

CUVÂNT ÎNAINTE

Dintre argumentele care au motivat inițierea și lansarea prezentei teze de doctorat, patru au înclinat balanța în mod hotărâtor.

În primul rând, știam că bazinul hidrografic al râului Cârčinov reprezintă un exemplu tipic de bazin torențializat prin despădurire, fapt sugerat de însăși denumirea atribuită acestui râu („Cârčinov” = cuvânt de origine slavă, care semnifică defrișare/despădurire).

În al doilea rând, din primele discuții purtate în anul 2006 cu viitorul doctorand (pe atunci student) am aflat că acesta este născut și își are domiciliul stabil în localitatea Valea Mare, din partea superioară – în principal forestieră – a bazinului acestui râu. Referindu-ne la inundația catastrofală care s-a produs aici în anul 1979, mi-a mărturisit că a fost, el însuși, martor ocular al mai multor manifestări ale torențialității râului Cârčinov petrecute în ultimii zece ani, ca efect al celor mai recente defrișări. De aici, s-a născut interesul pentru a-și elabora proiectul de diplomă la disciplina de Corectare a torenților și de a susține, în acest răstimp, o comunicare la sesiunea cercurilor științifice studentești, legată de „torencialitatea bazinului hidrografic al râului Cârčinov”.

În al treilea rând, fiindcă era originar chiar din spațiul în care urma a fi localizată teza de doctorat, știam că doctorandul poate beneficia de o serie de facilități în legătură cu organizarea experimentelor în bazin, cu supravegherea aparaturii ce urma a se instala și cu asigurarea unui minim de ajutor local în etapa de realizare a observațiilor, a măsurătorilor și de colectare a datelor din teren.

În sfârșit, a contat și un al patrulea argument: opțiunea profesională a viitorului autor al tezei de doctorat, aceea de a se specializa în domeniul amenajării bazinelor hidrografice torențiale și de a activa, după absolvirea facultății, în domeniul proiectării la ICAS – filiala din Brașov, unde a funcționat până în momentul înscrierii la doctorat.

Pornind împreună pe acest drum (1 octombrie 2008), am apreciat că viitoarea teză de doctorat – prin pronunțatul ei caracter aplicativ – se poate transforma într-un ghid de bună practică, privitor la prevenirea și combaterea viiturilor torențiale și a inundațiilor provocate de acestea într-o zonă a țării care este cunoscută și recunoscută pentru trecutele (dar și actualele) presiuni antropice asupra pădurilor.

Dacă la început luasem în calcul un spectru larg de probleme (circa 10), precum și posibilitatea de a lua în cercetare întregul bazin de recepție a râului Cârčinov (19 600 ha), în final, pentru a ne putea înscrie în bugetul de timp efectiv alocat cercetărilor (doar doi ani), am decis să restrângem aria de studiu și să ne limităm doar la bazinul superior al râului Cârčinov (unde este, de altfel, concentrat fondul forestier). Așa se face că, începând din etapa elaborării proiectului programului de cercetare științifică, problematica tezei a fost focalizată în următoarele direcții:

- Comportarea și efectele lucrărilor de amenajare a rețelei hidrografice torențiale din bazinul superior al râului Cârčinov;
- Clasificarea hidrologică a terenurilor din bazinul superior al râului Cârčinov, și
- Cercetări hidrologice experimentale în terenuri forestiere și neforestiere din bazinul superior al râului Cârčinov.

La o primă vedere, cele trei obiective nu par a fi suficient de armonizate în plan tematic. Este însă o falsă aparență, căci dacă le considerăm nu separat ci în raport cu acel tot pe care îl alcătuiesc, constatăm că ele se articulează, convergând către unul și același țel: lărgirea fundamentelor științifice ale acțiunii de amenajare a torenților din bazinul superior al râului Cârčinov.

Într-adevăr, pentru că în condițiile fizico-geografice ale teritoriului studiat, histerezisul hidrologic este marcant, intervențiile pe rețeaua hidrografică sunt necesare, dar nu și suficiente pentru a restabili echilibrul hidrologic la scară de bazin. De aceea, elaborarea și aplicarea viitoarelor proiecte de amenajare a torenților, alături de monitoringul întregului sistem de lucrări, reclamă o aprofundare a cunoștințelor referitoare atât la potențialul hidrologic al terenurilor de pe versanți, cât și la comportarea și efectele lucrărilor executate pe rețea.

Nu în ultimul rând, pornind de la cerința accentuării laturii preventive a viitoarelor amenajări, i-am sugerat autorului să recurgă și la cercetări hidrologice pe baze experimentale, singurele capabile să fundamenteze măsurile de potențare a rolului hidrologic al pădurilor care încă se mai păstrează pe acest teritoriu, astfel încât consecințele unor evenimente hidrologice excepționale – așa cum au fost viiturile și inundațiile din 1979 și 2005 – să fie evitate sau cel puțin diminuate.

Este pentru prima dată când, în aria forestieră din bazinul superior al râului Cârčinov, se organizează cercetări hidrologice pe temeuri experimentale, recurgându-se la măsurători asupra precipitațiilor căzute în interiorul și în afara pădurii, asupra precipitațiilor reținute la nivelul coronamentului și asupra scurgerii superficiale la nivelul versanților.

Dar, dacă inițierea și organizarea acestor cercetări reprezintă, fără nici o îndoială, meritul principal al prezentei teze de doctorat, acest merit poate rămâne doar ca un experiment singular dacă, prin colaborarea viitoare dintre ICAS (filiala din Brașov) și Facultatea de Silvicultură și Exploatare din Brașov, nu se va reuși constituirea unei echipe și crearea unui cadru organizat adecvat, care să asigure continuarea și dezvoltarea pe termen lung a acestor cercetări.

22 iunie 2011

Prof. univ. dr. ing. Ioan Clinciu,
Membru corespondent al ASAS

Cuprins

| | |
|--|----|
| PREFAȚA | 17 |
| 1. INTRODUCERE | 19 |
| 2. EVOLUȚIA PREOCUPĂRILOR ÎN AMENAJAREA TORENȚILOR DIN BAZINUL HIDROGRAFIC CÂRCINOV | 21 |
| 2.1. Inundații majore de-a lungul timpului | 21 |
| 2.2. Studii și proiecte elaborate pentru bazinul hidrografic al râului Cârčinov | 22 |
| 2.3. Lucrări executate în cuprinsul bazinului | 26 |
| 3. SCOPUL ȘI OBIECTIVELE CERCETĂRILOR | 31 |
| 4. STADIUL ACTUAL AL CUNOȘTINȚELOR | 33 |
| 4.1. Comportarea și efectul lucrărilor de amenajare a rețelei hidrografice torențiale | 33 |
| 4.1.1. Cercetări din perioada 1992-1994 | 34 |
| 4.1.2. Cercetări din perioada 2002-2004 | 35 |
| 4.1.3. Cercetări din perioada 2006-2009 | 36 |
| 4.2. Clasificarea hidrologică a terenurilor | 37 |
| 4.2.1. Sistemul ALEXANDRU APOSTOL | 38 |
| 4.2.2. Soluții GIS propuse pentru aplicarea sistemului APOSTOL | 40 |
| 4.2.2.1. Soluția PĂCURAR | 40 |
| 4.2.2.2. Soluția COMAN | 43 |
| 4.2.2.3. Soluția HANGANU | 44 |
| 4.2.3. Alte sisteme | 48 |
| 4.2.3.1. Sistemul RADU GASPARG | 48 |
| 4.2.3.2. Sistemul numărului de curbă | 48 |
| 4.3. Cercetări hidrologice în bazine hidrografice mici, predominant forestiere | 49 |
| 4.3.1. Privind interceptția în coronament | 49 |
| 4.3.2. Privind scurgerea de suprafață | 54 |
| 5. LOCUL CERCETĂRILOR ȘI METODOLOGIA DE CERCETARE | 61 |
| 5.1. Locul cercetărilor. Caracteristici și particularități ale cadrului natural | 61 |
| 5.2. Metodologia de cercetare privind comportarea și efectul lucrărilor | 64 |

| | |
|--|-----|
| 5.2.1. Privind comportarea lucrărilor | 64 |
| 5.2.2. Privind efectul lucrărilor | 71 |
| 5.3. Metodologia de cercetare privind clasificarea hidrologică a terenurilor | 73 |
| 5.4. Metodologia cercetărilor hidrologice experimentale în terenuri forestiere și neforestiere | 78 |
| 5.4.1. Privind precipitațiile | 78 |
| 5.4.2. Privind retenția în coronament | 82 |
| 5.4.3. Privind scurgerea de suprafață | 84 |
| 6. REZULTATELE CERCETĂRILOR PRIVIND COMPORTAREA ȘI EFECTUL LUCRĂRILOR | 91 |
| 6.1. Rezultatele cercetărilor privind comportarea lucrărilor | 91 |
| 6.1.1. Constatări generale | 91 |
| 6.1.2. Sisteme de lucrări realizate | 92 |
| 6.1.3. Tipuri de lucrări realizate | 94 |
| 6.1.4. Natura și frecvența avariilor | 99 |
| 6.1.4.1. Natura avariilor | 99 |
| 6.1.4.2. Frecvența avariilor | 99 |
| 6.1.5. Analiza în detaliu privind avariile care afectează siguranța în exploatare și durabilitatea lucrărilor | 107 |
| 6.1.5.1. Fisurarea | 107 |
| 6.1.5.2. Ruperea | 113 |
| 6.1.5.3. Degradarea prin erodare | 118 |
| 6.1.6. Analiza în detaliu privind avariile care afectează funcționalitatea lucrărilor | 123 |
| 6.1.6.1. Instalarea haotică a vegetației | 123 |
| 6.1.6.2. Colmatarea radierului | 125 |
| 6.1.6.3. Adâncirea albiei | 130 |
| 6.1.7. Avariile înregistrate, cauza scoaterii din funcțiune a unora dintre lucrările executate | 132 |
| 6.1.7.1. Avariile soldate cu scoaterea parțială din funcțiune a lucrărilor | 132 |
| 6.1.7.2. Avariile soldate cu scoaterea totală a lucrărilor din funcțiune | 135 |
| 6.2. Rezultatele cercetărilor privind efectul lucrărilor | 136 |
| 6.2.1. Lungimea, suprafața și volumul aterisamentelor pe văi torențiale | 136 |
| 6.2.2. Lungimea, suprafața și volumul aterisamentelor pe clase de înălțime | 139 |

| | |
|---|-----|
| 6.2.3. Analize statistice asupra indicatorilor capacității unitare de retenție | 143 |
| 6.2.3.1. Capacitatea unitară de retenție și variabilitatea acesteia | 143 |
| 6.2.3.2. Analiza componentelor principale | 146 |
| 6.2.3.3. Calculul regresiei liniare multiple pentru cei trei indicatori ai retenției unitare | 151 |
| 6.2.4. Capacitatea de retenție disponibilă | 151 |
| 7. REZULTATELE CERCETĂRILOR PRIVIND CLASIFICAREA HIDROLOGICĂ A TERENURILOR | 155 |
| 7.1. Încadrarea terenurilor pe categorii și subcategorii hidrologice | 155 |
| 7.2. Asocierea de coeficienți de scurgere pe categorii și subcategorii hidrologice | 158 |
| 7.3. Analiza rezultatelor obținute la nivel de unitate amenajistică | 161 |
| 7.3.1. Coeficientul retenției | 161 |
| 7.3.2. Coeficientul infiltrației | 162 |
| 7.3.3. Coeficientul de scurgere | 164 |
| 7.4. Zonarea coeficientului de scurgere la nivel de bazinet | 168 |
| 7.5. Estimarea gradului de torențialitate la nivel de bazinet | 173 |
| 7.6. Utilizarea gradului de torențialitate pentru încadrarea pe urgențe ale viitoarelor lucrări | 178 |
| 8. REZULTATELE CERCETĂRILOR HIDROLOGICE EXPERIMENTALE | 183 |
| 8.1. Rezultatele cercetărilor privind precipitațiile | 183 |
| 8.1.1. Precipitațiile preluate de la stația hidrologică Voinești | 183 |
| 8.1.1.1. Frecvența zilelor cu precipitații | 183 |
| 8.1.1.2. Quantumul precipitațiilor | 185 |
| 8.1.1.3. Frecvența zilelor cu diferite cantități de precipitații | 189 |
| 8.1.1.4. Indicele precipitațiilor anterioare | 190 |
| 8.1.1.5. Asigurarea ploilor maxime anuale în 24 de ore | 194 |
| 8.1.2. Precipitațiile din măsurători proprii | 197 |
| 8.1.2.1. Frecvența zilelor cu precipitații | 197 |
| 8.1.2.2. Quantumul precipitațiilor | 198 |
| 8.1.2.3. Durata și intensitatea precipitațiilor | 202 |
| 8.2. Rezultatele cercetărilor privind retenția în coronament | 206 |
| 8.2.1. Retenția în suprafața experimentală nr. 3 | 206 |
| 8.2.2. Retenția în suprafața experimentală nr. 1 | 213 |
| 8.2.3. Retenția în suprafața experimentală nr. 2 | 215 |
| 8.2.4. Sinteza rezultatelor privind retenția | 216 |

| | |
|---|-----|
| 8.3. Rezultatele cercetărilor privind scurgerea de suprafață pe versant, în interiorul pădurii | 219 |
| 8.3.1. Scurgerea pe versant în suprafața experimentală nr. 3 | 219 |
| 8.3.2. Scurgerea pe versant în suprafața experimentală nr. 1 | 223 |
| 8.3.3. Scurgerea pe versant în suprafața experimentală nr. 2 | 224 |
| 8.3.4. Sinteza rezultatelor privind scurgerea de suprafață pe versant, în interiorul pădurii | 226 |
| 8.4. Scurgerea de suprafață pe versant, în afara pădurii | 230 |
| 9. CONCLUZII, RECOMANDĂRI PRACTICE ȘI CONTRIBUȚII PERSONALE | 237 |
| 9.1. Concluzii | 237 |
| 9.1.1. Concluzii privind comportarea și efectul lucrărilor | 237 |
| 9.1.1.1. Concluzii privind comportarea lucrărilor | 237 |
| 9.1.1.2. Concluzii privind efectul lucrărilor | 239 |
| 9.1.2. Concluzii desprinse din clasificarea hidrologică a terenurilor | 239 |
| 9.1.3. Concluzii rezultate din cercetările hidrologice experimentale | 241 |
| 9.1.3.1. Concluzii privind precipitațiile | 241 |
| 9.1.3.2. Concluzii privind retențiile în coronament | 241 |
| 9.1.3.3. Concluzii privind scurgerea de suprafață pe versant în interiorul pădurii | 242 |
| 9.1.3.4. Concluzii privind scurgerea de suprafață pe versant, în afara pădurii..... | 242 |
| 9.2. Recomandări practice | 243 |
| 9.2.1. Recomandări privind proiectarea, executarea și monitorizarea lucrărilor de amenajare a rețelei hidrografice torențiale | 243 |
| 9.2.2. Măsuri silvice necesare pentru creșterea potențialului hidrologic al terenurilor de pe versanți | 244 |
| 9.3. Contribuții personale | 244 |
| 10. DISEMINAREA REZULTATELOR ȘI DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE | 247 |
| 10.1. Diseminarea rezultatelor | 247 |
| 10.2. Direcții viitoare de cercetare | 248 |
| SUMMARY | 249 |
| BIBLIOGRAFIE | 251 |

