurilor de stejar din Piemonturile Bănățene.

1.8 Factorii antropici

Infuența omului aduce schimbări importante peisajului fizico-geografic, schimbări care influențează scurgerea râurilor. În scopuri agricole au fost reduse simțitor suprafețele împădurite. Pădurile au un rol regularizator asupra scurgerii superficiale, reduc debitele maxime măbind însă durata viiturilor, contribuie la menținerea unei umidități mai ridicate și favorizează scurgerea permanentă a râurilor. Defrișarea pădurilor a intensificat procesul de evaporație și a condus la micșorarea scurgerii superficiale în sezonul cald al anului. Terenul agricol obținut prin defrișarea pădurilor nu a fost prelucrat rațional. Arăturile de-a lungul pantei au dus la degradarea terenurilor, la spălarea păturii superficiale a solului de către apele de șiroire și în final la creșterea torențialității mai ales în cazul cursurilor mici de apă.

1.9 Gradul de cunoaștere hidrometrică

Încă din secolul trecut, apele curgătoare din bazinul hidrografic al râului Mureș au constituit o mare preocupare pentru găsirea celor mai potrivite soluții de folosire a lor. Se poate spune că începând cu anul 1841, anul înființării primei stații hidrometrice din bazinul Mureșului la Radna, începe organizarea observațiilor hidrometrice, urmată de o perioadă de încercare a studierii scurgerii legată de navigație și de energetică, între anii 1925 – 1945, dar un studiu sistematic al scurgerii apelor de suprafață se face începând din anul 1948.

În bazinul hidrografic al râului Mureș activitatea hidrometrică prezintă două etape distincte.

Cele mai vechi posturi hidrometrice care funcționează pe teritoriul bazinului hidrografic sunt: Radna 1841, Săvârșin 1859 și Arad 1861 și au apărut ca necesitate pentru navigație. Acestea li s-au adăugat de-a lungul timpului alte posturi care au înregistrat date ce s-au prelucrat ulterior în stațiile hidrologice.

După anul 1952 a urmat o perioadă de organizare și dezvoltare a rețelei hidrometrice, perioadă când s-au pus bazele unei activități hidrometrice sistematice.

Pe râul Mureș au putut fi valorificate datele înregistrate numai la 8 posturi: Toplița, Stânceni, Porcești, Dumbrăvioara, Tg. Mureș, Alba-Iulia, Brănișca și Arad. Cele mai lungi perioade de observații și măsurători au fost obținute la posturile: Tg. Mureș, Alba-Iulia și Arad.

Postul Arad, înființat în anul 1861, dispune de înregistrări de niveluri fără întreruperi importante. La acest post au existat intervale de timp în care valorile debitelor zilnice nu prezentau suficientă siguranță sau în care albia era instabilă. În aceste intervale, debitele zilnice au fost determinate prin corelație cu valorile debitelor zilnice de la postul Mako de pe teritoriul Ungariei. Fondul său de date, în

comparaţie cu datele de la celelalte posturi hidrometrice, prezintă o mai mare certitudine, astfel încât postul Arad poate fi considerat ca un post de bază.

Postul Alba-Iulia funcţionează din anul 1870. În acest timp înregistrările de niveluri efectuate la trei mire hidrometrice nu au fost afectate de întreruperi importante. Din anul 1950 s-au efectuat cu regularitate un număr suficient de măsurători.

Materialul hidrometric de la acest post, prezintă suficientă siguranţă pentru ca postul să poată fi folosit.

Postul hidrometric Tg. Mureş a fost înfiinţat în anul 1904, înregistrările de niveluri fiind în general continue. Începând din anul 1959 postul a fost desfiinţat şi au fost adoptate valorile înregistrate la postul Dumbrăvioara, situat la 10 km în amonte, diferenţa dintre suprafeţele bazinului hidrografic în cele două puncte fiind neînsemnată.

Posturile Porceşti şi Brănişca au fost înfiinţate în 1904, respectiv în 1870. Ele dispun de măsurători de niveluri pe o lungă perioadă, dar cu întreruperi. Acestea nu au putut fi prelucrate deoarece măsurătorile de debite de apă au lipsit în totalitate.

Posturile Topliţa şi Stânceni au fost înfiinţate în anii 1953 şi 1949. Înregistrările de niveluri prezintă continuitate, iar măsurătorile de debite au fost suficient de numeroase, astfel încât s-au putut trasa chei limnimetrice de bază.

În prezent, pe teritoriul bazinului hidrografic al râului Mureş funcţionează 52 posturi hidrometrice cu transmisie extraordinară (după atingerea cotei de atenţie). Dintre acestea 7 staţii hidrometrice sunt staţii automate. Pe râul Mureş se află amplasate 15 staţii hidrometrice cu transmisie zilnică.

1.10 Zona Mureşului din judeţul Arad

Mureşul inferior situat în judeţul Arad asupra căreia teza face referire, este cuprins în Sistemul de Gospodărire a Apelor Arad, care este organizat să funcţioneze cu două subunităţi teritoriale după cum urmează: Sistemul Hidrotehnic Lipova şi Sistemul Hidrotehnic Arad. Suprafaţa bazinului hidrografic al râului Mureş din zona de activitate este de 2325 km² în judeţul Arad (circa 12,2%) şi 16,2 km² în judeţul Timiş.

Lungimea râului Mureş este de 191,6 Km în judeţul Arad la care se mai adaugă un tronson de 21,14 Km în judeţul Timiş.

Staţia hidrologică Arad efectuează observaţii hidrometrice în: 4 staţii pe râul Mureş în localităţile Săvârşin, Radna, Arad şi Nădlac, 3 staţii pe afluenţi în localităţile Petriş, Săvârşin şi Monoroştia, 1 staţie pe canalul Arad – Pecica, 7 secţiuni satelit şi contribuie la elaborarea sintezei anuale.

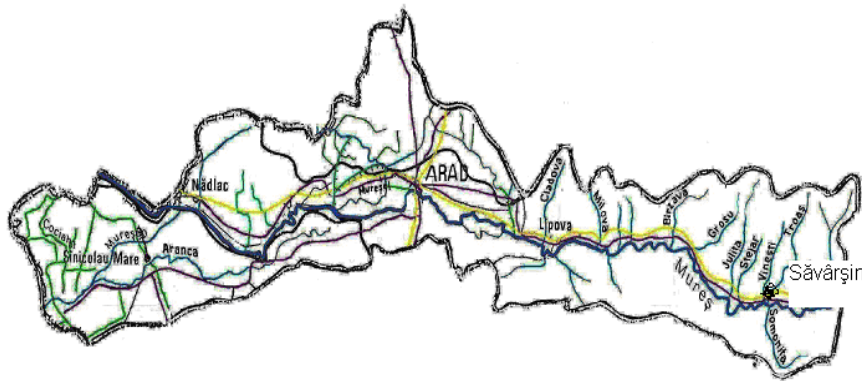


Fig.1.10.1 Teritoriul repartizat stației hidrologice Arad

1.10.1 Sistemul hidrotehnic Lipova își desfășoară activitatea de la intrarea râului Mureș în județul Arad – confluența cu Valea Almaș – până la Km 0 al digului Sâmbăteni – Păuliș aceasta fiind limita cu Sistemul Hidrotehnic Arad.

Principalii afluenți ai râului Mureș în zona de activitate sunt: Vale Almaș, Vale Petriș, Vale Troaș, Vale Somonița, Vale Stejar, Vale Julița, Vale Mare Bălcescu, Vale Bârzava, Vale Șoimoș, Vale Șiștarovăț, Vale Cladova, etc. Lungimea râului Mureș în raza de activitate este de 114,5 Km. Sistemul administrează 32,5 km diguri pentru apărarea localităților și terenurilor agricole, 64 km lucrări de regularizare pe afluenții râului Mureș și 7,12 km lucrări de regularizare, apărare și consolidare pe râul Mureș.

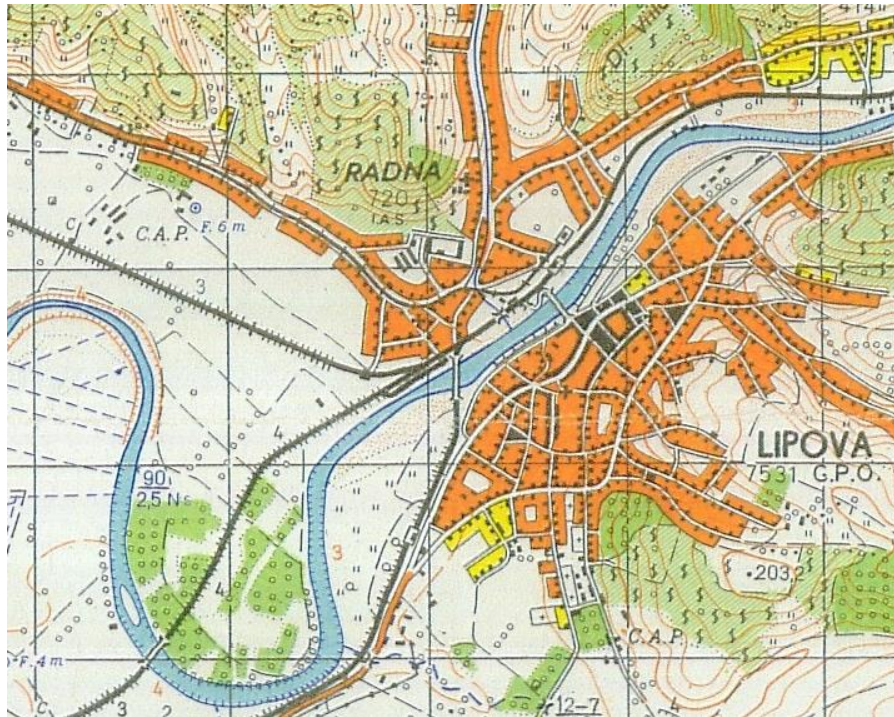


Fig. 1.10.1.1 Zona stației hidrometrice Radna

1.10.2 Sistemul hidrotehnic Arad își desfășoară activitatea de la limita cu Sistemul Hidrotehnic Lipova - Km 0 al digului Sâmbăteni – Păuliș până la limita cu Ungaria. Principalii afluenți ai râului Mureș în zona de activitate sunt Valea Zădărlac și Vale Crac.

Lungimea râului Mureș în raza de activitate este de 77,1 Km în județul Arad la care se mai adaugă un tronson de 21,14 Km în județul Timiș care constituie și graniță cu Ungaria. Sistemul administrează 157,5 km diguri pentru apărarea localităților și terenurilor agricole și 14,88 km lucrări de regularizare, apărare și consolidare pe râul Mureș.

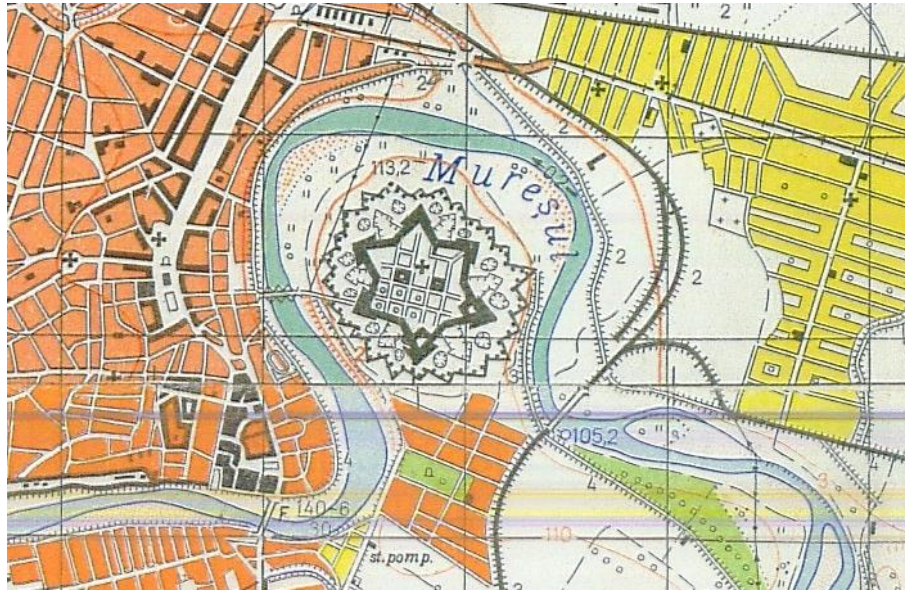


Fig. 1.10.2.1 Zona stației hidrometrice Arad

1.11 Concluzii

Mureșul este cel mai lung râu al țării noastre, fapt care determină condiții deosebite atât pentru varietatea locurilor străbătute cât și pentru cercetarea hidrologică. Multitudinea factorilor: relieful care cuprinde toate formele posibile, tipurile barice, temperatura, precipitațiile, vegetația, geomorfologia și nu în ultimul rând activitățile antropice, influențează curgerea râului. Faptul că importanța acestuia din punct de vedere al folosințelor de apă este deosebită a făcut ca cercetarea hidrologică a zonei să înceapă încă de la mijlocul secolului trecut, astăzi măsurătorile și observațiile făcându-se cu regularitate.

2. METODE DE DETERMINARE A DEBITELOR MAXIME

2.1 Scurgerea maximă

Studierea viiturilor are scopuri diverse pornind de la anticiparea și prevenirea unor efecte dezastruoase asupra oamenilor, cauzate de volumul mare de apă antrenat în procesul de scurgere și mergând până la scopuri ingineresti, de amplasare a diferitelor rețele hidroenergetice.

Scurgerea maximă, fiind una din cele mai importante faze ale scurgerii râurilor prin efectele pe care le produce și prin necesitatea considerării corecte a caracteristicilor ei în proiectare, execuție și exploatarea hidrotehnică, pune în același timp probleme dificile de cunoaștere. Măsurătorile de debite la ape mari sunt mai greu de executat și rezultatele lor sunt mai susceptibile de erori decât pentru alte faze ale scurgerii râurilor.

O caracteristică importantă constă în existența în cursul anului a unor ape mari și viituri produse ca urmare a topirii zăpezilor, a căderii ploilor sau a suprapunerii acestor două fenomene. Mărimea și durata acestor ape mari și viituri se află sub influența directă a condițiilor fizico-geografice existente în bazinele respective. Dintre acestea, elementul climatic reprezentat prin precipitații este unul din factorii cei mai importanți. Dintre ceilalți factori, trebuie menționați factorii morfometrici și în primul rând suprafața și relieful bazinului de recepție. Alți factori ca solul și gradul lui de umezire, vegetația și structura geologică, influențează într-o măsură mai mare sau mai mică scurgerea maximă.

Constituția geologică cu distribuția spațială a diferitelor tipuri de roci consolidate și neconsolidate, permeabile sau impermeabile cu diferite structuri și stratificații are un rol important în circulația apelor căzute din precipitații.

Relieful are o influență directă asupra scurgerii râurilor prin gradul de fragmentare și prin pantele versanților, cu urmări și asupra circulației apelor freatice. Configurația reliefului are un rol important și asupra redistribuirii teritoriale a rezervei de apă existentă sub formă de zăpadă.

Solul are rolul de tampon, fiind interfața dintre precipitații și scurgerea pe versant. Influența solului asupra proceselor de scurgere depinde de structura și textura solurilor, de panta versanților și de intensitatea ploilor.

Vegetația prin cantitatea de masă pe unitatea de suprafață are un rol important în atenuarea proceselor de scurgere și chiar în protejarea covorului de sol contra proceselor de eroziune.

Activitatea omului asupra proceselor de scurgere s-a desfășurat în decursul timpului direct sau indirect, cu intensități diferite, în funcțiile de posibilitățile tehnice ale fiecărei epoci istorice. Cea mai importantă acțiune indirectă desfășurată în timp a fost defrișarea terenurilor făcută prin incendiere sau tăiere pentru a face loc terenurilor de cultură, pentru pășuni și fânețe, sau pentru a folosi lemnul în diferite scopuri. Înlocuirea pădurilor a produs o dereglare a circuitului hidric prin accelerarea proceselor de scurgere, declanșarea mai rapidă a undelor de viitură care au o putere de eroziune și transport sporită.

28 2. METODE DE DETERMINARE A DEBITELOR MAXIME- 2

Proveniența viiturilor imprimă unele particularități în producerea, evoluția și repartiția acestora. În categoria viiturilor de proveniență pluvială, se includ cele provenite din ploile căzute în perioada caldă a anului. Viiturile de proveniență nivală se produc în perioada lunilor XII-IV, în condițiile topirii bruște a zăpezii datorată temperaturilor pozitive ridicate ale aerului și în cazul în care precipitațiile lichide au lipsit total sau au avut o pondere redusă în comparație cu stratul de apă provenit din topirea zăpezilor. Viiturile mixte sunt produse în general în perioada de iarnă-primăvară, când concomitent cu topirea zăpezii au căzut și precipitații lichide, fiecare din cele două surse de alimentare având pondere sensibilă în formarea debitelor maxime.

Din punctul de vedere al mediului, viiturile naturale crează condiții specifice de cadru natural, aflat în echilibru ecologic. Teoretic, eliminarea lor constituie o intervenție, adeseori brutală în echilibrul natural al zonei. Totuși nu poate fi promovată ideea conservării condițiilor naturale de inundabilitate în acțiunile de protecție a mediului. Cu atât mai mult o astfel de problemă nu poate fi pusă în cazul inundațiilor accidentale, în condițiile în care chiar producerea lor crează un dezechilibru ecologic. Impactul inundațiilor accidentale cu mediul este de scurtă durată dar răspunsul acestuia este pe termen lung.

2.2 Formule pentru debite maxime

Pentru calculul scurgerii maxime, în practica hidrologică se folosesc mai multe procedee în funcție de datele de care se dispune.

2.2.1 Metoda rațională

Formula propusă de Kestlin pentru calculul debitelor de apă maxime provenite din ploii torențiale a fost publicată în 1868 în Revista Societății Inginerilor și Arhitecților Austrieci și avea forma:

$$Q = 16\alpha F$$

În care : Q este debitul maxim, în m³/s;

F – suprafața bazinului hidrografic;

α - coeficient adimensional care se stabilește din produsul a doi coeficienți

$\alpha = \alpha_1\alpha_2$, unde:

α_1 este un coeficient de scurgere luat de Kestlin egal cu 0,50 și cu recomandarea ca pentru terenuri stâncoase să se folosească 0,57.

α_2 un coeficient de neuniformitate a propagării și concentrării apei până în profilul care are bazinul cu suprafața F.

Formula lui Kestlin are la bază adoptarea unei ploii torențiale înregistrate de 9,6 mm în 10 minute, deci cu o intensitate de $i = 0,96\text{mm}/\text{min}$ și expresia folosită este un caz particular al formulei mai generale $Q = ki\alpha F$ în care:

i are valoarea 0,96mm/min, iar

k este coeficientul de transformări în sistemul metric, pentru ca debitul să rezulte în m^3/s , având în vedere că i este exprimat în mm/min și F în km^2 . Deoarece pentru k rezultă valoarea 16,67, produsul $ki \approx 16$, ceea ce conduce la formula anterioară. Pentru α_2 , Kestlin a recomandat, în funcție de lungimea albiei L, valori cuprinse între 1 pentru $L < 4$ km și $1/8$ pentru $L > 15,5$ km.

Pentru Arad:

$$Q = 16 \times 0,5 \times \frac{1}{8} \times 27056$$

$$Q = 27056 \text{ m}^3/\text{s}$$

valoare care s-a dovedit a fi mult prea mare.

2.2.2 Metodele hidrometeorologice

Se utilizează când volumul datelor hidrometrice este redus sau lipsește, în schimb se dispune de date meteorologice suficiente.

În acest caz relația generală de exprimare a debitului maxim are următorul

aspect: $Q_{\max} = \eta_i \cdot \frac{X_i \cdot F}{T} m^3/s$ unde:

Q_{\max} este debitul maxim, în m^3/s ;

η_i - coeficientul scurgerii instantaneu;

X_i - cantitatea precipitațiilor care a generat scurgerea exprimată în m;

F - suprafața bazinului de recepție, în m^2 ;

T - durata scurgerii, în s.

Singura dificultate o constituie alegerea coeficientului scurgerii η_i a cărui mărime este în funcție de numeroși factori și din această cauză formula are un caracter orientativ.

2.2.3 Metoda reduțională

Datorită complexității fenomenului scurgerii maxime, în practică se folosesc relații care iau în considerare numai factorii principali, având o justificare fizică și cuprinzând un număr redus de parametri care se pot determina pe baza materialelor hidrometrice și hidrografice acumulate. Asemenea relații sunt semiempirice și anume:

Formule volumetrice de tipul:

$$Q_{\max} = \frac{K_d(H_\gamma - H_0)\alpha_s F}{T \cdot \gamma}$$
 și

Formule reduționale de tipul:

30 2. METODE DE DETERMINARE A DEBITELOR MAXIME- 2

$$Q_{\max} = K_d \cdot a_0 \cdot \alpha_0 \cdot \varphi \cdot F \quad \text{în care:}$$

K_d este coeficientul dimensional care se precizează pentru fiecare formulă concretă în funcție de unitățile de măsură utilizate. Când straturile precipitațiilor se dau în mm, suprafața în km², timpul în ore, $K_d = 0,28$;

T - durata totală a viiturii;

H_γ - stratul precipitațiilor pe durata T ;

H_0 - stratul de pierderi inițiale din precipitații, adică acel strat inițial al ploii care nu dă scurgere și a cărui valoare minimă pe teritoriul țării noastre variază între 10-20 mm;

α_s - coeficientul scurgerii din perioada T a viiturii;

γ - coeficientul de formă a viiturii, egal cu raportul dintre volumul viiturii, reprezentat de suprafața hidrografului viiturii și volumul reprezentat de produsul $Q_{\max} \cdot T$, suprafața dreptunghiului circumscris viiturii;

a_0 - cea mai mare intensitate a pătrunderii apei în bazin într-un timp de calcul T_0 (considerat în general o oră), adică intensitatea maximă a topirii zăpezii sau intensitatea maximă a ploii pe perioada T_0 ;

α_0 - coeficientul de scurgere elementar pentru stratul a_0 apropiat de 1 (variază în cazul unor viituri mari între 0,7-1);

φ - coeficient de reducere a scurgerii maxime specifice o dată cu creșterea suprafeței bazinului și deci cu creșterea timpului de propagare și scăderea intensității pătrunderii apei în bazin.

O cunoscută formulă pentru calculul debitelor maxime provenite din ploi, de tip volumetric, a elaborat D. I. Socolovski.

$$Q_{\max p} = \frac{0,28 h_p \eta_p F}{t} a \cdot b \cdot c + Q' (m^3 / s) \quad \text{în care:}$$

P - reprezintă asigurarea de calcul precizată pentru fiecare caz

t - timpul de parcurgere în ore, calculat din relația $t = \frac{L(km)}{3,6v(m/s)}$, în care

L este lungimea cursului în km de la izvor până la secțiunea de calcul și v în m/s viteza medie în secțiunea de calcul determinată după formula lui Chezy sau după formula $v = 1,7 I^{0,40} h^{0,50}$ în care I este panta în m/km și h adâncimea medie pe secțiune în m. Pentru determinări aproximative, v se poate lua în funcție de caracterul râurilor și reliefului;

h_p - reprezintă înălțimea ploii de calcul, în mm, căzută într-un timp t_p în ore și care se calculează din relația: $h_p = S_p (60 t_p)^{1/3}$, în care: S_p este un parametru regional care caracterizează ploaia pentru asigurarea P și care se

calculează din relația: $S_p = A + B \log N$ în care N este numărul de ani la care se

$$N = \frac{100}{P}$$

referă asigurarea P iar A și B parametrii care se dau sub formă tabelară sau pe hărți cu izolinii.

t_p se calculează după relația: $t_p = \mu t$, în care: $\mu = (1+t)^{-0,20}$;

η_p - este coeficientul de scurgere al precipitațiilor maxime în funcție de asigurarea de calcul;

F - suprafața bazinului în km²;

a - coeficientul de formă al bazinului se calculează în funcție de raportul dintre timpii de scădere t_s și de creștere t_c ai viiturii prin intermediul relației:

$$a = \frac{12}{4 + 3 \frac{t_s}{t_c}}$$

Indicativ, raportul $\frac{t_s}{t_c}$ are valorile:

2,0 pentru râurile mici și râurile cu regularizare neînsemnată;

2,50-3,0 pentru majoritatea râurilor mijlocii și mari fără albiei majore întinse;

4,00 pentru râurile mari din zona de pădure și cu albiei majore late;

b - este coeficientul de reducere a debitului maxim din cauza lacurilor și a bălților, dat de relația:

$$b = 1,0 - 0,8 \log(1 + \alpha_0 + 0,2\beta_0) \text{ în care:}$$

α_0 reprezintă procentul din suprafața bazinului acoperit de lacuri;

β_0 procentul din suprafața bazinului acoperit de bălți (relația care dă pe

b este valabilă dacă $\alpha_0 + 0,2\beta_0$ reprezintă mai puțin de 45%);

c - coeficientul de regularizare prin albie dat de relația: $c = 1 - \frac{HF'}{W}$, în care:

H este adâncimea medie a apei în albia majoră;

F' suprafața albiei majore;

W este volumul viiturii calculat după relația: $W = h_p \cdot \eta_p \cdot F$;

Q' este debitul de bază care poate fi considerat egal cu debitul mediu multianual al râului.

Pentru cazul bazinelor cu regularizare prin albie redusă, fără lacuri și bălți, formula poate fi simplificată astfel:

32 2. METODE DE DETERMINARE A DEBITELOR MAXIME- 2

$$Q_{\max} = \frac{0,28h_p \eta_p F}{t}$$

Formulele reducționale iau în considerare intensitatea maximă a scurgerii și se referă la râurile mici. Ele conțin coeficientul φ de reducere a scurgerii maxime cu creșterea suprafeței bazinului și de aici provine denumirea lor. Coeficientul de

reducere se calculează după formula empirică: $\varphi = \frac{1}{(F+1)^n}$, în care n are de regulă una din valorile 0,15 - 0,30 pentru viituri din topiri de zăpezi și ploi îndelungate, 0,30 - 0,50 pentru viituri din ploi îndelungate și intense, 0,50 - 0,70 pentru viituri din ploi torențiale scurte și intense.

Produsul $K_d \cdot a_0 \cdot \alpha_0$ reprezintă intensitatea maximă a scurgerii pe versanți și se notează cu B . Formula reducțională devine:

$$Q_{\max} = \frac{B}{(F+1)^n} F \quad \text{sau} \quad q_{\max} = \frac{B}{(F+1)^n}$$

Fără a avea precizată semnificația parametrului B , această formulă a fost folosită multă vreme în calculele hidrologice ca formulă empirică.

Dintre formulele reducționale sunt cunoscute formulele elaborate de Socolovski pentru debite maxime din topiri de zăpezi și de Oghievski pentru debite maxime rezultate din ploi, care pentru teritoriul țării noastre au o importanță redusă.

În practică sunt utilizate formulele: $q_{\max} = \frac{B}{(F+1)^n}$. Folosindu-se valorile

$q_{p\%}$ rezultate la posturile hidrometrice pe baza prelucrării statistice a șirurilor de debite maxime anuale, indiferent de genезă sau provenind din ploi și aceleași $q_{p\%}$ determinate pe cale expediționară, se analizează legăturile între $\log q_{p\%}$ și $\log(F+1)$. Aceste legături sunt niște drepte de ecuație: $\log q_{p\%} + n \log(F+1) - \log B = 0$ care permit evident să se determine pentru diferite zone ale teritoriului valori n și valorile B . Analiza valorilor B ca reprezentând produsul $K_d \cdot a_0 \cdot \alpha_0$, poate aduce precizări pentru cazurile când materialele de bază nu sunt suficiente sau conțin erori.

2.2.4 Metodele aproximative sunt folosite la determinarea aproximativă a debitelor maxime în lipsa datelor hidrometrice și meteorologice.

Dintre formulele empirice utilizate la noi în țară sunt:

$$Q_{cat} = \alpha \frac{32F}{0,5 + \sqrt{F}} \quad [\text{m}^3/\text{s}], \quad \text{unde:}$$

Formula lui Kresnik;

Q_{cat} este debitul catastrofal;

α - coeficient a cărui valori sunt 0,2 pentru fluvii; 0,6 pentru bazine hidrografice foarte lungi în comparație cu lățimea medie; 1 la bazine hidrografice normale; 3 - 6 la torenți;

F - suprafața bazinului de recepție, în km².

$$\text{Pentru zona Arad: } Q_{cat} = 0,6 \frac{32 \cdot 27056}{0,5 + \sqrt{27056}} \Rightarrow Q_{cat} = 3148 m^3 / s$$

Formula lui Hofbauer $Q_{cat} = 60 \cdot \beta \cdot \sqrt{F}$ [m³/s], unde:

Q_{cat} este debitul catastrofal;

F - suprafața bazinului în km²;

β - coeficientul care variază cu relieful: 0,25 - 0,35 pentru regiunile de șes; 0,35 - 0,40 pentru dealuri și munți mijlocii; 0,50 - 0,79 pentru munți înalți.

$$\text{Pentru Arad: } Q_{cat} = 60 \cdot 0,3 \sqrt{27056} \Rightarrow Q_{cat} = 2960 m^3 / s$$

C. Diaconu recomandă o relație asemănătoare: $Q_{1\%} = 31,6 \cdot F^{0,455}$ [m³/s].

$$Q_{1\%} = 31,6 \cdot 27056^{0,455} \Rightarrow Q_{1\%} = 3283 m^3 / s$$

Indiferent de metoda aleasă pentru calcularea scurgerii maxime, se impune compararea rezultatelor prin mai multe procedee sau eventual reconstituirea debitelor istorice.

2.2.5 Debite maxime obținute prin prelucrarea statistică a șirurilor de date

Metodele statistice se folosesc când există date hidrometrice pe o perioadă suficientă de timp. Pentru stabilirea debitelor maxime de diverse asigurări se utilizează procedeele clasice ale prelucrării statistice atât la calculul parametrilor curbelor de asigurare \bar{Q}_{max} , $C_{v,max}$, $C_{s,max}$ cât și la trasarea curbelor de asigurare empirice și teoretice.

Valoarea medie a șirului de debite maxime folosit în calculul statistic este determinată prin formula:

$$\bar{Q}_{max} = \frac{1}{n} \sum Q_{max_i}$$

Coeficienții de variație se calculează pe baza șirurilor de debite maxime prin formula:

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{m=1}^n (K_m - 1)^2}{n - 1}}$$

Coeficienții de asimetrie se calculează prin formula:

34 2. METODE DE DETERMINARE A DEBITELOR MAXIME- 2

$$C_s = \frac{\sum_{m=1}^n (K_m - 1)^3}{nC_v^3} \quad \text{unde: } K_m = \frac{Q_m}{\bar{Q}} \text{ iar } \sigma_m = \bar{Q}xC_v \quad m=1,2,3,\dots,40$$

Pentru calcule se recomandă adoptarea următoarelor valori:

$C_s=2C_v$ pentru debite maxime provenite din topirea zăpezii

$C_s=4C_v$ pentru debite maxime provenite din ploii

$C_s=(2-4)C_v$ pentru debite maxime de proveniență mixtă

Formatul de calcul al parametrilor curbei de asigurare, râul Mureș, stația SĂVĂRȘIN (1964-2003).

Tabelul 2.2.5.1

Anul	Q _{max}	Anul	Q _{max}	Anul	Q _{max}	Anul	Q _{max}
1964	632	1974	1400	1984	942	1994	446
1965	617	1975	2260	1985	767	1995	1090
1966	590	1976	661	1986	588	1996	1040
1967	658	1977	675	1987	697	1997	1120
1968	542	1978	990	1988	841	1998	1580
1969	800	1979	962	1989	562	1999	1088
1970	2408	1980	962	1990	311	2000	1226
1971	540	1981	1510	1991	638	2001	870
1972	985	1982	825	1992	347	2002	470
1973	888	1983	512	1993	688	2003	383

Tabelul 2.2.5.2

Q _{max} ord	K _m =Q _{max} /Q̄ _{max}	K _m - 1	(K _m - 1) ²	(K _m - 1) ³	m	∑ = m/(n+1)%
2408	2,74	1,74	3,027	5,226	1	2,4
2260	2,57	1,57	2,464	3,869	2	4,8
1580	1,80	0,80	0,640	0,512	3	7,3
1510	1,72	0,72	0,518	0,372	4	9,7
1400	1,59	0,59	0,348	0,205	5	12,1
1226	1,39	0,39	0,152	0,059	6	14,6
1120	1,27	0,27	0,072	0,019	7	17,1

1090	1,24	0,24	0,057	0,013	8	19,5
1088	1,23	0,23	0,052	0,012	9	21,9
1040	1,18	0,18	0,032	0,005	10	24,4
990	1,13	0,13	0,016	0,002	11	26,8
985	1,12	0,12	0,014	0,001	12	29,2
962	1,09	0,09	0,008	-0,001	13	31,7
962	1,09	0,09	0,008	-0,001	14	34,1
942	1,07	0,07	0,005	0,000	15	36,5
888	1,01	0,01	0,000	0,000	16	39,0
870	0,99	-0,01	0,000	0,000	17	41,4
841	0,96	-0,04	0,001	0,000	18	43,9
825	0,94	-0,06	0,003	0,000	19	46,3
800	0,91	-0,09	0,008	-0,001	20	48,7
767	0,87	-0,13	0,016	-0,002	21	51,2
697	0,79	-0,21	0,044	-0,004	22	53,6
688	0,78	-0,22	0,048	-0,010	23	56,0
675	0,76	-0,24	0,057	-0,013	24	58,5
661	0,75	-0,25	0,062	-0,015	25	60,9
658	0,74	-0,26	0,067	-0,017	26	63,4
638	0,72	-0,28	0,078	-0,021	27	65,8
632	0,71	-0,29	0,084	-0,024	28	68,3
617	0,70	-0,30	0,090	-0,027	29	70,7
590	0,67	-0,32	0,102	-0,035	30	73,1
588	0,66	-0,33	0,109	-0,032	31	75,6
562	0,64	-0,35	0,129	-0,044	32	78,0
542	0,62	-0,37	0,122	-0,050	33	80,4
540	0,61	-0,38	0,144	-0,054	34	82,9
512	0,58	-0,41	0,168	-0,069	35	85,4
470	0,54	-0,45	0,202	-0,091	36	87,8
446	0,51	-0,48	0,230	-0,111	37	90,2
383	0,44	-0,55	0,302	-0,166	38	92,7
347	0,40	-0,59	0,348	-0,205	39	95,1
311	0,35	-0,64	0,409	-0,262	40	97,5

$$\Sigma=35111 \quad \bar{Q}_{\max} = 878$$

$$\Sigma=0 \quad \Sigma=10,057 \quad \Sigma=8,982$$

$$c_v=(10,057/39)^{1/2}=0,507$$

$$\sigma=0,507 \times 878=445,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$c_s=8,982/40 \times 0,507^3=1,72$$

Determinarea ordonatei curbei teoretice binomiale Pearson tip III la diferite asigurări pentru șirul debitelor medii anuale la stația hidrometrică Săvârșin

36 2. METODE DE DETERMINARE A DEBITELOR MAXIME- 2

Tabelul 2.2.5.3

Elemente de calcul	1%	5%	10%	50%	80%
φ_i	3,45	1,97	1,32	-0,27	-0,81
$\varphi_i C_v$	1,749	0,995	0,655	-0,145	-0,395
$K_i = \varphi_i C_v + 1$	2,749	1,995	1,655	0,855	0,605
$Q_i = Q_{med} K_i$	2413	1751	1453	751	531

Pentru control se folosește pentru același șir și curba binomială exponențială Krițki-Menkel. Se calculează întâi raportul: $\frac{c_s}{c_v} = \frac{1,72}{0,507} = 3,39$. Pentru acest raport și $c_v=0,50$ se determină din tabelele Krițki-Menkel prin interpolare valorile coeficienților moduli de asigurările considerate.

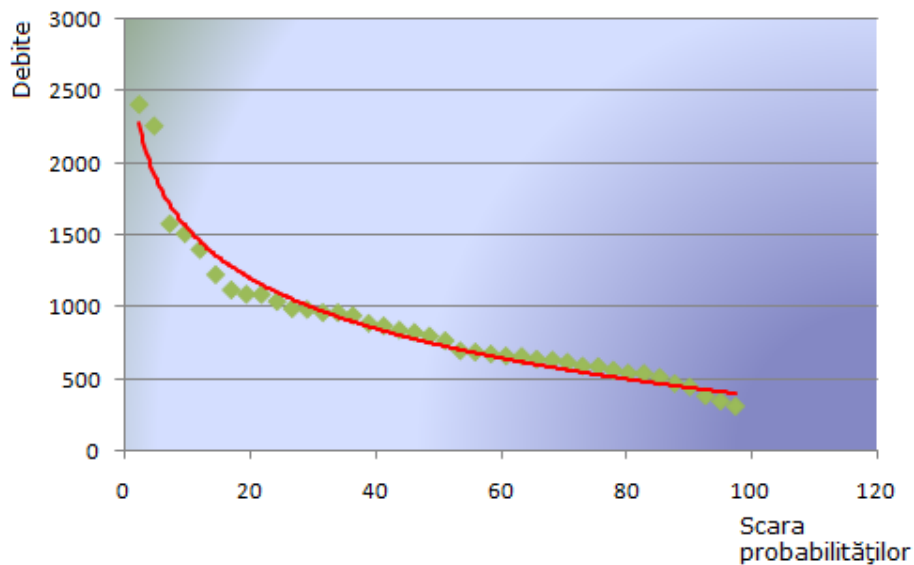


Fig.2.2.5.1 Curba de asigurare a debitelor medii la stația Săvârșin

Tabelul 2.2.5.4

Elemente de calcul	1%	5%	10%	50%	80%
K_i	2,70	1,93	1,64	0,90	0,60
$Q_i = Q_{med} K_i$	2370	1694	1439	790	527

Se constată că diferența între valorile obținute prin cele două curbe teoretice nu este esențială.

Formatul de calcul al parametrilor curbei de asigurare, râul Mureș, stația RADNA (1964-2003).

Tabelul 2.2.5.5

Anul	Q_{\max}	Anul	Q_{\max}	Anul	Q_{\max}	Anul	Q_{\max}
1964	732	1974	1420	1984	920	1994	460
1965	707	1975	2280	1985	766	1995	902
1966	724	1976	712	1986	615	1996	1100
1967	688	1977	724	1987	797	1997	1096
1968	582	1978	929	1988	888	1998	1550
1969	797	1979	928	1989	579	1999	960
1970	2330	1980	935	1990	303	2000	1170
1971	543	1981	1470	1991	616	2001	818
1972	973	1982	810	1992	337	2002	500
1973	924	1983	547	1993	686	2003	421

Tabelul 2.2.5.6

$Q_{\max \text{Ord}}$	$K_m = Q_{\max} / \overline{Q_{\max}}$	$K_m - 1$	$(K_m - 1)^2$	$(K_m - 1)^3$	m	$\frac{m}{(n+1)}\%$
2330	2,64	1,64	2,689	4,410	1	2,4
2280	2,59	1,59	2,528	4,019	2	4,8
1550	1,76	0,76	0,557	0,439	3	7,3
1470	1,67	0,67	0,449	0,301	4	9,7
1420	1,61	0,61	0,372	0,227	5	12,1
1170	1,33	0,33	0,109	0,040	6	14,6
1100	1,25	0,25	0,062	0,015	7	17,1
1096	1,24	0,24	0,057	0,014	8	19,5
973	1,10	0,10	0,010	0,001	9	21,9
960	1,09	0,09	0,008	0,001	10	24,4
935	1,05	0,05	0,002	0,000	11	26,8
929	1,05	0,05	0,002	0,000	12	29,2
928	1,05	0,05	0,002	0,000	13	31,7
924	1,04	0,04	0,001	0,000	14	34,1
920	1,04	0,04	0,001	0,000	15	36,5
902	1,02	0,02	0,000	0,000	16	39,0
888	1,01	0,01	0,000	0,000	17	41,4
818	0,92	-0,08	0,006	-0,001	18	43,9
810	0,91	-0,09	0,008	-0,001	19	46,3
797	0,90	-0,10	0,010	-0,001	20	48,7
797	0,90	-0,10	0,010	-0,001	21	51,2
766	0,87	-0,13	0,017	-0,002	22	53,6
732	0,83	-0,17	0,029	-0,005	23	56,0

38 2. METODE DE DETERMINARE A DEBITELOR MAXIME- 2

724	0,82	-0,18	0,032	-0,006	24	58,5
724	0,82	-0,18	0,032	-0,006	25	60,9
712	0,81	-0,19	0,036	-0,007	26	63,4
707	0,80	-0,20	0,040	-0,008	27	65,8
688	0,78	-0,22	0,048	-0,011	28	68,3
686	0,77	-0,23	0,053	-0,012	29	70,7
616	0,70	-0,30	0,090	-0,027	30	73,1
615	0,70	-0,30	0,090	-0,027	31	75,6
582	0,66	-0,34	0,115	-0,039	32	78,0
579	0,65	-0,35	0,122	-0,042	33	80,4
547	0,62	-0,38	0,144	-0,054	34	82,9
543	0,62	-0,38	0,144	-0,054	35	85,4
500	0,56	-0,46	0,211	-0,097	36	87,8
460	0,52	-0,48	0,230	-0,110	37	90,2
421	0,47	-0,53	0,280	-0,149	38	92,7
337	0,38	-0,62	0,384	-0,238	39	95,1
303	0,33	-0,67	0,449	-0,300	40	97,5

$$\Sigma=35239 \quad \bar{Q}_{\max} = 881 \quad \Sigma=0 \quad \Sigma=9,371 \quad \Sigma=8,026$$

$$cv=(9,371/39)1/2=0,49$$

$$\sigma=0,49 \times 881=431,69 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$cs=8,026/40 \times 0,493=1,70$$

Determinarea ordonatei curbei teoretice binomiale Pearson tip III la diferite asigurări pentru șirul debitelor medii anuale la stația hidrometrică Radna

Tabelul 2.2.5.7

Elemente de calcul	1%	5%	10%	50%	80%
φ_i	3,44	1,97	1,32	-0,27	-0,81
φ_{icv}	1,685	0,965	0,647	-0,132	-0,396
$K_i = \varphi_{icv} + 1$	2,685	1,965	1,647	0,868	0,604
$Q_i = Q_{med} K_i$	2365	1731	1451	764	532

Krițki-Menkel pentru stația Radna

$$\frac{c_s}{c_v} = \frac{1,70}{0,49} = 3,47$$

Tabelul 2.2.5.8

Elemente de calcul	1%	5%	10%	50%	80%
K_i	2,70	1,93	1,64	0,90	0,60
$Q_i = Q_{med} K_i$	2378	1700	1445	793	528

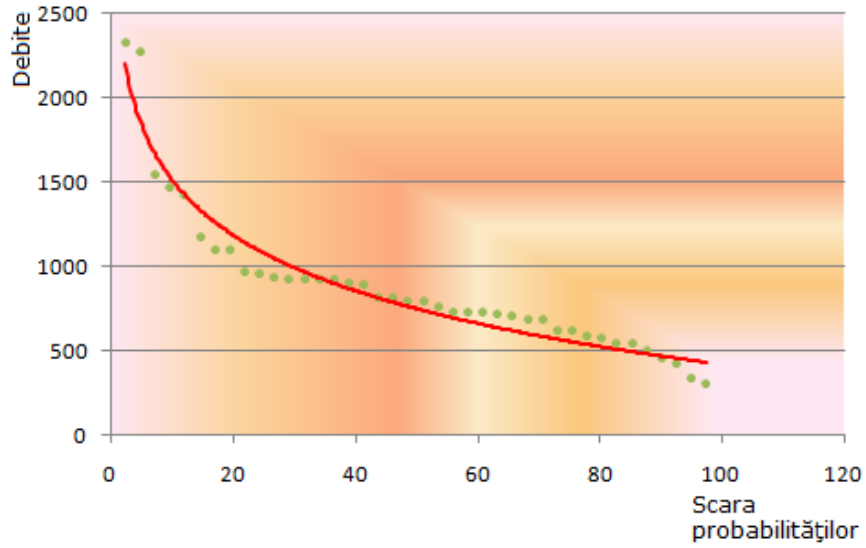


Fig.2.2.5.2. Curba de asigurare a debitelor medii la stația Radna

Formatul de calcul al parametrilor curbei de asigurare, râul Mureș, stația ARAD (1964-2003).

Tabelul 2.2.5.9

Anul	Q_{max}	Anul	Q_{max}	Anul	Q_{max}	Anul	Q_{max}
1964	718	1974	1520	1984	949	1994	459
1965	702	1975	2320	1985	802	1995	835
1966	769	1976	712	1986	598	1996	1046
1967	741	1977	723	1987	797	1997	1063
1968	600	1978	945	1988	846	1998	1533
1969	797	1979	956	1989	557	1999	1948
1970	2321	1980	931	1990	301	2000	1194
1971	549	1981	1560	1991	638	2001	776
1972	969	1982	813	1992	341	2002	503
1973	885	1983	558	1993	684	2003	418

40 2. METODE DE DETERMINARE A DEBITELOR MAXIME- 2

Tabelul 2.2.5.10

$Q_{\max \text{ord}}$	$K_m = Q_{\max} / \bar{Q}_{\max}$	$K_m - 1$	$(K_m - 1)^2$	$(K_m - 1)^3$	m	$\Pi = m / (n+1) \%$
2321	2,55	1,55	2,402	3,723	1	2,4
2320	2,55	1,55	2,402	3,723	2	4,8
1948	2,14	1,14	1,299	1,481	3	7,3
1560	1,72	0,72	0,518	0,373	4	9,7
1533	1,68	0,68	0,462	0,314	5	12,1
1520	1,67	0,67	0,448	0,300	6	14,6
1194	1,31	0,31	0,096	0,009	7	17,1
1063	1,17	0,17	0,028	0,005	8	19,5
1046	1,15	0,15	0,022	0,003	9	21,9
969	1,07	0,07	0,005	0,000	10	24,4
956	1,05	0,05	0,002	0,000	11	26,8
949	1,04	0,04	0,001	0,000	12	29,2
945	1,04	0,04	0,001	0,000	13	31,7
931	1,02	0,02	0,001	0,000	14	34,1
885	0,97	-0,04	0,001	0,000	15	36,5
846	0,93	-0,08	0,006	0,000	16	39,0
835	0,92	-0,09	0,008	-0,001	17	41,4
813	0,89	-0,12	0,014	-0,001	18	43,9
802	0,88	-0,13	0,003	-0,001	19	46,3
797	0,88	-0,13	0,008	-0,001	20	48,7
797	0,88	-0,13	0,016	-0,002	21	51,2
776	0,85	-0,16	0,025	-0,004	22	53,6
769	0,85	-0,16	0,025	-0,004	23	56,0
741	0,81	-0,20	0,040	-0,008	24	58,5
723	0,80	-0,21	0,044	-0,009	25	60,9
718	0,79	-0,22	0,048	-0,011	26	63,4
712	0,78	-0,23	0,053	-0,012	27	65,8
702	0,77	-0,24	0,057	-0,014	28	68,3
684	0,75	-0,26	0,067	-0,017	29	70,7
638	0,70	-0,32	0,102	-0,033	30	73,1
600	0,66	-0,36	0,129	-0,046	31	75,6
598	0,66	-0,36	0,129	-0,046	32	78,0
558	0,61	-0,40	0,160	-0,064	33	80,4
557	0,61	-0,40	0,160	-0,064	34	82,9
549	0,60	-0,42	0,176	-0,074	35	85,4
503	0,55	-0,47	0,221	-0,104	36	87,8

459	0,50	-0,52	0,270	-0,140	37	90,2
418	0,46	-0,58	0,336	-0,195	38	92,7
341	0,38	-0,64	0,409	-0,262	39	95,1
301	0,33	-0,69	0,476	-0,328	40	97,5

$$\Sigma = 36377 \quad \bar{Q}_{\max} = 909 \quad \Sigma = 0 \quad \Sigma = 10,484 \quad \Sigma = 8,63$$

$$c_v = (10,484/39)^{1/2} = 0,518$$

$$\sigma = 0,518 \times 909 = 470,86 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$c_s = 8,63/40 \times 0,518^3 = 1,55$$

Cu valorile ordonate descrescătoare ale debitelor medii anuale și cu valorile empirice ale lui Π corespunzătoare se fixează pe un grafic punctele empirice ale curbei de asigurare. În continuare se determină ordonatele curbei de asigurare teoretice. Se determină ordonatele teoretice K și Q pentru asigurările 1%, 5%, 10%, 50% și 80%. Din tabel se iau valorile φ_i ale abaterilor ordonatelor curbelor de asigurare binomială Pearson tip III la $c_s = 1,55$ și $c_v = 0,518$, pentru asigurările care interesează și se trec într-un tabel.

Determinarea ordonatei curbei teoretice binomiale Pearson tip III la diferite asigurări pentru șirul debitelor medii anuale la stația hidrometrică Arad

Tabelul 2.2.5.11

Elemente de calcul	1%	5%	10%	50%	80%
φ_i	3,36	1,95	1,33	-0,24	-0,81
$\varphi_i c_v$	1,74	1,01	0,689	-0,124	-0,419
$K_i = \varphi_i c_v + 1$	2,74	2,01	1,689	0,876	0,581
$Q_i = Q_{\text{med}} K_i$	2490	1827	1535	796	528

42 2. METODE DE DETERMINARE A DEBITELOR MAXIME- 2

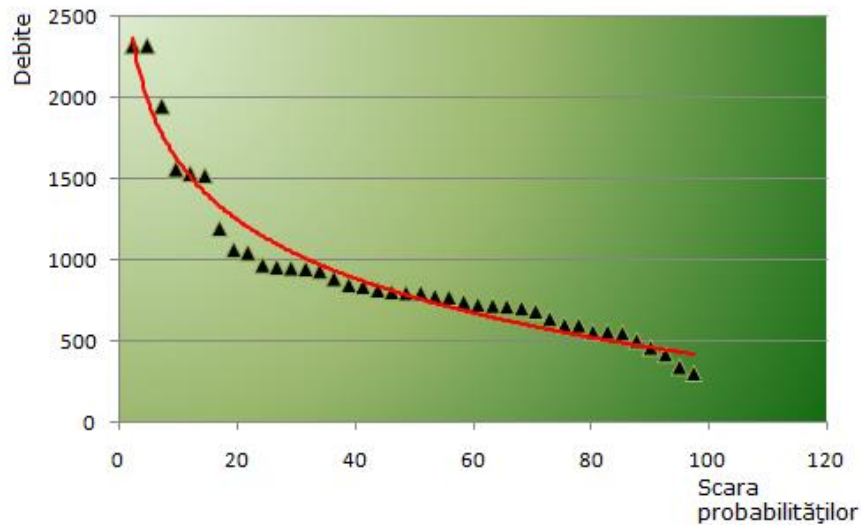


Fig.2.2.5.3 Curba de asigurare a debitelor medii la stația hidrometrică Arad

Aceste valori reprezintă abaterea coeficienților moduli față de unitate (adică de medie). Pentru un alt c_v , abaterile sunt înmulțite prin c_v , adică $\varphi_i c_v$ și deci: $\varphi_i c_v = K_i - 1$ sau $K_i = \varphi_i c_v + 1$. Înmulțindu-se valoarea medie a șirului cu coeficienții moduli $K_{1\%}, K_{5\%}, \dots$, astfel calculați se obțin ordonatele curbei teoretice de asigurări respective $Q_{1\%}, Q_{5\%}, \dots$.

Se așează pe grafic perechile de valori teoretice $Q_{1\%} - \Pi_{1\%}$ etc. Prin unire, punctele rezultate dau imaginea curbei teoretice de asigurare în valori Q . Se observă o bună concordanță între curba teoretică și punctele empirice.

Pentru control se folosește pentru același șir și curba binomială exponențială

Krițki-Menkel. Se calculează întâi raportul: $\frac{c_s}{c_v} = \frac{1,55}{0,518} = 2,99$. Pentru acest raport

și $c_v = 0,518$ se determină din tabelele Krițki-Menkel prin interpolare valorile coeficienților moduli de asigurările considerate.

Tabelul 2.2.5.12

Elemente de calcul	1%	5%	10%	50%	80%
K_i	2,64	1,94	1,64	0,91	0,59
$Q_i = Q_{med} K_i$	2400	1763	1490	827	536

Se constată că diferența între valorile obținute prin cele două curbe teoretice nu este esențială. La asigurări numeric mici însă, pentru același c_v și c_s , curba binomială exponențială dă valori ale coeficienților moduli mai mari decât curba binomială.

Formatul de calcul al parametrilor curbei de asigurare, râul Mureș, stația NĂDLAC (1964-2003).

Tabelul 2.2.5.13

Anul	Q_{\max}	Anul	Q_{\max}	Anul	Q_{\max}	Anul	Q_{\max}
1964	710	1974	1480	1984	935	1994	463
1965	708	1975	2190	1985	781	1995	925
1966	640	1976	704	1986	591	1996	1038
1967	741	1977	711	1987	752	1997	1094
1968	611	1978	886	1988	786	1998	1508
1969	777	1979	879	1989	567	1999	948
1970	2230	1980	894	1990	309	2000	1125
1971	534	1981	1520	1991	680	2001	801
1972	948	1982	800	1992	337	2002	543
1973	888	1983	570	1993	694	2003	406

Tabelul 2.2.5.14

$Q_{\max \text{ord}}$	$K_m = Q_{\max} / \bar{Q}_{\max}$	$K_m - 1$	$(K_m - 1)^2$	$(K_m - 1)^3$	Ξ	$\Pi = m / (n+1) \%$
2230	2,57	1,57	2,465	3,870	1	2,4
2190	2,53	1,53	2,341	3,581	2	4,8
1520	1,75	0,75	0,562	0,422	3	7,3
1508	1,74	0,73	0,533	0,389	4	9,7
1480	1,71	0,70	0,490	0,343	5	12,1
1125	1,30	0,30	0,090	0,027	6	14,6
1094	1,26	0,26	0,067	0,018	7	17,1
1038	1,20	0,20	0,040	0,008	8	19,5
948	1,09	0,09	0,008	0,001	9	21,9
948	1,09	0,09	0,008	0,001	10	24,4
935	1,08	0,08	0,006	0,001	11	26,8
925	1,07	0,07	0,005	0,000	12	29,2

44 2. METODE DE DETERMINARE A DEBITELOR MAXIME- 2

894	1,03	0,03	0,001	0,000	13	31,7
888	1,02	0,02	0,000	0,000	14	34,1
886	1,02	0,02	0,000	0,000	15	36,5
879	1,01	0,01	0,000	0,000	16	39,0
801	0,92	-0,08	0,006	-0,001	17	41,4
800	0,92	-0,08	0,006	-0,001	18	43,9
786	0,91	-0,09	0,008	-0,001	19	46,3
781	0,90	-0,10	0,010	-0,001	20	48,7
777	0,89	-0,11	0,012	-0,001	21	51,2
752	0,87	-0,13	0,017	-0,002	22	53,6
741	0,83	-0,17	0,029	-0,005	23	56,0
711	0,82	-0,18	0,032	-0,006	24	58,5
710	0,82	-0,18	0,032	-0,006	25	60,9
708	0,81	-0,19	0,036	-0,007	26	63,4
704	0,81	-0,19	0,036	-0,007	27	65,8
694	0,80	-0,20	0,040	-0,008	28	68,3
680	0,78	-0,22	0,048	-0,011	29	70,7
640	0,74	-0,26	0,068	-0,017	30	73,1
611	0,70	-0,30	0,090	-0,027	31	75,6
591	0,68	-0,32	0,102	-0,033	32	78,0
570	0,66	-0,34	0,116	-0,039	33	80,4
567	0,65	-0,35	0,123	-0,043	34	82,9
543	0,62	-0,38	0,144	-0,054	35	85,4
534	0,61	-0,39	0,152	-0,059	36	87,8
463	0,53	-0,47	0,221	-0,104	37	90,2
406	0,47	-0,53	0,280	-0,149	38	92,7
337	0,38	-0,62	0,384	-0,238	39	95,1
309	0,36	-0,64	0,410	-0,262	40	97,5

$$\Sigma=34704 \quad \bar{Q}_{\max} = 868 \quad \Sigma=0 \quad \Sigma=8,562 \quad \Sigma=7,658$$

$$c_v=(8,562/39)^{1/2}=0,468$$

$$\sigma=0,468 \times 868=406,224 \text{m}^3/\text{s}$$

$$c_s=7,658/40 \times 0,468^3=1,87$$

Determinarea ordonatei curbei teoretice binomiale Pearson tip III la diferite asigurări pentru șirul debitelor medii anuale la stația hidrometrică Nădlac

Tabelul 2.2.5.15

Elemente de calcul	1%	5%	10%	50%	80%
φ_i	3,55	1,99	1,31	-0,29	-0,79
$\varphi_i C_v$	1,661	0,931	0,613	-0,136	-0,370
$K_i = \varphi_i C_v + 1$	2,661	1,931	1,613	0,864	0,630
$Q_i = Q_{med} K_i$	2310	1676	1400	750	547

Krițki-Menkel pentru stația Nădlac

$$\frac{c_s}{c_v} = \frac{1,87}{0,468} = 3,99$$

Tabelul 2.2.5.16

Elemente de calcul	1%	5%	10%	50%	80%
K_i	2,77	1,93	1,61	0,89	0,61
$Q_i = Q_{med} K_i$	2404	1675	1397	772	529

Prelucrarea statistică a șirurilor de date prezintă și inexactități. Dacă se dispune de un șir statistic de 40 de debite maxime care se analizează, se obțin anumite rezultate, care ar conduce la anumite debite de asigurare. Dacă șirul anilor de observații se schimbă, se va obține o altă valoare pentru debitul de asigurare respectiv, mai mult sau mai puțin apropiată de prima. Concluzia nu este că acest calcul statistic nu este potrivit, dar acest calcul trebuie însoțit de analize și precizări necesare. Este vorba de condițiile locale care se pot schimba de la o perioadă la alta, sensul acestora trebuind foarte atent analizat și prevăzut pentru evoluția viitoare a bazinului.