CONTENTS

| | |
|--|----|
| FOREWORD | 17 |
| 1. INTRODUCTION | 19 |
| 2. A SHORT HISTORY OF THE CARCINOV HYDROGRAPHICAL BASIN | 21 |
| 2.1. Major floods | 21 |
| 2.2. Studies and projects | 22 |
| 2.3. Works carried out in the basin | 26 |
| 3. RESEARCH OBJECTIVES AND GOALS | 31 |
| 4. STATE OF THE ART | 33 |
| 4.1. Behaviour and effect of works carried out in torrential hydrological areas | 33 |
| 4.1.1. Research years 1992-1994 | 34 |
| 4.1.2. Research years 2002-2004 | 35 |
| 4.1.3. Research years 2006-2009 | 36 |
| 4.2. Hydrological classification of landscape | 37 |
| 4.2.1. ALEXANDRU APOSTOL'S system | 38 |
| 4.2.2. GIS Solutions for the APOSTOL'S system | 40 |
| 4.2.2.1. PĂCURAR'S solution | 40 |
| 4.2.2.2. COMAN'S solution | 43 |
| 4.2.2.3. HANGANU'S solution | 44 |
| 4.2.3. Other systems | 48 |
| 4.2.3.1. RADU GASPAR'S system | 48 |
| 4.2.3.2. SCS curve number | 48 |
| 4.3. Research in the hydrological aspect of small forested basins | 49 |
| 4.3.1. The canopy retention | 49 |
| 4.3.2. The runoff | 54 |
| 5. RESEARCH METHODOLOGY AND RESEARCH SITES LOCATION | 61 |
| 5.1. Rresearch sites location. Landscape properties | 61 |
| 5.2. Research methodology | 64 |
| 5.2.1. Behaviour of works | 64 |
| 5.2.2. Effect of works | 71 |
| 5.3. Research methodology of the hydrological classification of landscape | 73 |
| 5.4. Methodology of conducting experimental research in forested and outside forested lands | 78 |

| | |
|---|-----|
| 5.4.1. Rainfall | 78 |
| 5.4.2. Canopy retention | 82 |
| 5.4.3. Runoff | 84 |
| 6. RESEARCH RESULTS: BEHAVIOUR AND EFFECT OF WORKS | 91 |
| 6.1. Research results: behaviour of works | 91 |
| 6.1.1. General findings | 91 |
| 6.1.2. Existent works | 92 |
| 6.1.3. Types of works | 94 |
| 6.1.4. Nature and the frequency of damages | 99 |
| 6.1.4.1. Nature of damages | 99 |
| 6.1.4.2. Frequency of damages | 99 |
| 6.1.5. Detailed analysis of damages that affect the security and durability of works | 107 |
| 6.1.5.1. Cracking | 107 |
| 6.1.5.2. Breaking | 113 |
| 6.1.5.3. Erosion | 118 |
| 6.1.6. Detailed analysis of damages that affect the functionality of works | 123 |
| 6.1.6.1. Unsupervised installation of vegetation | 123 |
| 6.1.6.2. Apron clogging | 125 |
| 6.1.6.3. Deepening of the river bed | 130 |
| 6.1.7. Record damages; causes of total damage of some of the works | 132 |
| 6.1.7.1. Partially damaged works | 132 |
| 6.1.7.2. Totally damaged works | 135 |
| 6.2. Research results: the effect of works | 136 |
| 6.2.1. Length, area and volume of siltation on torrential valley | 136 |
| 6.2.2. Length, area and volume of siltation, classified over classes of height | 139 |
| 6.2.3. Statistical analysis of the unitary retention capacity indices.. | 143 |
| 6.2.3.1. Retention capacity index and its variation | 143 |
| 6.2.3.2. Analysis of the main components | 146 |
| 6.2.3.3. Linear regression calculation of the main three indices of the unitary retention capacity | 151 |
| 6.2.4. Available retention capacity | 151 |
| 7. RESEARCH RESULTS: HYDROLOGICAL CLASSIFICATION OF THE LANDSCAPE | 155 |

| | |
|---|-----|
| 7.1. Hydrological classification of the landscape | 155 |
| 7.2. Runoff indices associated to hydrological classes | 158 |
| 7.3. Analysis of obtained results for each landscape unit | 161 |
| 7.3.1. Retention coefficient | 161 |
| 7.3.2. Infiltration coefficient | 162 |
| 7.3.3. Runoff coefficient | 164 |
| 7.4. Mapping of the runoff coefficient at basin level | 168 |
| 7.5. Estimating the torrential degree at basin level | 173 |
| 7.6. Using the torrential degree to designate mandatory future works . | 178 |
| 8. RESEARCH RESULTS: HYDROLOGICAL EXPERIMENTS | 183 |
| 8.1. Rainfall | 183 |
| 8.1.1. Data obtained from the Voinești weather station | 183 |
| 8.1.1.1. Frequency of rainy days | 183 |
| 8.1.1.2. Rainfall | 185 |
| 8.1.1.3. Daily variation of rainfall | 189 |
| 8.1.1.4. Previous rainfall index | 190 |
| 8.1.1.5. 24-hour maximal annual rainfall probability | 194 |
| 8.1.2. Obtained data from own measurements | 197 |
| 8.1.2.1. Frequency of rainy days | 197 |
| 8.1.2.2. Rainfall | 198 |
| 8.1.2.3. Rain duration and intensity | 202 |
| 8.2. Canopy retention | 206 |
| 8.2.1. Retention factor recorded on the experimental plot no. 3 | 206 |
| 8.2.2. Retention factor recorded on the experimental plot no. 1 | 213 |
| 8.2.3. Retention factor recorded on the experimental plot no. 2 | 215 |
| 8.2.4. Summary | 216 |
| 8.3. Runoff (forested land) | 219 |
| 8.3.1. Runoff factor recorded on the experimental plot no 3 | 219 |
| 8.3.2. Runoff factor recorded on the experimental area no 1 | 223 |
| 8.3.3. Runoff factor recorded on the experimental area no 2 | 224 |
| 8.3.4. Summary | 226 |
| 8.4. Runoff (non-forest land) | 230 |
| 9. CONCLUSIONS, PRACTICAL RECOMMENDATIONS AND PERSONAL CONTRIBUTIONS | 237 |
| 9.1. Conclusions | 237 |
| 9.1.1. Behaviour and effect of works | 237 |

| | |
|--|-----|
| 9.1.1.1. Conclusions on the behaviour of works | 237 |
| 9.1.1.2. Conclusions on the effect of works | 239 |
| 9.1.2. Hydrological classification of landscape | 239 |
| 9.1.3. Hydrological experiments | 241 |
| 9.1.3.1. Conclusions on rainfall | 241 |
| 9.1.3.2. Conclusions on the canopy retention | 241 |
| 9.1.3.3. Conclusions on the runoff in forested lands | 242 |
| 9.1.3.4. Conclusions on the runoff outside of the forest | 242 |
| 9.2. Practical recommendations | 243 |
| 9.2.1. Design, execution and monitoring of works carried out in torrential hydrological areas | 243 |
| 9.2.2. Necessary measures that could increase the hydrological potential of hillslopes | 244 |
| 9.3. Personal contributions | 244 |
| 10. DISSEMINATION AND FUTURE EXTENSIONS | 247 |
| 10.1. Dissemination | 247 |
| 10.2. Future extentions | 248 |
| SUMMARY | 249 |
| BIBLIOGRAPHY | 251 |

PREFAȚA

Interesul pentru această cercetare s-a conturat încă de pe vremea când eram student, atunci când, din primele discuții purtate cu domnul profesor universitar Ioan Clinciu, titularul disciplinei de Corectare a Torenților, am înțeles dorința domniei sale în aprofundarea bazelor științifice ale amenajării torenților din bazinul hidrografic Cârcinov, mai ales prin organizarea de experimente hidrologice menite să conducă la cuantificarea potențialului hidrologic al pădurilor din acest bazin.

Ca urmare a acestui fapt, în toamna anului 2008, m-am înscris la doctorat. După trei ani de activitate intensă, am reușit să duc la bun sfârșit acest demers, beneficiind de coordonarea științifică competentă și permanentă a conducătorului de doctorat. Cu acest prilej, este momentul să-i mulțumesc atât pentru răbdarea, atenția și consecvența cu care mi-a călăuzit primii pași în activitatea de cercetare, cât și pentru numeroasele sugestii și soluții oferite pe tot parcursul pregătirii prin doctorat: în stabilirea problematicii și obiectivelor tezei; în perioada pregătirii și susținerii examenelor și rapoartelor de cercetare; în perioada de redactare și de finalizare a tezei de doctorat.

Pentru sugestiile și recomandările formulate atât cu ocazia susținerii rapoartelor de cercetare, cât și cu ocazia susținerii tezei în Catedra de Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre, doresc să îmi exprim recunoștința față de prof. dr. ing. Ștefan TAMAȘ, conf. dr. ing. Victor-Dan PĂCURAR, conf. dr. ing. Iosif VOROVENCII, prof. dr. ing. Nicolae BOȘ, prof. dr. ing. Gheorghe CHIȚEA, prof. dr. ing. Iosif LEAHU, șef. lucr. dr. ing. Gheorghe TUDORAN, șef. lucr. dr. ing. Cornel Cristian TEREȘNEU, șef. lucr. dr. ing. Maria Magdalena VASILESCU, șef. lucr. dr. ing. Viorel MARINESCU, șef. lucr. dr. fiz. Viorela MARCU, șef lucr. ing. Alexandrina BOBANCU, asist. dr. ing. mat. Cătălin-Ion PETRIȚAN.

De asemenea, doresc să adresez mulțumiri conducerii Facultății de Silvicultură și Exploatare Forestiere din Brașov, în special domnului decan prof. dr. ing. Ioan Vasile ABRUDAN, pentru condițiile favorabile de care am beneficiat în desfășurarea tuturor activităților prevăzute în programul de pregătire prin doctorat.

Domnilor: conf. dr. ing. Sevestel MIRCEA, cercet. șt. gr. II, dr. ing. Cristinel CONSTANDACHE și conf. dr. ing. Victor-Dan PĂCURAR, le mulțumesc pentru onoarea deosebită pe care mi-au acordat-o prin acceptarea calității de referenți științifici oficiali la prezenta teză de doctorat.

Mulțumesc și colegului meu, Mihai-Daniel NIȚĂ, pentru colaborarea științifică fructuoasă avută pe tot parcursul stagiului de doctorat.

Îi sunt recunoscător și domnului ing. Vasile TĂȚAR pentru întregul sprijin acordat în perioada de elaborare a tezei de doctorat.

Vreau să mai mulțumesc: conducerii Institutului Național de Hidrologie și Gospodărire a Apelor pentru că a avut bunavoința de a-mi pune la dispoziție datele cu privire la regimul pluviometric, înregistrate la stația hidrologică Voinești; conducerii Ocolului Silvic Topoloveni pentru datele amenajistice oferite și pentru că mi-a permis să amplasez suprafețele de studiu hidrologic în pădurile administrate de acest ocol și conducerii Institutului de Cercetări și Amenajări Silvice pentru baza de date primită în format digital a UP. IV Cărcinov și pentru întregul sprijin acordat pe parcurs.

În sfârșit, dar nu în ultimul rând, datorez mulțumiri părinților mei, Nicolae TUDOSE și Loriană TUDOSE, pentru sprijinul esențial acordat în etapa de colectare a datelor din teren (și nu numai), precum și surorii mele Roxana Vasilica ENACHE, pentru încrederea pe care mi-a acordat-o la data încheierii contractului de doctorat. Vărului meu, dr. ing. Alexandru TUDOSE, îi sunt recunoscător pentru ajutorul oferit în faza finală de redactare a tezei de doctorat.

1. INTRODUCERE

Integrată în acțiunea de protecție și refacere a mediului, amenajarea bazinelor hidrografice torențiale este fundamentată pe „conceptul de control eficient al apei și solului” și constă în „aplicarea pe întreaga suprafață a bazinelor torențiale, atât pe versanți cât și pe rețeaua hidrografică, a unui ansamblu de măsuri organizatorice și de lucrări biologice, biotehnice și hidrotehnice cu rol principal hidrologic și antierozional” (Munteanu, 1975).

Lansată cu aproximativ trei decenii în urmă, această idee este de mare actualitate și astăzi, ea regăsindu-se în cadrul „Strategiei Naționale de Management al Riscului la Inundații pe termen mediu și lung”, dar sub o altă formă: „Este necesară abordarea holistică a fenomenului de inundații, luându-se în considerare întregul bazin hidrografic; strategia în domeniul inundațiilor trebuie să promoveze o dezvoltare coordonată și o gestionare integrată a activităților privind apa, terenurile și resursele adiacente. Măsurile non-structurale (zonarea teritoriului, prognoza viiturilor și avertizarea în caz de inundații, managementul situațiilor de criză și măsurile post-inundație) prin atenuarea efectului inundațiilor tind a fi potențial mai eficiente ca soluții durabile pe termen lung pentru problemele apei și a celor adiacente ei și ele trebuie intensificate în special în vederea reducerii vulnerabilității vieților umane, a bunurilor și a proprietății”.

Unele din țintele cuantificabile ale acestei strategii fac referire la: buna întreținere a construcțiilor hidrotehnice cu rol de apărare împotriva inundațiilor; la realizarea lucrărilor de regularizare/recalibrare a albiilor (decolmatarea lucrărilor și a albiilor), numai în corelare cu lucrările antierozionale de pe versanți pentru asigurarea unei capacități optime de transport; ca și la corelarea lucrărilor de amenajare din albie cu cele de amenajare a versanților în toate bazinele și subbazinele hidrografice.

Pentru atingerea acestor ținte este nevoie și de stabilirea ansamblului de măsuri necesare în realizarea unei amenajări complexe a bazinelor hidrografice mici, predominant forestiere.

Iată de ce, prin cercetarea de față s-a încercat să se răspundă ideii de „amenajare complexă” prin fixarea celor trei obiective ale tezei:

- Cercetări privind comportarea și efectul lucrărilor hidrotehnice de corectare a torenților realizate pe rețeaua hidrografică;
- Cercetări privind clasificarea hidrologică a terenurilor de pe versanții bazinului.

- Cercetări hidrologice experimentale în terenuri forestiere și neforestiere.

2. EVOLUȚIA PREOCUPĂRILOR ÎN AMENAJAREA TORENȚILOR DIN BAZINUL HIDROGRAFIC CÂRCINOV

2.1. Inundații majore de-a lungul timpului

Făcând o incursiune în timp asupra inundațiilor care s-au produs în această zonă a țării, se pot folosi citatele ilustrului silvicultor Traian Ionescu Heroiu (originar din comuna Boțești, aflată în treimea superioară a acestui bazin):

“... prima inundație s-a produs în anul 1904, pe când eram în clasa a doua primară. Apa ieșind din albia obișnuită s-a revărsat peste drumul comunal, ajungând la treapta a doua a casei părintești”.....,, A doua inundație s-a produs în anul 1940, primăvara, când la fel a fost inundat drumul comunal”.

A treia inundație, dar și cea mai puternică, s-a produs în luna iunie 1979 (fig. 2.1), de data aceasta cu efecte dezastruoase. Este greu de imaginat cum un curs de apă liniștit a putut să se transforme, în numai câteva ore, într-un torent deosebit de violent, a cărui viitură din seara zilei de 21 iunie 1979 a provocat cel mai mare dezastru din istoria cunoscută a regiunii, afectând grav zece localități situate între Valea Mare (jud. Dâmbovița) și orașul Topoloveni (jud. Argeș).

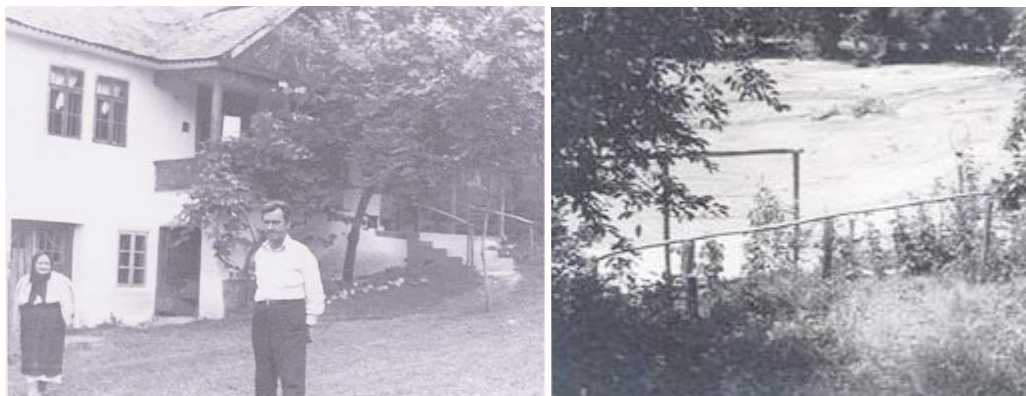


Fig. 2. 1 Fosta casă a lui Benone Badea din comuna Boțești (jud. Argeș), înainte și după inundație (foto: Badea 1979). Benone Badea's house, Botesti village(Arges county), before and after the flood (photo: Badea 1979)

În sfârșit, ultima inundație majoră, la care am fost martor ocular, este cea din 17 august 2005, care a uimit prin puternicul ei caracter torențial și prin amploarea consecințelor pe care le-a provocat. Pe parcursul a numai două ore, viitura torențială a rupt poduri, a distrus și a scos total din funcțiune drumul comunal (fig.2.2), au fost afectate numeroase gospodării și terenuri agricole.



Fig. 2. 2 Drumul comunal al localității Valea Mare (jud. Dâmbovița), din bazinul hidrografic Valea Perilor, afluent al râului Cârčinov, distrus la viitura din anul 2005 (foto: Tudose, 2005). Valea Mare (Dâmbovița county, located on the Valea Perilor hydrographical basin tributary to Carcinov river) main street destroyed by the flood (photo: Tudose, 2005)

Dacă la marea inundație din 1979, fondul forestier, proprietate de stat, ocupa 46 % (Ionescu, Illyes 1980), ne întrebăm ce s-ar fi întâmplat pe 17 august 2005 sau ce s-ar putea întâmpla acum, dacă s-ar produce o ploaie cu caracteristicile celei din 1979, ținând cont că din 1990, odată cu retrocedarea proprietăților, fondul forestier a suferit multe schimbări, fiind fragmentat și decimat în multe zone din cuprinsul bazinului. Chiar cuvântul „Cârčinov”, care este de origine slavă, (înseamnând defrișare, despădurire), atestă acțiunea intensă de eliminare a pădurii din această regiune; în trecutul îndepărtat fiind una dintre cele mai bine împădurite regiuni din Piemontul Getic.

Ținând seama de cele arătate mai sus, este evidentă atât necesitatea continuării amenajării formațiunilor torențiale din cadrul bazinului cu noi lucrări de prevenire și combatere a viiturilor torențiale, cât și susținerea acestor lucrări prin intervenții realizate pe versanții bazinului. Ele trebuie să fie fundamentate pe baze științifice, având în vedere atât cerințele tot mai exigente impuse de Comisia Europeană în problemele legate de protecția mediului, cât și prevederile recentei „Strategii Naționale de Management al Riscului la Inundații pe termen mediu și lung” .