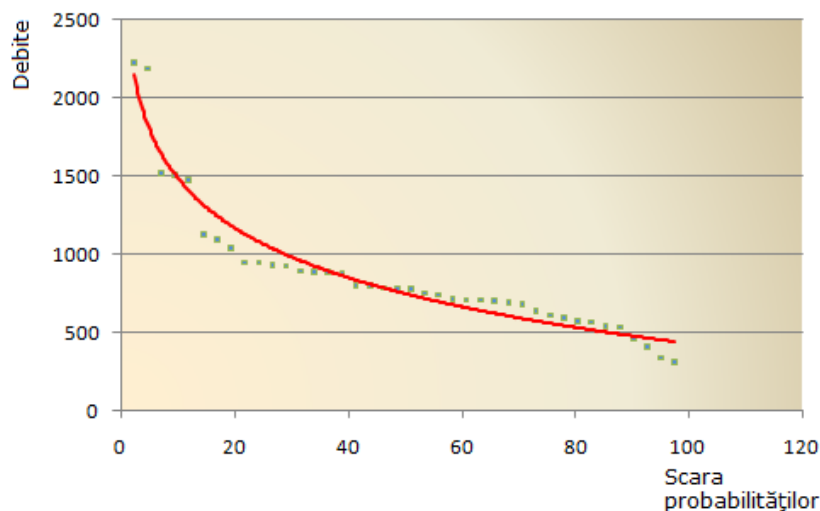


Fig.2.2.5.4 Curba de asigurare a debitelor medii la stația hidrometrică Nădlac

2.2.6 Metode de determinare a debitelor maxime utilizate de INMH

În zonele unde există un relief mai accidentat și pentru bazinele ale căror suprafețe depășesc 100 km² un parametru indicat pentru a caracteriza repartiția pe

teritoriu a debitelor maxime specifice a rezultat a fi $\frac{H}{\sqrt{F}}$, unde H este altitudinea medie a bazinului de recepție în metri și F suprafața bazinului de recepție în kilometri pătrați.

$$q_{\max \%} = \frac{k \cdot H^a}{F^b}$$

în care k, a, b , sunt parametri.
Pentru râul Mureș:

Tabelul 2.2.6.1

Postul	F	H	q _{max1%}	q _{max5%}	q _{max10%}	$\frac{H}{\sqrt{F}}$
Stânceni	1532	969	335	208	161	24,75
Porcești	2446	968	274	193	163	19,57
Tg. Mureș	3786	849	215	156	133	13,80
Alba Iulia	17964	625	95	65	54	4,66
Brănișca	24365	654	87	53	45	4,19
Arad	27056	629	78	55	47	3,82

Graficele relațiilor zonale $q_{\max \%} - \frac{H}{\sqrt{F}}$ sunt redade alăturat.

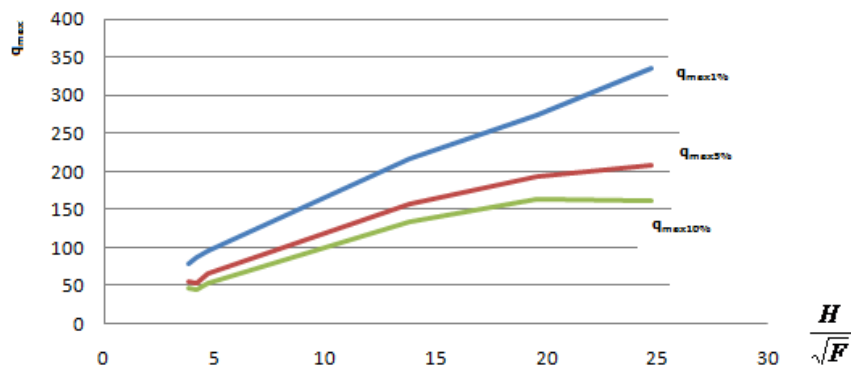


Fig.2.2.6.1 Relații $q_{\max} \% - \frac{H}{\sqrt{F}}$ pentru asigurarea de 1%

Abaterile valorilor reale față de curbele trasate se găsesc în limite care nu depășesc 20%.

Se poate efectua deasemenea o corelație între debitul maxim specific și suprafața bazinului hidrografic.

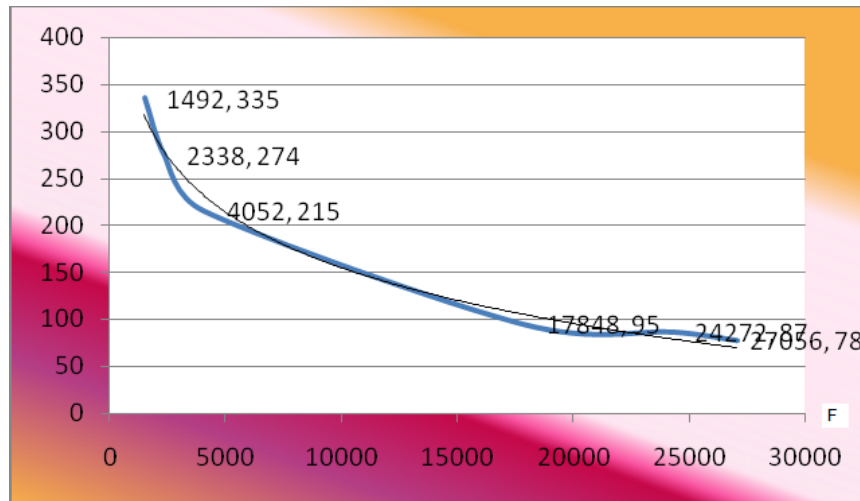


Fig. 2.2.6.2 Relația între debitele maxime specifice de asigurare 1% și suprafața bazinului hidrografic

Debitele maxime de asigurare 1% determinate pe baze directe au fost utilizate și pentru stabilirea parametrilor formulei reducționale clasice: $q_{\max p\%} = B_{p\%} \cdot F^{1-n}$

Pentru zona Mureșului inferior, conform izoliniilor parametrului $B_{1\%}$ și raionarea exponentului $(1-n)$, $q = BF^{0,4}$ m³/s.

Pentru zona Arad:

$$q_{\max 1\%} = 10 \cdot 27056^{0,4} \quad \text{deci} \quad q_{\max 1\%} = 593 \text{ m}^3 / \text{s}$$

O altă cale de determinare a debitelor maxime de diverse asigurări utilizând ca parametri principali de calcul aceiași factori H și F este aceea a determinării lor pe baza curbei de asigurare \bar{Q}_{\max} , $C_{v \max}$ și $C_{s \max} = 4C_{v \max} \cdot \bar{Q}_{\max} = C \cdot F \cdot \varphi$ unde:

Parametrii C și n au fost zonați pe teritoriu. Valorile lui C variază între mai puțin de 1000 și 3000 l/s km². Valorile maxime corespund zonelor înalte și apoi scade treptat către câmpie. Parametrul n are valori cuprinse între 0,35 și 0,40. Valoarea minimă se adoptă pentru altitudini medii ale bazinului mai mari de 1000 m.

48 2. METODE DE DETERMINARE A DEBITELOR MAXIME- 2

Pentru zona Arad:

$$\varphi = \frac{1}{(27056 + 1)^{0,4}} \quad \varphi = 0,016; \quad \bar{Q}_{\max} = 10 \cdot 27056 \cdot 0,016 \Rightarrow$$
$$\bar{Q}_{\max} = 4329 \text{ m}^3 / \text{s}$$

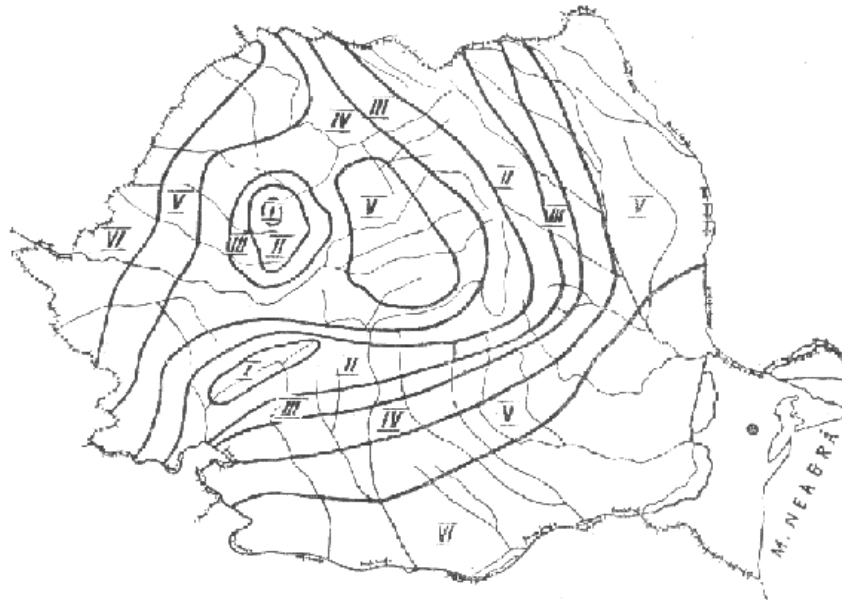


Fig.2.2.6.3 Zonele parametrului C din formula $\bar{Q}_{\max} = C \cdot F \cdot \varphi$

- I - > 3000l/s km²
- II - 2500-3000l/s km²
- III - 2000-2500l/s km²
- IV - 1500-2000l/s km²
- V - 1000-1500l/s km²
- VI - <1000l/s km²

2.2.7. Metode bazate pe studiul precipitațiilor

Pentru precizarea debitelor maxime a fost necesar să se analizeze și factorii de care depind aceștia. În acest scop au fost analizate precipitațiile, considerate ca factor principal în formarea debitelor maxime.

Datele meteorologice analizate se referă la corelația dintre intensitatea, durata și frecvența ploilor torențiale și la stratul maxim al precipitațiilor căzute în 24 ore. Aceasta are o importanță majoră pentru rețelele de canalizare.

Formula de calcul recomandată este:

$$Q_{\max p1\%} = \frac{0,28 H_{60} \alpha F}{(F + 1)^{0,45}} \quad \text{unde:}$$

H_{60} sunt precipitațiile maxime orare calculate pe raioane climatice în mm

α este coeficientul de scurgere al viiturii

F suprafața bazinului de recepție în km²

Parametrii H_{60} și α au fost precizați pentru condițiile teritoriului țării pe baza datelor directe.

Pentru Arad:

$$Q_{\max 1\%} = \frac{0,28 \cdot 134 \cdot 0,2 \cdot 27056}{(27056 + 1)^{0,45}}$$

$$Q_{\max 1\%} = 2056 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Abaterile rezultate la verificarea formulei nu depășesc $\pm 20\%$.

2.3 Concluzii

Preocuparea pentru determinarea debitelor Mureșului care prin valoarea lor ridicată influențează atât desfășurarea activităților umane, cât și mediul înconjurător a dus la dezvoltarea mai multor metode de studiu a debitelor maxime. Astfel debitele maxime calculate pentru stația hidrometrică Arad sunt:

Formula lui Kresnik 3148 m³/s

Formula lui Hofbauer 2960 m³/s

C Diaconu 3253 m³/s

Metoda statistică 2490 m³/s

Metoda INMH 4329 m³/s

Metode bazate pe precipitații 2056 m³/s

Indiferent de formula utilizată, valorile rezultate sunt apropiate și având în vedere valorile istorice ale nivelelor și debitelor, ele pot fi considerate ca fiind acoperitoare.

3. CUNOAȘTEREA PARAMETRIILOR DE CURGERE LA UN HIDROGRAF DE VIITURĂ

3.1 Hidrografe de viituri și de ape mari

Pentru explicarea fenomenului de viitură este necesar a se face diferența dintre viituri și ape mari. Prin ape mari se înțeleg fazele unui râu în care scurgerea se situează la valori ridicate. Faza de ape mari este caracterizată prin creșterea generală a debitelor râurilor și menținerea lor la valori ridicate o perioadă mai îndelungată, fără creșteri spectaculoase de nivel.

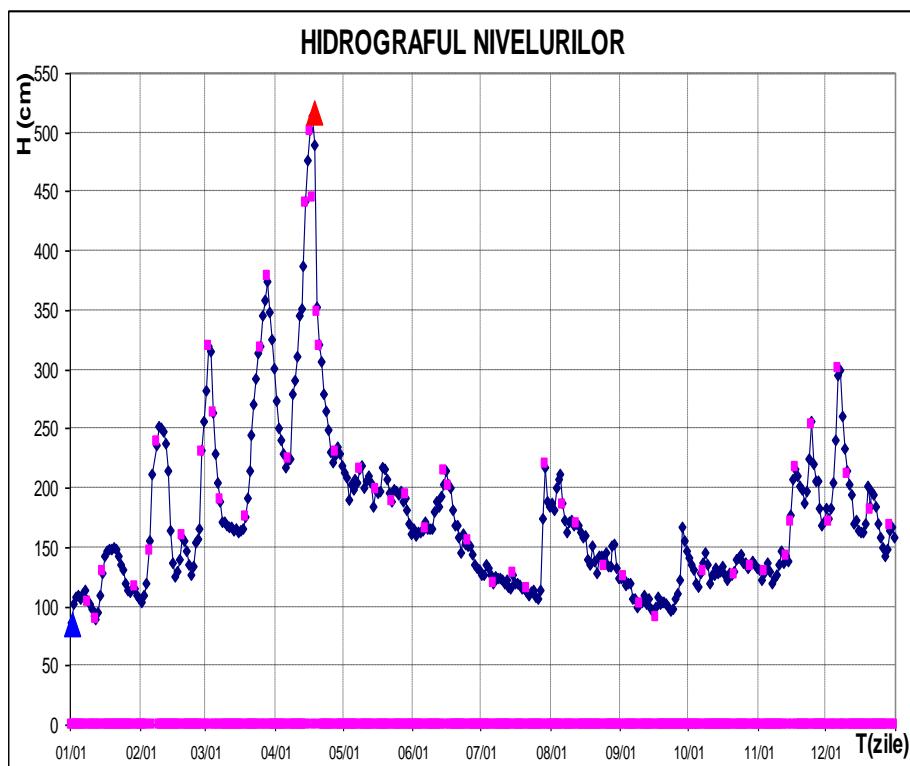


Fig.3.1.1.Hidrograful nivelurilor la stația hidrometrică Săvârșin în anul 2004

Viitura se caracterizează prin creșteri rapide de debit de apă, respectiv de nivele, prin atingerea unor debite de vârf mari și printr-o scădere rapidă a debitelor, care este, în general, mai lentă decât creșterea.

3.1 Hidrografe de viituri și de ape mari 51

Analiza frecvenței apelor mari și viiturilor a dus la concluzia că în timpul anului numărul maxim de vârfuri are loc primăvara, iar cel minim toamna. Având în vedere formele de relief, numărul vârfurilor înregistrate în zona montană este mai mare comparativ cu numărul vârfurilor înregistrate în zona de deal și câmpie. S-a constatat că debitele maxime provenite din ploi sunt mai mari decât cele provenite din zăpezi.

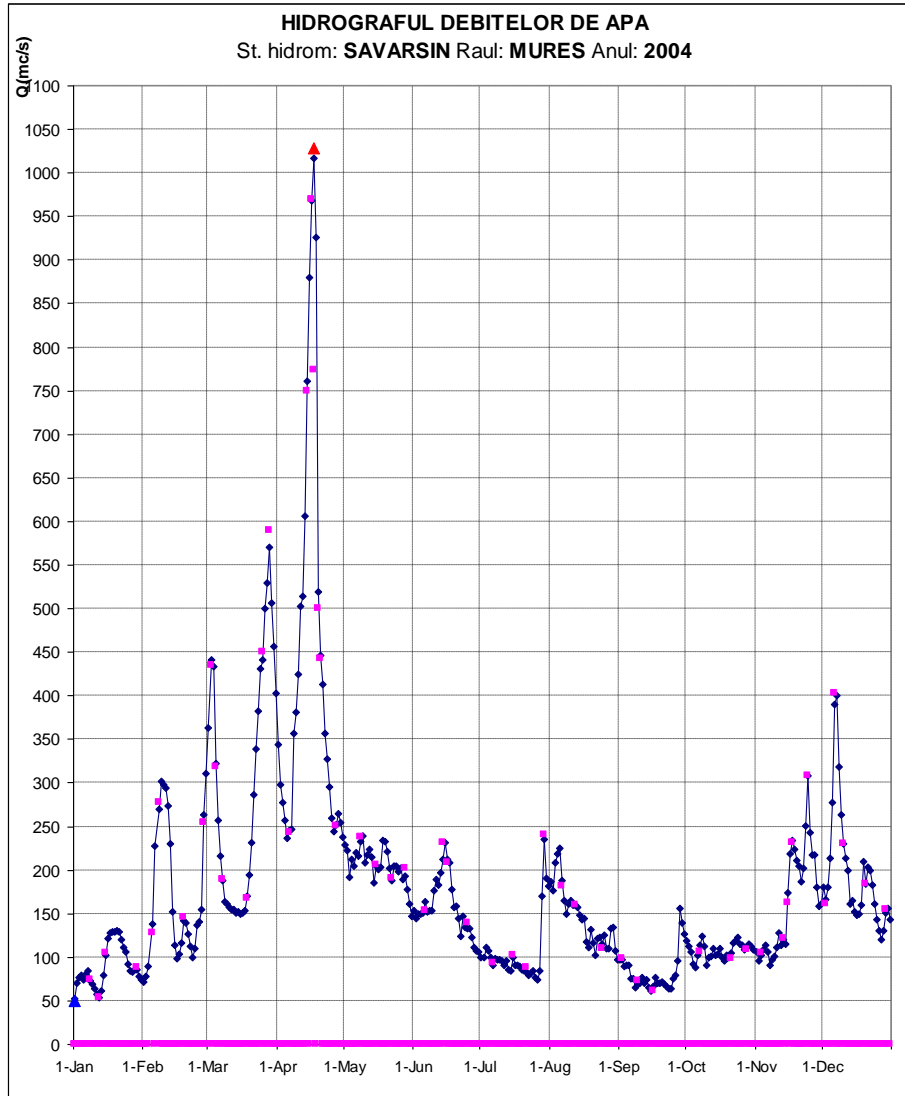


Fig.3.1.2. Hidrograful debitelor la stația hidrometrică Săvârșin în anul 2004

Pentru calculul hidrografelor viiturilor există, ca și în cazul debitelor maxime, numeroase soluții.

52 3. CUNOAȘTEREA PARAMETRIILOR DE CURGERE LA UN HIDROGRAF DE VIITURĂ - 3

Un hidrograf de viitură (debit sau nivel) sintetizează integral – sub raportul scurgerilor – toate caracteristicile precipitației atmosferice, climatice și ale bazinului hidrografic la care a fost înregistrat. El conține în structura sa geometrică variația în timp a scurgerii directe, intermediare și subterane, care îi conferă o mare diversitate de forme.

Hidrografele de viitură sunt caracterizate de:

- începutul, vârful și sfârșitul curgerii maxime
- ramurile crescătoare și descrescătoare
- duratele de creștere și descreștere
- curgerea de bază

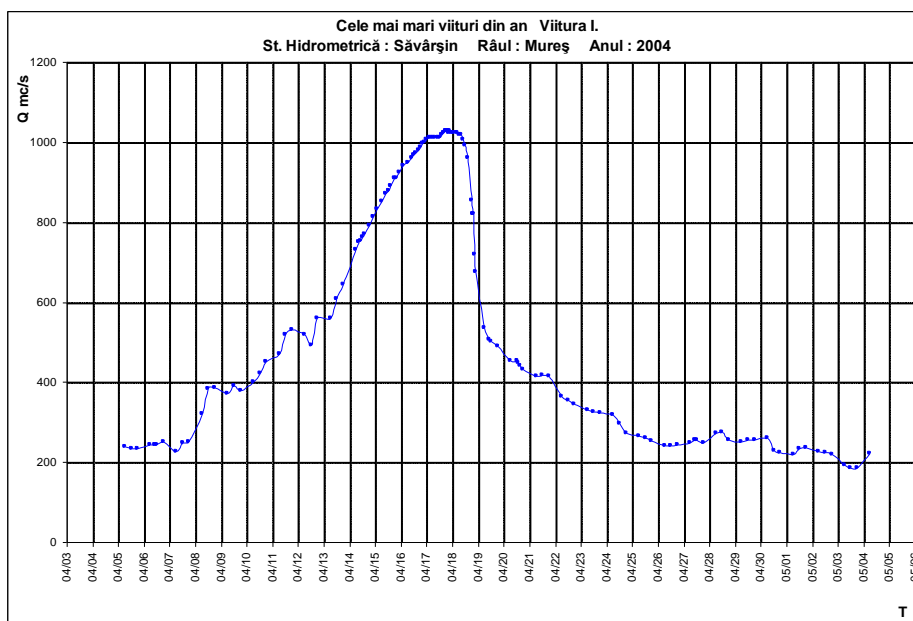


Fig.3.1.3. Hidrograful viiturii I din anul 2004 la stația hidrometrică Săvârșin

Există două forme principale sub care se prezintă unele modificări mai mult sau mai puțin importante și anume hidrograful singular și hidrograful complex.

Hidrografele de viitură pot fi:

- simple
- complexe

3.2 Relații de generalizare

În scopul determinării elementelor caracteristice ale undelor de viitură în secțiuni din cadrul bazinului, nestudiate din punct de vedere hidrometric, au fost construite relații de generalizare ale timpului total al viiturii, ale raportului t_{cr}/t_{tot} și ale coeficientului de formă al viiturilor în funcție de elementele morfometrice ale bazinului.

3.2.1 Relația dintre timpul total al viiturilor și parametrul morfometric $\frac{L}{\sqrt{I_{baz}}}$

Este reprezentată grafic. Analiza dispersiei punctelor care determină această corelație arată că legătura este suficient de strânsă, putând fi folosită în practică cu rezultate suficient de apropiate față de situațiile reale.

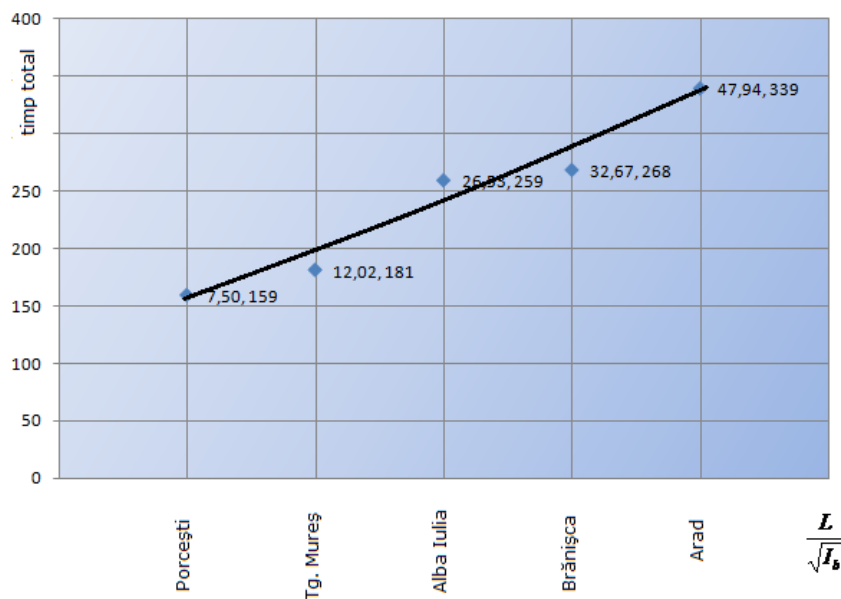


Fig. 3.2.1.1. Relația dintre timpul total al viiturilor și parametrul

morfometric $\frac{L}{\sqrt{I_{baz}}}$ în bazinul hidrografic al râului Mureș

3.2.2 Analiza corelației dintre t_{cr}/t și F

Conduce la concluzia că pentru necesitățile practicii este suficientă adoptarea unei valori constante a raportului, această valoare de 0,24 rezultând ca medie a valorilor care variază între 0,22 și 0,26.

54 3. CUNOAȘTEREA PARAMETRILOR DE CURGERE LA UN HIDROGRAF DE VIITURĂ
- 3

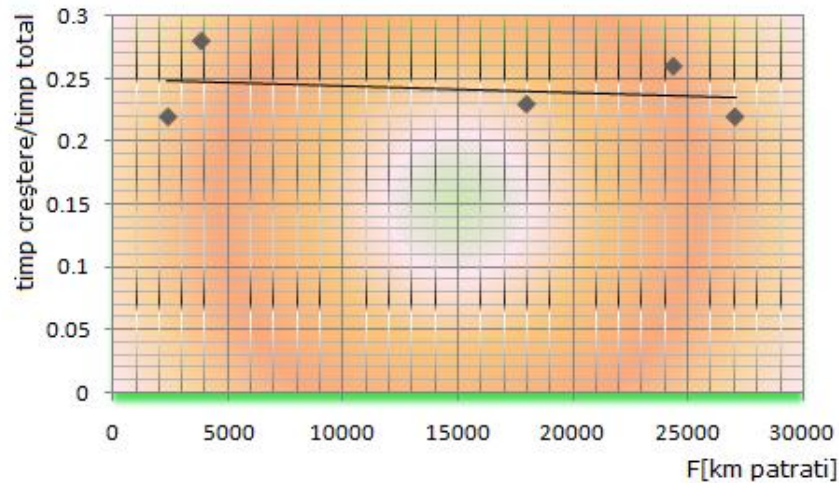


Fig.3.2.2.1 Relația dintre timpul de creștere/timpul total al viiturilor și parametrul F în bazinul hidrografic al râului Mureș

3.2.3 Relația dintre coeficientul de formă a viiturilor și suprafața bazinilor hidrografice arată că variația coeficientului de formă a viiturilor este relativ redusă.

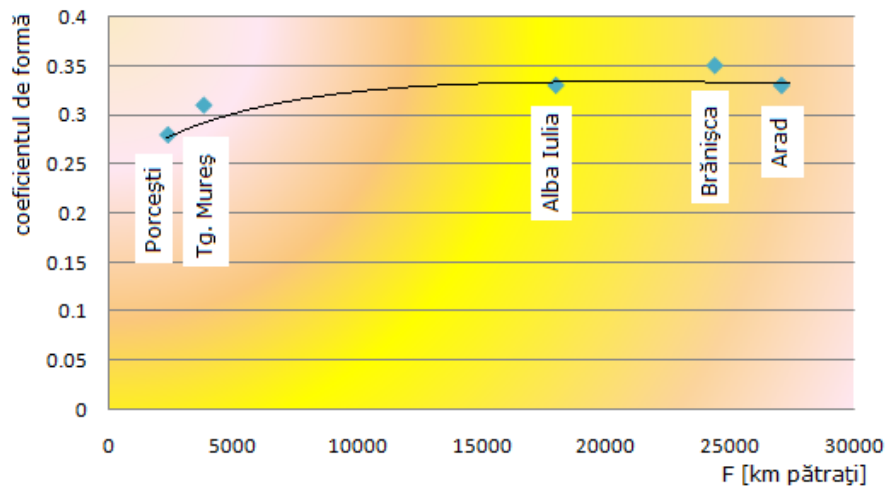


Fig.3.2.3.1 Relația dintre coeficientul de formă și parametrul F în bazinul hidrografic al râului Mureș

Coeficientul de formă a viiturii prezintă o ușoară creștere proporțională cu suprafața bazinului de recepție, atingând valori de 0,33 la posturile Alba Iulia, valoarea 0,35 la Brănișca și 0,33 la Arad, unde datorită albiilor majore bine dezvoltate, viiturile se atenuează într-o măsură însemnată.

3.3 Hidrograful tip

Poate fi considerată cea mai simplă metodă pentru determinarea hidrografelor de viitură. Ea se aplică mai ales pentru undele de viitură singulare și a fost utilizată și pentru râurile României. Au fost folosite datele pe o lungă perioadă, la mai multe stații hidrometrice, fiind luate în considerare numai undele singulare. Viiturile au fost delimitate în timp între momentul începerii creșterii debitelor și punctul care marchează terminarea alimentării de suprafață și trecerea la alimentare subterană. S-au calculat apoi pentru fiecare din viiturile selectate următoarele caracteristici:

Q_0 - debitul de bază de la care începe viitura;

t_{cr} - durata de creștere;

t_{sc} - durata de scădere;

T_t - durata totală;

W - volumul viiturii fără volumul de bază datorat alimentării subterane;

$\frac{W_{cr}}{W}$ - raportul dintre volumul de creștere și volumul ei total;

γ - coeficientul de formă definit ca raportul $\frac{W}{T_t(Q_{max} - Q_0)}$.