2.2. Studii și proiecte elaborate pentru bazinul hidrografic al râului Cârčinov

Caracterul torențial al râului Cârčinov a ridicat, nu o dată, problema executării unor lucrări de corectare a torenților. Primele preocupări pe această linie datează din anul 1930, odată cu apariția „Legii ameliorării terenurilor degra-

date”, prin care sectorul silvic împreună cu cel agricol au constituit perimetre de ameliorare în care erau prevăzute a fi executate, pe lângă plantații cu salcâm, și lucrări de corectare a torenților.

Un studiu hidrologic, dar mai mult cu caracter informativ, a avut loc după marea inundație din 1979, când o serie de specialiști în domeniu, printre care și regretatul profesor Stelian Munteanu, s-au deplasat la fața locului pentru a constata amploarea fenomenului și a atrage atenția factorilor de decizie asupra torențialității acestui bazin. Concluziile desprinse atunci au făcut obiectul unui articol publicat în Revista Pădurilor (nr. 6 / 1980), „Cu privire la torențialitatea bazinului hidrografic Cârcinov (Jud. Argeș)”, autorii fiind ing. T. Ionescu Heroiu, și ing. I. Illyeș.

După anul 1980, o serie de unități ca O.G.A. – Argeș, O.I.F. – Argeș, Drumuri și poduri – Argeș, Institutul de Cercetări și Amenajări Silvice (I.C.A.S.) și Facultatea de Silvicultură din Brașov au elaborat o serie de studii și proiecte în cadrul bazinului hidrografic Cârcinov. Dintre acestea, amintim:

1 - Studiul de amplasament, elaborat în anul 1982, intitulat „Ameliorarea terenurilor degradate și corectarea torenților din bazinul hidrografic Cârcinov (zona forestieră). Memoriu General”, avându-l ca șef de proiect pe experimentatul inginer Vasile Oprea, de la ICAS. Cu ocazia elaborării acestui studiu s-au identificat în cadrul bazinului 14 perimetre de ameliorare cu o suprafață totală de 14 814 ha, din care fond forestier 8 489 ha.

2 - Cele două proiecte de diplomă, care s-au întocmit la disciplina de Corectare a Torenților (Boboc Constantin, 1987; Preda, 1987), sub îndrumarea conducătorului prezentei teze de doctorat.

3 - Studiul elaborat de ICAS în anul 1996, privind „Amenajarea bazinelor hidrografice torențiale”(Corectarea Torenților și Ameliorarea terenurilor degradate), având ca scop inventarul lucrărilor executate între anii 1950-1992, comportarea și efectul lor, propuneri pentru continuarea acțiunii în cadrul bazinului hidrografic Argeș”. (șef de proiect: ing. Georgian Frigură). În cadrul acestui studiu, care se referă la întregul bazin hidrografic Argeș, sunt cuprinse date referitoare și la bazinul hidrografic Cârcinov, cum ar fi:

- Inventarul tuturor formațiunilor torențiale și al perimetrelor de ameliorare cu lucrări existente, indiferent de stadiul în care se află acțiunea de amenajare a bazinelor hidrografice torențiale;
- Inventarul tuturor categoriilor de lucrări existente, anul în care au fost realizate, unitatea economică prin care s-a făcut finanțarea și cea care beneficiază de efectul acțiunii întreprinse;
- Aprecieri sumare asupra stării fizice și funcționale a fiecărei lucrări în parte și asupra sistemului de amenajare realizat;

- Lucrări necesare pentru menținerea în funcțiune a sistemelor create;
- Lucrările necesare până la încheierea acțiunii (lungimea rețelei hidrografice torențiale de corectat, suprafața terenurilor degradate de împădurit etc.);
- Lucrări necesare, considerate ca suplimentare, în cazul apariției în spațiul respectiv a unui nou obiectiv economic care reclamă un grad superior de protecție față de cel existent.

Potrivit aceluiași studiu rezultă că acțiunea de amenajare s-a desfășurat într-un număr de 16 bazinete, nominalizate în tabelul 2-1.

Tabelul 2. 1 Repartizarea tipurilor de lucrări pe văile torențiale aferente bazinului hidrografic Cărcinov. Torrent control types of works carried out on the torrential valleys adjacent to the Cărcinov hydrographical basin

| Nr. curent | Denumirea bazinului | Lucrări pe rețeaua hidrografică | | | | | Lucrări pe versanții bazinului | | | | | |
|--------------|---------------------|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------------|--------------------------------|------------|---------------------------|-----------------|------------|------------|
| | | Traverse | Praguri | Baraje | Canale | Căsoaie din lemn | Împăduriri (ha) | Terase | | | Cleionaje | |
| | | | | | | | | Simple (m) | Sprjinite. pe gârduțe (m) | Pe Banchete (m) | Simple (m) | Duble (m) |
| 1 | Valea Șipotului | - | - | 13 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2 | Pârâul Oprescu | - | 3 | 3 | 1 | - | 0,2 | - | - | - | - | - |
| 3 | Valea Mălăiștii | 1 | 8 | 6 | - | - | - | 1000 | - | - | 150 | 100 |
| 4 | Valea Teișului | - | 2 | 3 | 1 | - | 6,7 | - | 100 | - | - | 60 |
| 5 | Valea Perilor | - | 6 | 13 | - | - | - | - | - | - | 210 | - |
| 6 | Valea lui Anghel | - | 4 | 13 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 7 | Valea Brotoșani | - | 1 | 2 | 1 | - | 0,1 | - | - | - | - | - |
| 8 | Pârâul Basangeac | - | - | 2 | 1 | 1 | 0,8 | - | - | - | - | - |
| 9 | Pârâul Hula | - | 2 | 1 | 2 | - | 0,4 | - | - | - | - | - |
| 10 | Valea lui Smaranda | - | 3 | 1 | 1 | - | 0,4 | - | - | - | - | - |
| 11 | Valea Dragnei | - | 2 | 1 | 1 | - | 1,2 | - | - | - | - | - |
| 12 | Valea Pelercioaia | - | 2 | 4 | 1 | - | - | 300 | - | - | - | - |
| 13 | Valea lui Oltean | - | 4 | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - |
| 14 | Valea lui Păun | - | - | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - |
| 15 | Valea Borcani | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 16 | Pârâul Hoga | - | 1 | 3 | - | - | 0,3 | - | - | - | - | - |
| Total | | 1 | 39 | 66 | 11 | 1 | 10,1 | 300 | 1100 | 0 | 360 | 160 |

Se observă că pe rețeaua torențială din bazinul studiat s-au prevăzut pentru execuție: 66 baraje, 39 praguri și 11 canale. Pe versanții bazinului s-a împădurit o suprafață totală de 10,1 ha, s-au executat 300 m terase simple, 1100 m terase sprijinite pe gardulețe și 520 m cleionaje.

Pentru a avea o imagine globală asupra amplasării lucrărilor în spațiul bazinului hidrografic Cârcinov, am recurs la întocmirea unei scheme hidrografice simplificate a acestui bazin, în care am indicat simbolurile tuturor lucrărilor care s-au prevăzut a se executa (fig.2.3).

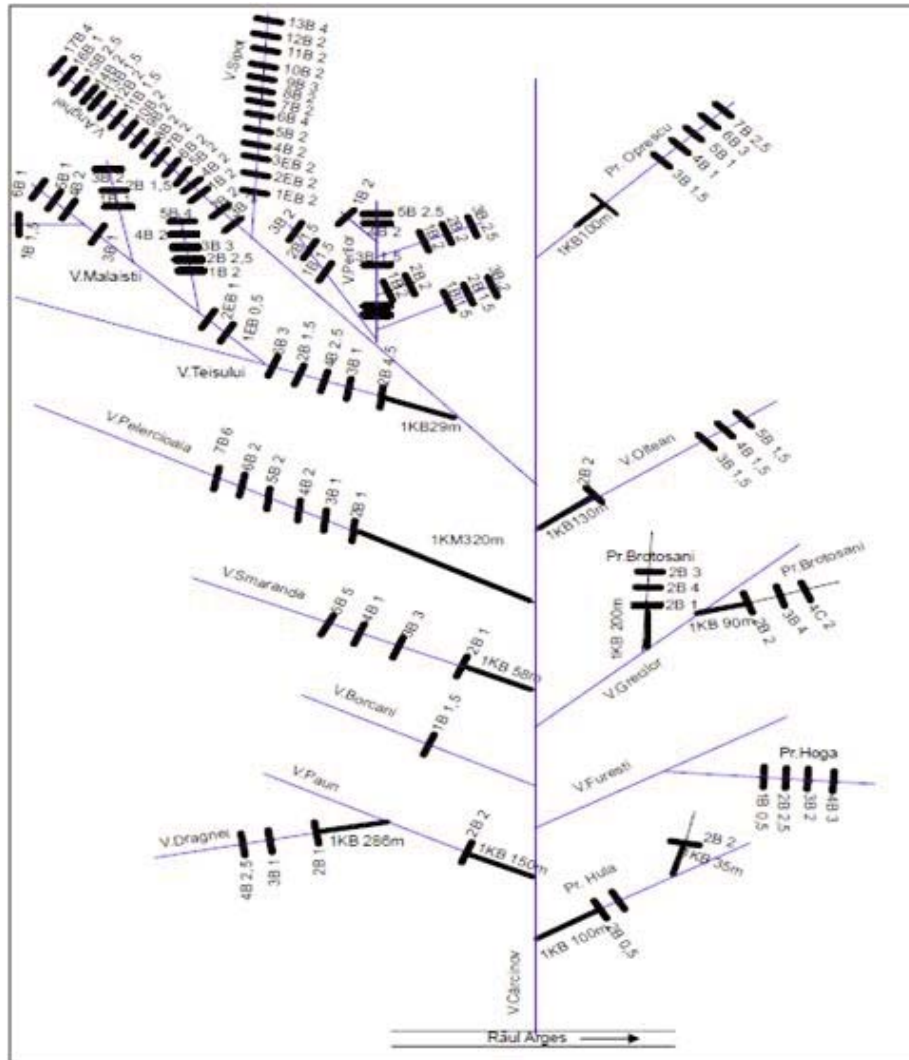


Fig. 2. 3 Schema hidrografică a bazinului Cârcinov, echipată cu simbolurile lucrărilor prevăzute în studiul elaborat în anul 1982 (Tudose, 2009). Map of the Carcinov hydrographical basin, showing the codes for the torrent management works carried out in the basin, as found in the 1982 study (Tudose 2009)

4 - Studiul elaborat de ICAS în anul 2007, privind „Combaterea eroziunii solului și amenajarea bazinelor hidrografice torențiale în patrimoniul silvic din spațiul hidrografic Argeș - Vedea”. Șef de proiect: ing. Sândica Driu (Adorjani et al. 2008).

Este de remarcat, că datele cuprinse în acest studiu nu fac referire specială la bazinul hidrografic Cârcinov, secțiunile de studiu fiind adoptate la nivelul celor mai mari bazine hidrografice din spațiul hidrografic Argeș – Vedea. Printre problemele tratate se numără:

- structura și mărimea fondului forestier; eficiența acestuia din punct de vedere hidrologic și antierozional;
- estimarea suprafețelor afectate de procese de degradare;
- caracterizarea rețelei hidrografice din fondul forestier; formațiuni torențiale amenajate și neamenajate.
- realizările obținute în acțiunea de amenajare a bazinelor hidrografice torențiale.

2.3. Lucrări executate în cuprinsul bazinului

Cu ocazia elaborării studiului din anul 1996, amintit la §.2.2, s-a făcut un inventar asupra tuturor lucrărilor executate în cuprinsul bazinului hidrografic torențial Cârcinov.

În continuare, se prezintă sub formă tabelară (tabelul 2.2) lucrările luate în studiu (denumirea văii, simbolul lucrării, anul execuției, starea lucrării și tipul de lucrare), pentru toate cele 16 văi torențiale care au fost amenajate până la data întocmirii studiului menționat.

Prin urmare, pe rețeaua torențială a celor 16 văi amenajate s-au identificat, la nivelul anului 1996, un număr total de 117 lucrări hidrotehnice de corectare a torenților, din care:

- 105 lucrări hidrotehnice transversale din beton (o traversă, 38 de praguri, 66 baraje);
- o lucrare transversală din lemn (căsoaie din bușteni de lemn).
- 11 canale din beton;

Dintre aceste lucrări, numai 12 au fost executate de către Oficiul de Îmbunătățiri Funciare, majoritatea (105) fiind realizate de către sectorul silvic, prin Filiala Silvică Pitești.

Sub raport tipologic, barajele executate aparțin următoarelor soluții constructive: cu fundație evazată, din căsoaie de lemn, cu secțiune trapezoidală și din plăci plane montate pe contraforți.

Tabelul 2. 2 Inventarul lucrărilor executate în bazinul hidrografic Cărcinov la nivelul anului 1996.
Summary of the torrent control types of works carried out in the Cărcinov hydrographical basin (as of 1996)

| Nr. crt. | Denumirea văii | Simbolul lucrării | Anul execuției | Beneficiar | Starea lucrării 1-bună 2- degradată 3- distrusă | Tipul de lucrare |
|----------|------------------|-------------------|----------------|---------------------------------|--|--|
| 1 | Valea Șipotului | 1B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | - cu fundație evazată - din plăci plane montate pe contraforți |
| 2 | | 2B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 3 | | 3B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 4 | | 4B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 5 | | 5B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 6 | | 6B/4,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 7 | | 7B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 8 | | 8B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 9 | | 9B/3,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 10 | | 10B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 11 | | 11B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 12 | | 12B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 13 | | 13B/4,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 14 | Pârâul Oprescu | 1K/100m | 1976 | Oficiu de îmbunătățiri funciare | 1 | - cu secțiune trapezoidală - din plăci plane montate pe contraforți |
| 15 | | 2B/1,0 | 1976 | Oficiu de îmbunătățiri funciare | 1 | |
| 16 | | 3B/1,5 | 1976 | Oficiu de îmbunătățiri funciare | 2 | |
| 17 | | 4B/2,0 | 1976 | Oficiu de îmbunătățiri funciare | 1 | |
| 18 | | 5B/1,0 | 1990 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 19 | | 6B/3,0 | 1990 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 20 | | 7B/2,5 | 1990 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 21 | Valea Brotoșani | 1KB/200m | 1976 | Oficiu de îmbunătățiri funciare | 1 | - cu fundație evazată - din plăci plane montate pe contraforți |
| 22 | | 2B/1,0 | 1976 | Oficiu de îmbunătățiri funciare | 1 | |
| 23 | | 3B/4,0 | 1990 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 24 | | 4B/3,0 | 1990 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 25 | Valea Borcani | 1E,B/1,5 | 1980 | Filiala Silvică Pitești | 1 | - cu fundație evazată |
| 26 | Valea lui Anghel | 1B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | - cu fundație evazată - din plăci plane montate pe contraforți |
| 27 | | 2B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 28 | | 3B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 29 | | 4B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 30 | | 5B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 31 | | 6B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 32 | | 7B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 33 | | 8B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 34 | | 9B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 35 | | 10B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 36 | | 11B/1,5 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |

Tabelul 2. 2 (cont.)

| Nr. crt. | Denumirea văii | Simbolul lucrării | Anul execuției | Beneficiar | Starea lucrării 1-bună 2- degradată 3- distrusă | Tipul de lucrare |
|----------|-------------------|-------------------|-------------------------|---------------------------------|--|---|
| 37 | Valea lui Anghel | 12B/1,5 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | - cu fundație evazată - din plăci plane montate pe contraforți |
| 38 | | 13B/1,5 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 39 | | 14B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 40 | | 15B/2,5 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 41 | | 16B/1,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 42 | | 17B/4,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 43 | Valea Mălăiești | 1B/0,5 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | - cu fundație evazată - cu secțiuni trapezoidală |
| 44 | | 2B/1,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 45 | | 3B/1,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 46 | | 4B/1,5 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 47 | | 5B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 48 | | 1B/1,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 49 | | 2B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 50 | | 3B/1,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 51 | | 4B/1,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 52 | | 5B/1,5 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 53 | | 1B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 54 | | 2B/2,5 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 55 | | 3B/3,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 56 | | 4B/0,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 57 | 5B/4,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | | |
| 58 | Valea Teișului | 1KB/29 m | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | - cu fundație evazată - cu secțiuni trapezoidală |
| 59 | | 2B/1,5 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 60 | | 3B/1,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 61 | | 4B/2,5 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 62 | | 5B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 63 | | 6B/3,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 64 | Valea lui Păun | 1KB/150 m | 1987 | Oficiu de îmbunătățiri funciare | 1 | - baraj de greutate |
| 65 | | 2EB/2,0 | 1987 | Oficiu de îmbunătățiri funciare | 1 | |
| 66 | Valea lui Olteanu | 1KB/130 m | 1986 | Filiala Silvică Pitești | 1 | - cu fundație evazată - cu secțiuni trapezoidală |
| 67 | | 2B/0,5 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 68 | | 3B/1,5 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 69 | | 4B/1,5 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 70 | | 5B/1,5 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 71 | Valea Perilor | 1B/1,5 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | - cu fundație evazată - din plăci plane montate pe contraforți |
| 72 | | 2B/1,5 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 73 | | 3B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 74 | | 4B/1,5 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 75 | | 5B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 76 | | 6B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 77 | | 1B/3,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |

Tabelul 2. 2 (cont.)

| Nr. crt. | Denumirea văii | Simbolul lucrării | Anul execuției | Beneficiar | Starea lucrării 1- bună 2- degradată 3- distrusă | Tipul de lucrare |
|----------|--------------------|-------------------|-------------------------|---------------------------------|---|---|
| 78 | Valea Perilor | 1B/2,5 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | - cu fundație evazată - din plăci plane montate pe contraforți |
| 79 | | 2B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 80 | | 3B/2,5 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 81 | | 1B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 82 | | 2B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 83 | | 3B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 84 | | 4B/3,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 85 | | 1B/1,1 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 86 | | 2B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 87 | | 3B/2,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 88 | 1B/1,1 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | | |
| 89 | Valea Pelercioaiei | 1KB/320 m | 1985 | Filiala Silvică Pitești | 1 | - cu fundație evazată - cu secțiune trapezoidală |
| 90 | | 2B/1,0 | 1985 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 91 | | 3B/1,0 | 1975 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 92 | | 4B/2,0 | 1975 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 93 | | 5B/2,0 | 1975 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 94 | | 6B/2,0 | 1985 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 95 | 7B/6,0 | 1985 | Filiala Silvică Pitești | 1 | | |
| 96 | Valea Dragnei | 1KB/286,0 m | 1990 | Filiala Silvică Pitești | 1 | - cu fundație evazată - cu secțiune trapezoidală |
| 97 | | 2B/1,0 | 1990 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 98 | | 3B/1,0 | 1976 | Oficiu de îmbunătățiri funciare | 1 | |
| 99 | | 4B/2,5 | 1976 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 100 | Valea lui Smaranda | 1EKB/58,0 m | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | - cu fundație evazată - cu secțiune trapezoidală |
| 101 | | 2EB/1,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 102 | | 3EB/1,5 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 103 | | 4B/1,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 104 | | 5B/5,0 | 1984 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 105 | Pârâul Hoga | 1B/0,5 | 1980 | Filiala Silvică Pitești | 1 | - cu fundație evazată - cu secțiune trapezoidală |
| 106 | | 2B/2,5 | 1980 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 107 | | 3B/2,0 | 1980 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 108 | | 4B/3,0 | 1980 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 109 | Pârâul Hula | 1KB/100,0 m | 1976 | Filiala Silvică Pitești | 1 | - cu fundație evazată - cu secțiune trapezoidală |
| 110 | | 2B/0,5 | 1976 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 111 | | 3B/1,0 | 1990 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 112 | | 1KB/35,0 m | 1990 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 113 | | 2B/2,0 | 1990 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 114 | Pârâul Basangeac | 1KB/90,0 m | 1990 | Filiala Silvică Pitești | 1 | - cu fundație evazată - din material lemnos |
| 115 | | 2B/2,0 | 1990 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 116 | | 3B/4,0 | 1990 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |
| 117 | | 4C/2,0 | 1990 | Filiala Silvică Pitești | 1 | |

3. SCOPUL ȘI OBIECTIVELE CERCETĂRILOR

Cotat de specialiști ca unul dintre bazinele cu cel mai ridicat grad de torențialitate din România (Munteanu 1975, Heroiu, Illyes 1980, Gaspar 2006, 2007, Gaspar, Clinciu 2006), bazinul hidrografic al râului Cârcinov prezintă un interes aparte nu numai în ceea ce privește analiza factorilor care sunt determinanți pentru gradul ridicat de torențialitate al acestui bazin, ci și în privința fundamentelor științifice pe care trebuie să se sprijine, în viitor, elaborarea și aplicarea soluțiilor de amenajare a bazinelor hidrografice torențiale din această zonă a țării, ca urmare a defrișărilor practicate în trecutul mai îndepărtat sau mai apropiat.

Iată de ce, cercetările urmăresc să aprofundeze și să completeze cunoștințele anterioare referitoare la amenajarea torenților din bazinul superior al râului Cârcinov, în vederea fundamentării, pe temeuri experimentale, a acestei acțiuni.

În vederea atingerii acestui scop, în cadrul tezei de doctorat s-au adoptat trei obiective și anume:

- Comportarea și efectul lucrărilor de amenajare a rețelei hidrografice torențiale din bazinul superior al râului Cârcinov;
- Clasificarea hidrologică a terenurilor din bazinul superior al râului Cârcinov;
- Cercetări hidrologice experimentale în terenuri forestiere și neforestiere din bazinul superior al râului Cârcinov.

Pentru realizarea acestor obiective s-a recurs mai întâi la o analiză a preocupărilor legate de amenajarea torenților din această zonă a țării, prin consultarea documentațiilor întocmite de-a lungul timpului de către Institutul de Cercetări și Amenajări Silvice (ICAS), Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere din Brașov etc.

Privitor la primul obiectiv s-au analizat rezultatele unor cercetări privind comportarea și efectul lucrărilor de amenajare a rețelei hidrografice torențiale punând accent mai ales pe cercetările întreprinse la noi în țară în perioadele: 1992-1994 (Lazăr, Gaspar); 2002-2004 (Clinciu); 2006-2009 (Lupașcu, Clinciu). Pe baza acestor rezultate, s-a recurs la cercetări proprii asupra acestor lucrări, în scopul reconstituirii modului de comportare și a efectelor lor.

Cercetarea aspectului de comportare a presupus o analiză în detaliu pentru principalele evenimente comportamentale înregistrate în perioada de exploatare a lucrărilor, evidențiindu-se: frecvența de afectare a părților de lucrare, părțile alcătuitoare cu frecvența de afectare cea mai mare, văile torențiale unde s-a concentrat fiecare tip de avarie etc.

În privința efectelor lucrărilor, s-a stabilit retenția directă (R.D) și retenția prin consolidare (R.C.), elementele cercetate în detaliu fiind: lungimea consolidată prin acoperirea albiilor de către aterisamente (Lat), suprafața consolidată pe aceeași cale (Sat) și volumul de aluviuni stocat în aterisamente (Wat).

În vederea clasificării hidrologice a terenurilor de pe versanți, s-au analizat sistemele de cartare propuse până în prezent, inclusiv soluțiile de aplicare pe cale digitală a acestor sisteme (folosind tehnologia GIS), căutând să se răspundă unei necesități de ordin practic: estimarea bonității hidrologice a terenurilor forestiere din cuprinsul bazinului superior al râului Cărcinov. S-au obținut în final mai multe tipuri de hărți tematice: harta cu distribuția spațială a categoriilor hidrologice ale arboretelor; harta cu distribuția spațială a coeficienților de scurgere; harta cu distribuția bazinetelor pe grade de torențialitate.

Corelând concluziile desprinse din cercetarea comportării și efectului lucrărilor existente pe rețeaua amenajată a bazinului cu concluziile desprinse din analiza hărților tematice obținute în urma clasificării hidrologice a terenurilor de pe versanții bazinului, s-a realizat o prioritizare în elaborarea și aplicarea unor noi proiecte de amenajare a torenților pe teritoriul silvic din această parte a țării.

Cercetările hidrologice au vizat precipitațiile, retenția în coronament și scurgerea de suprafață, aspectele urmărite fiind:

- caracterizarea regimului pluvial al zonei pe baza datelor provenite din măsurători proprii și a datelor preluate de la stația hidrologică Voinești;
- stabilirea unor corelații între precipitațiile lichide căzute și valorile retenției, cu ajutorul unor ecuații de tip exponențial;
- trasarea unor curbe ale retenției în coronament diferențiate în funcție de înălțimea stratului de precipitații și de unele caracteristici ale arboretelor (specie, vârstă, consistență);
- cuantificarea scurgerii de suprafață pe bază de măsurători efectuate pe parcele elementare, atât în teren descoperit (neforestier) cât și în teren forestier.

4. STADIUL ACTUAL AL CUNOȘTINȚELOR

Pentru a putea porni la drum a fost nevoie de a cunoaște, din literatura publicată atât pe plan național cât și pe plan internațional, unele rezultate și concluzii desprinse în urma unor cercetări ce fac referire în mod direct sau indirect asupra principalelor obiective fixate în cadrul tezei de doctorat.

În continuare, s-a realizat o scurtă prezentare a principalelor rezultate și concluzii ce s-au desprins până în momentul de față, separat, pe fiecare obiectiv în parte.

4.1. Comportarea și efectul lucrărilor de amenajare a rețelei hidrografice torențiale

Dintre studiile și cercetările în acest domeniu, realizate până în prezent în țara noastră, ne-au reținut atenția (Clinciu 2008) :

a) Studiile asupra unor tipuri de baraje de corectare a torenților, realizate în România în perioada 1960-1970 (autor: R. Gaspar 1975).

b) Cercetările efectuate de S. A. Munteanu, I. Clinciu ș.a., în perioada 1974-1979, referitoare la comportarea primelor baraje experimentale "subdimensionate" realizate pentru corectarea torenților din România.

c) Cercetările realizate de R. Gaspar, Al. Apostol și A. Costin în anul 1982, referitoare la comportarea lucrărilor hidrotehnice de corectare a torenților în timpul viiturilor din anul 1970.

d) Cercetările privind stabilitatea, rezistența și funcționalitatea lucrărilor de amenajare a torenților din România, desfășurate în perioada 1992-1994 de către dr. ing. N. Lazăr și dr. ing. R. Gaspar (tema 12RA/94).

e) Cercetările privind modul de comportare a lucrărilor hidrotehnice transversale executate pe formațiunile torențiale din b.h. Olănești, desfășurate în perioada 1992-1993, de către conf. dr. ing. Mircea Sevastel.

f) Contribuțiile la studiul stabilității, rezistenței și funcționalității unor baraje de greutate mică, din anul 1995 (autori: Clinciu și Lazăr).

g) Cercetările din perioada 1998-2000 privind deficiențele în perioada de exploatare a lucrărilor hidrotehnice de amenajare a torenților, în vederea îmbunătățirii activității de întreținere a acestora (tema RB 15/98), avându-i ca autori pe N. Lazăr, I. Clinciu și Gr. Caloian.

h) Cercetările privind comportarea lucrărilor de amenajare a rețelei hidrografice torențiale din bazinul superior al Văii Târlungului (Clinciu et al., 2001-2005).

i) Cercetări privind comportarea și efectele lucrărilor de amenajare a rețelei hidrografice torențiale din bazinul superior al Someșului Mic (Florin Stelian Lupașcu, 2006-2009).

La scară europeană, dacă lăsăm la o parte rezultatele unor cercetări realizate în Austria cu aproximativ patru decenii în urmă (Kronfellner 1967), cele mai recente preocupări legate de monitorizarea bazinelor torențiale amenajate, le regăsim în lucrările publicate de FAO în urma manifestărilor științifice organizate de către Grupul de Lucru pentru Amenajarea Bazinelor Hidrografice Montane (Clinciu 2008, Giurgiu 2008).

Spre exemplu, în Mountain Watershed Management, Lessons from the past – Lessons for the future (Proceedings of the Twenty-third Session, Davos, Switzerland 2002), publicată de Agenția Elvețiană pentru Mediu și Păduri (Berna 2003) sunt reunite lucrări care tratează despre (Clinciu 2008):

- zonarea hazardelor naturale (Engler – Elveția);
- învățămintele desprinse de la catastrofele trecute (Pfister - Elveția)
- managementul riscului (Heinimann – Elveția);
- cartarea și caracterizarea bazinelor de munte folosind sistemele de informații geografice (Parachini, Folving, Vogt et al. – Institute for Environment and Sustainability EC);
- măsuri și programe referitoare la munte, la managementul dezastrelor naturale (G. Fiebigler, F. Rudolph-Miklau – Austria);
- strategii IUFRO pentru protecția sustenabilă împotriva inundațiilor, cu un program special de acțiune pe termen lung (Action Programme 2020), centrat pe ideea că monitorizarea evenimentelor naturale din zona alpină este o componentă definitorie pentru managementul de risc din zona de câmpie.
- cercetările recente (Conesa Garcia. et al. 2007, 2008, 2009., Martin-Vide., J.P și Andreatta, A. 2009., XU, Z.X. et al. 2005., Hancock, R.G. și Willgoose, R.G. 2004) fac referire și la efectul lucrărilor hidrotehnice de amenajare a albiilor torențiale.

În continuare, atenția s-a axat mai ales pe cercetările menționate la punctele d), g) și h) de mai sus, urmărind să se scoată în evidență metodologia de organizare a acestor cercetări, precum și principalele rezultate obținute în urma desfășurării lor.

4.1.1. Cercetările din perioada 1992-1994

A fost luat în studiu un număr de 88 de bazine torențiale mici (majoritatea între 100 și 500 ha) parțial amenajate cu lucrări hidrotehnice. Aceste bazine sunt situate pe tot cuprinsul țării (în bazinele râurilor Someș, Crișuri, Mureș, Olt,

Argeș, Ialomița, Buzău și Siret) fiind selecționate cu precădere acele bazine în care au avut loc viituri catastrofale soldate cu afectarea unor lucrări de amenajare a torenților (Clinciu, Gaspar 2005, 2006).

În total au fost studiate 688 lucrări din care 55 traverse, 180 praguri, 412 baraje și 41 sectoare de canal.

Un număr de 77 lucrări (72 traverse și 5 canale) a fost scos din funcțiune și un număr de 157 lucrări au suferit avarii (care nu le-au scos din funcțiune) de diferite intensități (de la dezagregări superficiale de materiale până la distrugerii de radiere etc).

Avariile considerate global (inclusiv la lucrările care nu au fost scoase din funcțiune) au constat, în majoritate, în degradarea și erodarea (superficială sau profundă) betonului și zidăriei (60 % din cazuri), urmate de ruperi de contraforți, plăci și grinzi (8 %), de radiere (6 %), ruperea corpului barajelor monolit (6 %), a blocurilor disipatoare și contrabarajelor (4 %), a zidurilor de conducere (4 %), ruperea pintenilor terminali și traverselor (4 %), ruperea de grinzi și plăci (3 %), decastrarea lucrării (3 %), acoperire cu aluviuni (1 %) și subspălarea lucrării (1 %).

La canale, în afară de distrugerea de plăci la 4 canale și ruperea zidului lateral la un canal, s-au constatat eroziuni în beton și smulgeri de pietre la 15 sectoare de canal.

4.1.2. Cercetările din perioada 2002-2004

Dintre multiplele obiective urmărite în cadrul cercetărilor, cele mai importante au fost următoarele (Clinciu et al. 2003, 2004):

- Deficiențele manifestate în proiectarea, executarea și monitorizarea lucrărilor;
- Natura, frecvența, amploarea și cauzele avariilor care au condus la scoaterea din funcțiune (parțială sau totală) a unora dintre lucrările de amenajare;
- Natura, frecvența, amploarea și cauzele avariilor care au provocat afectarea celorlalte lucrări de amenajare, fără ca acestea din urmă să fie scoase din funcțiune.

În tabelul 4.1 se prezintă frecvența de afectare a lucrărilor și a părților de lucrare, pentru toate tipurile de avarii identificate, clasificate pe cele două grupe: I – avariile care afectează siguranța și durabilitatea lucrărilor și II – avariile care afectează funcționalitatea lucrărilor.

Este de remarcat că, în cadrul avariilor care afectează funcționalitatea lucrărilor au fost cuprinse nu numai avariile propriu-zise, ci și deficiențele de proiectare și/sau execuție, care au influențat negativ atât asupra funcționalității lucrărilor cât și asupra sistemelor în care aceste lucrări au fost integrate. Pentru simplificarea exprimării și aceste deficiențe au fost tratate ca "avarii".