Pentru fiecare stație hidrometrică au fost calculate valorile medii ale acestor caracteristici, precum și volumele viiturilor cu probabilitate de depășire-asigurare $p\%$ și straturile respective. De bitele de bază, Q_0 au rezultat a fi, în general, dublul debitelor medii multianuale.

Pentru a se da posibilitatea stabilirii hidrografului tip și în alte secțiuni din bazin s-au utilizat relații de generalizare între elementele caracteristice ale undelor de viitură tip calculate la posturi și diverși factori morfometrici. Legăturile utile au rezultat a fi următoarele:

-Între timpul de creștere și L sau $\frac{L}{\sqrt{I_r}}$, unde L este lungimea râului și I_r este panta râului

-Între timpul total și L , $\frac{L}{\sqrt{I_b}}$ sau $\frac{F}{\sqrt{I_b \cdot I_r}}$, unde I_b este panta bazinului.

Pentru volumele viiturilor singulare a fost posibil să se stabilească legături zonale între straturile corespunzătoare și parametrul $\frac{H}{\sqrt{F}}$.

Pentru râul Mureș s-au obținut următoarele relații:

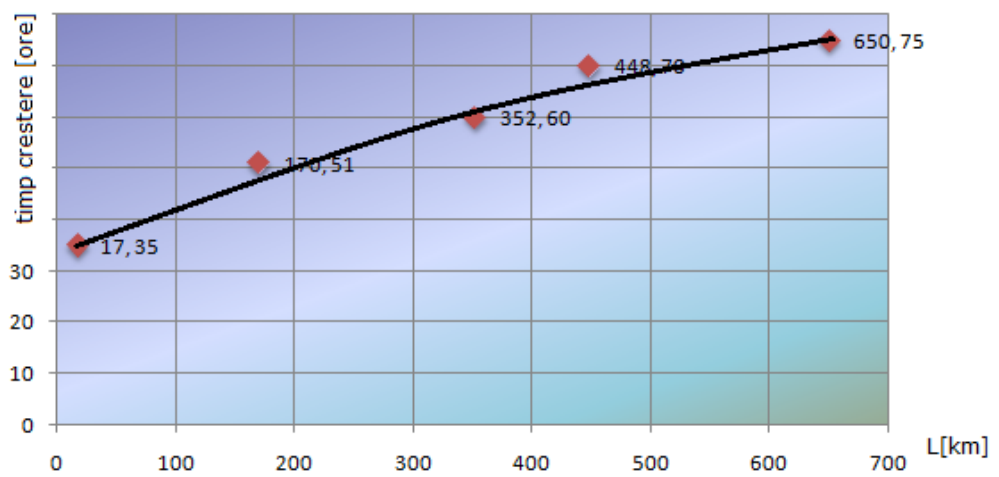


Fig.3.3.1 Relații L - t_{cr}

3.3 Hidrograful tip 57

Pentru râul Mureș:

Tabelul 3.3.1

Stația	L	I _r	I _b	H	$\frac{L}{\sqrt{I_r}}$	$\frac{L}{\sqrt{I_b}}$	$\frac{F}{\sqrt{I_b \cdot I_r}}$	F	t _{cr}	t _{tot}	γ	W1 %	Stratul scurs	$\frac{H}{\sqrt{F}}$
Porcești	17	3,4	243	995	79,1	7,50	81,35	2338	35	159	0,28	134	57,2	20,58
Tg. Mureș	170	2,9	200	849	100	12,02	157,22	3786	51	181	0,31	214	56,5	13,79
Alba Iulia	352	1,7	176	625	270,8	26,53	1038,38	17964	60	259	0,33	646	36	4,66
Brănișca	448	1,4	188	654	379,7	32,67	1502,16	24365	70	268	0,35	945	38,8	4,18
Arad	650	1,1	184	618	637,3	47,94	1946,47	27056	75	339	0,33	946	35	3,76

58 3. CUNOAȘTEREA PARAMETRIILOR DE CURGERE LA UN HIDROGRAF DE VIITURĂ
- 3

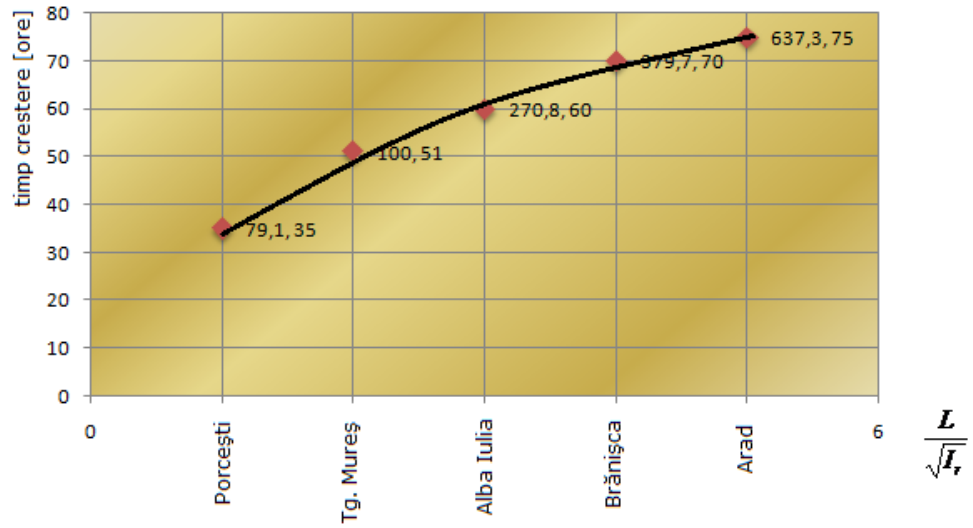


Fig.3.3.2 Relații $t_{cr} - \frac{L}{\sqrt{I_r}}$

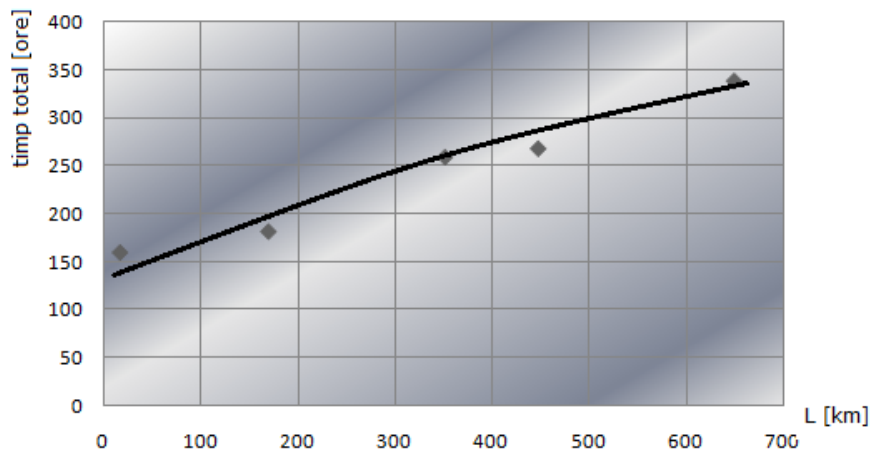


Fig.3.3.3 Relații $t_{tot} - L$

3.3 Hidrograful tip 59

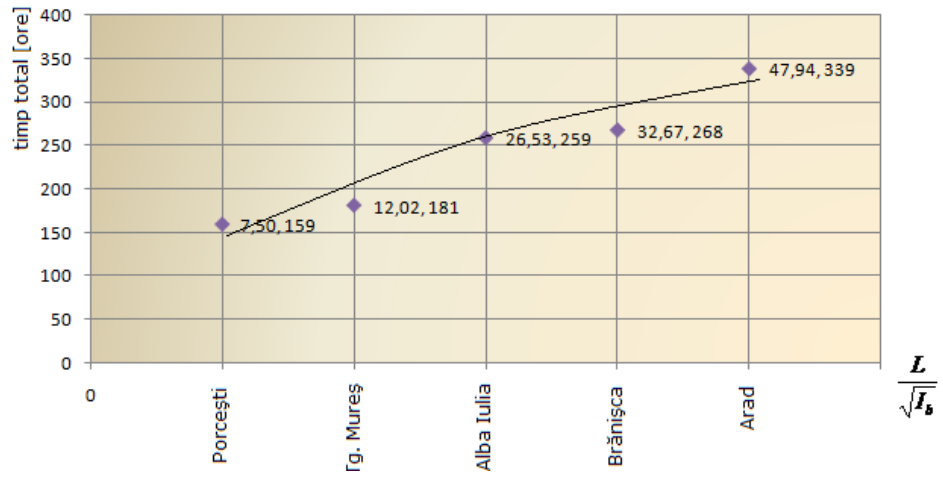


Fig.3.3.4 Relații $t_{tot} - \frac{L}{\sqrt{I_b}}$

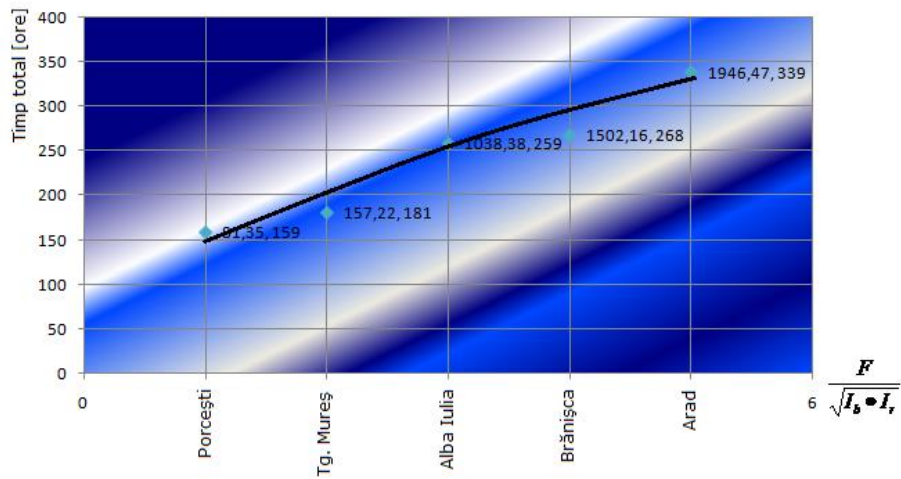


Fig.3.3.5 Relații $t_{tot} - \frac{F}{\sqrt{I_b \cdot I_r}}$

60 3. CUNOAȘTEREA PARAMETRILOR DE CURGERE LA UN HIDROGRAF DE VIITURĂ
- 3

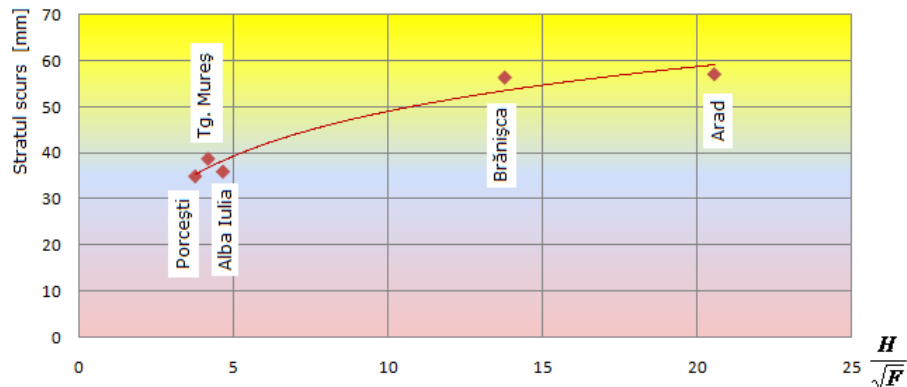


Fig.3.3.6. Relații Strat scurs - $\frac{H}{\sqrt{F}}$

Pentru coeficientul de formă γ nu s-au obținut relații de sinteză pe zone mai extinse. În aceste condiții, se recomandă ca acest coeficient să fie luat prin analogie cu coeficienți de la bazine studiate.

3.4 Hidrografele funcție

Metodele de determinare a hidrografului de viitură care stabilesc numai valori reper ale formei sunt inexacte deoarece implică încercări pentru definitivarea formei propriu-zise a hidrografelor și lasă grade de libertate pentru trasarea acestora. Pentru eliminarea acestor neajunsuri s-au propus mai multe soluții în care forma hidrografului este dată prin funcții.

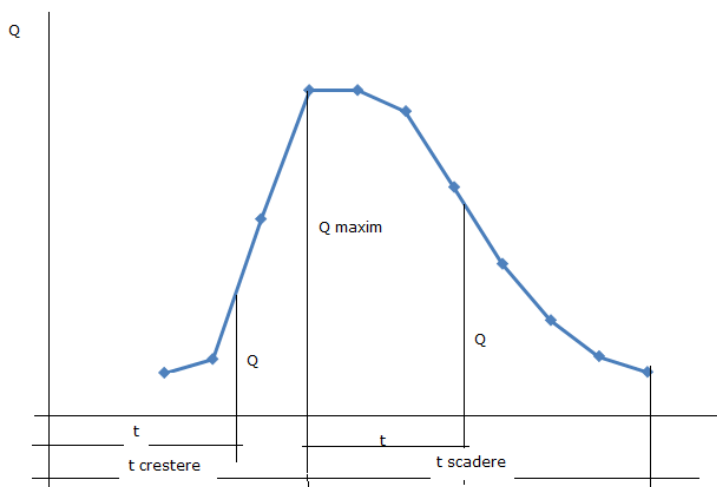


Fig. 3.4.1 Hidrograf Arad

3.4.1 Hidrografe parabolice

Unul dintre modelele elaborate de Sokolovski schematizează hidrograful viiturii prin două funcții parabolice, respectiv pentru ramura de creștere o parabolă de grad m și pentru ramura de scădere o parabolă de grad n .

Ecuțiile celor două ramuri sunt:

$$Q_x = Q_{\max} \left(\frac{t}{t_{cr}} \right)^m$$

$$Q_z = Q_{\max} \left(\frac{t_{sc} - t}{t_{sc}} \right)^n$$

Volumele la creștere și scădere se deduc prin integrare din suprafețele respective ale graficului schematizat:

$$W_{cr} = \int_0^{t_{cr}} Q_x d_x = Q_{\max} \frac{t_{cr}}{m+1}$$

$$W_{sc} = \int_{t_{sc}}^0 Q_z d_z = Q_{\max} \frac{t_{sc}}{n+1}$$

Iar volumul total este:

$$W = Q_{\max} t_{cr} \left(\frac{1}{m+1} + \frac{k}{n+1} \right) \quad \text{unde: } k = \frac{t_{sc}}{t_{cr}} \text{ poate fi definit drept un}$$

coeficient de asimetrie în timp a distribuției hidrografelor pe creștere și scădere.

Din ultima relație rezultă:

$$Q_{\max} = \frac{W}{t_{cr}} \frac{(m+1)(n+1)}{k(m+1) + (n+1)} \quad \text{sau } Q_{\max} = \frac{W}{t_{cr}} \lambda \quad \text{unde prin } \lambda \text{ s-a notat}$$

coeficientul de formă: $\lambda = \frac{(m+1)(n+1)}{k(m+1) + (n+1)}$

Dependența coeficientului λ de k, m și n este dată tabelar. Pentru teritoriul României, λ are valori cuprinse între 0,6 și 1,9.

Sintetizarea datelor asupra lui λ este similară cu sintetizarea coeficientului

de formă γ . Între λ și γ există relația: $\lambda\gamma = \frac{t_{cr}}{t_{cr}(1+k)}$

$k = 2,0 - 2,5$ pentru râuri mici, pentru râuri mari cu lunci inundabile $k = 4,0 - 5,0$, iar pentru râuri mijlocii și mari fără lunci dezvoltate $k = 3,0 - 4,0$.

62 3. CUNOAȘTEREA PARAMETRIILOR DE CURGERE LA UN HIDROGRAF DE VIITURĂ
- 3

Pentru construcția hidrografului mai trebuie cunoscut Q_{\max} . După Sokolovski, formula debitului maxim este: $Q_{\max} = \frac{1000\alpha HF}{t_{cr}} \lambda$. Dacă t_{cr} este exprimat în ore, rezultă:

$$Q_{\max} = \frac{0,28\alpha HF}{t_{cr}} \lambda$$

Metoda care se bazează pe schematizarea parabolică este potrivită pentru viiturile singulare.

Pentru stația hidrometrică Arad: $k = \frac{264}{75} = 3,52$; $0,33\lambda = \frac{75}{75(1+3,5)}$

deci: $\lambda = 0,64$; $m=1,5$ și $n=2$;

Tabelul 3.4.1.1

$\lambda = f(k, m, n)$

m \ n		1,5					2,0					2,5		
		2,0	2,5	3,0	3,5	4,5	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	3,0	4,0	5,0
1,5		1,11	1,21	1,29	1,36	1,49	1,31	1,41	1,50	1,58	1,71	1,51	1,71	1,87
2		0,94	1,03	1,11	1,18	1,31	1,11	1,20	1,29	1,36	1,50	1,27	1,46	1,62
3		0,71	0,80	0,87	0,94	1,06	0,84	0,92	1,00	1,07	1,20	0,97	1,13	1,27
4		0,58	0,65	0,71	0,73	0,89	0,68	0,75	0,82	0,88	1,00	0,78	0,92	1,05
5		0,48	0,55	0,61	0,66	0,76	0,57	0,63	0,69	0,75	0,86	0,65	0,78	0,89

$Q_{\max p\%} = 2321 \text{ m}^3/\text{s}$

Tabelul 3.4.1.2

Valori x	Valori Qx	Valori z	Vali Qz
0	0	0	2321
10	113	10	2148
50	1263	50	1525
75	2321	100	895
		150	432
		200	136
		250	7
		264	0

Cu aceste valori se poate trasa cu ușurință hidrograful tip după funcții parabolice.

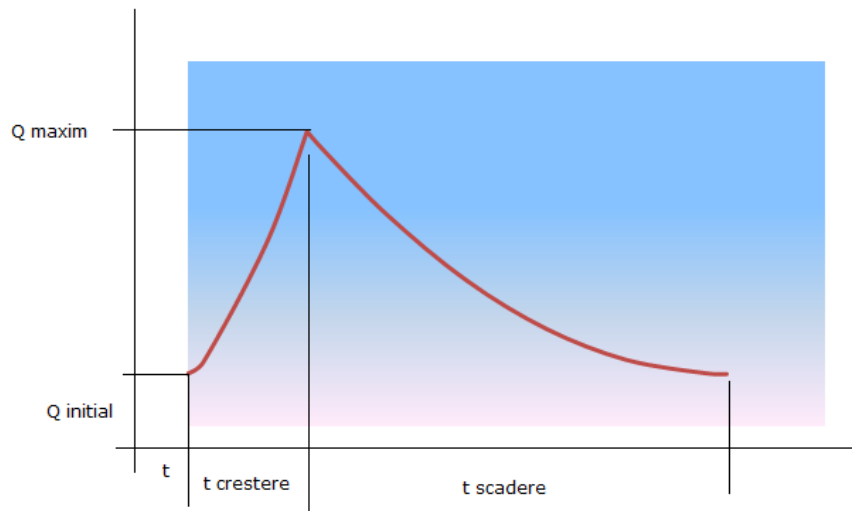


Fig.3.4.1.1 Hidrograful parabolic Arad

3.4.2 Hidrografe funcții de repartiție

Pentru utilizarea acestor funcții se apelează la puncte de reper care caracterizează hidrografele pe care natura le produce și care pot fi cunoscute prin analiza și prelucrarea datelor hidrometrice.

Funcția de repartiție Goodrich propusă de G. A. 1 este sub forma:

$$y = 10^{-\frac{a(1-x)^2}{x}} \quad \text{unde} \quad y = \frac{Q}{Q_{\max p1\%}} ; \quad x = \frac{t}{t_{cr}} ; \quad a - \text{un parametru care este}$$

în funcție de coeficientul de viitură λ explicitat sub forma: $\lambda = \frac{Q_{\max} t_{cr}}{W}$.

$a = f(\lambda)$ este dat în tabel.

64 3. CUNOAȘTEREA PARAMETRIILOR DE CURGERE LA UN HIDROGRAF DE VIITURĂ
- 3

Tabelul 3.4.2.1

$a = f(\lambda)$
(după Alexeev)

λ	a	W_{cr}/W
0,5	0,460	0,26
0,6	0,615	0,29
0,7	0,800	0,31
0,8	1,01	0,33
0,9	1,24	0,34
1,0	1,52	0,36
1,1	1,80	0,37
1,2	2,11	0,38
1,3	2,46	0,38
1,4	2,82	0,39
1,5	3,22	0,40
1,6	3,65	0,40
1,7	4,10	0,41
1,8	4,60	0,41
1,9	5,11	0,42
2,0	5,63	0,42

Pentru stația hidrometrică Arad: $a = 0,700$;

Tabelul 3.4.2.2

x	y
0	0
1	1
4,52	0,012

Cu aceste valori se construiește hidrograful adimensional. Trecerea la hidrograful real se face prin multiplicarea coordonatelor hidrografului adimensional prin t_{cr} în abscisă și $Q_{max p\%}$ în ordonată.

O altă funcție de repartiție derivată din funcțiile Pearson recomandată de Îndrumarul internațional pentru metode de calcul al caracteristicilor

hidrologice de bază are forma: $y = x^m e^{m(1-x)}$ în care: $y = \frac{Q}{Q_{max p\%}}$; $x = \frac{t}{t_{cr}}$ și m

un parametru. Parametrul $m \geq 1$ este caracteristic pentru parametrii de formă ai hidrografului și sunt prezentați în formă grafică.

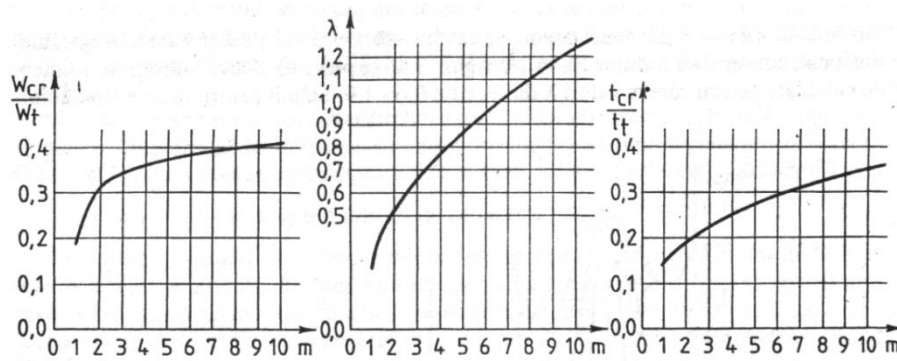


Fig.3.4.2.1. Legătura dintre parametrul m și $\frac{W_{cr}}{W_t}$, λ și $\frac{t_{cr}}{t_t}$

Pentru Arad, din grafice rezultă $m=3$, deci coordonatele hidrografului adimensional vor fi:

Tabelul 3.4.2.3

x	y
0,05	0,002
0,10	0,015
0,15	0,043
0,25	0,148
0,50	0,560
0,75	0,893
1,00	1,000
1,50	0,753
2,00	0,398
3,00	0,067
4,00	0,008

Tabelul 3.4.2.4

66 3. CUNOAȘTEREA PARAMETRILOR DE CURGERE LA UN HIDROGRAF DE VIITURĂ
- 3

x	y când m este:							
	1	2	3	4	5	6	8	10
0,05	0,129	0,017	0,002	0,000	0,000			
0,10	0,250	0,060	0,015	0,004	0,001	0,000		
0,15	0,351	0,123	0,043	0,015	0,005	0,002	0,000	0,000
0,25	0,529	0,280	0,148	0,078	0,042	0,022	0,006	0,002
0,50	0,820	0,680	0,560	0,462	0,381	0,313	0,213	0,144
0,75	0,963	0,927	0,893	0,860	0,828	0,798	0,740	0,686
1,00	1	1	1	1	1	1	1	1
1,50	0,909	0,828	0,753	0,685	0,623	0,567	0,470	0,389
2,00	0,736	0,541	0,398	0,293	0,216	0,159	0,086	0,047
3,00	0,405	0,165	0,067	0,027	0,011	0,004	0,001	0,000
4,00	0,200	0,040	0,008	0,002	0,000	0,000	0,000	
5,00	0,091	0,008	0,000	0,000				
6,00	0,040	0,000						
7,00	0,020							

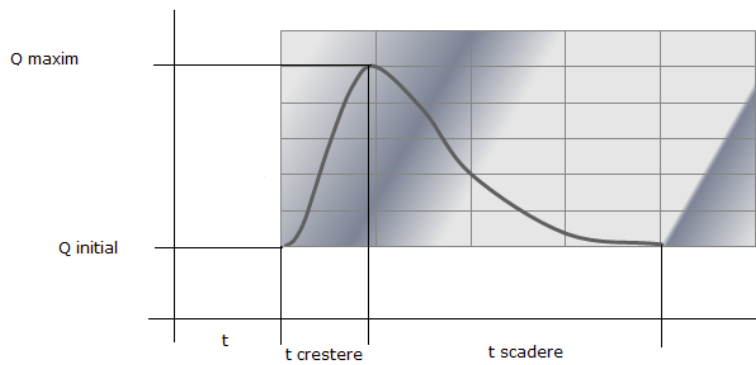


Fig.3.4.2.2 Hidrograful tip Arad trasat prin funcții de repartiție

3.5 Hidrograful unitar

În literatura de specialitate se întâlnesc mai multe metode de calcul a debitelor maxime produse din viituri dintre care cea mai utilizată este metoda hidrografului unitar, metodă utilizată și în prezent.

Hidrograful unitar notat $(HU, _t)$ reprezintă hidrograful scurgerii de suprafață care rezultă dintr-o ploaie netă PN de 1 mm (1 cm) generată uniform pe un bazin hidrografic, având o intensitate constantă pe o anumită durată. Hidrograful unitar este un model liniar simplu care poate fi utilizat pentru a determina hidrograful care rezultă din orice cantitate de ploaie netă. Atunci când se cunoaște HU pentru o anumită durată dt a ploii se poate determina HU pentru alte durate, prin aplicarea principiilor proporționalității și superpoziției. Acest procedeu este cunoscut sub denumirea de metoda hidrografului în S (HS). În esență, metoda se bazează pe analiza acelor ploi de strat H_T care au generat cele mai mari viituri. Se stabilește pentru fiecare din acestea stratul pierderilor H_0 și se presupune că hidrograful respectivei viituri a fost generat de $(H_T - H_0)$ mm de ploaie. Se împart

ordonatele hidrografului viiturii la numărul de mm ai stratului scurs $(H_T - H_0)$, obținându-se astfel hidrograful unitar pentru o ploaie de durată oarecare. În funcție de mărimea bazinului, se rețin hidrografele unitare generate de ploi de o anumită durată. De exemplu, pentru bazine cuprinse între 200 km² și câteva mii de km² sunt caracteristice hidrografele generate de ploi de 3 - 6 ore. Hidrograful unitar, odată construit, se folosește pentru o ploaie de calcul cea mai defavorabilă. Pentru această ploaie, împărțită pe intervale de 3 - 6 ore, se calculează valorile $(H_T - H_0)$ pentru fiecare interval și se înmulțesc cu ordonatele hidrografului unitar, obținându-se atâtea hidrografe parțiale câte intervale de 3 sau 6 ore au precipitațiile considerate. Simpla suprapunere a hidrografelor parțiale duce la hidrograful total corespunzător unei ploi alese ca cea mai defavorabilă. Metoda este destul de laborioasă și nu conduce la rezultate concludente, dacă nu se bazează pe un material de bază suficient de bogat, corect analizat.

Un mare pas l-a constituit elaborarea metodei Snyder, care face parte din metodele utilizate de Corpul Inginerilor din SUA și se bazează pe propunerile lui Snyder, dezvoltate de Taylor și Schwarz. Metoda determină elementele caracteristice ale hidrografului pe baza cărora este posibilă construcția hidrografului unitar fără a pune la dispoziție și un mijloc de determinare a unei funcții a debitului de viitură în timp. Metoda permite determinarea următoarelor elemente caracteristice ale hidrografului unitar:

 Timpul scurs între momentele când se produce nucleul ploii efective și vârful de scurgere, denumit timp de întârziere, timp de defazaj, timp de răspuns, t_L ;

 Durata precipitațiilor generatoare t_p ;

 Debitul de apă maxim al viiturii Q_{max} ;

 Durata totală a hidrografului unitar, denumită baza hidrografului unitar, T .

Altă metodă de construire a hidrografului unitar sintetic elaborată de Serviciul de Protecția Solului din SUA, are la bază un hidrograf adimensional. Acest

hidrograf are în abscisă rapoarte $\frac{t}{t_{cr}}$, iar în ordonată rapoarte $\frac{Q}{Q_{max}}$. Hidrograful

este rezultatul analizei unui număr mare de hidrografe unitare reale obținute pentru bazine foarte diferite ca mărime și poziție. Aplicarea metodei este operativă, fiind suficient să se calculeze perioada de creștere a viiturii și debitul ei maxim. Metoda se poate folosi cu succes pentru suprafețe bazinale mici.

Metoda Gray

Această metodă a fost elaborată de Gray pentru zonele geografice din Vestul mijlociu al SUA. Metoda nu este ușor de aplicat și se bazează pe utilizarea funcției de repartiție prezentată în mod adimensional.

3.6 Hidrografe după modele fizice

Marile viituri ale căror date hidrometrice au fost înregistrate pot constitui modele foarte bune pentru hidrografele teoretice de calcul. Ele au avantajul de a

68 3. CUNOAȘTEREA PARAMETRILOR DE CURGERE LA UN HIDROGRAF DE VIITURĂ
- 3

permite reflectarea directă a volumelor care se produc pe râuri ca urmare a ansamblului surselor de alimentare a viiturilor.

Modelele fizice impun pentru hidrografele teoretice rezultate, o durată totală T în interiorul căreia se produce debitul de vârf al hidrografului teoretic Q_{\max} și se scurge volumul viiturii W_{\max} , corespunzător duratei T , forma hidrografului teoretic reflectând forma hidrografului real înregistrat.

Metoda folosește elemente statistice. Într-o primă aproximație, se admite ca la debitul maxim cu probabilitatea de depășire de $p\%$ să se asocieze un volum pe perioada T de aceeași probabilitate.

Se stabilesc legăturile: $W_{\max}^T = Q_{\max}^{\rho_{yx}} b^{\sigma_{yx} t_{yx} + y_0}$ în care:

ρ_{yx} este coeficientul regresiei pentru $\log W_{\max}$ condiționat de $\log Q_{\max}$;

b - baza sistemului de logaritmi;

σ_{yx} - abaterea medie pătratică a punctelor legăturii în raport cu dreapta de regresie pentru $\log W$ condiționat de $\log Q$;

t_{yx} - abaterea standard în raport cu dreapta de regresie pentru $\log W$ condiționat de $\log Q$, abatere care depinde de probabilitatea de depășire condiționată $p\%$ și care se determină cu ajutorul tabloului integralei de probabilitate a lui Gauss având drept valori reper:

Tabelul 3.6.1

p%	t_{yx}
1	2,330
5	1,645
10	1,280
20	0,842
50	0,000
80	-0,842
90	-1,280
95	-1,645

y_0 - ordonata la origine a dreptei de regresie care se calculează cu ajutorul relației: $y_0 = \bar{y} - \rho_{yx} \bar{x}$ în care \bar{x} și \bar{y} sunt mediile șirurilor de valori $\log Q_{\max}$ și $\log W_{\max}^T$.

3.7 Utilizarea programului Duflow pentru determinarea hidrografului de viitură.

Cunoscând planul de situație al bazinului hidrografic și suprafața totală aferentă scurgerii, în mod frecvent, scurgerea lichidă pentru bazine mici se determină cu relația:

$$Q = \frac{R \cdot 0,001 \cdot S \cdot 10000 \cdot c}{24 \cdot 3600} [m^3 / s]$$

unde:

Q reprezintă debitul scurgerii pentru o suprafață S măsurată în hectare, când ploaia de calcul are intensitatea R în mm/zi, iar c este coeficientul de scurgere

Runoff, definit de relația: $c = \frac{h_s}{h} < 1$, cu notațiile: h_s înălțimea scurgerii de suprafață generată de o ploaie torențială de înălțime h. Intensitatea ploii torențiale se stabilește cu ajutorul cartogramei de repartitie a ploilor torențiale.

3.8 Concluzii

Pentru secțiunile unde nu există măsurători hidrometrice, pentru obținerea hidrografelor, s-au stabilit anumite relații care pot fi folosite cu destulă precizie:

$$\frac{L}{\sqrt{I_r}}$$

-Relația $t_{tot} - \frac{L}{\sqrt{I_r}}$ se poate folosi cu rezultate bune;

-Pentru relația $t_{cr}/t_{tot} - F$ se adoptă o valoare constantă, variația ei fiind între limite foarte mici;

-Din relația coeficient de formă - F rezultă că acesta prezintă o ușoară creștere, proporțională cu suprafața bazinului hidrografic;

-În vederea obținerii unor hidrografe tip, au fost stabilite diferite corelații: L

$$- t_{cr}, t_{cr} - \frac{L}{\sqrt{I_r}}, t_{tot} - L, t_{tot} - \frac{L}{\sqrt{I_b}}, t_{tot} - \frac{F}{\sqrt{I_b \cdot I_r}}, \text{Strat scurs} - \frac{H}{\sqrt{F}}$$

Pentru hidrografele de viitură există mai multe metode de trasare a lor:

- Prin funcții parabolice
- Prin funcții de repartitie
- După modele fizice
- Folosind programul Duflow

4. CONTRIBUȚII LA DETERMINAREA NIVELELOR DE VIITURĂ PRIN UTILIZAREA PROGRAMULUI DUFLOW

4.1. Considerații generale

Metodele numerice oferă posibilități multiple legate de problemele dificile ale cercetării. În anul 1988 s-a dezvoltat programul Duflow 1.0 prin colaborarea Institutului Internațional de Hidraulică și Protecția Mediului, Facultatea de Inginerie civilă a Universității Tehnice din Delft și Departamentul de Lucrări publice din Olanda.

În anul 1992, s-a completat cu un program de modelare a calității apei, numit Duprol și având în vedere că există o corelare între calitatea și fluxul de apă, pachetul de programe Duflow a devenit un instrument util pentru managementul cantității și calității apei.

Duflow este un produs proiectat pentru diverse categorii de utilizatori, de la proiectarea construcțiilor hidrotehnice până la utilizarea lui în scop didactic. El este conceput pentru a acoperi o gamă largă de aplicații: inundații, propagarea valurilor din marea în estuare, irigații, sisteme de drenaj etc.

4.2 Fundamentarea fizică și matematică

Duflow se bazează pe ecuația diferențială cu derivate parțiale care descrie mișcarea nestaționară a apei în sisteme deschise cu suprafață liberă și care pornește de la legea conservării masei și a impulsului.

$$\frac{\partial B}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

și

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{\partial(\alpha Qv)}{\partial x} + \frac{g|Q|Q}{C^2 AR} = b\gamma w^2 \cos(\Phi - \varphi) \quad (2)$$

unde relația: $Q = vA \quad (3)$

S-au utilizat notațiile:

t – timpul în [s];

x – distanța curentă măsurată în lungul axului curgerii, în [m];

H(x,t) – nivelul apei față de un nivel de referință cunoscut în [m];

v(x,t) – viteza la distanța x și timpul curent t, în (m/s);

Q(x,t) – debitul volumic la distanța x și timpul curent t, în [m³/s];

R(x,H) – raza hidraulică a ariei secțiunii curgerii, în [m];

A(x,H) – aria secțiunii curentului la distanța x, în [m²];

$b(x,H)$ – lățimea secțiunii curentului la distanța x măsurată la oglinda apei, în [m];
 $B(x,H)$ – lățimea de stocare a secțiunii la distanța x , măsurată la oglinda apei, în [m];
 g – accelerația gravitațională, în [m/s²];
 $C(x,H)$ – coeficientul pierderilor de sarcină a lui Chezy, în [m^{1/2}s⁻¹];
 $w(t)$ – viteza de bătaie a vântului, în [m/s];
 $\Phi(t)$ – direcția de bătaie a vântului, în [grade hexagesimale];
 $\varphi(t)$ – direcția axului canalului, măsurată în sens antiorar față de nordul geographic, în [grade hexagesimale];
 $\gamma(t)$ – coeficientul de conversie asociat vântului;
 α – factorul de corecție pentru neuniformitatea distribuției de viteze pe verticală, definit de relația integrală:

$$\alpha = \frac{A}{Q^2} \int_A v(y,z)^2 dydz \quad (4)$$

Termenul al treilea din ecuația cantității de mișcare, poate fi descompus:

Ecuția de mișcare capătă forma:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + \alpha \left(2 \frac{Q \partial Q}{A \partial x} - \frac{Q^2 \partial A}{A^2 \partial x} \right) + \frac{g |Q| Q}{C^2 AR} = bw^2 \cos(\Phi - \varphi) \quad (5)$$

Termenul $\alpha \left(2 \frac{Q \partial Q}{A \partial x} - \frac{Q^2 \partial A}{A^2 \partial x} \right)$ se numește termenul lui Froude. În

caz de modificări bruște a secțiunii transversale acest termen duce la instabilitate numerică și nu se obțin soluțiile sistemului.

Ecuatiile (1) și (2) sunt variabile în spațiu și timp. Folosind cele patru puncte ale schemei implicite a lui Preissmann, aceste ecuații cu derivate parțiale se pot scrie în diferențe finite.

72 4. CONTRIBUȚII LA DETERMINAREA NIVELELOR DE VIITURĂ PRIN UTILIZAREA PROGRAMULUI DUFLOW - 4

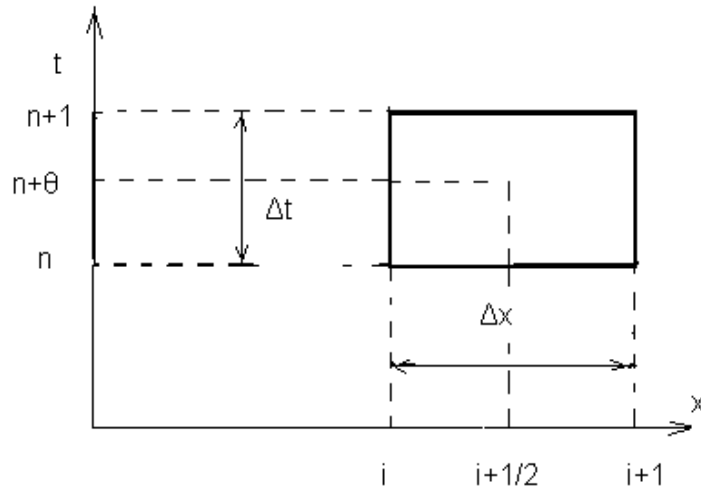


Fig.4.2.1 Cele patru puncte ale schemei Preissmann

Dacă definim un segment Δx_i , de la nodul x_i la nodul x_{i+1} în intervalul de timp Δt , de la timpul curent $t=t^n$ la timpul $t=t^{n+1}$, nivelul apei în nodul x_i la timpul $t+\theta\Delta t$ se poate scrie: $H_i^{n+\theta} = (1-\theta)H_i^n + \theta H_i^{n+1}$ și la timpul t între nodurile x_i și

$$x_{i+1} \text{ cu ajutorul relației: } H_{i+1/2}^n = \frac{H_i^n + H_{i+1}^n}{2}. \quad (6)$$

Pornind de la :

$$H_{i+1/2}^0 = H_{i+1/2}^n$$

$$B_{i+1/2}^n = B_{i+1/2}(H_{i+1/2}^n)$$

$$b_{i+1/2}^n = b_{i+1/2}(H_{i+1/2}^n)$$

$$B_{i+1/2}^{n*} = B_{i+1/2}^n - b_{i+1/2}^n H_{i+1/2}^n$$

ecuația (1) se transformă în:

$$\frac{B_{i+1/2}^{*,n+1} + b_{i+1/2}^{n+1} H_{i+1/2}^{n+1} - B_{i+1/2}^n}{\Delta t} + \frac{Q_{i+1}^{n+\theta} - Q_i^{n+\theta}}{\Delta x_i} = 0 \quad (7)$$

ecuația

(2)

și

în:

$$\begin{aligned}
& \frac{Q_{i+1/2}^{n+1} - Q_{i+1/2}^n}{\Delta t} + \frac{gA_{i+1/2}^* (H_{i+1}^{n+\theta} - H_i^{n+\theta})}{\Delta x_i} + \frac{\alpha \left(\frac{Q_{i+1}^n}{A_{i+1}^*} Q_{i+1}^{n+1} - \frac{Q_i^n}{A_i^*} Q_i^{n+1} \right)}{\Delta x_i} + \\
& + \frac{g(Q_{i+1/2}^{n+1} | Q_{i+1/2}^n)}{(C^2 AR)_{i+1/2}^*} = a^n \gamma (w_{i+1/2}^{n+1}) \cos(\Phi^{n+1} - \varphi)
\end{aligned}
\tag{8}$$

Notăția asterix „*” utilizată în expresii exprimă faptul că valorile parametrilor sunt approximate la timpul „ $t^{n+\theta}$ ” și ele sunt calculate succesiv în cadrul procesului iterativ. De exemplu, prima aproximație pentru A este $A^* = A^n$, care este ajustată la fiecare pas de iterație devenind: $A^* = \frac{A^n + A^{n+1,*}}{2}$, unde $A^{n+1,*}$ este valoarea actualizată a lui A^{n+1} . În final, pentru toate tronsoanele rețelei discretizate se pot scrie seturi de ecuații având variabilele necunoscute Q și H, la noul timp t^{n+1} .

$$Q_i^{n+1} = N_{11} H_i^{n+1} + N_{12} H_{i+1}^{n+1} + N_{13}$$

$$Q_{i+1}^{n+1} = N_{12} H_i^{n+1} + N_{22} H_{i+1}^{n+1} + N_{23}$$

Pentru soluționarea numerică a acestor seturi de ecuații este necesară asocierea unor condiții inițiale cât și a unor condiții fizice de margine. Aceste condiții pot fi definite prin nivele, debite sau relații între nivele și debite. Debitele de intrare sau de ieșire dintr-o joncțiune respectă condiția de continuitate, astfel că rezultă condiția generală:

$$\sum_{j=1}^k Q_{j-i} + q_i = 0 \tag{9}$$

unde:

i – reprezintă numărul de nod al joncțiunii;

Q_{j-i} – reprezintă debitul de la nodul j la nodul i, în $[m^3/s]$;

Q_i – debitul adițional sau lateral curgerii în nodul i în $[m^3/s]$.

4.3 Programul DUFLOW

La timpul de Start al programului, valorile inițiale ale H și Q trebuie cunoscute. În plus, trebuie specificate efectul vântului și condițiile de precipitații.

Programul Duflow face posibil calculul și pentru secțiunile secate din albie. O astfel de secțiune este definită prin viteza și raza hidraulică zero.

O foarte detaliată schematizare a rețelei este foarte rar necesară din cauza naturii complicate a ecuațiilor. De obicei, schimbările mici intervenite în secțiunea transversală au influențe mici asupra stărilor dintr-o zonă de interes. Nivelul de

74 4. CONTRIBUȚII LA DETERMINAREA NIVELELOR DE VIITURĂ PRIN UTILIZAREA PROGRAMULUI DUFLOW - 4

detalii utilizate în simulare depinde de caracterul sistemului și de tipul problemelor supuse modelării.

Pentru spațiu și timp argumentele sunt similare. Detalierea sunt de multe ori inutile. Pasul spațiului trebuie să fie astfel ales încât să existe modificări în secțiunea transversală. Pasul de timp se recomandă să fie destul de mic pentru o analiză sensibilă.

Nodurile sunt selectate la limitele rețelei, la intersecții, la ambele părți ale unei structuri. O rețea mai densă se aplică în regiunile cu schimbări rapide în secțiunea transversală. Secțiuni alăturate de diferite lungimi nu sunt dezavantajoase pentru că este folosită schema Preissmann.

Există și limitări asupra folosirii pachetului DufLOW.

Una dintre acestea este faptul că ecuațiile sunt unidimensionale. Asta înseamnă că viteza într-o secțiune va fi o medie pe lățimea și adâncimea secțiunii respective. Deasemenea curentul trebuie să fie aproximativ paralel cu axa râului.

Valorile diferitelor variabile se schimbă în timp. În dufLOW valorile lor sunt înregistrate în serii de timp care pot fi: echidistante, neechidistante, constante sau serii Fourier.

Unii parametri sunt variabili în timp dar sunt constanți pentru toată rețeaua: viteza vântului, direcția vântului, precipitația și evaporația.

În prima etapă este convertită rețeaua. Se definesc punctele de conversie, pe baza secțiunilor transversale. Programul posedă fișiere cu informații generale privind calculul, rețeaua și fișiere care conțin date despre cantitatea de apă prelucrată de model și despre calitatea apei. Fișierele utilizate în lucrarea de față sunt:

- .PRJ. – denumirea proiectului;
- .CTR. – conține datele de intrare în „Control data”;
- .NET. – conține rețeaua și dispersia geografică a punctelor;
- .NOD.-
- .BEG. – sunt stocate datele cu privire la condițiile inițiale;
- .BND. – condițiile de margine;
- .RES. – rezultatele calculului.

4.3.1 Date necesare modelului de analiză

-Pe planul de situație desenat la scară se marchează axul talvegului cursului de apă.

-Se divide traseul în tronsoane cu ajutorul unor puncte denumite noduri, care se numerotează ascendent, astfel încât tronsoanele dintre două noduri consecutive să urmărească în mod satisfăcător curburile în plan ale axului talvegului

-Se notează tronsoanele cu numere întregi

-Într-un sistem de axe de coordonate, în care se cunoaște direcția nordului geografic, se determină unghiul format de această direcție și axa Oy, parcurgerea făcându-se în sens orar.

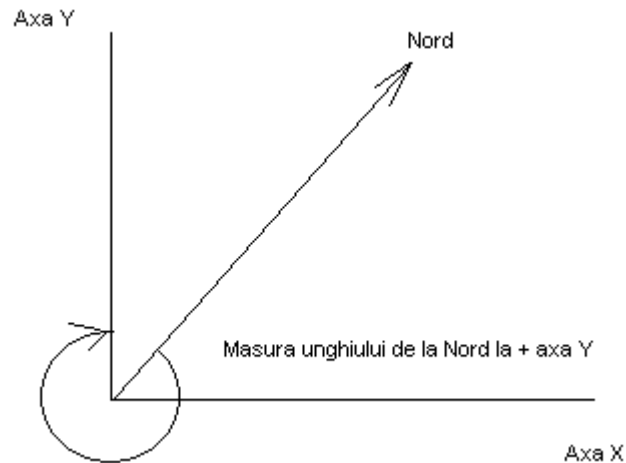


Fig.4.3.1 Sistem de axe de coordonate

-Se construiește profilul longitudinal prin axul talvegului din care se determină cotele minime ale patului albiei în toate nodurile discretizării

-Se construiesc profilele secțiunilor transversale prin fiecare nod de discretizare. Utilizând un set de valori numerice cunoscute pentru înălțimile de apă $h_1 = k \cdot \Delta H$ față de cota talvegului, se determină lățimile de curgere la oglinda apei și lățimile de stocare pentru toate aceste seturi de valori, în toate nodurile asociate discretizării. Pentru un tronson curent, care are asociate două noduri de conexiune, nodul de început și nodul de sfârșit, în analiza de modelare numerică DufLOW, se utilizează medierea celor două secțiuni și se obține secțiunea medie de calcul a tronsonului.

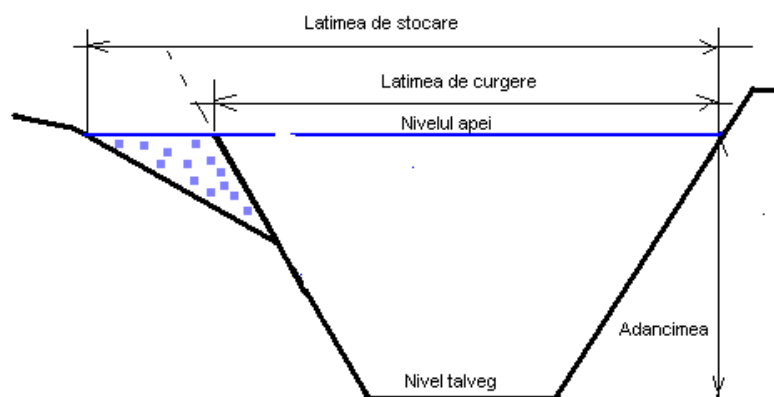


Fig.4.3.2. Secțiune transversală

76 4. CONTRIBUȚII LA DETERMINAREA NIVELELOR DE VIITURĂ PRIN UTILIZAREA PROGRAMULUI DUFLOW - 4

-Se stabilesc coeficienții de rugozitate pe fiecare tronson de analiză
-Se precizează condițiile de margine date de nivelul constant
-Se precizează condițiile inițiale la timpul $t=t_0$ în toate nodurile. Aceste condiții inițiale pot fi cunoscute dintr-o analiză anterioară, pot fi măsurate anterior modelării numerice sau se pot considera cu valoarea zero. Dacă se alege ultima situație, este necesar ca înregistrarea numerică a rezultatelor să se efectueze după un interval de timp suficient de lung, încât nivelele în noduri și debitele pe tronsoane să ajungă la cele de regim. Această situație elimină valorile numerice de pornire nereale.

4.3.2 Ordinea operațiilor necesare realizării modelului numeric

Se lansează în execuție programul numeric- *duflow.exe*.

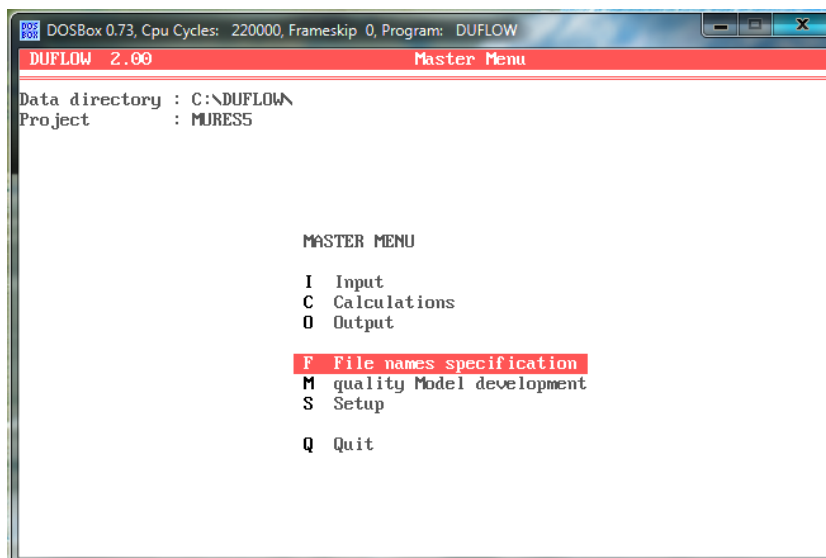


Fig.4.3.1.1 Comanda pentru specificarea numelor fișierelor

Se precizează numele fișierelor referitoare la: Proiect, Date de control, Rețea, Condiții inițiale, Condiții de margine, Rezultate (.prj, .crt, .net, .nod, .beg, .bnd, .res).

4.3 Programul DUFLOW 77

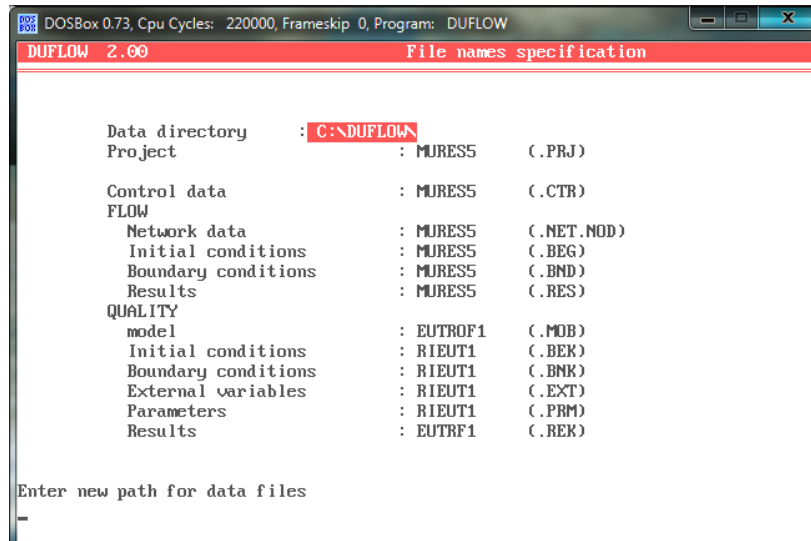


Fig.4.3.1.2 Numele fișierelor

Se alege din meniul principal opțiunea de introducere Intrare și submeniul Date de control pentru precizarea: timpului de început a simulării numerice, timpului de început a salvării rezultatelor în fișierul de stocare, timpul de terminare a simulării numerice, pasul de timp pentru simularea hidraulică, pasul de timp pentru depunerea în fișierul de rezultate, alegerea relației pentru calculul pierderilor de sarcină – Chezy sau Manning, precizarea coeficientului de interpolare θ .

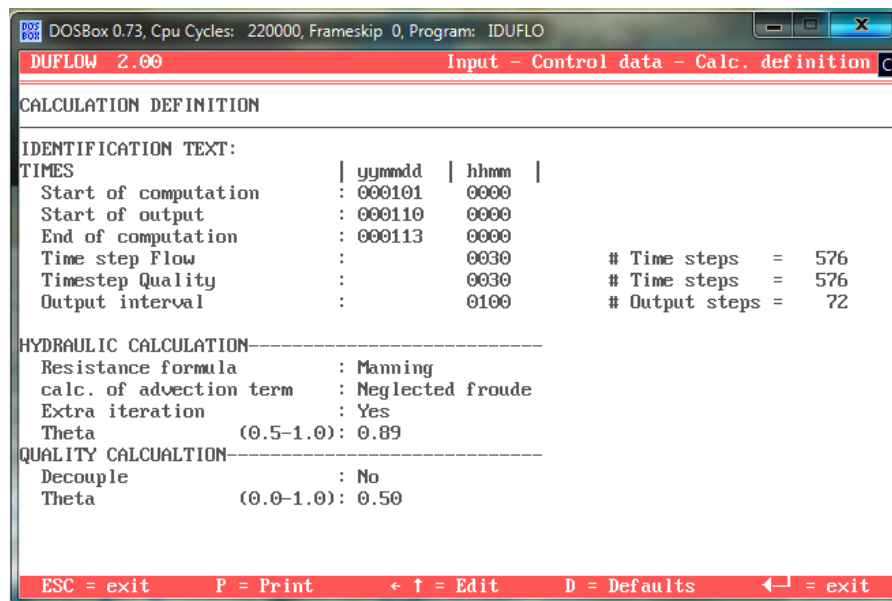


Fig.4.3.1.3 Definirea timpului de calcul

78 4. CONTRIBUȚII LA DETERMINAREA NIVELELOR DE VIITURĂ PRIN UTILIZAREA PROGRAMULUI DUFLOW - 4

În meniul principal opțiunea de *Intrare*, submeniul *Date de curgere* și submeniul de introducere a nodurilor discretizării *Definirea rețelei* se precizează: numărul tronsonului, nodul de *început* și nodul de *sfârșit* al tronsonului.

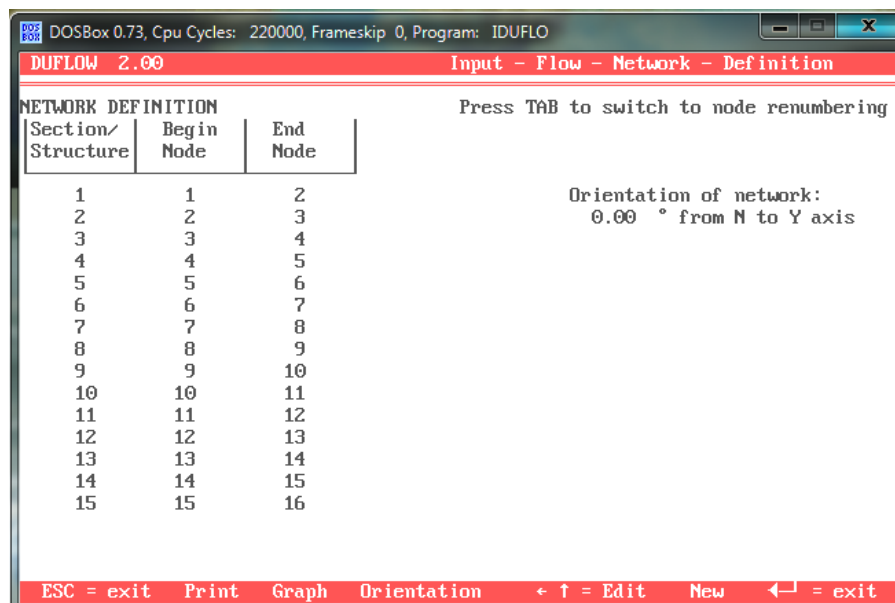


Fig.4.3.1.4 Rețeaua

Se poate utiliza reprezentarea grafică atunci când au fost introduse și coordonatele nodurilor, opțiune ce face posibilă prezentarea tronsoanelor și a nodurilor discretizării într-o reprezentare grafică.