Tabelul 4. 1 Frecvența de afectare a lucrărilor (Clinciu 2003). The frequency of damages (Clinciu 2003)

| Nr. Crt. | Tipul avariei | Codul | Numărul de lucrări afectate (NL) | Numărul de părți de lucrare de lucrare | NPA/NL | Partea de lucrare cu frecvența de afectare |
|---|---|-------|----------------------------------|--|--------|--|
| I. Avarii care afectează siguranța și durabilitatea lucrărilor | | | | | | |
| 1 | Fisuri | F | 7 | 8 | 1,14 | 9.4=4 |
| 2 | Rupturi | R | 49 | 68 | 1,39 | 9.15=42 |
| 3 | Antrenări | A | 48 | 66 | 1,37 | 9.15=42 |
| 4 | Deformări | Df | 5 | 5 | 1,00 | 9.11=5 |
| 5 | Degradări prin erodare | De | 52 | 60 | 1,15 | 9.4=43 |
| 6 | Dezagregări | Dz | 11 | 18 | 1,64 | 9.4=6 |
| 7 | Decastrări | Dc | 11 | 16 | 1,45 | 9.1=6 |
| 8 | Infiltrații | I | 10 | 16 | 1,60 | 9.5=8 |
| 9 | Subminările radierului | Sr | 42 | 45 | 1,07 | 9.15=41 |
| 10 | Subminările ale corpului | Sc | 17 | 17 | 1,00 | 9.4=17 |
| 11 | Sufoziuni | Sf | 6 | 8 | 1,33 | 9.7=3 |
| II. Avarii care afectează funcționalitatea lucrărilor | | | | | | |
| 1 | Blocarea deversorului | Bdv | 33 | 33 | 1,00 | 9.8=33 |
| 2 | Blocarea dinților disipatori de energie | Bdi | 26 | 26 | 1,00 | 9.11=26 |
| 3 | Colmatarea radierului | Cr | 55 | 55 | 1,00 | 9.10=55 |
| 4 | Instalarea necontrolată a vegetației | lhv | 59 | 78 | 1,32 | 9.19=57 |
| 5 | Spălarea aterisamentului | Spat | 11 | 11 | 1,00 | 9.19=11 |
| 6 | Nerealizare aterisamentului | Nat | 21 | 21 | 1,00 | 9.19=21 |
| 7 | Îngroparea lucrărilor | În | 22 | 60 | 2,72 | 9.15=14 |
| 8 | Adâncirea albiei | Aa | 9 | 9 | 1,00 | 9.20=9 |
| 9 | Nerealizarea umpluturilor | Nu | 33 | 33 | 1,00 | 9.4=33 |
| 10 | Eroziunea malului | Em | 10 | 10 | 1,00 | 9.18=8 |
| 11 | Lovirea frontală a apei în mal | Am | 2 | 2 | 1,00 | 9.20=2 |
| 12 | Neexecuția unor părți din lucrare | Ne | 8 | 13 | 1,62 | 9.16=3 |
| 13 | Nerespectarea unor soluții din proiecte | Nsp | 1 | 1 | 1,00 | 9.4=1 |

4.1.3. Cercetările din perioada 2006-2009

Principalul obiectiv urmărit în cadrul cercetărilor l-a reprezentat fundamentarea pe noi baze științifice (experimentale și statistico-matematice) a activității de monitorizare a bazinelor torențiale amenajate în spațiul hidrografic al râului Someș pornind (Lupașcu, Clinciu 2009):

- pe de o parte, de la identificarea și analiza deficiențelor înregistrate în proiectarea și executarea lucrărilor de amenajare a rețelei hidrografice torențiale din această zonă a țării (Someș),
- iar pe de altă parte, de la identificarea și analiza avariilor și disfuncționalităților apărute în perioada de exploatare a lucrărilor respective.

Cele mai importante obiective urmărite în cadrul cercetărilor au fost următoarele:

- natura, frecvența, amploarea și cauzele avariilor care au condus la scoaterea parțială din funcțiune a unora dintre lucrările de amenajare;
- natura, frecvența, amploarea și cauzele avariilor care au provocat afectarea celorlalte lucrări de amenajare, fără ca acestea să fie scoase din funcțiune;
- deficiențele manifestate în proiectarea, executarea, întreținerea și repararea lucrărilor;
- natura și volumul operațiilor care sunt necesare pentru repunerea în funcțiune și/sau asigurarea continuității în exploatare a lucrărilor de amenajare.

Alt aspect important din cadrul cercetărilor întreprinse a fost centrat pe estimarea cantitativă a efectelor lucrărilor de amenajare a rețelei hidrografice torențiale din spațiul hidrografic luat în studiu, apelându-se pentru aceasta la instrumentele de analiză utilizate și la metodologia de lucru conturată cu ocazia cercetărilor din bazinul superior al Văii Tărlungului (Clinciu et al. 2001- 2005). Obiectivele urmărite au constat din (Lupașcu 2009):

- protecția asigurată obiectivelor periclitate de viiturile torențiale, ca expresie imediată a funcțiilor de retenție și de consolidare îndeplinite de lucrările de amenajare;
- consolidarea rețelei hidrografice torențiale, caracterizată cantitativ prin lungimea și suprafața zonelor de albie acoperite efectiv de lucrările de amenajare, și prin lungimea și suprafața albiilor acoperite de aterisamentele create de praguri și baraje;
- valența ecologică a amenajărilor ilustrată prin aspectul instalării și dezvoltării vegetației forestiere pe rețeaua hidrografică torențială.

În cadrul cercetărilor, autorul a parcurs terenul și, odată cu parcurgerea terenului, a inventariat și cercetat un număr de 270 de lucrări hidrotehnice pentru corectarea torenților, din care 243 lucrări hidrotehnice transversale și 27 lucrări hidrotehnice longitudinale.

4.2. Clasificarea hidrologică a terenurilor

„Complexul vegetație-sol, cunoscut sub numele de pădure, se prezintă într-o gamă largă de variante, diferențiate prin speciile forestiere și structura arboretelor (cu unul sau mai multe etaje, cu sau fără arbuști, cu densitate mare sau mică etc.), prin proprietățile solului, prin modul de exploatare și refacere etc., ceea ce determină o variație corespunzătoare a efectelor sale hidrologice, efecte care se traduc, în principal, prin reducerea stratului de precipitații scurs superficial și a debitelor maxime de viitură” (Gaspar 2006).

Iată de ce, în continuare sunt prezentate, pe scurt, sistemele folosite în clasificarea terenurilor forestiere din țara noastră precum și unele rezultate obținute în urma aplicării lor.

4.2.1. Sistemul Alexandru Apostol

Sistemul realizează clasificarea hidrologică a arboretelor pe baze alfanumerice; fiecare categorie se definește prin litere de la A la D, care exprimă bonitatea sub raport hidrologic a arboretului și stațiunii, iar fiecare sub-categorie se exprimă prin numere de la 1 la 3, care redau evoluția capacității hidrologice și antierozionale a terenurilor odată cu aplicarea măsurilor și lucrărilor cu caracter silvotehnic. Pentru o mai bună exemplificare vom reda această clasificare sub formă tabelară (tabelul 4-2)(Clinciu 2001).

Pentru a fi mai eficient valorificat în activitatea de proiectare, sistemul (calitativ) de cartare hidrologică a terenurilor a fost așezat pe baze cantitative, în așa fel încât coeficientul mediu de scurgere – această mărime hidrologică de sinteză a stării bazinului – să poată reflecta în mod diferențiat atât caracteristicile terenului (vegetație, stațiune) cât și caracteristicile ploii (cantitate de precipitații, intensitate). S-a pornit în acest scop de la expresia (Lazăr, 1984):

$$c = 1 - \frac{Z}{H} - \frac{I}{H} = 1 - c_z - c_I$$

în care: c este coeficientul de scurgere corespunzător unei anumite categorii/subcategorii de teren, H - cuantumul ploii de calcul, Z – retenția, I – infiltrația, iar c_z și c_I sunt coeficientul retenției și respectiv coeficientul infiltrației.

Coeficientul retenției (c_z) se exprimă în funcție de cantitatea de precipitații generată de ploaia de calcul și de categoria/subcategoria hidrologică în care se încadrează terenul, iar coeficientul infiltrației (c_I) în funcție de intensitatea medie a ploii de calcul și de textura solului.

Aplicat în numeroase bazine hidrografice mici torențiale din zona forestieră a României, sistemul de cartare pe baze cantitative a condus la valori ale coeficientului de scurgere care se înscriu între limitele următoare (N. Lazăr 1984): sub 0,2 pentru arboretele din categoria A, între 0,2 și 0,5 pentru arboretele din categoriile B și C, peste 0,4 în cazul terenurilor din categoria D. Prin folosirea acestor valori în calculul coeficientului de scurgere și, apoi, prin încorporarea lor în expresia debitului (specific) maxim se poate realiza o ierarhizare hidrologică a bazinelor din arealul forestier, sub aspectul torențialității lor, ierarhizare care poate fi utilă pentru eșalonarea pe urgențe a intervențiilor din cuprinsul acestor unități (Clinciu 2001).

Tabelul 4. 2 Clasificarea terenurilor forestiere sub raport hidrologic (Clinciu 2001).
Classification of forest lands from the hydrological point of view (Clinciu 2001)

| Categoria | Subcategoria | Elemente care determină eficiența hidrologică a arboretului și dinamica acesteia, în urma unor intervenții silviculturale |
|-----------|----------------------|---|
| 1 | 2 | 3 |
| A | - | <i>Eficiență hidrologică ridicată</i> : arboretele mai mult sau mai puțin pluriene, din clasele III ... VI de vârstă și I ... II de producție, cu consistență plină, cu subarboret sau pătură erbacee, cu litieră continuă normală sau groasă, situate pe soluri profunde, cu textură nisipoasă sau ușoară. În urma exploatării trec în subcategoria C ₁ (sau C ₂). |
| B | B₁ | <i>Eficiență hidrologică mijlocie</i> : arboretele mai mult sau mai puțin echine, din clasele III ... VI de vârstă și I ... V de producție, cu consistență variabilă, cu litieră continuă normală sau subțire, situate pe soluri mijlociu profunde (uneori scheletice), cu textura ușoară sau mijlocie. <ul style="list-style-type: none"> • Arboretele parcurse cu tăieri de regenerare (cu indicii de acoperire sau consistența sub 0,7) care pot evolua în subcategoria C₁ (C₂) în urma aplicării tratamentului tăierilor progresive sau succesive, sau în subcategoria B₂ la încheierea aplicării tratamentului cu perioadă lungă de regenerare. |
| | B₂ | <ul style="list-style-type: none"> • Arboretele din clasele II sau III de vârstă cu consistență plină, care pot fi conduse prin operațiuni culturale fie spre categoria A (dacă sunt situate pe stațiuni de productivitate superioară), fie spre subcategoria B₃ (dacă stațiunea suferă o degradare în urma unor calamități naturale sau a unor intervenții antropice). |
| | B₃ | <ul style="list-style-type: none"> • Arboretele din clasele IV și V de producție, situate pe stațiuni de productivitate mijlocie sau inferioară, care nu pot fi influențate în vederea creșterii eficienței hidrologice și care pot rămâne în situația actuală (dacă sunt în grupa I, prin aplicarea tratamentelor adecvate) sau care trec în urma exploatării (dacă sunt în grupa a II-a) spre C₁ (C₂). |
| C | C₁ | <i>Eficiență hidrologică redusă</i> : arboretele din clasa I de vârstă (dacă productivitatea este ridicată sau mijlocie) sau din clasele II ... VI de vârstă (dacă productivitatea este scăzută), cu litieră subțire sau fără litieră, situate pe soluri superficiale, cu textură ușoară sau mijlocie. <ul style="list-style-type: none"> • Arboretele tinere, din clasa I de vârstă, cu reușita bună (0,7 ... 1,0), fără starea de masiv încheiată; în mod normal arboretele evoluează în decurs de minim 10 ani fie în subcategoria B₂ (dacă sunt situate pe stațiuni de productivitate superioară sau mijlocie), fie în subcategoria B₃ (C₃) dacă sunt situate pe stațiuni de productivitate inferioară. |
| | C₂ | <ul style="list-style-type: none"> • Arboretele cu reușita regenerărilor sub 70 %, în urma tăierilor în benzi sau definitive, care necesită completări și care vor trece în subcategoria C₁, după completarea regenerării (sau plantației). |
| | C₃ | <ul style="list-style-type: none"> • Arboretele situate la limita altitudinală a vegetației forestiere sau rariștile situate pe stațiuni de productivitate inferioară, care nemaiputând fi influențate în vederea creșterii rolului hidrologic rămân în situația actuală. |

Tabelul 4. 2 (cont.)

| Categoria | Subcategoria | Elemente care determină eficiența hidrologică a arboretului și dinamica acesteia, în urma unor intervenții silviculturale |
|-----------|----------------|--|
| 1 | 2 | 3 |
| D | D ₁ | <i>Eficiență hidrologică scăzută</i> : suprafețele cuprinse în fondul forestier , care se definesc după destinația lor astfel : <ul style="list-style-type: none"> • Suprafețele afectate împăduririlor (clasa de regenerare), ocupate de poieni, de culturi de arbuști fructiferi, de pepiniere sau plantaje etc., care, dacă se plantează, evoluează spre subcategoria C₁. • Suprafețele ocupate de drumuri și talveguri, care se mențin în situația actuală, sau de pornituri de teren care în urma lucrărilor de ameliorare pot evolua spre subcategoria D₁. |
| | D ₂ | <ul style="list-style-type: none"> • Suprafețele total neproductive, ocupate de stâncării fără vegetație forestieră, care nu pot fi influențate în vederea creșterii rolului lor hidrologic. |
| | D ₃ | |

4.2.2. Soluții GIS propuse pentru aplicarea sistemului Apostol

Până în prezent, s-au conturat 3 soluții de exploatare a facilităților oferite de GIS în vederea cartării terenurilor din bazinele hidrografice mici, predominant forestiere, pe categorii și sub-categorii hidrologice.

4.2.2.1. SOLUȚIA PĂCURAR

Această soluție consideră patru criterii de încadrare și anume: starea suprafeței terenului, vârsta, consistența și clasa de producție a arboretelor (ultimele trei referindu-se doar la terenurile din fondul forestier). Combinațiile posibile ale acestor factori sunt cele redate în figura 4.1.

Soluția elaborată se pretează la automatizare, aplicarea necesitând doar hărțile tematice de bază, calculele realizându-se pe baza unui program conceput de autor, care utilizează patru fișiere (tabelul 4.3) ce permit atribuirea de valori noi și reclasificarea imaginilor.

Printr-o codificare adecvată, schema logică redată în figura 4.1 poate fi transpusă într-un fișier de valori care poate fi utilizat pentru cartarea hidrologică a terenurilor din cuprinsul oricărui bazin hidrografic. În tabelul 4.4 se prezintă un extras din schema de ansamblu a acestui sistem de codificare, corespondența dintre categoriile hidrologice, precum și codurile compuse rezultate.

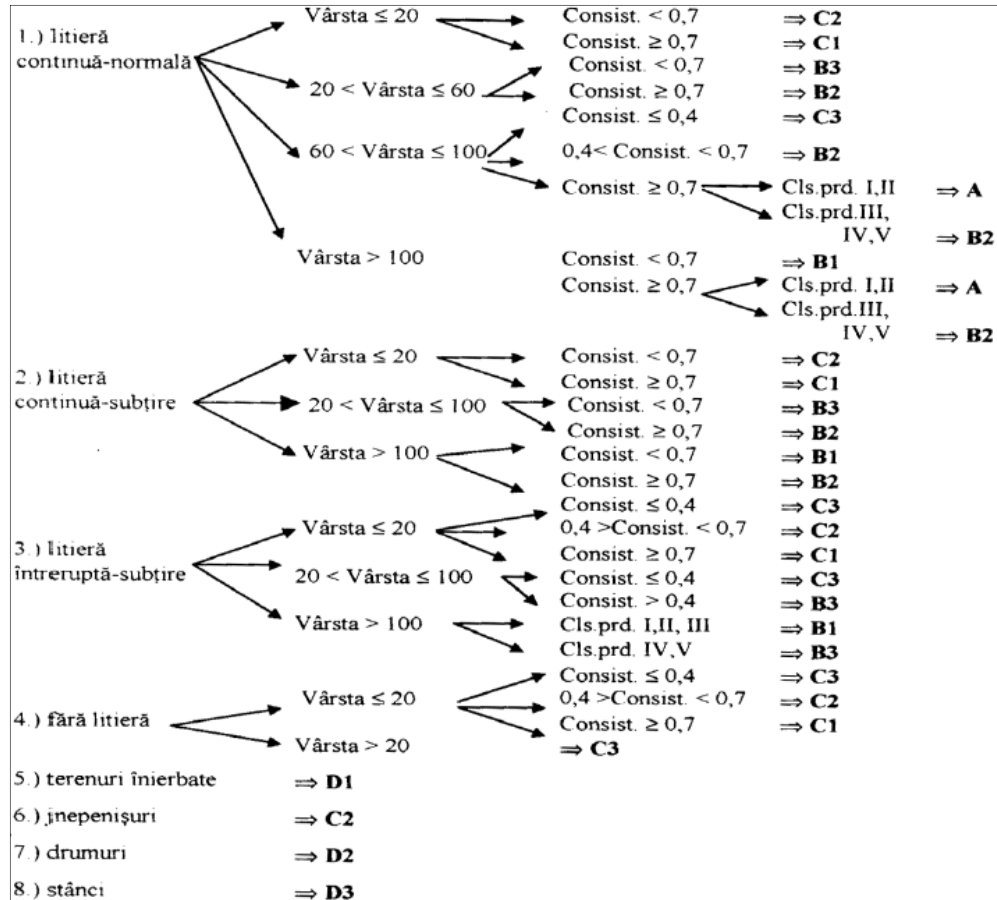


Fig. 4. 1 Schema de încadrare hidrologică, adaptată după sistemul propus de Alexandru Apostol (A, B1, B2, B3, C1, C2, C3, D1, D2, D3 - categorii și subcategorii hidrologice) (Păcurar 2005, din Tamaș, Clinciu 2006). Hydrological model based on Alexandru Apostol's system (Pacurar 2005, Tamas, Clinciu 2004, 2006)

Tablelul 4.3 Schema de codificare a factorilor de influență luați în considerare pentru stabilirea categoriilor hidrologice corespunzătoare sistemului Al. Apostol (Păcurar 2005) (Tamaș, Clinciu 2006); The factors of influence (codes) used by the Al. Apostol's system (Păcurar 2005) (Tamaș, Clinciu 2004, 2006)

| Factorul de influență | Starea suprafeței terenului | | Vârsta (ani) | | Consistența | | Clasa de producție | |
|--|-----------------------------|---|--------------|-----------------------|-------------|-----------|--------------------|-------|
| | Cod | Descrierea situației | Cod | Clasa | Cod | Categoria | Cod | Clasa |
| Schema de stabilire a codurilor simple, specifice fiecărui factor în parte | 1 | Litiera continuă-normală | 1 | I (< 20) | 1 | 0,1-0,4 | 1 | I, II |
| | 2 | | 2 | II, III (21-60) | 2 | 0,5 -0,6 | 2 | III |
| | 3 | Litiera continuă-subțire | 3 | | 3 | 0,7-1,0 | 3 | IV, V |
| | 4 | | 4 | IV, V (61-100) | | | | |
| | 5 | Litiera | | | | | | |
| | 6 | întreruptă-subțire | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | |
| | 8 | Teren forestier, fără litieră Terenuri înierbate Jnepenișuri Drumuri Stânci | | VI, VII, VIII (> 100) | | | | |
| Denumire fișier | Supr_ter.val | | Ap_varst.val | | Ap_cons.val | | Ap_prod.val | |
| Factor multiplicare cod simplu | X 1000 | | X 100 | | X 10 | | X 1 | |

Tablelul 4.4 Corespondența dintre codurile compuse și categoriile hidrologice (Păcurar 2005, Tamas, Clinciu 2006). The relationship between composite codes and hydrological categories (Păcurar 2005, Tamas, Clinciu 2004, 2006)

| Schema cod | Codurile compuse desfășurate | Categoria hidrologică | Schema cod | Codurile compuse desfășurate | Categoria hidrologică |
|------------|------------------------------|-----------------------|------------|------------------------------|-----------------------|
| 1111 | 1111 1121 | C2 | 2 4 3 1 | 2431 | B2 |
| 1122 | 1112 1122 | | 2 | 2432 | |
| 1113 | 1113 1123 | | 3 | 2433 | |
| 113 1 | 1131 | C1 | 3 1 1 1 | 3111 | |
| 2 | 1132 | | 2 | 3112 | C3 |
| 3 | 1133 | | 3 | 3113 | |
| 12 1 1 | 1211 1221 | B3 | 3 1 2 1 | 3121 | |
| 2 2 | 1212 1222 | | 2 | 3122 | C2 |
| 3 | 1213 1223 | | 3 | 3123 | |
| 12 3 1 | 1231 | B2 | 3 1 3 1 | 3131 | |
| 2 | 1232 | | 2 | 3132 | C1 |
| 3 | 1233 | | 3 | 3133 | |

4.2.2.2. SOLUȚIA COMAN

Este o soluție alternativă la soluția V. Păcurar și pleacă de la premisa simplificării algoritmilor informatici cu care se operează pentru realizarea încadrării terenurilor pe categorii/subcategorii hidrologice.