În submeniul *Noduri*, opțiunea de introducere a coordonatelor nodurilor precizează coordonata X și coordonata Y.

Node	X-Coord. (m)	Y-Coord. (m)	Catchment Area (ha)	Runoff Factor
1	284467	503767	0.000	1.000
2	283498	504105	0.000	1.000
3	283004	503788	0.000	1.000
4	282848	503605	0.000	1.000
5	282591	503360	0.000	1.000
6	282236	503314	0.000	1.000
7	281967	503445	0.000	1.000
8	281491	503888	0.000	1.000
9	281144	504060	0.000	1.000
10	280758	503959	0.000	1.000
11	280267	503360	0.000	1.000
12	279875	503560	0.000	1.000
13	279461	504167	0.000	1.000
14	279202	504419	0.000	1.000
15	278790	504178	0.000	1.000

Fig.4.3.1.5 Coordonatele nodurilor

Se precizează: nivelul talvegului în nodurile de început și sfârșit, direcția de bătaie a vântului, coeficientul de rezistență R^c (Chezy) sau $K=1/n$ Manning.

Section	Length (m)	Direction °CW fr. N	Bottom Level (m)		Resistance (C or k)		Windconv. (10 ⁻⁶)
			Begin	End	Pos. dir.	Neg. dir.	
1	1026	289.00	150.50	150.00	50.00	50.00	3.600
2	521	322.00	150.00	149.99	50.00	50.00	3.600
3	298	322.00	149.99	149.58	50.00	50.00	3.600
4	355	316.00	149.58	149.41	50.00	50.00	3.600
5	357	352.00	149.41	149.23	50.00	50.00	3.600
6	299	334.00	149.23	149.08	50.00	50.00	3.600
7	650	317.00	149.08	148.76	50.00	50.00	3.600
8	387	333.00	148.76	148.57	50.00	50.00	3.600
9	398	345.00	148.57	148.37	50.00	50.00	3.600
10	774	309.00	148.37	147.98	50.00	50.00	3.600
11	440	332.00	147.98	147.77	50.00	50.00	3.600
12	734	304.00	147.77	147.40	50.00	50.00	3.600
13	361	315.00	147.40	147.22	50.00	50.00	3.600
14	477	329.00	147.22	146.99	50.00	50.00	3.600
15	714	287.00	146.99	146.63	50.00	50.00	3.600

Fig.4.3.1.6. Lungimea tronsoanelor și cotele talvegurilor

Se introduc caracteristicile secțiunilor transversale ale ale tronsonului, precizând pentru seturile de valori h_i (referitoare la adâncimea de apă față de cota

80 4. CONTRIBUȚII LA DETERMINAREA NIVELELOR DE VIITURĂ PRIN UTILIZAREA PROGRAMULUI DUFLOW - 4
 talvegului) lățimile de curgere și lățimile de stocare la oglinda apei pentru fiecare valoare curentă k.

CROSS-SECTION	Profile		SECTION 12	
	Depth to bott.(m)	Flow width (m) at begin	Storage at begin	Width (m) at end
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	59.00	58.00	59.00	58.00
2.00	970.00	979.00	1028.00	1029.00
3.00	1453.00	1441.00	1711.00	1683.00
4.00	1838.00	1746.00	2138.00	2096.00
5.00	2241.00	2095.00	2348.00	2323.00

Fig.4.3.1.7 Caracteristicile secțiunilor transversale

Se introduc condițiile inițiale, nivele și debite. Dacă nivelele inițiale nu sunt cunoscute, se introduce valoarea zero, respectiv nivelul talvegului (cota topografică) și se utilizează opțiunea de stocare a rezultatelor după un interval de timp suficient de lung, astfel încât să se atingă curgerea de regim. Dacă nu se cunosc debitele inițiale, se introduc valorile nule și se utilizează opțiunea de stocare a rezultatelor după un interval de timp suficient de lung.

Node	Level (m)
1	150.50
2	150.00
3	149.99
4	149.58
5	149.41
6	149.23
7	149.06
8	148.76
9	148.57
10	148.37
11	147.98
12	147.77
13	147.40
14	147.22
15	146.99

Section	Discharge Begin	sections End (m³/s)
1	0.000	0.000
2	0.000	0.000
3	0.000	0.000
4	0.000	0.000
5	0.000	0.000
6	0.000	0.000
7	0.000	0.000
8	0.000	0.000
9	0.000	0.000
10	0.000	0.000
11	0.000	0.000
12	0.000	0.000
13	0.000	0.000
14	0.000	0.000
15	0.000	0.000

Fig. 4.3.1.8 Condiții inițiale pentru nivele și debite

Pentru condiții de margine, s-a ales opțiunea Debit pentru secțiunea de intrare, o funcție constantă, cu valoarea debitului cu asigurarea de 1%, iar pentru ultima secțiune, Curba cheie.

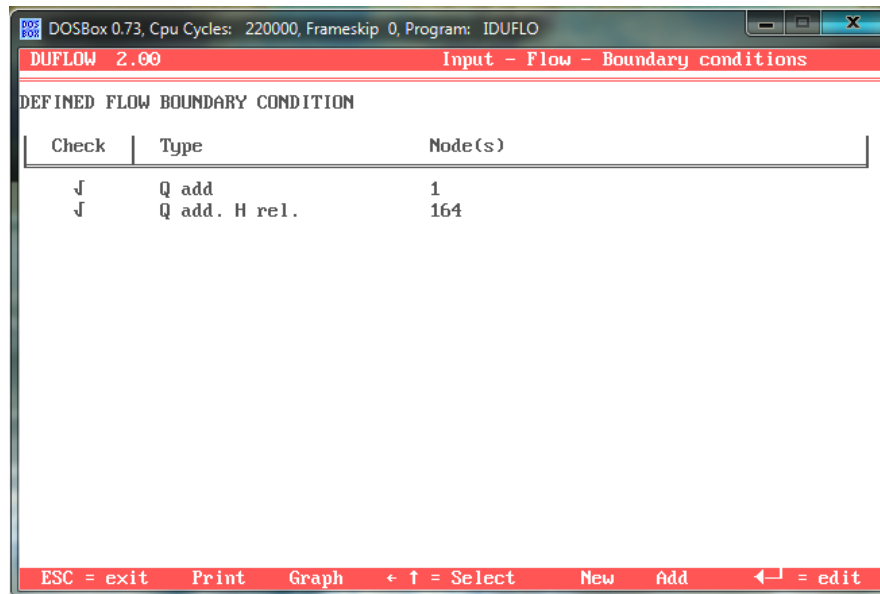


Fig. 4.3.1.9 Condiții de margine

4.3.3 Execuția și prezentarea rezultatelor

Se pornește execuția simulării numerice pentru intervalul de timp specificat. Din meniul principal se alege opțiunea de postprocesare a rezultatelor – Rezultate, care are câteva tipuri de prelucrare a datelor și anume :

T – rezultate legate de timp, unde se reprezintă variația în timp a parametrilor (nivel, debit, viteză)

V – rezultate legate de timp și poziție, unde se reprezintă variația în timp a parametrilor;

Ultima opțiune necesită definirea rutei, precizarea succesiunii tronsoanelor în care se dorește monitorizarea rezultatelor sau a mai multor rute, pentru a obține:

S – rezultate legate de traseu, unde se reprezintă variația parametrilor (nivel, debit, viteză) pe o rută aleasă la intervale de timp (multiplu de pași de timp).

4.4 Aplicații auxiliare utilizate

În vederea rulării în bune condițiuni a programului Duflow, este necesară o pregătire prealabilă a datelor de intrare. Datele de intrare trebuie calculate din secțiunile transversale ale nodurilor de discretizare introduse pe traseul cursului.

4.4.1 Aplicația INTERPOINT

Programul INTERPOINT este o aplicație auxiliară care face calculul automatizat al elementelor necesare în programul de bază DUFLOW.

Produsul a rezultat din necesitatea pregătirii datelor care trebuie introduse în programul DUFLOW în vederea realizării studiului variației nivelurilor râului Mureș în perioadele de viitură. El este proiectat pentru utilizarea în cercetarea hidraulică dar poate constitui un foarte bun instrument pentru educație, dând posibilitatea cadrelor didactice de a exersa cu elevii sau studenții, calculul unor elemente hidraulice, la orele și laboratoarele de specialitate.

Principiul realizării acestuia constă în obținerea unor informații orientative, dar de strictă necesitate, în anumite puncte ale traseului râului, pentru studiul nivelului și debitelor de viitură.

Aplicația se prezintă cu o interfață grafică plăcută, este realizat sub formă interactivă, în limbajul de programare Java și este ușor de utilizat.

Tematica propusă spre rezolvare, răspunde unei necesități deseori întâlnite în practica inginerescă în domeniul hidrotehnic, aceea a lipsei existenței unor date rezultate din măsurători hidrometrice și topografice, date care trebuie suplinite pentru efectuarea unui studiu corect.

Pentru subiectul abordat în lucrare, cunoașterea secțiunilor transversale în profilele mirelor în cele patru stații hidrometrice este insuficientă. Distanța dintre aceste profile fiind de ordinul a zeci de km, este necesară cunoașterea unor secțiuni intermediare pentru obținerea unor rezultate cât mai corecte a nivelurilor apei în cazul viiturilor și interpretarea rezultatelor obținute. Totodată, sunt necesare câteva calcule asupra elementelor secțiunilor transversale, calcule care sunt destul de laborioase și necesită mai mult timp.

La realizarea aplicației INTERPOINT s-au impus următoarele condiții:

Punctele de generare a secțiunilor transversale și implicit pentru calculul elementelor hidraulice au fost astfel alese încât să urmărească sinuozitatea albiei râului și au constituit nodurile de discretizare a rețelei;

Distanța dintre două puncte determinate se consideră ca fiind o linie dreaptă și constituie tronșoanele în care a fost divizat traseul cursului de apă, mărginite de nodurile de discretizare.

Prin aplicația INTERPOINT se poate obține o reprezentare a punctelor care urmăresc cursul râului.

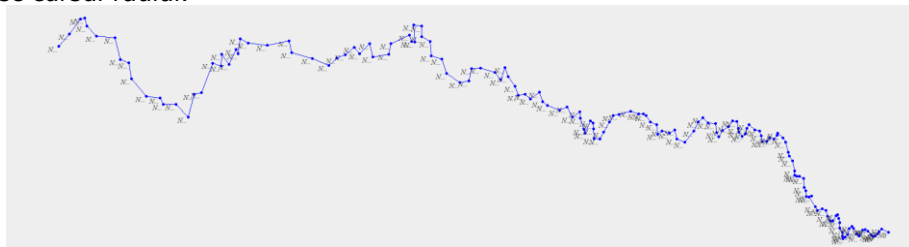


Fig.4.4.1.1 Reprezentarea rețelei de noduri de discretizare a râului Mureș prin aplicația INTERPOINT

La accesarea unuia dintre punctele de talveg fixate pe rețeaua astfel obținută, aplicația va prezenta secțiunea transversală care va avea talvegul în punctul respectiv și totodată se vor obține informații asupra ariei secțiunii, a

perimetrului udat și a razei hidraulice, cât și debitul de apă care trece prin secțiunea respectivă pentru diferite niveluri ale apei considerate.

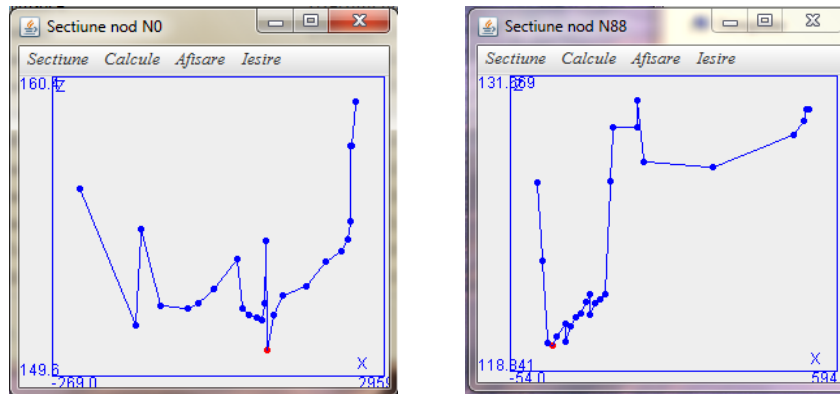


Fig. 4.4.1.2 Secțiuni transversale cunoscute (Săvârșin și Radna)

O problemă importantă o constituie cota punctului de talveg care se determină tot cu ajutorul aplicației, utilizând formule matematice și funcții trigonometrice simple.

$$\sin \alpha = \frac{ST}{SR}$$

Exemplu: unde: ST este diferența dintre cotele talvegului la Săvârșin și Radna;

SR este distanța dintre profilele transversale reale existente.

Cotele punctelor intermediare M și N se obțin din relația:

$$SP = SM \sin \alpha$$

$$SQ = SN \sin \alpha$$

84 4. CONTRIBUȚII LA DETERMINAREA NIVELELOR DE VIITURĂ PRIN UTILIZAREA PROGRAMULUI DUFLOW - 4

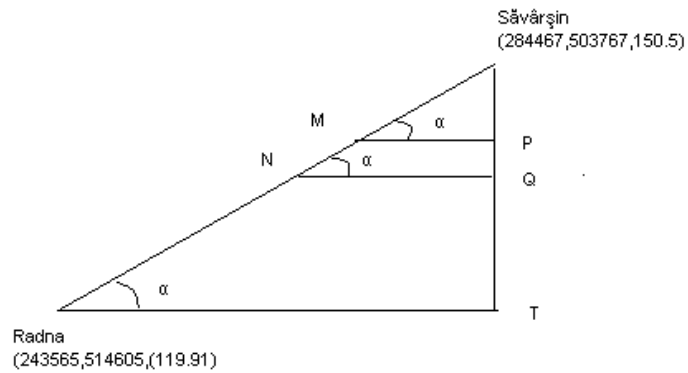


Fig.4.4.1.3 Calculul cotelor punctelor de talveg în nodurile discretizării

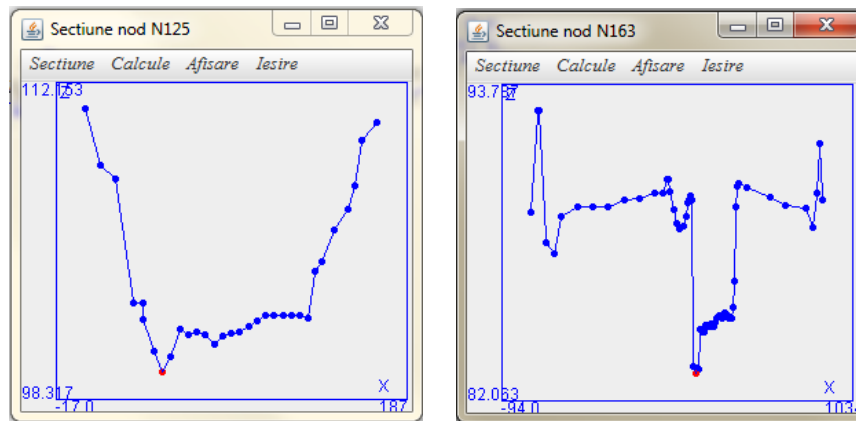


Fig.4.4.1.4 Secțiuni transversale la stațiile hidrometrice Arad și Nădlac, cunoscute (la miră)

Construcția profilelor transversale intermediare s-a realizat prin medierea secțiunilor reale, coordonatele (x,y,z) ale secțiunilor intermediare rezultând din profilele cunoscute în funcție de distanța aleasă în condițiile prezentate. Se pornește de la cunoașterea cotei punctelor de talveg (MN) după care se determină coordonatele punctelor intermediare ale secțiunilor transversale (a1, b2, c3, d4, e5, f6, g7) etc.

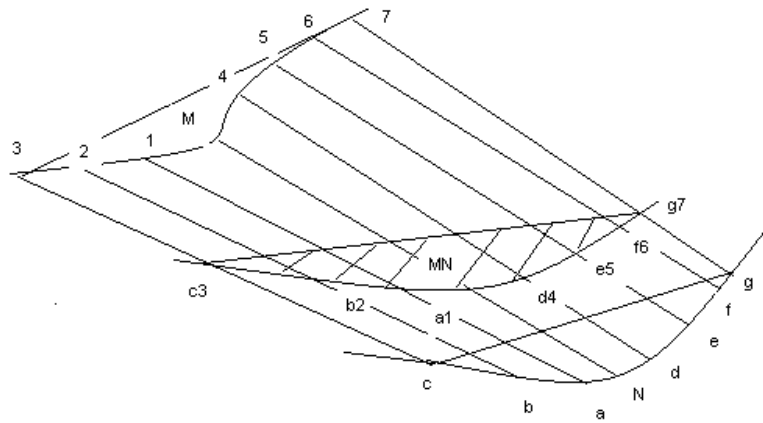
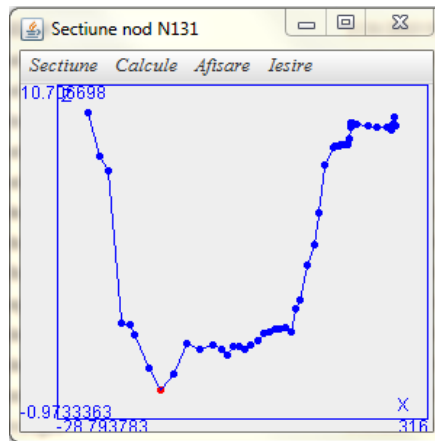
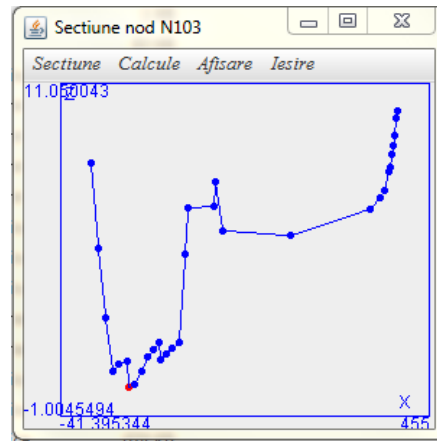


Fig. 4.4.1.5 Medierea secțiunilor transversale situate în nodurile discretizării

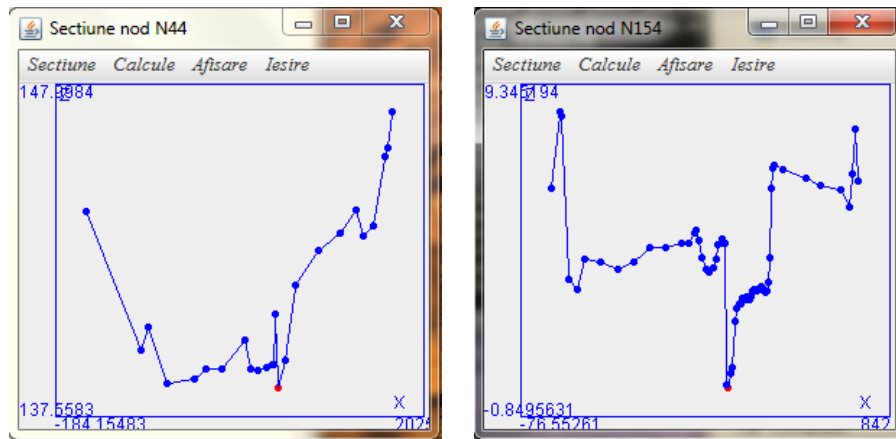


a.



b.

86 4. CONTRIBUȚII LA DETERMINAREA NIVELELOR DE VIITURĂ PRIN UTILIZAREA PROGRAMULUI DUFLOW - 4



c.

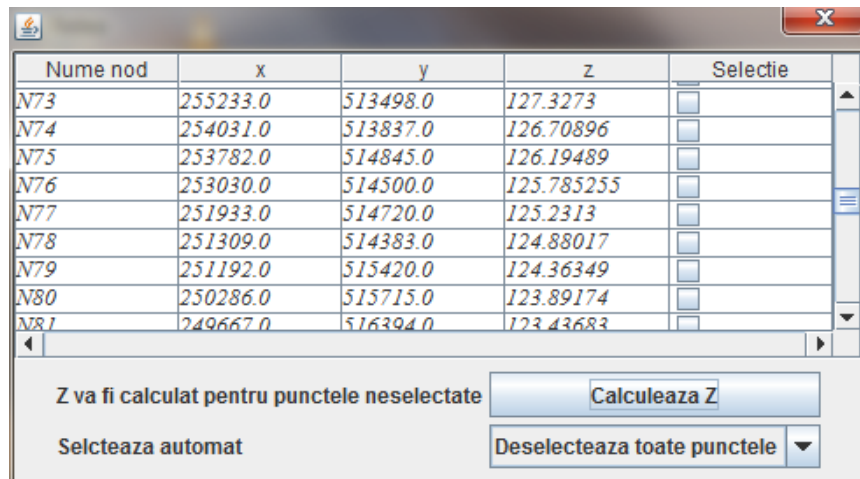
d.

Fig.4.4.1.6 (a,b,c,d) Secțiuni transversale generate

Aplicația calculează apoi, distanța dintre noduri, orientarea secțiunii față de direcția nordului, cotele punctelor de talveg a secțiunilor generate, aria secțiunii transversale pentru diferite nivele ale apei, perimetrul udat, precum și raza hidraulică pentru fiecare secțiune transversală solicitată.

Noduri	Distanța	Unghi val ab...	Unghi(tronso...	Orientare
N0 - N1	1,026.258	70.771	70.771	340.771
N1 - N2	521.426	52.559	127.441	322.559
N2 - N3	298.639	52.209	127.791	322.209
N3 - N4	355.069	46.369	133.631	316.369
N4 - N5	357.968	82.617	97.383	352.617
N5 - N6	299.202	64.034	64.034	334.034
N6 - N7	650.25	47.057	47.057	317.057
N7 - N8	387.289	63.633	63.633	333.633
N8 - N9	398.995	75.337	104.663	345.337
N9 - N10	774.52	39.341	140.659	309.341
N10 - N11	440.073	62.969	62.969	332.969
N11 - N12	734.741	34.296	34.296	304.296
N12 - N13	361.365	45.785	45.785	315.785
N13 - N14	477.31	59.674	120.326	329.674

Fig.4.4.1.7 Calculul automatizat al orientării

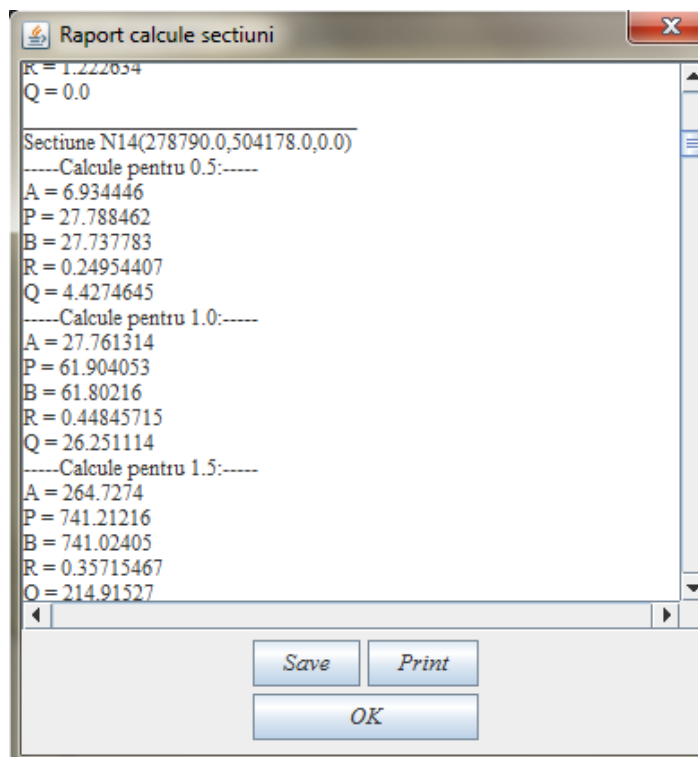


Nume nod	x	y	z	Selectie
N73	255233.0	513498.0	127.3273	<input type="checkbox"/>
N74	254031.0	513837.0	126.70896	<input type="checkbox"/>
N75	253782.0	514845.0	126.19489	<input type="checkbox"/>
N76	253030.0	514500.0	125.785255	<input type="checkbox"/>
N77	251933.0	514720.0	125.2313	<input type="checkbox"/>
N78	251309.0	514383.0	124.88017	<input type="checkbox"/>
N79	251192.0	515420.0	124.36349	<input type="checkbox"/>
N80	250286.0	515715.0	123.89174	<input type="checkbox"/>
N81	249667.0	516394.0	123.43683	<input type="checkbox"/>

Z va fi calculat pentru punctele neselectate

Selecsteaza automat

Fig. 4.4.1.8 Calculul punctelor de talveg al secțiunilor generate



Raport calcule sectiuni

K = 1.222634
Q = 0.0

Sectiune N14(278790.0,504178.0,0.0)

-----Calcul pentru 0.5:-----
A = 6.934446
P = 27.788462
B = 27.737783
R = 0.24954407
Q = 4.4274645

-----Calcul pentru 1.0:-----
A = 27.761314
P = 61.904053
B = 61.80216
R = 0.44845715
Q = 26.251114

-----Calcul pentru 1.5:-----
A = 264.7274
P = 741.21216
B = 741.02405
R = 0.35715467
Q = 214.91527

Fig. 4.4.1.9 Calculul elementelor hidraulice necesare aplicației DUFLOW

Cunoscând secțiunea transversală în nod, coeficientul de rugozitate Chezy al patului albiei, panta geometrică medie i a tronsonului ce cuprinde acest nod (se

88 4. CONTRIBUȚII LA DETERMINAREA NIVELELOR DE VIITURĂ PRIN UTILIZAREA PROGRAMULUI DUFLOW - 4

admite aproximarea că panta hidrodinamică J a apei este egală cu panta geometrică i , (pentru diferite nivele date), se pot determina debitele ce tranzitează tronsonul, cu

relația generală: $Q = C * A * \sqrt{R * J}$ unde: $C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}$ și $R = \frac{A}{P}$. Se obține

relația: $Q = \frac{1}{n} * A * R^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}}$.

Principiul de calcul al ariei secțiunii transversale este acela a împărțirii secțiunii în figuri geometrice a căror arie o putem calcula prin formule obișnuite. Se calculează apoi raza hidraulică și debitul pentru fiecare înălțime a apei deasupra talvegului, conform formulei.

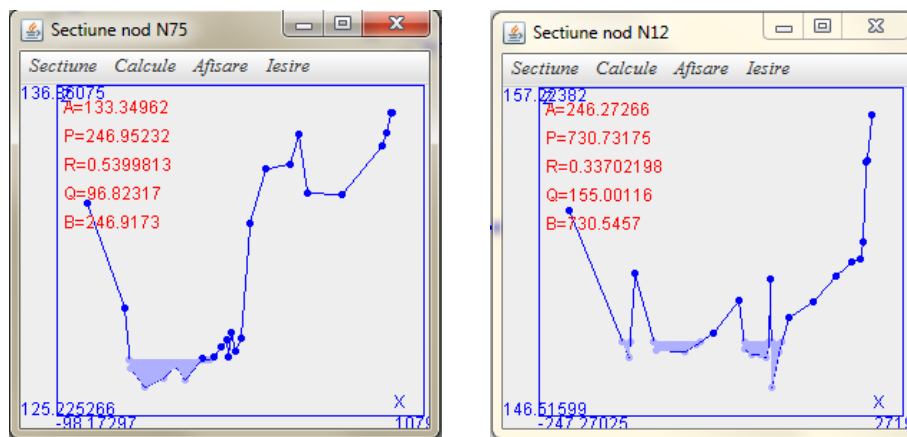


Fig.4.4.1.10 Reprezentarea directă pe secțiunile generate a calculului elementelor hidraulice

4.4.2 Utilizare GOOGLE EARTH

Pentru stabilirea punctelor de talveg prin care vor trece secțiunile intermediare necesare în calculul nivelului de viitură, s-a folosit aplicația Google Earth care este un program al companiei [Google](https://www.google.com) ce redă grafic globul pământesc, fotografiat de la mare altitudine din sateliți, dar cu o rezoluție maximă foarte bună, de ordinul a numai câtorva metri. Cu ajutorul aplicației Google Earth se pot vedea imagini deosebite ale planetei noastre, precum și diverse informații legate de anumite zone geografice. S-au putut stabili astfel coordonatele geografice ale nodurilor de discretizare care vor urmări cursul Mureșului.

4.4.3 Aplicația TRANSDAT

TRANSDAT coordinate este o aplicație uzuală care execută transformarea coordonatelor geografice pentru reprezentarea lor într-un sistem de coordonate rectangular. Performanțele acestuia duc la o eroare de maximum ± 10 m. Programul este utilizat de Agenția Națională de Cadastru și Publicitate imobiliară și s-a realizat prin integrarea unor puncte determinate prin tehnologie satelitară în rețeaua europeană de referință și prin integrarea unor stații GPS permanente în rețeaua europeană de stații GPS permanente.