Admițând ipoteza că cei 4 factori de influență (starea suprafeței terenului, vârsta arboretului, consistența și clasa de producție) nu variază la scară de u.s.h., mai eficient este să se folosească date de tip vector, care oferă posibilități mult mai largi de calcul și de analiză asupra atributelor asociate fiecărui poligon.

Prin comparație cu soluția descrisă anterior (Păcurar), de această dată s-a recurs la înlocuirea sistemului de coduri compuse (tabelul 4.3) cu un singur modul, care conține o succesiune de comenzi, de condiții și de argumente, care conduc în final la încadrarea fiecărei unități de studiu într-o anumită categorie/subcategorie hidrologică.

Practic vorbind, sistemul de codificare a factorilor de influență, grupați în clase sau în grupe, a fost preluat integral, dar nu s-au mai creat 4 rastere, câte unul pentru fiecare factor de influență, ci un singur strat de tip poligon, cu câte o coloană de atribute pentru fiecare factor. Încadrarea valorii factorilor (a vârstei pe clase de vârstă, a consistenței pe categorii de consistență ș.a.m.d.), are loc direct la nivelul tabelii de date asociate stratului de vectori ai parcelarului [arii_bazin], prin crearea, pentru fiecare criteriu, a unei noi coloane în care se introduce categoria sau clasa în care se încadrează valoarea respectivă (conform tabelului 4.2). Ulterior, într-o altă coloană a aceleiași baze de date, operatorul introduce un cod corespunzător fiecărei situații. Mai departe, baza de date, pregătită și completată în acest fel, se prelucrează cu ajutorul unui modul redactat prin intermediul limbajului de programare "Microsoft Visual Basic for Applications". Astfel se identifică toate combinațiile posibile de coduri, în conformitate cu figura 4.1, și se alocă automat, într-o nouă coloană, grupa/subgrupa hidrologică în care se încadrează unitățile de studiu. În continuare, se prezintă un extras al acestui modul de calcul (fig. 4.2):

Din analiza metodologiei de mai sus, observăm că sistemul este ușor de aplicat, chiar și de către un utilizator cu mai puțină experiență, această soluție oferind posibilitatea afișării instantanee a rezultatului, de îndată ce elementele cerute au fost introduse în baza de date și modulul conceput în acest scop a fost rulat.

```

Dim subctg_hidrologica As String
  If [cod_stare_teren] = "1" And [cod_cls_V_arboret] = "1" And [cod_ctg_cons] =
"1" And [cod_ctg_cons] = "2" Then
[subctg_hidrologica] = "C2"
  ElseIf [cod_stare_teren] = "1" And [cod_cls_V_arboret] = "1" And
[cod_ctg_cons] = "3" Then [subctg_hidrologica] = "C1"
  ElseIf [cod_stare_teren] = "1" And [cod_cls_V_arboret] = "2" And
[cod_ctg_cons] = "1" And [cod_ctg_cons] = "2" Then [subctg_hidrologica] = "B3"
  ElseIf [cod_stare_teren] = "1" And [cod_cls_V_arboret] = "2" And
[cod_ctg_cons] = "3" Then [subctg_hidrologica] = "B2"
  ElseIf [cod_stare_teren] = "1" And [cod_cls_V_arboret] = "3" And
[cod_ctg_cons] = "1" Then [subctg_hidrologica] = "C3"
  ElseIf [cod_stare_teren] = "1" And [cod_cls_V_arboret] = "3" And
[cod_ctg_cons] = "2" Then [subctg_hidrologica] = "B2"
  ElseIf [cod_stare_teren] = "1" And [cod_cls_V_arboret] = "3" And
[cod_ctg_cons] = "3" And [cod_cls_prod] = "1" Then [subctg_hidrologica] = "A"

```

Fig. 4. 2 Extrase din modulul de introducere a datelor în vederea cartării hidrologice a terenurilor în soluția D. Coman (Tamaș, Clinciu 2006). Snapshot of data input module used by D. Coman's system (Tamaș, Clinciu 2004, 2006)

4.2.2.3. SOLUȚIA HANGANU

Bazată tot pe abordarea realizată de V. Păcurar în anul 2005, soluția de față propune încadrarea hidrologică a fiecărei celule din setul de date raster aferent unui bazin hidrografic, prin utilizarea celor patru criterii amintite: starea suprafeței terenului, vârsta, consistența și clasa de producție a arboretelor (ultimele trei, pentru terenuri situate în fond forestier).

Ca date inițiale sunt utilizate datele din descrierile parcelare ale unităților de producție considerate, date asociate stratului de date geografice de tip vectorial al parcelarului. Pentru procesarea datelor, sunt folosite facilitățile furnizate de către programul ArcMap.

În principiu, pentru a putea realiza clasificarea terenurilor este necesară o stratificare a unităților amenajistice în funcție de cele patru criterii amintite (starea suprafeței terenului, vârsta arboretului, consistența și clasa de producție). Utilizând facilitățile oferite de programul ArcMap, acest lucru ar putea fi realizat prin trei modalități diferite:

a - reclasificarea să aibă loc direct la nivelul tabelii de date asociate stratului de vectori ai parcelarului, prin crearea pentru fiecare criteriu a unei noi coloane care să fie completată cu toate categoriile hidrologice pe care le poate genera (de exemplu, dacă vârsta ≤ 20 ani pot rezulta categoriile C1, C2 și C3). Apoi, într-o coloană finală, să fie în mod automat selectată, pe baza unei interogări a valo-

rilor incluse în cele patru noi coloane anterior generate, categoria hidrologică cu frecvența cea mai mare, categorie ce va fi atribuită unității amenajistice respective;

b - crearea unui singure coloane noi în baza de date asociată setului de date de tip vectorial al parcellarului, care să fie completată cu o singură valoare (cea a categoriei/subcategoriei hidrologice) pe baza unei interogări a celor patru coloane corespunzătoare criteriilor utilizate în cadrul clasificării;

c - realizarea de seturi de date de tip raster pentru fiecare din cele patru criterii și apoi adunarea acestora și reclasificarea datelor pentru încadrarea terenurilor forestiere în categoriile/subcategoriile hidrologice corespunzătoare.

Dintre cele trei modalități amintite, autorul a dezvoltat-o pe cea din urmă (c), chiar dacă din punctul de vedere al rapidității de realizare este în urma primelor două; ea are însă avantajul obținerii unor seturi de date intermediare (ce pot fi ulterior folosite și pentru alte analize), precum și un impact grafic mai mare, rezultatele intermediare și cel final putând fi comod vizualizate.

Etapetele definitorii în realizarea seturilor de date de tip raster pentru fiecare din cele patru criterii (starea suprafeței terenului, vârsta arboretului, consistența și clasa de producție), sunt următoarele:

Etapa 1. În această etapă se obțin seturile de date de tip raster ale elementelor care contribuie la gruparea pe categorii de terenuri, conform schemei din figura 4.3. S-au găsit, astfel, rastele tematice ale vârstei, clasei de producție, consistenței și tipului de litieră.



Fig. 4. 3 Modelul realizat cu ajutorul aplicației „Model Builder” specifică programului ArcMap. (Tamaș, Clinciu 2006). Model - created with „Model Builder” (ArcMap software)

Etapa 2. În această etapă se realizează o reclasificare a fiecărui raster obținut în prima etapă, cu ajutorul funcției “Reclassify”, rezultatele fiind adunate aritmetic cu ajutorul funcției “MapAlgebra”. Pentru a face posibile aceste operații, s-a procedat la o codificare a valorilor din rastele inițiale.

Ultima etapă constă din reclassificarea datelor adunate, cu ajutorul aceleiași funcții, scop în care a fost creată următoarea succesiune de comenzi (fig. 4.4, extras din Tamaș, Clinciu 2006):

```
con ((([adun_mapalg] >= 1111 & [adun_mapalg] <= 1123), 6, ([adun_mapalg] >= 3121 &
[adun_mapalg] <= 3123), 6, ([adun_mapalg] >= 1131 & [adun_mapalg] <= 1133), 5,
([adun_mapalg] >= 1211 & [adun_mapalg] <= 1223), 4, ([adun_mapalg] >= 1231 &
[adun_mapalg] <= 1233), 3, ([adun_mapalg] >= 1311 & [adun_mapalg] <= 1313), 7,
([adun_mapalg] >= 1321 & [adun_mapalg] <= 1323), 3, [adun_mapalg] = 1331, 1,
([adun_mapalg] >= 1332 & [adun_mapalg] <= 1333), 3, ([adun_mapalg] >= 1411 &
[adun_mapalg] <= 1423), 2, [adun_mapalg] = 1431, 1, ([adun_mapalg] >= 1432 &
[adun_mapalg] <= 1433), 3, ([adun_mapalg] >= 2111 & [adun_mapalg] <= 2123), 6,
([adun_mapalg] >=
```

Fig. 4. 4 Extras din modulul de introducere a datelor în vederea cartării hidrologice a terenurilor în soluția H. Hanganu (Tamaș, Clinciu 2006). Snapshot of data input module used by D. Hanganu's system (Tamaș, Clinciu 2006)

Reclasi ficarea are la bază utilizarea funcției Con (conditional) a funcției “MapAlgebra”, care atribuie, pe baza unei condiții aplicate unui set de date (în cazul nostru de tip raster), o anumită valoare pentru cazul în care condiția se respectă și NoData (nici o dată), în cazul în care aceasta nu se respectă. Multitudinea criteriilor de mai sus acoperă toate combinațiile posibile pe care le pot genera cele patru criterii de clasificare și categoriile/subcategoriile hidrologice aferente. De exemplu: con ((([adun_mapalg] >= 1111 & [adun_mapalg] <= 1123), 6) semnifică faptul că pentru o valoare a unui pixel din rasterul adun_mapalg cuprinsă între valorile 1111 și 1123 se atribuie valoarea 6 (în cazul acesta categoria C2), iar în caz contrar se verifică următoarea condiție ș.a.m.d.

În figura 4.5 se prezintă harta tematică cu clasificarea arboretelor obținută pentru două unități de producție ale ocolului silvic Rucăr (U.P. III Cascoe și U.P. VI Dâmbovicioara).

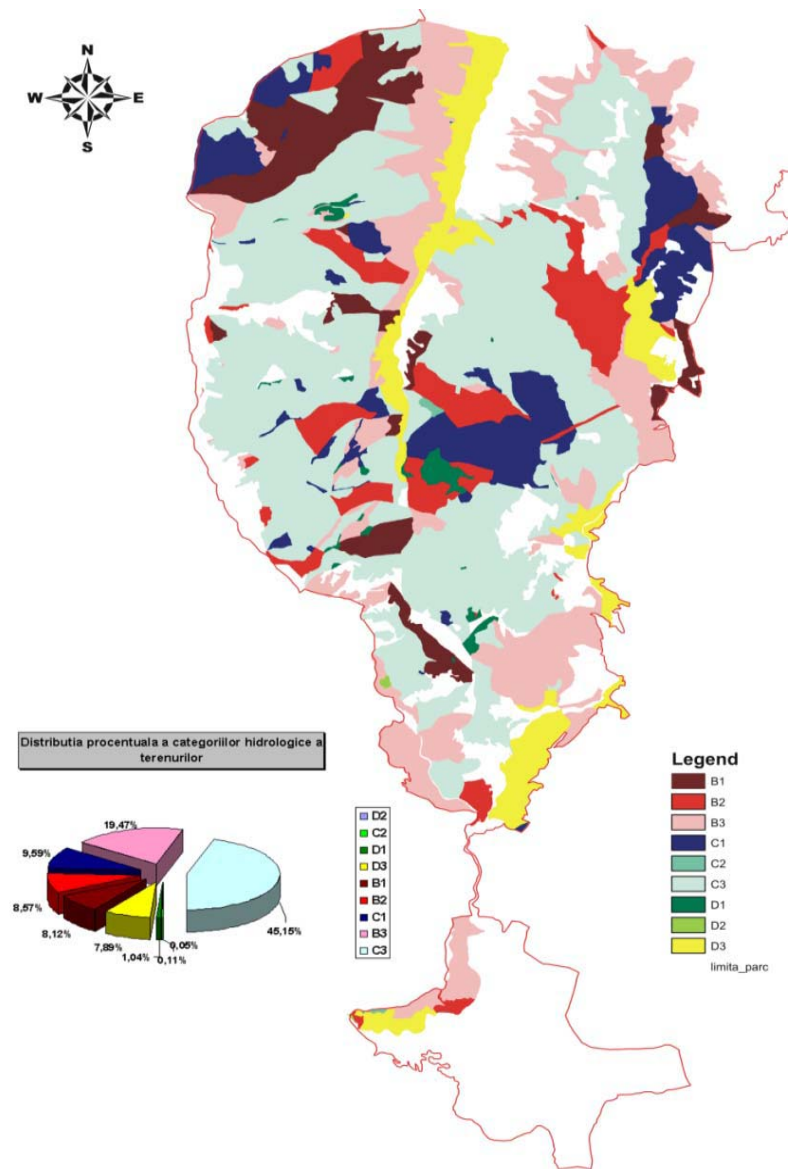


Fig. 4. 5 Harta categoriilor/subcategoriilor hidrologice, pe raza unităților de producție III și VI (O.S.Rucăr), din interiorul Parcului Național Piatra Craiului (bazinul hidrografic Valea Dâmbovicioarei). (Tamaș, Clinciu 2006). Map of hydrological categories on management units III and VI (O.S. Rucar) within Piatra Craiului National Park (Valea Dambovicioarei hydrografical basin) - (Tamaș, Clinciu 2006)

4.2.3. Alte sisteme

4.2.3.1. SISTEMUL RADU GASPAR

Acest sistem este bazat pe determinarea indicatorului hidrologic al arboretelor, indicator care se exprimă la nivelul fiecărei unități amenajistice cu ajutorul relației (Gaspar, 2002, 2003):

$$G = 1,20 \cdot T^{0,06} \cdot D^{0,4} \cdot B^{-0,03} \cdot E^{-0,05}$$

în care: $5 \leq T \leq 100$ este vârsta în ani; $0,3 \leq D \leq 1,0$ consistența arboretului; $1 \leq B \leq 5$ – clasa de producție și $1 \leq E \leq 4$ – gradul de eroziune al solului. În tabelul 4.5 sunt prezentate limitele corespunzătoare ale indicatorului G și valoarea sa medie pentru fiecare din categoriile de teren rezervate arboretelor.

Tabelul 4. 5 Clasele hidrologice de arborete după indicatorul G.
Hydrological classification of forest lands based on the G measure

| Nr. crt. | Caracterizare | Limitele clasei | Valoarea medie |
|----------|---------------------------------|----------------------|----------------|
| 1 | Arborete excelent hidrologic | $1,45 < G \leq 1,55$ | 1,50 |
| 2 | Arborete foarte bune hidrologic | $1,35 < G \leq 1,45$ | 1,40 |
| 3 | Arborete bune hidrologic | $1,25 < G \leq 1,35$ | 1,30 |
| 4 | Arborete mediocre hidrologic | $1,15 < G \leq 1,25$ | 1,20 |
| 5 | Arborete rele hidrologic | $1,05 < G \leq 1,15$ | 1,10 |
| 6 | Arborete foarte rele hidrologic | $0,95 < G \leq 1,05$ | 1,00 |

4.2.3.2. SISTEMUL NUMĂRULUI DE CURBĂ

Deși sistemul privește cuantumul scurgerii, totuși el prezintă și unele elemente legate de clasificarea hidrologică a terenurilor. Această clasificare se realizează la nivelul solurilor, care sunt împărțite pe grupe de permeabilitate (A, B, C și D), grupe ce au fost identificate pe teritoriul SUA și repartizate la circa 3200 localități (Gaspar, 1988).

Deoarece nu se cunosc criteriile precise după care un bazin hidrografic poate fi încadrat într-o anumită grupă de permeabilitate și deoarece în cartarea efectuată în SUA toate solurile din zona unei localități (care totalizează o suprafață relativ mare) au fost incluse într-o singură grupă, s-a apreciat că în condițiile țării noastre aplicabilitatea sistemului numărului de curbă este discutabilă (Gaspar 1988).

Totuși, cercetări recente (Drobot, Chendeș 2008, Păcurar 2005) au adaptat grupele hidrologice de soluri, propuse de americani, la clasificarea românească a texturii solurilor.

În funcție de textură (proporția de argilă, praf și nisip), solurile au fost clasificate în cele 4 grupe hidrologice, grupa A cuprinzând solurile cu textură grosieră, care au cel mai mic potențial de scurgere, în timp ce solurile din clasa D au o textură fină (argiloasă), având potențial de scurgere maxim, respectiv infiltrație minimă.

4.3. Cercetări hidrologice în bazine hidrografice mici, predominant forestiere

Cercetările asupra parametrilor din ecuația de bilanț hidrologic au intrat de multă vreme în preocupările tuturor institutelor din sectoarele silvic, agricol, ape etc. Marea variabilitate a factorilor naturali care influențează valorile acestor parametri face din cercetările în acest domeniu un câmp variat și de mare interes științific. Necesitatea extinderii cercetărilor se impune și datorită imposibilității de generalizare pe zone sau pe suprafețe mari a rezultatelor obținute din cauza variabilității mari a factorilor de mediu (Abagiu 1980).

În continuare, sunt rezumate câteva din concluziile unor lucrări ce fac referiri la aspecte cercetate și de noi.

4.3.1. Privind interceptia în coronament

Dintre cercetătorii, care s-au ocupat cu precădere de retenția precipitațiilor la nivelul coronamentului, ne-au atras atenția (din Clinciu 2001):

- mulți cercetători și îndeosebi Molcianov (1952, 1955, 1960), scot în evidență influența pe care speciile, vârsta și consistența arboretelor o au asupra cantității de precipitații interceptate;
- Krecmer și Fojt (1960), prin cercetările efectuate într-un arboret de pin din clasa al IV-a de vârstă, cu o consistență de 0,8, au obținut o valoare medie anuală a interceptiei de 71,9 %, într-o regiune cu circa 500 mm precipitații anuale;
- Carlisle, Brown și White (1965) după trei ani de măsurători într-un arboret de stejar, într-o regiune cu media precipitațiilor anuale de 1 714 mm, au stabilit că interceptia medie anuală în coronament a fost de 13,1 % (16,9 % în perioada înfrunzită și 9,9 % în perioada desfrunzită);
- Leyton și Carlisle (1966), după cercetările efectuate în luna august 1958, scot în evidență corelația între procentul precipitațiilor interceptate și durata ploii. Pentru ploi cu durată mai mică de o oră interceptia ajunge până la 60 %, în timp ce pentru ploi cu durată de 5-6 ore procentul scade sub 10 %;
- Reynolds și Henderson (1967) au efectuat cercetări în trei arborete situate în apropiere unul de altul (molid norvegian de 26 ani, larice european de 44 ani și fag de 61 ani). Autorii au folosit un număr de 15 pluviometre, amplasate la

întâmplare în interiorul unei suprafețe de 42/42 m, iar calculul intercepției l-au făcut pentru precipitațiile înregistrate în 24 ore. După trei ani de măsurători stabilesc regresii liniare ale intercepției, din care se deduce că pierderile retenției la fag ajung până la 7,5-8,5 mm la ploi care au dat sub coronament 30-35mm;

- Bultot et al. 1972, pe baza măsurătorilor efectuate în două arborete, unul de brad și altul de fag, au stabilit corelații între intercepția și precipitațiile căzute și au dezvoltat modele pentru calculul intercepției potențiale și reale;

- Aldrige 1973 (din Abagiu 1980) a scos în evidență faptul că în arboretul de fag precipitațiile încep să ajungă sub coronament la un quantum foarte mic al ploilor (sub 1,0 mm), iar scurgerea pe trunchi la ploi care depășesc 1,3 mm. Mai arată că, pentru arborete cu aceleași caracteristici, valorile intercepției sunt asemănătoare, chiar dacă ele sunt amplasate în locuri diferite.

Intense preocupări legate de hidrologia forestieră s-au identificat în cadrul unor rapoarte susținute la sesiunea Grupului de lucru FAO pentru Amenajarea Bazinelor Hidrografice Montane. În continuare, se prezintă câteva dintre titlurile rapoartelor ce fac referire la unul dintre cele trei obiective fixate în cadrul tezei de față.

- „Sur l` influence du couvert végétal – bois et tapis d` herbes sur la conservation du sol et la régimination des eaux” prezentat la sesiunea a șaptea din Grecia în anul 1964 (Puggelli, A);

- „Current trends and problems in forest hydrology”, Germania, 1970 (Leyton, L);

- „Recherches sur les influences de la forêt et de l`aménagement des bassins versants” Turcia, 1974 (Aydemir, H);

- „An introduction to forest hydrology” Italia, 1975 (Kunkle, S.H.)

- „Effects de l`utilisation du sol sur l`hydrologie des bassins versants” Roma, 1979 (Hadri, H);

- „Influence du taux de boisement sur le régime hydrologique dans trois régions des U.S.A. (correlations multiples)” Helsinki, 1980 (Garczynski Francois);

- „Régularisation du régime hydrologique par la foret en fonction de la taille du bassin” Franta, 1981 (Garczynski Francois).

O cercetare recentă efectuată într-o pădure tropicală din Brazilia (Oliveira et al. 2008) a avut ca obiectiv cuantificarea precipitațiilor deasupra plafonului superior al arboretului, cantitatea de apă scursă pe trunchi, cantitatea de apă reținută de coronament, infiltrația și scurgerea de suprafață.

În cadrul organizării cercetărilor, pentru precipitațiile căzute în interiorul pădurii, autorii au folosit 25 de pluviometre repartizate aleatoriu la un hectar împărțit în parcele de 10x10 m. Studiul s-a realizat în perioada martie – decembrie 2004 și s-a soldat cu următoarele rezultate:

- precipitațiile căzute la nivelul superior al plafonului: 905,4 mm;
- precipitațiile interne: 885,4 mm;
- scurgerea pe trunchi: 20 mm;
- interceptția în coronament: 248 mm.

În țara noastră, primele rezultate ale cercetărilor din acest domeniu (Arghiriade et al. 1960) au demonstrat că interceptția în coronament poate reprezenta, în medie, circa 32 % din cantitatea de precipitații în arborete de molid de 50 ani, 30 % în fâgete cu vârsta de peste 100 ani și numai 15 % într-o plantație tânără de salcâm de 7 ani.

Cercetări efectuate ulterior în arborete cu consistență plină (Abagiu et al. 1972-1985) au scos în evidență că interceptția în coronament variază proporțional cu înălțimea precipitațiilor, gradul de reținere a apei fiind de 20 % - 30 % la ploile de 30 ... 50 mm și de circa 40 % - 60 % la ploile sub 10 mm.

S-a dovedit că, indiferent de tipul de pădure, cantitatea de apă interceptată în coronament este cu atât mai mare cu cât intensitatea ploii este mai mică și invers.

În toate cercetările efectuate, interceptția se calculează ca diferență între precipitațiile căzute în afara pădurii și precipitațiile pătrunse prin coronament, adunate cu scurgerea pe trunchi.

Pentru măsurarea precipitațiilor pătrunse prin coronament s-au folosit grupe de pluviometre așezate fie la întâmplare, fie după diferite scheme, astfel încât să se poată surprinde toate situațiile existente sub coronamentul pădurii (luminișuri, intersecții de coroane, diferite poziții sub coroană).

Cercetări asupra rolului hidrologic al pădurii în bazine hidrografice mici au realizat și dr. ing. P. Abagiu, prof. Dr. ing. S. Munteanu și dr. ing. R. Gaspar în bazinul hidrografic Valea Rea, situat pe versantul stâng al Prahovei, în amonte de orașul Sinaia.

Bazinul luat în studiu este situat în zona montană, între altitudinile 800 și 1895 m, altitudinea medie fiind 1308 m, panta medie a versanților este 48 %, suprafața bazinului este de 1483 ha, iar, caracteristicile arboretelor luate în studiu sunt următoarele:

- arboret de molid monoetajat, provenit din plantații, cu vârsta de 70 ani, diametru mediu de 33,4 cm, înălțimea medie de 29,8 m și consistența medie de 0,8;
- arborete de fag, în vârstă de 70 ani, monoetajat, cu un număr mare de exemplare din generația anterioară. Diametrul mediu al arboretului este de 24,7 cm, înălțimea de 22,0 m și consistența medie de 0,9;
- arborete de amestec (fag cu brad), etajat și de diferite vârste.

În arboretul de fag, apa reținută a fost în medie de 6,5 mm, pentru ploi de 30 mm și a crescut până la 8,5 mm la ploi mai mari de 50 mm.

În arboretul de brad cu fag (consistență 0,9) valorile obținute au fost cu 0,2-0,3 mm mai mari decât cele menționate pentru arboretele de fag, însă numai la ploi mai mari de 40 mm.

În toate arboretele și variantele studiate apare că între cantitatea de precipitații căzută și interceptia în coronament este o legătură evidentă. Din cercetările efectuate (Abagiu 1972, Abagiu 1973) s-a ajuns la concluzia că, dintre tipurile de ecuații prin care se exprimă legăturile de acest gen, cea mai indicată pentru fenomenul studiat este următoarea:

$$I_p = I_{\max} (1 - e^{-kp})$$

în care:

I_p - valoarea interceptiei, în mm, la o ploaie p (mm);

I_{\max} - valoarea maximă a interceptiei;

k - un coeficient, în funcție caracteristicile arboretului;

p - precipitațiile căzute în (mm), pentru care trebuie stabilită valoarea interceptiei.

Datele obținute în cadrul acestei cercetări scot în evidență variațiile procentului de retenție în raport cu cantitatea totală a precipitațiilor căzute. Astfel, procentul scade de la 45 la 11, atunci când cantitatea de precipitații crește de la 5 mm la 50 mm (pentru fag). Procentul mediu pe perioadă se situează în cazurile studiate la distanțe aproape egale de cele două extremități și corespunde clasei de precipitații de 10,1-15,0 mm.

Printre cercetările cele mai recente cu privire la principalii parametri meteorologici surprinși comparativ, în teren descoperit și sub coronamentul pădurii, se numără și cele realizate de Radu Cenușă, Marius Teodosiu, Cristian Popa (2002) și respectiv Pompiliu Miță, Simona Mătreacă (2008).

Primele cercetări menționate s-au desfășurat în staționarele Călimani și Ariniș și pe itinerar, pe raza ocoalelor silvice Stulpicani și Valea Sadului. Staționarul Călimani este amplasat în Ocolul Silvic Vatra Dornei, U.P. V Neagra, u.a. 69 A, la o altitudine de 1480 m, expoziție vestică, iar tipul de pădure este un molideto-cembret. Pentru măsurători, s-a utilizat metodologia cuplurilor de stații meteorologice: una amplasată în arboret, cealaltă în exteriorul pădurii, într-o plantație de molid, dintr-un ochi creat de o doborâtură de vânt în anul 1979.

În urma analizei legăturii dintre precipitații și interceptie, pentru sezonul de vegetație mediu al celor 6 ani pentru cele două stații, au rezultat ecuații diferite; astfel, pentru stația 1 (cu preponderența fagului):

$$IC = 0,218 P + 0,0665 (r = 0,797***),$$

iar pentru stația 3 (cu preponderența bradului):

$$IC = 0,119 P + 0,81 (r = 0,616***)$$

În ambele ecuații IC reprezentând interceptia și P precipitațiile în teren liber. Aceste două ecuații, pot fi utilizate cu succes la modelarea interceptiei în cazul unor arborete de amestec, care înregistrează în compoziție diferențe în raportul dintre speciile principale fag și brad.

Cercetările realizate de Pompiliu Miță și Simona Mătreacă s-au desfășurat pe bazine reprezentative și au vizat retenția în coronament, scurgerea pe trunchi, evapotranspirația și scurgerea de suprafață.

Cantitatea de precipitații reținută în coronamentul arborilor s-a determinat din relația:

$$R_c = X_{teren\ liber} - (X_{sub\ coron.} + X_{tr})\ mm$$

Din această relație se constată faptul că, la calculul reținerii precipitațiilor în coronamentul arborilor, R_c (mm), s-a ținut seama că precipitațiile scurse pe trunchi, X_{tr} (mm), ajung pe sol. Din acest motiv, pentru determinarea corectă a reținerii în coronament, R_c (mm), și această cantitate de precipitații, s-a scăzut din cantitatea totală de precipitații, căzută în teren liber, $X_{teren\ liber}$ (mm), împreună cu cantitatea de precipitații înregistrată sub coronamentul arborilor, $X_{sub\ coron}$ (mm).

Din analiza acestor tipuri de relații obținute pentru diverse specii de arbori au rezultat următoarele: reținerea maximă în coronament poate ajunge la 10-12,5 mm în cazul arborilor de brad și 9-11 mm în cazul arborilor de fag; procentual, R_c poate ajunge la valori cuprinse între 40-50 % în cazul arborilor de brad și 30-40 % în cazul arborilor de fag, în condițiile unor precipitații mai mici de 10 mm. Analiza a arătat că, la ploi mai mici de 5 mm, acestea pot fi reținute integral în ambele categorii de arborete.

O altă cercetare interesantă, legată de aprecierea cantitativă a variației spațiale a retenției, este cea întreprinsă de conf. dr. ing. Victor Dan Păcurar, în teza sa de doctorat „Cercetări privind scurgerea și eroziunea în bazine hidrografice montane prin modelare matematică și simulare”.

Variația retenției a fost pusă în evidență prin măsurarea luminozității sub arboret într-o serie de puncte (ridicarea unor profile de luminozitate) din cadrul suprafețelor de cercetare (Păcurar 2001).

Metoda a constat în preluarea de imagini fotografice ale coronamentului de deasupra celor 10 puncte de măsurare, cu aparatul de fotografiat fixat în centrul suprafeței receptoare al pluviometrelor. Fotografiile alb-negru au fost scanate și apoi au fost convertite în imagini Idrisi ce au fost analizate cu ajutorul modului Histo, care calculează distribuția pe intervale de valori a pixelilor din imagine, prezentând rezultatul în format analitic sau grafic (în forma unei histograme, de unde și denumirea modulului).

Valorile pixelilor din imagine, în tonuri de gri, se înscriu între 0 (negru) și 255 (alb).

Cu ajutorul modulului „Histo” se poate stabili valoarea medie a pixelilor din imagine dar și consistența, egală cu proporția pixelilor cu valoare mai mică decât cea maximă (care corespunde bolții cerești). Autorul consideră că această valoare medie a pixelilor din imagine se corelează mai bine cu interceptia și mai ales cu retenția precipitațiilor, pentru că reflectă și componenta verticală a structurii coronamentului. Astfel, cu cât nuanța de gri a unui pixel este mai închisă cu atât este mai mare numărul de frunze și/sau ramuri care îl acoperă și implicit capacitatea de retenție.

În cadrul cercetărilor, s-a determinat valoarea medie a pixelilor pentru fotografiile preluate de sub coronament, luate în ansamblu, dar și pentru zona centrală a acestora, care se găsește deasupra suprafețelor colectoare.

Mai departe, autorul a calculat coeficienții de corelație dintre luminozitatea și valoarea medie a pixelilor din fotografiile luate în ansamblu, respectiv din centrul acestora.

În final, s-a evidențiat o corelație strânsă dintre precipitațiile colectate și structura coronamentului de deasupra suprafețelor receptoare (caracterizată prin valoarea medie a pixelilor din centrul fotografiei), rezultând că precipitațiile ajunse la sol pe întreaga suprafață aferentă proiecției fotografiilor se corelează bine cu media pixelilor din ansamblul imaginii și implicit cu luminozitatea.