4.5 Concluzii

Pentru studiul efectuat în bazinul Mureșului inferior s-a utilizat programul DufLOW 2.0, care acoperă o gamă largă de aplicații.

Pentru calculul elementelor care trebuie introduse în programul de bază, au fost utilizate aplicațiile INTERPOINT, Google Earth și Transdat coordinate.

5. STUDIUL NIVELURILOR VIITURII MUREȘULUI ÎN ZONA ARAD

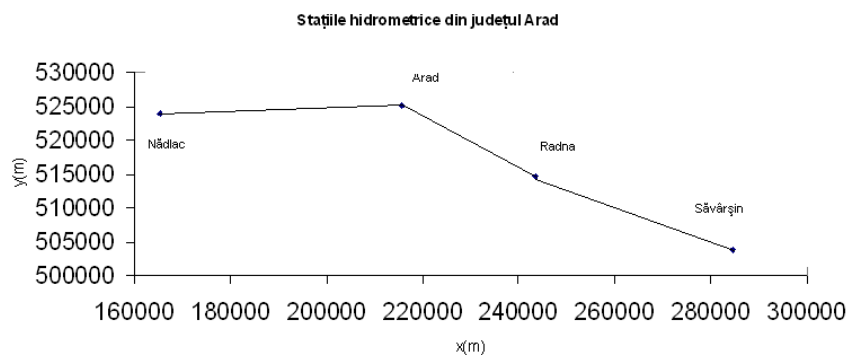
Pentru sectorul Mureșului în zona Arad, s-a utilizat aplicația DufLOW, având ca punct de plecare stația hidrometrică Săvârșin și ca punct terminus, stația hidrometrică Nădlac, situată la granița cu Ungaria.

Coordonatele stațiilor hidrometrice, în profilul cărora se află și secțiunile principale, sunt:

Săvârșin	22°13' longitudine estică 46°00' latitudine nordică
Radna	21°41' longitudine estică 46°05' latitudine nordică
Arad	21°19' longitudine estică 46°10' latitudine nordică
Nădlac	20°40' longitudine estică 46°08' latitudine nordică

Aceste coordonate au fost convertite din sistemul UTM în coordonate Stereo 70, pentru a putea fi reprezentate în plan. S-a obținut astfel următoarea reprezentare:

Săvârșin	x=284467	y=503767
Radna	x=243565	y=514605
Arad	x=215655	y=525107
Nădlac	x=165299	y=523936



5. STUDIUL NIVELURILOR VIITURII MUREȘULUI ÎN ZONA ARAD 91

Fig.5.1 Amplasarea secțiunilor principale

Desigur că, o astfel de reprezentare a datelor pe o suprafață atât de mare nu va duce la rezultate concludente. Este necesară existența unor mult mai multe date de plecare pentru realizarea studiului. Cu ajutorul aplicațiilor Google Earth, Transdat și INTERPOINT, s-a realizat o îndesire a punctelor de talveg prin care s-au reprezentat secțiuni transversale, astfel că tronsoanele considerate au o lungime corespunzătoare pentru cunoașterea variației nivelului apei cât mai fidelă cu realitatea. Punctele considerate se prezintă astfel:

Tabelul 5.1

284467	503767	265276	514834	228754	520250
283498	504105	264403	515432	227965	521101
283084	503788	264082	515037	225888	521530
282848	503605	263915	514439	224545	521475
282591	503360	263419	514179	224193	520186
282236	503314	262943	514624	222915	519994
281967	503445	262935	515017	221004	520956
281491	503888	262671	515779	220332	522550
281144	504060	262047	515802	218767	522854
280758	503959	261456	515209	218644	524429
280267	503360	260623	514775	217416	524976
279875	503560	260095	514115	217420	526099
279461	504167	259658	514536	216292	526209

92 5. STUDIUL NIVELURILOR VIITURII MUREȘULUI ÎN ZONA ARAD- 5

279202	504419	259745	515522	216449	524386
278790	504178	258545	515577	215943	524411
278574	503497	257796	516190	215655	525107
278231	503209	257137	515705	212968	524187
277452	503057	256463	514753	212686	523045
277264	503323	255233	513498	210443	522748
277127	503740	254031	513837	209982	524207
277817	504243	253782	514845	208495	523101
27790	504769	253030	514500	207750	523801
277803	505251	251933	514720	206473	523015
277445	505653	251309	514383	205189	522635
276934	505571	251192	515420	204096	521819
276478	504994	250286	515715	201724	522608
276069	504970	249667	516394	198737	523246
275671	505507	249269	516562	198379	524469
275474	506107	248556	516583	195243	524024
274924	506299	247430	516865	192483	524286
274278	506149	245729	516508	191394	524700
273979	506554	244915	516417	191063	523128
273021	507548	244352	515699	190744	523567
273429	507671	243565	514605	189737	521945
272660	507628	243031	513854	188663	523050
272542	508263	242190	513928	188604	521771
272325	508614	242084	514963	187388	522064
272240	509564	242006	515601	185790	518870
271695	509827	241665	515806	184729	518709
271316	509821	240861	514486	183913	516219
271013	509947	240745	514925	182120	517598
270993	510384	240234	516100	180291	517613
270679	511491	240109	516836	179844	518321
270240	512037	239076	516225	177869	518490
270054	512400	238297	517342	175776	520388
269659	513502	237196	517003	175337	522122
269287	513959	235477	517494	174105	522479
268536	514483	234812	517921	173344	524851
268425	514260	234364	518950	170688	524987
267990	513883	233045	518184	169369	526118
267392	513980	232282	518742	169055	526977
266995	513634	231280	518572	168429	526871
266350	513548	231841	519560	166839	525216
266175	514210	229800	520647	165299	523936
265975	514707	229379	521604		

5. STUDIUL NIVELURILOR VIITURII MUREȘULUI ÎN ZONA ARAD 93

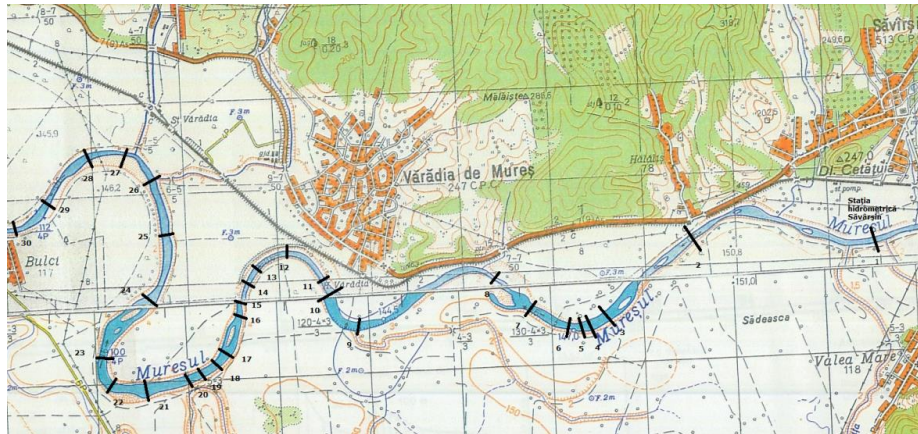


Fig.5.2 Amplasarea primelor 30 secțiuni

Aceste puncte au fost considerate noduri de discretizare a rețelei, precizându-se numărul nodului, numărul tronsonului, nodul de început și de sfârșit al fiecărui tronson, pâna la epuizarea acestora.

DUFLOW 2.00 Input - Flow - Network - Nodes				
NODES general and flow related parameters				
Node	X-Coord. (m)	Y-Coord. (m)	Catchment Area (ha)	Runoff Factor
1	284467	503767	0.000	1.000
2	283498	504105	0.000	1.000
3	283084	503788	0.000	1.000
4	282848	503605	0.000	1.000
5	282591	503360	0.000	1.000
6	282236	503314	0.000	1.000
7	281967	503445	0.000	1.000
8	281491	503888	0.000	1.000
9	281144	504060	0.000	1.000
10	280758	503959	0.000	1.000
11	280267	503360	0.000	1.000
12	279875	503560	0.000	1.000
13	279461	504167	0.000	1.000
14	279202	504419	0.000	1.000
15	278790	504178	0.000	1.000

Fig.5.3 Înregistrarea coordonatelor nodurilor de discretizare

Caracteristicile geometrice ale tronsoanelor s-au înregistrat precizând nivelul talvegului în nodul de început și nodul de sfârșit al tronsonului.

94 5. STUDIUL NIVELURILOR VIITURII MUREȘULUI ÎN ZONA ARAD- 5

G:\duflow\duflow\DUFLOW.EXE

DUFLOW 2.00 Input - Flow - Network - Sections

SECTIONS general and flow related parameters

Section	Length (m)	Direction °CW fr.N	Bottom Level (m)		Resistance (C or k)		Windconv. (10 ⁻⁶)
			Begin	End	Pos. dir.	Neg. dir.	
1	1026	289.00	150.50	150.00	50.00	50.00	3.600
2	521	322.00	150.00	149.99	50.00	50.00	3.600
3	298	322.00	149.99	149.58	50.00	50.00	3.600
4	355	316.00	149.58	149.41	50.00	50.00	3.600
5	357	352.00	149.41	149.23	50.00	50.00	3.600
6	299	334.00	149.23	149.08	50.00	50.00	3.600
7	650	317.00	149.08	148.76	50.00	50.00	3.600
8	387	333.00	148.76	148.57	50.00	50.00	3.600
9	398	345.00	148.57	148.37	50.00	50.00	3.600
10	774	309.00	148.37	147.98	50.00	50.00	3.600
11	440	332.00	147.98	147.77	50.00	50.00	3.600
12	734	304.00	147.77	147.40	50.00	50.00	3.600
13	361	315.00	147.40	147.22	50.00	50.00	3.600
14	477	329.00	147.22	146.99	50.00	50.00	3.600
15	714	287.00	146.99	146.63	50.00	50.00	3.600

ESC = exit P = Print ← ↑ = Edit D = Defaults ←↓ = next

Fig.5.4 Caracteristicile geometrice ale tronsoanelor

S-a obținut astfel reprezentare grafică a rețelei de noduri care urmărește cursul Mureșului.

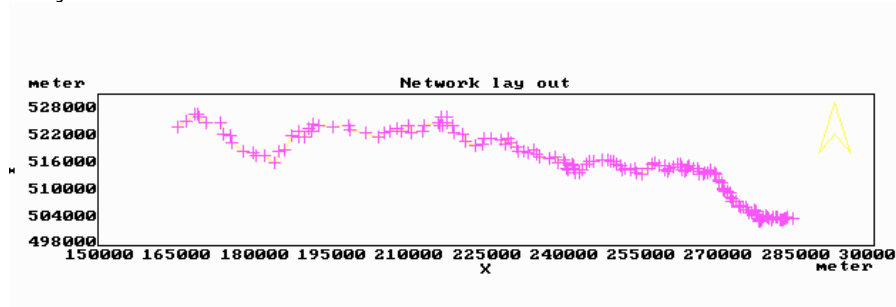


Fig.5.5 Discretizarea cursului inferior al Mureșului în zona Arad

Utilizând un set de valori numerice cunoscute pentru înălțimile de apă, $h_i = kx\Delta H$, adică în cazul nostru pentru pasul constant de 1m și setul de numere întregi $k=0, 1, 2, 3, 4$, față de cota talvegului, am determinat lățimile de curgere la oglinda apei și lățimile de stocare pentru toate aceste seturi de valori în toate nodurile asociate discretizării.

5. STUDIUL NIVELURILOR VIITURII MUREȘULUI ÎN ZONA ARAD 95

G:\duflow\duflow\DUFLOW.EXE

DUFLOW 2.00 Input - Flow - Network - Cross-sections

CROSS-SECTION Depth to bott.<m>	Profile Flow width <m>		SECTION 11 Storage Width <m>	
	at begin	at end	at begin	at end
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	27.60	27.60	27.60	27.60
1.00	59.00	58.50	60.00	59.50
1.50	714.30	719.00	717.60	722.00
2.00	1011.00	1011.00	1027.00	1027.00
2.50	1310.00	1296.00	1370.00	1357.00
3.00	1647.00	1630.00	1727.00	1710.90

ESC = exit Print print All Copy Hydraulic data ← ↑ = Edit ← = next

G:\duflow\duflow\DUFLOW.EXE

DUFLOW 2.00 Input - Flow - Network - Cross-sections

CROSS-SECTION Depth to bott.<m>	Profile Flow width <m>		SECTION 107 Storage Width <m>	
	at begin	at end	at begin	at end
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	17.20	16.80	17.20	16.80
1.00	35.00	29.00	36.00	30.10
1.50	84.00	81.00	86.10	83.70
2.00	86.00	83.00	92.00	90.20
2.50	90.00	85.00	95.60	93.70
3.00	95.00	92.00	99.10	97.10

ESC = exit Print print All Copy Hydraulic data ← ↑ = Edit ← = next

Fig.5.6 Înregistrarea lățimilor de curgere și de stocare pentru secțiunile 11 și 107

Pentru un tronson curent, care are asociate două noduri de conexiune, nodul de început și nodul de sfârșit, se utilizează medierea celor două secțiuni, obținându-se secțiunea medie de calcul a tronsonului.

Condițiile inițiale au fost considerate ca fiind nivelul și debitul zero, ceea ce se permite în programul DufLOW, înregistrarea numerică a rezultatelor efectuându-se după un interval de timp suficient de lung, încât nivelurile în noduri și debitele pe tronsoane să ajungă la cele de regim.

96 5. STUDIUL NIVELURILOR VIITURII MUREȘULUI ÎN ZONA ARAD- 5

G:\duflow\duflow\DUFLOW.EXE

DUFLOW 2.00 Input - Flow - Init. cond. - Levels

INITIAL LEVELS

Node	Level (m)
151	88.52
152	88.09
153	87.89
154	87.42
155	86.76
156	86.34
157	86.03
158	85.45
159	84.82
160	84.41
161	84.20
162	84.05
163	83.51
164	83.04

ESC = exit P = Print ← ↑ = Edit D = Defaults ← = next

G:\duflow\duflow\DUFLOW.EXE

DUFLOW 2.00 Input - Flow - Init. cond. - Discharges

INITIAL DISCHARGES, sections

Section	Discharge Begin (m3/s)	Discharge End (m3/s)
23	0.000	0.000
24	0.000	0.000
25	0.000	0.000
26	0.000	0.000
27	0.000	0.000
28	0.000	0.000
29	0.000	0.000
30	0.000	0.000
31	0.000	0.000
32	0.000	0.000
33	0.000	0.000
34	0.000	0.000
35	0.000	0.000
36	0.000	0.000
37	0.000	0.000

Enter Value Esc, ←, =

Fig.5.7 Condiții inițiale pentru nivele și debite

Pentru condițiile de margine s-au considerat mai multe cazuri:

-debitul constant ca fiind debitul cu probabilitatea de $Q_{1\%}$ în nodul 1, iar pentru nodul final, curba cheie.

-pentru nodul 1 a fost considerat debitul de intrare ca fiind debitul cu probabilitatea de 5%

-un hidrograf de viitură înregistrat în nodul 1 în anul 2004.

S-au putut determina debitele ce tranzitează tronsonul, cunoscând secțiunea transversală în nod, coeficientul de rugozitate Chezy al patului albiei și panta geometrică medie i a tronsonului ce cuprinde acest nod.

5. STUDIUL NIVELURILOR VIITURII MUREȘULUI ÎN ZONA ARAD 97

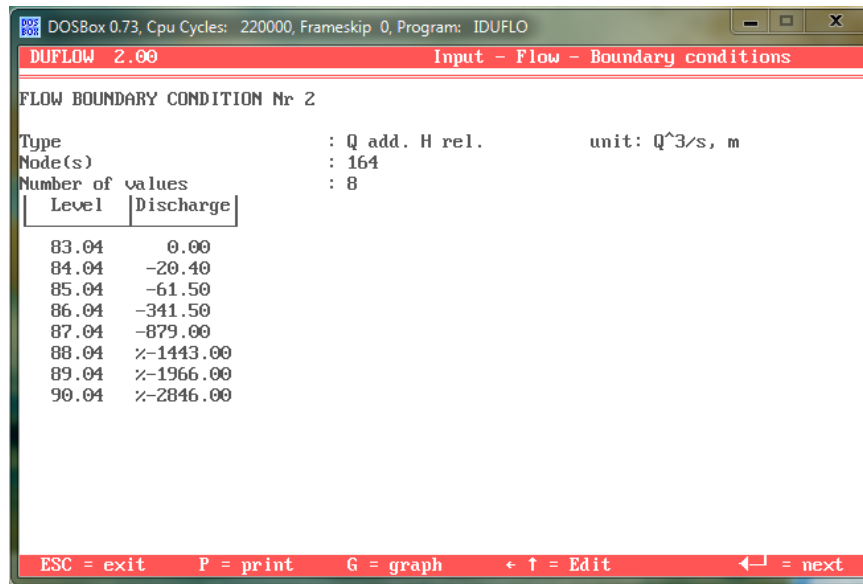


Fig.5.8 Introducerea datelor pentru curba cheie în nodul final

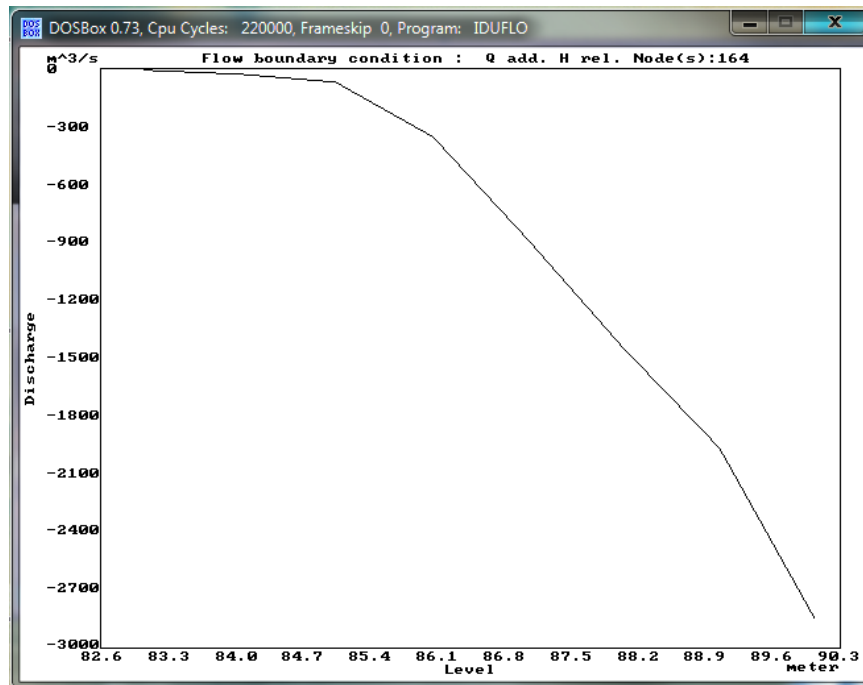


Fig. 5.9 Curba cheie pentru nodul 164

6. CONCLUZII GENERALE

6.1 Conținutul lucrării

Lucrarea este structurată pe 7 capitole, dezvoltată în 111 pagini, 39 figuri, 11 fotografii, 21 tabele, 22 grafice și o listă cu 60 titluri bibliografice.

Capitolul 1. intitulat "Introducere", sintetizează prezența râului Mureș în peisajul hidrologic al țării, așezarea și limitele bazinului hidrografic al Mureșului, suprafața bazinului, profilul longitudinal și transversal, condițiile fizico-geografice ale formării scurgerii apei, incluzând relieful, factorii climatici, influența solului și vegetației, structura geologică și factorii antropici. Deasemenea se prezintă gradul de cunoaștere hidrometrică și în special zona Mureșului inferior situată în județul Arad, cuprinzând sistemul hidrotehnic Lipova și sistemul Arad.

Capitolul 2. Descrie importanța cunoașterii scurgerii maxime, prezentând diferite metode pentru studiul acestuia, cu aplicabilitate directă la râul Mureș. Au fost prezentate formula lui Kestlin, metodele hidrometeorologice, metoda reducțională, metodele aproximative, debite maxime obținute prin prelucrarea statistică a șirurilor de date, metode de determinare a debitelor maxime utilizate de INMH, metode bazate pe studiul precipitațiilor. Fiecare metodă a fost aplicată pentru diferite secțiuni ale râului.

Capitolul 3. Tratează hidrograful de viitură și parametrii de curgere ai hidrografului. S-a construit hidrograful tip pentru Arad, hidrograful funcție parabolică, hidrograful funcție de repartitie și s-a prezentat hidrograful unitar, hidrograful după modele fizice și utilizarea programului Dufflow pentru construcția hidrografului.

Capitolul 4. Intitulat „Contribuții la determinarea nivelelor de viitură prin utilizarea programului Dufflow”, conține considerații generale și fundamentarea științifică și matematică a aplicației Dufflow, programul Dufflow cu toate datele necesare rulării aplicației, precum și aplicațiile Interpoint, Google Earth și Transdat, necesare în pregătirea datelor utilizate în Dufflow.

Capitolul 5. se referă la „Studiul nivelelor de viitură ale râului Mureș în zona Arad”. Se prezintă secțiunile existente pentru studiu, secțiunile generate în nodurile de discretizare, tronsoanele dintre nodurile de discretizare cu caracteristicile geometrice ale lor și condițiile inițiale și condițiile de margine considerate în aplicația Dufflow.

Capitolul 6. Prezintă concluziile generale asupra studiului efectuat asupra nivelelor râului Mureș și influența viiturilor asupra regiunilor învecinate.

6.2 Concluzii privind utilizarea aplicației Dufflow asupra studiului variației nivelelor râului Mureș.

Lucrarea constituie o sinteză și o generalizare a datelor hidrologice ale Mureșului din zona bazinului inferior, în județul Arad.

Zona bazinelor din cursul inferior al Mureșului, amplasată într-o regiune de dealuri și munți mici, este constituită din râuri cu suprafețe bazinale reduse. Majoritatea râurilor afluențe în această zonă seacă frecvent. Suprafețele bazinale fiind reduse iar pantele râurilor relativ mari, majoritatea acestor râuri prezintă un caracter torențial. Zona de vărsare a Mureșului amplasată în estul Câmpiei Tisei, este un sector bazinal în care Mureșul nu mai primește afluenți. Totodată, zona Mureșului inferior, este constituită dintr-o porțiune neîndiguită situată între Săvârșin și Lipova și o porțiune îndiguită situată între Lipova și graniță.

Modalitatea de abordare a studiului efectuat a constituit o traversare a mai multor posibilități de calcul a scurgerii maxime prin mai multe metode în urma cărora s-au obținut valori apropiate.

Caracterizarea scurgerii maxime scoate în evidență interdependența acesteia cu altitudinea și mărimea suprafeței bazinului de recepție. Hidrograful de viitură, cu rol deosebit în studiul nivelurilor râurilor, a fost analizat în construcția sa prin mai multe metode, după diferite criterii de reprezentare.

Adaptat la condițiile actuale de utilizare a metodelor moderne de calcul, aplicația Duflow:

- Răspunde la necesitatea modelării hidraulice prin studiul ce se poate efectua pentru managementul cantității și calității apei râurilor.

- Duflow este conceput pentru a acoperi o gama largă de aplicații, cum ar fi propagarea valurilor produse de marea în estuare, a undelor de viitură în râuri, exploatarea instalațiilor de irigare, sisteme de drenaj.

- Programul poate stoca rezultatele în fișiere pentru a fi accesate de alte programe de calculator iar pentru o analiză imediată și sugestivă a lor, rezultatele pot fi afișate grafic în timp sau spațiu.

- Se pot prelucra modele de dimensiuni mari, timpul de calcul fiind destul de redus.

6.3 Concluzii asupra rezultatelor obținute

Acuratețea rezultatelor obținute a depins de modul de considerare a datelor introduse.

Astfel, s-a considerat la condițiile inițiale ale realizării modelului, că nivelul și debitul în toate nodurile discretizării este nul. De aceea datele de ieșire au început să fie înregistrate după mai multe zile de la pornirea modelului, timp în care rețeaua va ajunge la parametrii de regim.

Înregistrarea datelor de ieșire s-a efectuat din 2 în 2 ore.

6.3.1 Cazul 1

Pentru condițiile de margine s-a ales în nodul 1 un debit constant care reprezintă debitul cu probabilitatea de 1%.

100 6. CONCLUZII GENERALE- 6

Pentru nodul final al discretizării, nodul 164, s-a ales ca și condiție de margine, curba cheie.

În urma analizei făcute asupra rezultatelor obținute prin rularea programului s-au tras următoarele concluzii:

Pentru nodul 1, de pornire a modelării, nod considerat ca fiind secțiunea transversală la miră, la stația hidrometrică Săvârșin, secțiunea fiind cunoscută, nivelul înregistrat a fost de 153,68 m.

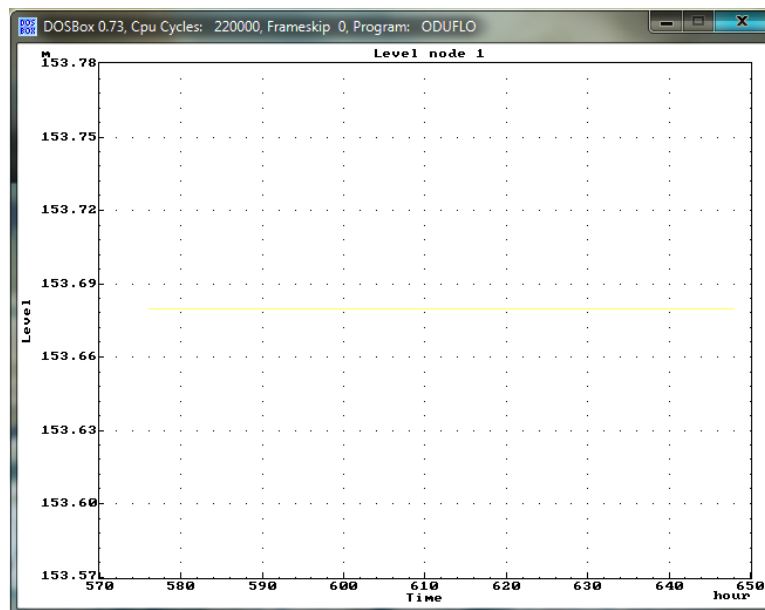


Fig.6.3.1 Nivelul apei la Săvârșin

În nodul 89, în secțiunea transversală la miră la stația Radna, înălțimea maximă atinsă este de 127,45 m. Debitul în această secțiune variază între 2549,6 și 2550,6 mc/s.

6.3 Concluzii asupra rezultatelor obținute 101

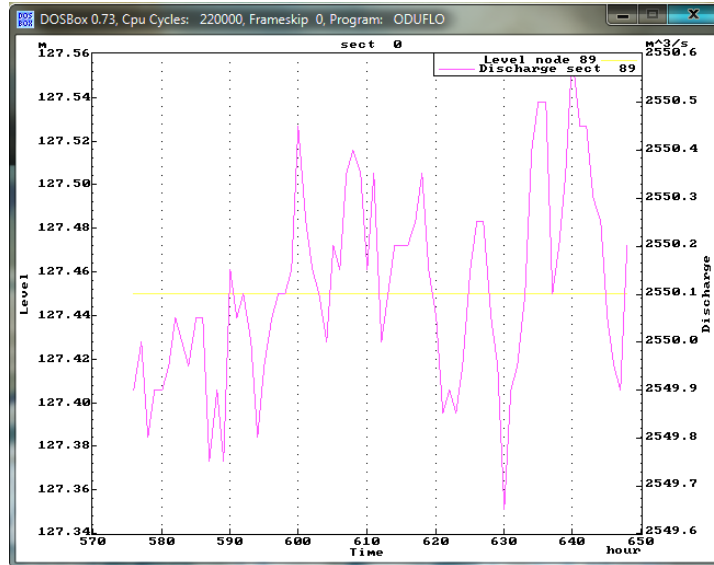


Fig.6.3.2 Nivelul și debitul la Radna

La stația hidrometrică Arad, înălțimea maximă este de 108,95 m iar debitul are variații mici, între 2549,4 și 2549,4 mc/s.

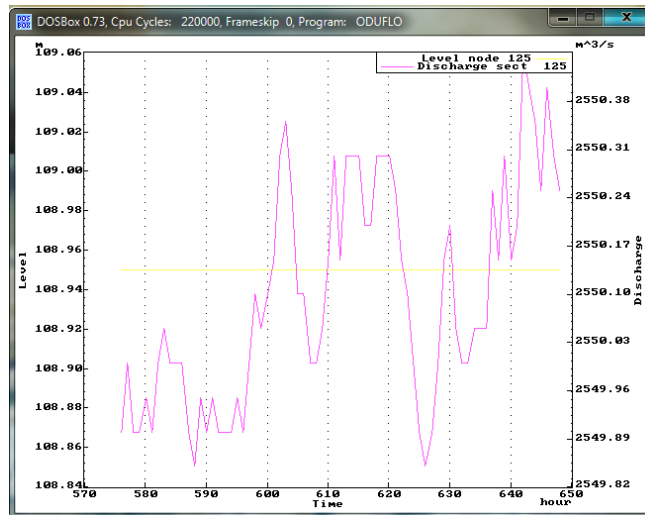


Fig. 6.3.3 Nivelul și debitul la Arad

În zona de granită, la Nădlac, în secțiunea la miră a stației hidrometrice, s-a înregistrat un nivel de 89,70 m și un debit care variază ușor între 2549,7 și 2550,3 mc/s.

Time hour	Level node 164 m	Discharge sect 164 m ³ /s
576.000	89.704	0.000
577.000	89.704	2550.1
578.000	89.704	2550.1
579.000	89.704	2550.1
580.000	89.704	2550.1
581.000	89.704	2550.1
582.000	89.704	2550.2
583.000	89.704	2550.2
584.000	89.704	2550.2
585.000	89.704	2550.2
586.000	89.704	2550.2
587.000	89.704	2550.1
588.000	89.704	2550.2
589.000	89.704	2550.2

Fig.6.3.4 Debitul și nivelul la Nădlac

Studiind implicațiile pe care le au creșterile de nivel ale Mureșului asupra regiunilor pe care acesta le traversează, putem constata că un debit cu probabilitatea de 1% produce pagube materiale în zona situată între nodurile 86-122, pe o distanță de 45 km, de-a lungul râului. Este vorba de o zonă situată între Lipova și Arad, unde o viitură cu un astfel de debit produce inundații pe terenurile agricole din împrejurimi.

6.3.2 Cazul 2

Pentru debitul de apă constant de probabilitate 5%, se produc inundații între nodurile 102-122, pe o lungime a râului de 28,5 km.

-La intrare, în nodul 1 nivelul oscilează între valorile 153,045 și 153,195 m.

6.3 Concluzii asupra rezultatelor obținute 103

DOSBox 0.74, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: ODUFLO

DUFLOW 2.00 Output - Time related

sect 1

Time hour	Level m	Discharge m ³ /s
216.000	153.185	1690.2
216.500	153.080	1805.3
217.000	153.170	1701.2
217.500	153.090	1793.2
218.000	153.160	1715.1
218.500	153.105	1778.2
219.000	153.140	1731.3
219.500	153.120	1761.0
220.000	153.125	1749.1
220.500	153.140	1742.7
221.000	153.105	1767.2
221.500	153.150	1724.3
222.000	153.085	1784.4
222.500	153.165	1707.8
223.000	153.075	1799.3

Esc = exit P = print Pgup = previous ←, PgDn = Next

Fig. Niveluri la stația Săvârșin

-la stația hidrometrică Radna nivelul este între 125,975 și 126,02 m.

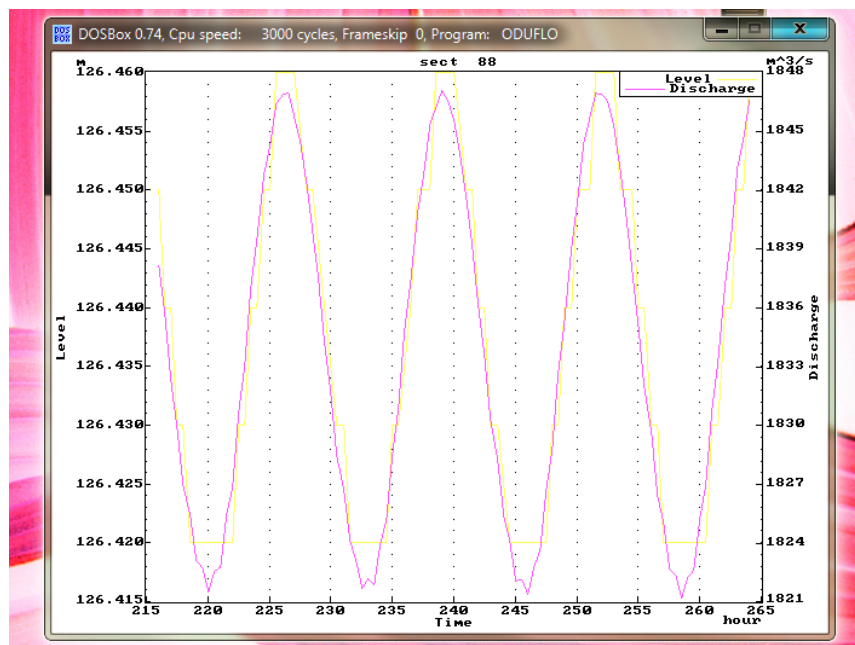


Fig. Variația nivelului la stația hidrometrică Radna

-la stația Arad variația nivelului apei se situează între 107,475 și 107,495 m.

104 6. CONCLUZII GENERALE- 6

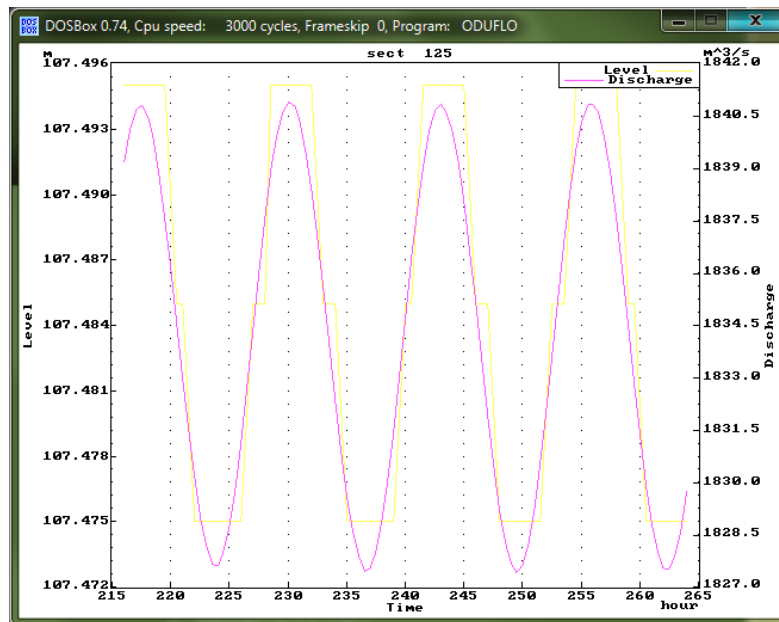


Fig. Stația hidrometrică Arad

-la stația Nădlac nivelul apei oscilează între 89,204 și 89,211 m.

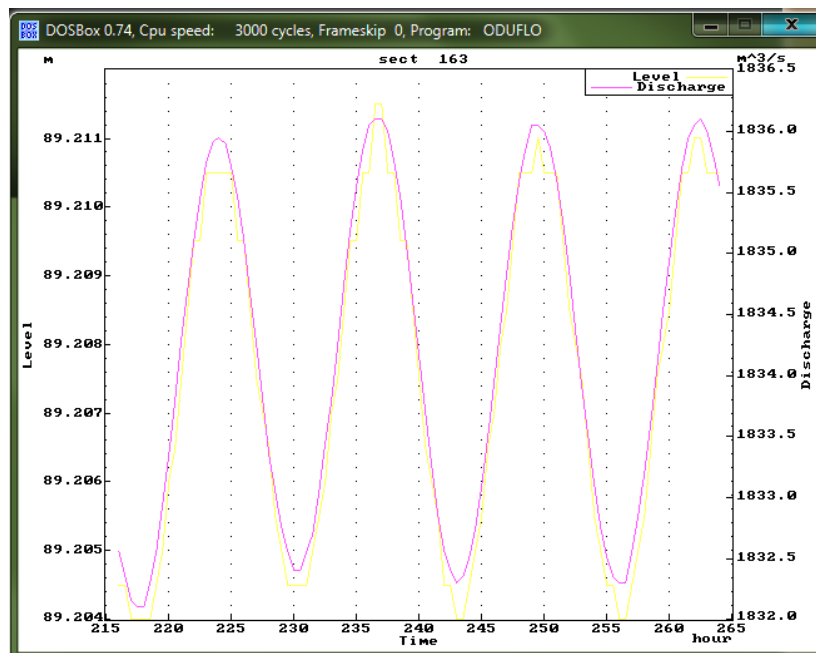


Fig. Variația de nivel la Nădlac

6.3.3 Cazul 3

În acest caz, debitul de intrare în nodul 1, a fost considerat debitul rezultat din hidrograful unei viituri înregistrate în anul 2004, iar în punctul final a fost considerată curba cheie.

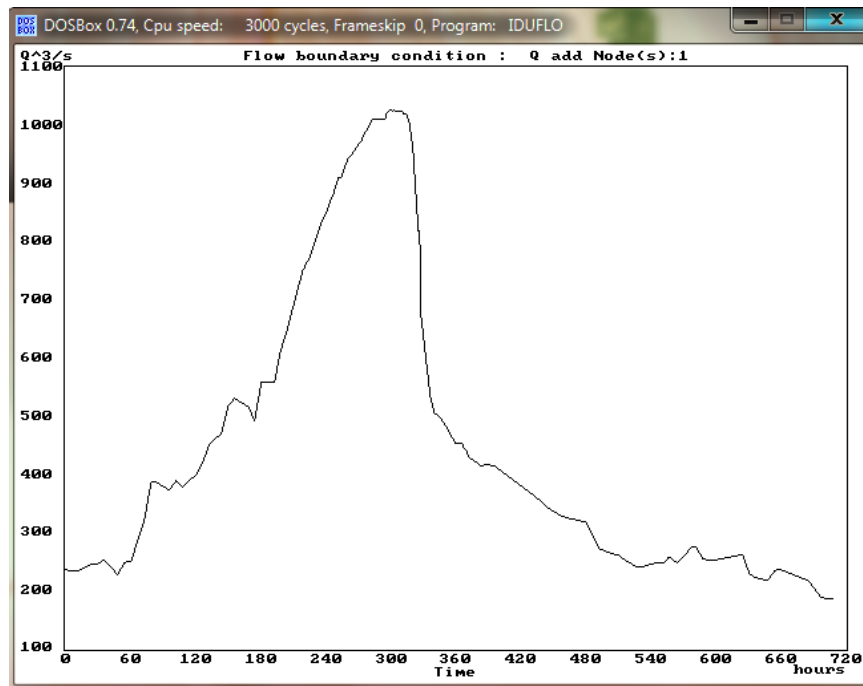


Fig. Hidrograful viituri în nodul 1

În prima parte a traseului considerat, are loc o variație puternică a debitelor și nivelurilor înregistrate, între valori care nu depășesc cotele de inundație, pe o distanță de aproximativ ...km.

106 6. CONCLUZII GENERALE- 6

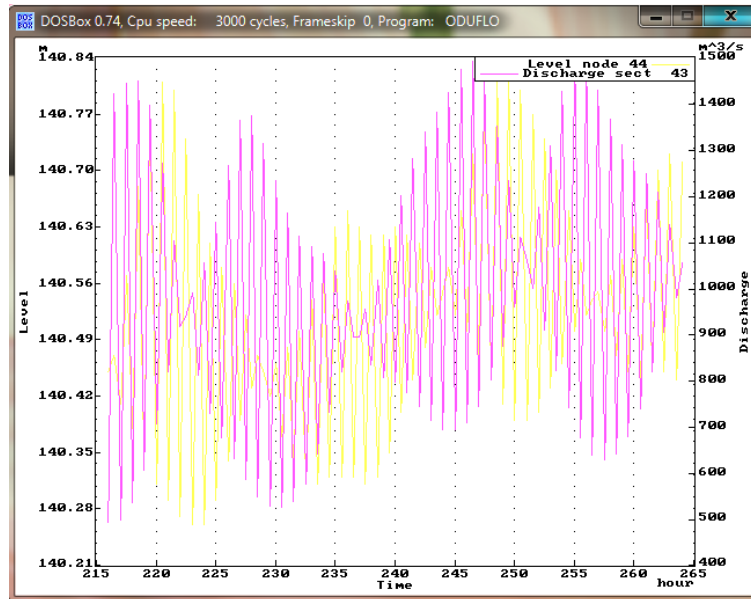


Fig. Variații ale nivelului și debitului în nodul 44

Pe traseul care urmează, se produce o variație a debitelor și nivelurilor mult mai lentă, care poate fi reprezentată printr-o linie continuă.

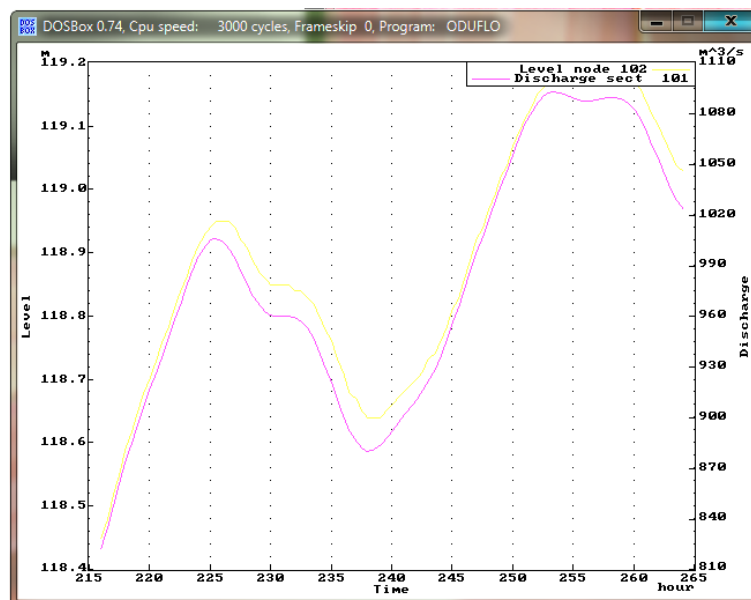


Fig. Variații ale nivelului și debitului în nodul 102

6.3 Concluzii asupra rezultatelor obținute 107

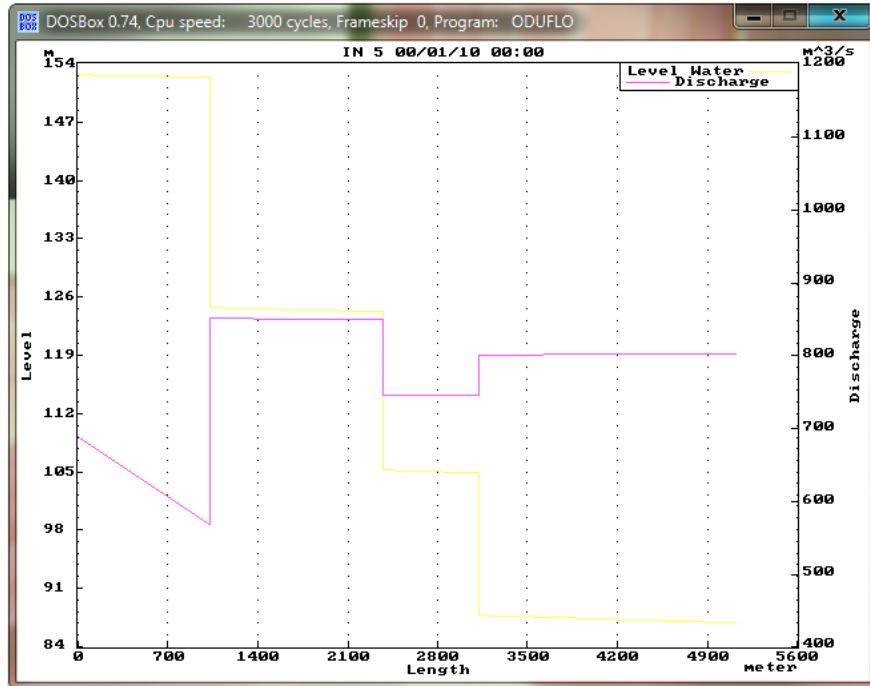


Fig. Nivelurile și debitele apei în secțiunile celor patru stații hidrometrice

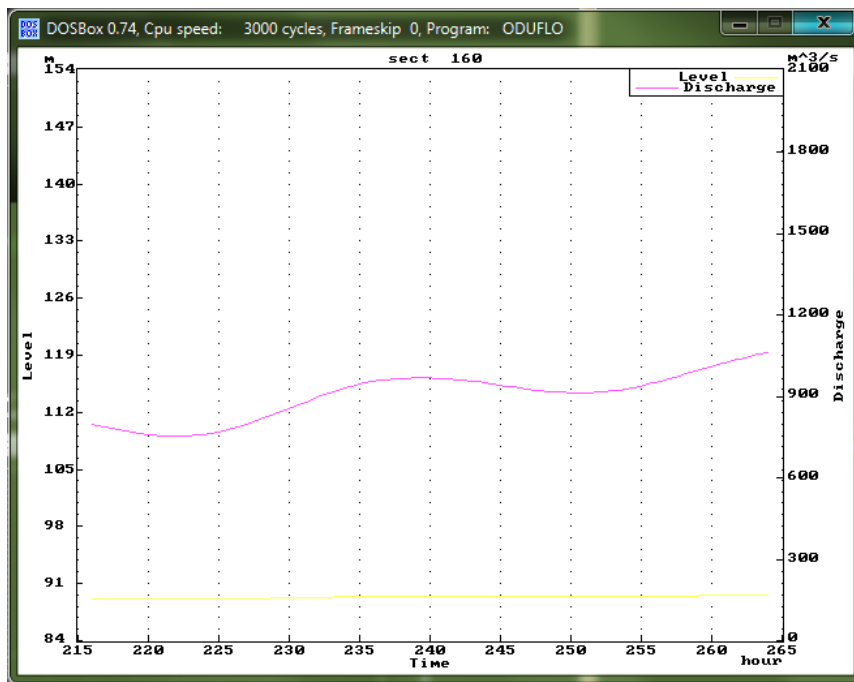


Fig. Nivelul și debitul în apropiere de Nădlac

108 6. CONCLUZII GENERALE- 6

Analizând graficele înregistrate, se poate spune că la o astfel de viitură, nivelul Mureșului depășește cotele de inundație între nodurile 108 și 122, adică pe o distanță de 22 km.

În aval de Arad se află Parcul Natural Lunca Mureșului care se întinde până la granița cu Ungaria. Are o suprafață de 17.455 ha și include zona îndiguită a Mureșului; este o zonă inundabilă (o inundație la fiecare trei ani) situată între digurile construite pe fiecare parte a râului și între terasele înalte ale aceluiași râu. Lunca Mureșului Inferior este un ecosistem tipic de zonă umedă cu ape curgătoare și stătătoare. Atracțiile zonei sunt constituite din: peisajul specific de lunca, având ca element principal Râul Mureș, cu cele 40 de insule din interiorul parcului, biodiversitatea remarcabilă, începând cu păsările și continuând cu mamifere, reptile, amfibieni, pești, insecte s.a., balta cu nuferi din Rezervația naturală Prundul Mare și cele două mănăstiri foarte vechi din interiorul parcului.

Cunoașterea aprofundată a teritoriului bazinului, are drept scop ca acesta să aibă premisele unei dezvoltări favorabile. Modalitățile de combatere a inundațiilor sunt atât la nivel global și constau în reducerea efectelor încălzirii globale prin reducerea emisiilor poluante și refacerea suprafețelor împădurite, cât și la nivel local prin amenajarea unor lucrări de combatere a inundațiilor (diguri, baraje și întreținerea lor), interzicerea construirii în zone inundabile, întreținerea sistemelor de preluare a apelor din precipitații și a albiilor cursurilor de apă.

7. CONTRIBUȚII PERSONALE

Lucrarea conține mai multe contribuții în domeniul tehnico-științific al studiului scurgerii debitelor maxime ale râului Mureș în zona Arad. Acestea au fost prezentate pe tot parcursul lucrării și sunt evidențiate mai jos:

Sistematizarea unei vaste documentații din literatura de specialitate din domeniul studiului scurgerii maxime ale apelor râurilor și exemplificarea prin calcule, pentru fiecare metodă prezentată, comparând rezultatele obținute, pentru zona râului Mureș cuprinsă în județul Arad.

Prezentarea unei sinteze ample, ierarhizată istoric, pe baza bibliografiei consultate, privind evoluția metodelor de calcul a debitelor maxime și interpretarea rezultatelor obținute.

Studiul metodelor de construcție a diferitelor tipuri de hidrografe, cu exemplificare concretă pentru zona studiată și analiza prin comparație a rezultatelor obținute.

Efectuarea de corelații în vederea obținerii datelor necesare pentru studiul zonelor a căror cunoaștere hidrologică nu există.

Evidențierea metodelor de calcul a debitelor maxime pentru diferite condiții naturale specifice, studii efectuate atât în țară cât și în străinătate.

Stabilirea pașilor care trebuie urmați în studiul monitorizării debitelor maxime ale râului Mureș, necesari în studiul efectuat.

Utilizarea aplicației DUFLOW pentru studiul nivelelor apei în bazinul hidrografic al râului Mureș în zona Arad.

Prezentarea unei metode originale de abordare a lucrării luând în considerare datele cunoscute și generarea unor date noi pentru efectuarea studiului, în lipsa celor obținute din măsurători.

Sistematizarea unui număr de programe de calcul din domenii diferite care au contribuit la studiul efectuat și evidențierea acurateții rezultatelor obținute prin utilizarea acestora.

Realizarea programului INTERPOINT după o concepție personală, pentru studiul râului Mureș, program care datorită generalității datelor obținute poate fi utilizat pentru studiul oricărei ape curgătoare sau în scop didactic la lucrările practice ale elevilor și studenților în domeniu.

Prezentarea grafică a studiului utilizând mai multe tipuri de aplicații pe calculator, realizează o interdisciplinaritate complexă, ce pune în evidență legătura strânsă între diferite domenii de activitate, care concură la obținerea unei lucrări de specialitate.

Evidențierea zonelor periculoase, care pot fi afectate de inundații, la o viitură a cărui debit poate ajunge la debitul cu probabilitatea de 1%, probabilitatea 5% sau la un debit rezultat dintr-o viitură reală.

BIBLIOGRAFIE

- *** Institutul de Meteorologie și Hidrologie Râurile României, monografie hidrologică, Buc. 1971
- *** Institutul de Studii și Cercetări hidrotehnice, Studii de Hidrologie vol. VI, Buc.1963
- Arsenie D.I., Hidraulică, hidrologie, hidrogeologie, IIS Constanța, 1982
- Bica I.** Hidraulica urbana și hidrologie, Editura MatrixRom, 2002
- Bilașco Șt. Implementarea GIS în modelarea viiturilor de versant, Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2008
- Bras R. L., Hydrology- an introduction to hydrology science, Addison Wesley Publishing Company, 1989
- Cadariu Radu, Model analitic adimensional pentru forma viiturilor teoretice singulare, Revista Hidrotehnica, Vol.24, nr.6, 1979
- Certousov M. D. Hidraulica, Editura tehnica, București, 1966
- Chow V.T., Maidment D.R., Mays L.W. Applied Hydrology, McGraw-Hill Book Company, 1988.
- Danchiv A., Stematina D Metode numerice in hidrogeologie.,E.D.P. R.A.- Bucuresti, 1997
- Dassargues. A. Modeles mathematiques en hydrogeology, E.D.P. RA București, 1995
- Diaconu C., Șerban P. Sinteze și regionalizări hidrologice, Ed. Tehnica, Buc. 1994
- Diaconu C., Lăzărescu, D. Hidraulică și Hidrologie, E.D.P. București 1980
- Drobot R. Bazele statistice ale hidrologiei, E.D.P. București 1997
- Drobot R., Giurmă I., Hidrologie, vol. II, I.P.Iași, Rotaprint 1990
- Drobot R., Șerban P. Aplicații de hidrologie și gospodărirea apelor, Ed. H G A, București, 1999.
- Eskinazi Fluid Mechanics and Thermodynamics of our Environment, Academic Press N.Y. 1975.
- Frășinaru C., Curs practic de Java, Editura MatrixRom, 2005
- Frășineanu M., Râurile României, Editura Fundației „România de Mâine”, București 2008
- Gâștescu P., Brețcan P. Hidrologie continentală și oceanografie, Editura Fundației „România de Mâine”, București 2009
- Giurmă I., Drobot R., Antohi C. Hidrologie, vol I, I.P.Iași, Rotaprint 1987
- Hancu S. Hidraulica aplicată - simularea numerică a mișcării nepermanente a fluidelor, Editura Tehnica, 1985
- Hingray B., Picouet C., Musy A. Hydrologie 2, ED. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2009
- Holton J.R. An Introduction to Dynamic, Meteorology , Academic Press N. Y. 1972
- Ichim, I.ș.a. Morfologia și dinamica albiilor de râuri, Editura Tehnică, București 1989
- Lazar Gh. Modelarea numerică asistată de calculator a curenților cu nivel liber în regim amenajat, Editura politehnică Timisoara 2007

- Llomas J., Hydrology generale. Principes et application, Gaetan Morin, Ed.,
1993
- Maftעי C., Hidrologie-Aplicații. Ed. Ex Ponto, Constanța, 2004
- Mateescu C. Hidraulica, E.D.P. București 1961
- Meylan P., Musy A. Hidrologie frequentielle. Editions H.G.A., Bucarest, 1999
- Morariu T., Pisota I. Hidrologie generala, E.D.P. București 1962
- Musy A. Hydrologie Appliquee, Ed. H*G*A*, Bucarest, 1998
- Musy A., Laglaine V. Hydrologie Generale, Cours polycopie, Lausanne, 1992.
- Osaci Costache G., Topografie. Cartografie, Ed. Universitara, 2006
- Pandi, G. Hidrologia, Erdelyi Tankonyvtanacs, Cluj-Napoca, 2003
- Pantazica M. Hidrometrie, Edit. Universității „Al.I.Cuza” Iasi; 1985
- Pisota I. Hidrologie , Editura UNIVERSITARA , Bucuresti 2005
- Pișota I., Buta I. Hidrologie, E.D.P. București 1975
- Pisota I., Zaharia Liliana Hidrologie. Caiet de lucrari practice, Edit. Universitatii Bucuresti 1995
- Popa E., Nistor Gh. Topografie, E.D.P. București 1968
- Popa Gh., Fulop E., Rusu R, Construcții hidrotehnice- Îndrumător de laborator, Institutul Politehnic „Traian Vuia”, Timișoara, 1984
- Popa Gh, Mecanica rocilor și tunelurilor, Institutul Politehnic „Traian Vuia”, Timișoara, 1985
- Popa R., Elemente de hidrodinamica raurilor, E.D.P. R.A.-Bucuresti, 1997
- Preda I., Marosi P. Hidrogeologie, E.D.P. București 1971
- Preluschek Ervin, Teza de doctorat, 1989
- Romanescu Gh Hidrologie generala, Edit. Universitatii „Stefan cel Mare” Suceava, 2002
- Roșu,C., Crețu, Gh. Inundații accidentale, Editura H. G. A., București 1998
- Șerban P., Stănescu V.Al., Roman P. Hidrologie dinamică, Ed. Tehnică, București, 1989
- Șerban P., Stănescu V.Al., Roman P. Hidrologie dinamică, Ed. Tehnică, București, 1989.
- Sorocovschi V. Mediul hidrosferic, [curs universitar], Cluj-Napoca. 1996
- Sorocovschi, V. Hidrologie vol.I, Editura "Dimitrie Cantemir", Targu Mures
- Sorocovschi, V. Hidrologia uscatului, Casa Cartii de Stiinta, Cluj-Napoca 2002
- Sorocovschi, V., Buta, I. Hidrometrie: masuratori si calcule hidrologice, Curs, Cluj-Napoca.1994
- Stanescu V. A. Hidrologie urbana, Ed. didactica si pedagogica, R.A.-Bucuresti, 1995
- Stef, V., Costea, M. Hidrologie aplicata, Editura Universitatii "Lucian Blaga" Sibiu 2006
- Tiscovschi A., Diaconu D. Meteorologie si hidrologie. Lucrari practice Editura: Universitara: 2004
- Ujvari I. Geografia apelor României, Editura Științifică, București 1972
- Vartolomei F., Probleme speciale de hidrologie, Editura Fundației „România de Măine”, București 2008
- Vladimirescu I., Bazele hidrologiei tehnice, Ed. Tehnică, București, 1984
- Vladimirescu, I. Hidrologie, E.D.P. București 1978
- Wanielista, M., P. Hydrology and Water Quality Control, John Wiley & Sons, 1990
- Zavati V., Giurmă I., Budei L. Hidrologie – lucrări practice, I.P.Iași, Rotaprint, 1980

112 BIBLIOGRAFIE

Zăvoianu I. Prelucrarea datelor hidrometeorologice, Editura Fundației „România de mâine”, București 2007

Zăvoianu I. Hidrologie, Editura Fundației „România de Mâine”, București 1999