4.3.2. Privind scurgerea de suprafață

„Ca rezultată a interacțiunii dintre precipitațiile torențiale și ceilalți factori fizico-geografici reprezentativi ai bazinului (relief, substrat petrografic, sol și înveliș vegetal), dar și ca parametru de sinteză în ecuația de bilanț al ploilor torențiale, scurgerea de suprafață (S) se poate exprima în două moduri (Clineu 2001)”:

1 - în mod direct sau analitic ($S = P - Z - I$), adică prin diferența dintre cantitatea de precipitații (P) și “pierderile” stratului de precipitații prin retenție (Z) și infiltrație (I), și

2 - în mod indirect ($S = c \cdot P$), adică prin intermediul coeficientului de scurgere (c).

Măsurarea scurgerii de suprafață s-a realizat fie pe parcele de diferite dimensiuni, amplasate pe terenuri cu diferite pante și folosințe: Marajan și Lhota 1954, Moțoc 1963 (din Arghiriade și Abagiu 1960), Ciortuz 1967, 1968, 1970, Miță 1979, Untaru et al. 2006, Constandache și Nistor Sanda 2006, Constandache et al. 2002, Constandache et al. 2010, Dorovic 1977, Abraham et al. 2002, Badoux et al. 2006, Cao Hongxia et al. 2011, fie pe bazine hidrografice: Urivaev 1953; Gavrilovic 1957, Valek 1962 (din Arghiriade și Abagiu, 1960), Păcurar 2001, 2002, 2005;

Pe parcele de scurgere (Marjan și Lhota, 1954, din Abagiu et al. 1972), la o ploaie de $0,096 \text{ m}^3/\text{s}/\text{Km}^2$, a rezultat o scurgere de 7 ori mai mare pe parcela complet înierbată, față de parcela cu pădure exploatată.

Printre primele cercetări la noi în țară, se numără cele efectuate de Arghiriade și Abagiu între anii 1951-1958, care scot, de asemenea, în evidență variația scurgerii. La ploi torențiale, scurgerea a atins valori până la 73,9 mm în terenuri pășunate abuziv. În arborete de fag, molid, pin și stejar, cu consistența medie de 0,8, scurgerile maxime au fost între 1,3 și 6,4 %. Lungimea parcelelor a influențat de asemenea valorile coeficientului de scurgere. La o ploaie de 23 mm coeficientul de scurgere a scăzut de la 0,410 la 0,214, atunci când lungimea parcelei a crescut de la 13 la 52 m.

În anul 1962, s-au organizat cercetări pe baze noi în bazinul hidrografic torențial Valea Rea - Sinaia (Abagiu, Munteanu și Gaspar). Ulterior, aceste cercetări au fost extinse și în alte bazine pilot reprezentative din arealul silvic, urmărindu-se (Gaspar și Cristescu, 1987 din Clinciu 2001):

- precizarea relațiilor dintre parametrii principali ai scurgerii (stratul net de precipitații, volumul de apă scurs, debitul, vitezele de scurgere etc.),
- selectarea factorilor care au influență semnificativă asupra scurgerii și prognoza debitelor lichide maxime de viitură (inclusiv a hidrografului acestor debite).

Pentru măsurarea scurgerii pe versant s-au folosit cinci parcele, care au dimensiuni diferite și sunt amplasate în arborete diferite (tabelul 4.6).

În arboretul de molid, în perioada 1965-1970 s-au înregistrat 125 ploi care au produs scurgeri. Aceste ploi au fost grupate pe clase de precipitații. Pentru fiecare clasă s-au calculat valorile medii ale scurgerii pe m^2 și ale coeficienților de scurgere, precum și valorile maxime ale celor doi parametri. Din analiza acestor valori s-au constatat următoarele:

Tabelul 4. 6 Caracteristicile parcelelor pentru măsurarea scurgerii pe versant (Abagiu et al.1973).
Properties of forested plots that are used for measuring the runoff coefficient on slopes
(Abagiu et al.1973)

| Nr. Parcele | Dimensiunile parcelei | | Panta medie | Specia | Anul intrării în funcțiune |
|-------------|-----------------------|--------------|-------------|--------|----------------------------|
| | Lățimea (m) | Lungimea (m) | | | |
| 1 | 23,7 | 25,1 | 26° | molid | 1965 |
| 2 | 10,0 | 47,5 | 36° | molid | 1970 |
| 3 | 20,0 | 51,5 | 38° | fag | 1970 |
| 4 | 40,0 | 89,4 | 36° | fag | 1970 |
| 5 | 40,0 | 158,3 | 38° | fag | - |

- scurgerea medie pe m² a crescut odată cu volumul precipitațiilor, valoarea cea mai mare (0,517 litri / m²) realizându-se la ploi între 40,1 – 50,0 mm;
- coeficienții maximi de scurgere pun și mai bine în evidență influența intensității ploii asupra scurgerii. Valoarea maximă (0,035) s-a realizat la clasa de precipitații cea mai mică, deși scurgerea maximă pe m² (0,616) s-a realizat la ploi cuprinse între 40 – 50 mm.

În arboretul de fag s-au obținut următoarele valori:

- scurgerea pe m² nu a depășit 1 litru, chiar la ploi de peste 50 mm;
- scurgerea a fost mai mare (0,810 față de 0,382) la ploi mai mari de 50 mm;
- scurgerea pe m² și coeficienții de scurgere au scăzut aproape la jumătate, atunci când lungimea parcelei a crescut de la 50 la 90 m.

Datele acumulate din aceste cercetări, precum și concluziile formulate pe baza lor, demonstrează că „oriunde și oricând există o asociere favorabilă între energia de relief a bazinului și aflusul de precipitații, există și posibilitatea declanșării scurgerilor torențiale. Dar, transformarea acestei posibilități - a acestei stări potențiale de torențialitate - în realitate este condiționată și de asocierea influențelor altor factori (solul, substratul litologic, învelișul vegetal etc.), care deși joacă rolul de condiții și nu de factori determinanți, totuși ei pot să frâneze declanșarea scurgerilor de suprafață sau, dimpotrivă, pot lăsa drum liber manifestării fenomenelor de acest gen” (Clinciu 2001).

Cercetările hidrologice pe diferite tipuri de terenuri au evidențiat faptul că: „pădurea matură și cu consistență plină atenuază în cel mai înalt grad scurgerea de suprafață. Pe parcele elementare, aceasta a reprezentat numai 3 % din înălțimea stratului de precipitații în arborete de molid, fag și gorun cu consistență plină, dar a fost de două ori mai mare în cazul fânețelor (6 %) și de aproape 25 de ori mai mare în cazul terenurilor erodate, lipsite de scutul protector al vegetației (70 %)”(Clinciu 2001).

Pe bazine bine împădurite și la aceleași ploi s-au constatat diferențe remarcabile între coeficienții de scurgere, rolul pădurii în diminuarea scurgerii superficiale scăzând pe măsură ce crește înălțimea stratului de precipitații (Miță,

1978, Gaspar și Untaru 1978, Abagiu et al. 1980, Gaspar et al. 1982, 1987, Clinciu 2001).

Cercetările au mai demonstrat că la ploi care fac parte din aceeași clasă de înălțime, „scurgerea se dimensionează în funcție de intensitatea ploilor și de intervalul de timp care s-a scurs de la ploile anterioare. Relevante pe această linie sunt rezultatele cercetărilor efectuate într-un bazin integral împădurit, cu suprafața de 72 hectare, situat pe substrat litologic grezo-marnos (Valea Tirului - Sinaia, jud. Prahova). La o ploaie de lungă durată căzută în acest bazin (1 - 6 iulie 1975), la interval de numai o zi față de ploaia anterioară, s-a înregistrat un coeficient de scurgere maxim de 34 %. Înălțimea stratului de precipitații a fost de 192,5 mm, din care 145 mm au căzut în timp de două zile; ploaia a avut intensitatea medie de 0,104 mm/min și a fost compusă din mai multe fragmente, dintre care cel mai intens a înregistrat 0,5 mm/min. Scurgerea generată de această ploaie s-a extins pe durata a 11 zile” (Abagiu et al. 1980, din Clinciu 2001).

Cu o concluzie asemănătoare s-au soldat și cercetările efectuate în bazinul torențial Pietroasa - Putna (jud. Vrancea), unde pădurea este reprezentată, practic, pe întreaga suprafață a bazinului (536 ha), substratul litologic este nisipos, iar solul este profund. În pofida acestor condiții deosebit de favorabile pentru infiltrația apei în sol, la o ploaie al cărei strat de precipitații a fost de 187 mm, coeficientul de scurgere pe întregul bazin a înregistrat valoarea maximă de 35 %, chiar dacă, la ploi mai mici de 30-40 mm, scurgerea de suprafață a fost ca și inexistentă (Gaspar, Untaru 1978, din Clinciu 2001).

Tot pe baza acestor cercetări s-a evidențiat faptul că, și caracteristicile solului (în special textura) influențează procesul de scurgere: „prin studiul precipitațiilor și al viiturilor produse pe o perioadă de 13-15 ani, la cinci din bazinele pilot reprezentative ale sectorului silvic: astfel, în timp ce în bazinele cu soluri ușoare (bazin pilot reprezentativ Sărăcinești - Olt) stratul de apă scurs a măsurat numai 3,2 mm, iar valorile coeficientului de scurgere au fost 0,15 (valoarea medie) și 0,35 (valoarea maximă), în cazul bazinelor cu soluri grele (bazin pilot reprezentativ Monteoru - Vrancea) aceiași parametri hidrologici au înregistrat, în ordine, valorile: 9 ... 11 mm, 0,33 și 0,70 ... 0,82” (Gaspar, Cristescu 1987, din Clinciu 2001).

Și panta terenului influențează procesul de scurgere. Chiar dacă nu toate cercetările s-au finalizat cu dovezi asigurate statistic, totuși ea reprezintă un factor important în caracterizarea acestui proces. În continuare, menționăm câteva din cercetările efectuate în bazine torențiale experimentale din perimetrul Vrancei (Gaspar et al. 1982, din Clinciu 2001):

- în pădure, pe roci greu permeabile, pe versanți cu panta de 50 %, scurgerea a fost de două ori mai redusă decât pe terenurile forestiere cu panta de 100 %;

- pe soluri în pantă bine înierbate, cu gradul 1-2 de eroziune, scurgerea a fost de 5 ... 20 de ori mai mică decât pe solurile slab înierbate, cu gradul 4-5 de eroziune;
- în pădure, pe roci greu permeabile, scurgerea a fost de 6 ... 20 de ori mai mică decât pe terenurile nude.

Edificatoare, în acest sens, sunt și cercetările efectuate pe parcele elementare, cu ploii simulate prin aspersiune (tabelul 4.7 din Clinciu 2001).

Tabelul 4. 7 Influența pantei asupra scurgerii și eroziunii (Ciortuz 1971).

The relationship between the angle of the slope and the runoff and erosion factors (Ciortuz 1971)

| Număr curent | Specificări | Panta (%) | Coeficientul de scurgere | Cuquantumul eroziunii (m ³ /ha) |
|--------------|---|-----------|--------------------------|--|
| 1 | Aspersiune de 30 minute cu intensitatea de 1 mm/min, pe teren nud | 23,50 | 0,331 | 1,59±0,04 |
| 2 | Aspersiune de 30 minute cu intensitatea de 1 mm/min, pe teren nud | 47,00 | 0,464 | 5,557 ± 0,15 |
| 3 | Aspersiune de 30 minute cu intensitatea de 1 mm/min, pe teren nud | 23,50 | 0,493 | 3,85 ± 0,25 |
| 4 | Aspersiune de 30 minute cu intensitatea de 1 mm/min, pe teren nud | 47,00 | 0,609 | 14,98 ± 0,24 |

Pentru că factorii fizico-geografici ai bazinului rămân aproximativ constanți, pe o perioadă scurtă de timp, cercetările s-au orientat în direcția legării cât mai strânse a scurgerii și, respectiv, a coeficientului de scurgere de parametrii pluvi-ali ai ploilor (Clinciu 2001).

Astfel, „corelația dintre scurgerea elementară și intensitatea ploilor torențiale a fost pusă în evidență prin două experimente monofactoriale efectuate la gura Văii lui Bogdan - B.H. Prahova (Ciortuz 1967) pe soluri brune de pajiște montană, cu panta terenului de 40 % . Parcelele de studiu (0,5 m²) au fost denudate prin răzuire. Prin simularea unor ploii de 30 mm, cu intensități variabile (0,5 ... 2 mm/min), s-au stabilit ecuațiile de regresie ale scurgerii elementare S (exprimată în litri) și coeficientului de scurgere k , în raport cu intensitatea ploilor, i în mm/min”(Clinciu 2001):

$$S = 5,18 \cdot i^{0,45} \quad \text{și} \quad k = 0,35 \cdot i^{0,45}$$

Din perspectiva celor mai recente cercetări, putem să le amintim și pe cele întreprinse de Emil Untaru, Cristinel Constandache și Sanda Nistor, în zona Vrancei, în perimetrul experimental Bârsești, ale căror rezultate au fost publicate în *Silvologie V*, 2006. Din observațiile efectuate în ultimii trei ani în rețeaua de pluviografe, pluviometre și parcele pentru studiul scurgerii, amplasate în culturi forestiere de protecție cu bază de pin negru și pin silvestru, instalate pe terenuri puternic la excesiv erodate, practic lipsite de vegetație la momentul împăduri-

rilor și având în prezent vârsta de 25...28 ani, au rezultat următoarele (Untaru et al. 2006):

- În perioada aprilie-octombrie 2003, din numărul total de 71 de ploi înregistrate, cumulând 448 mm, au generat scurgeri 24 de ploi, cumulând 363 mm. În aceste condiții, coeficienții de scurgere determinați pentru cinci parcele au avut valori cuprinse între 0,5 % (parcele 2C) și 1,6 % (parcele 3C, 8C);

- În aceeași perioadă a anului 2004, s-au înregistrat 42 ploi, cumulând 300 mm, dintre care 21 ploi, cumulând 256 mm, au produs scurgeri. Coeficientul de scurgere a fost de 1 % în parcela 2C și 1,8 % în parcela 8C;

- În anul 2005, în același interval de timp, precipitațiile înregistrate au depășit media anuală, fiind de aproape două ori mai mari decât media anilor anteriori; numărul total de ploi înregistrate a fost 47, cumulând 729,1 mm, dintre care 29 de ploi, cumulând 678,1 mm, au generat scurgeri.

O altă cercetare care pune în evidență rolul hidrologic al pădurii în cazul diverselor faze de regim ale scurgerii apei, este cea întreprinsă de Pompiliu Miță și Simona Mătreacă (2008).

Influența pădurii din zone împădurite asupra scurgerii maxime s-a analizat în cadrul unor bazine reprezentative în care au existat subbazine cu coeficienți de împădurire sensibil diferiți, dar în condițiile unor ploi asemănătoare pe ansamblul subbazinelor.

În cadrul cercetărilor s-au stabilit valorile coeficientului de scurgere pentru ecartul maxim de variație al coeficientului de împădurire: de la 0 % la 100 %, în concordanță cu cantitatea de precipitații corespunzătoare diverselor zone ale țării, pentru această probabilitate.

O altă cercetare a vizat determinarea stratului de precipitații scurs în timpul unei viituri generată de o ploaie sau de o succesiune de ploi, pentru datele culese din bazinele pilot, integral împădurite, situate în bazinele Prahova și Timiș (din județul Brașov) (Abagiu et al. 1973) și în nouă bazine mici, torențiale, echipate cu lucrări hidrotehnice de corectare a torenților, cu suprafețe între circa 100 și 700 ha, acoperite în proporție de 18–95 % de pădure, situate în bazinele Oltul mijlociu, Putna și Bistrița (Gaspar et. al. 1978, Gaspar, Cristescu 1987).

5. LOCUL CERCETĂRILOR ȘI METODOLOGIA DE CERCETARE

5.1. Locul cercetărilor. Caracteristici și particularități ale cadrului natural

Pe baza analizei studiului „Ameliorarea terenurilor degradate și corectarea torenților din bazinul hidrografic Cârcinov (zona forestieră)”, elaborat de inginerul Vasile Oprea în anul 1982, 85 % din suprafața bazinului hidrografic Cârcinov aparține dealurilor și podișurilor Piemontului Cârdești, cea mai estică subdiviziune a Piemontului Getic. Sunt dealuri prelungi și mușcele piemontane pe depozite fluvio-lacustre, slab cutate sau monoclinale (Târziu, Spârchez 1997).

Relieful este ondulat, alcătuit din dealuri joase până la mijlocii, având culmi care în partea superioară sunt mai înguste, iar în partea inferioară se lătesc sub formă de platouri. Rețeaua hidrografică fiind deasă, fragmentează terenul, determinând forme de relief variate. Dintre acestea, cele mai frecvente sunt versanții divers înclinați și culmile late (fig. 5.1). Altitudinea variază între 185 m la confluența cu râul Argeș și 750 m la obârșia bazinului.



Fig. 5. 1 Imagine de ansamblu asupra reliefului din bazinul superior al râului Cârcinov (foto: Clinciu 2009). Example of relief found in the upper Carcinov hydrological basin (photo: Clinciu 2009)

Acest cadru natural a determinat o mare variabilitate a pădurilor în cuprinsul bazinului hidrografic Cârcinov, cea mai mare concentrare de fond forestier (peste 80 %) regăsindu-se în partea superioară a acestui bazin, amonte de localitatea Boțești, motiv care ne-a determinat să efectuăm cercetările în această parte a bazinului (fig.5.2).

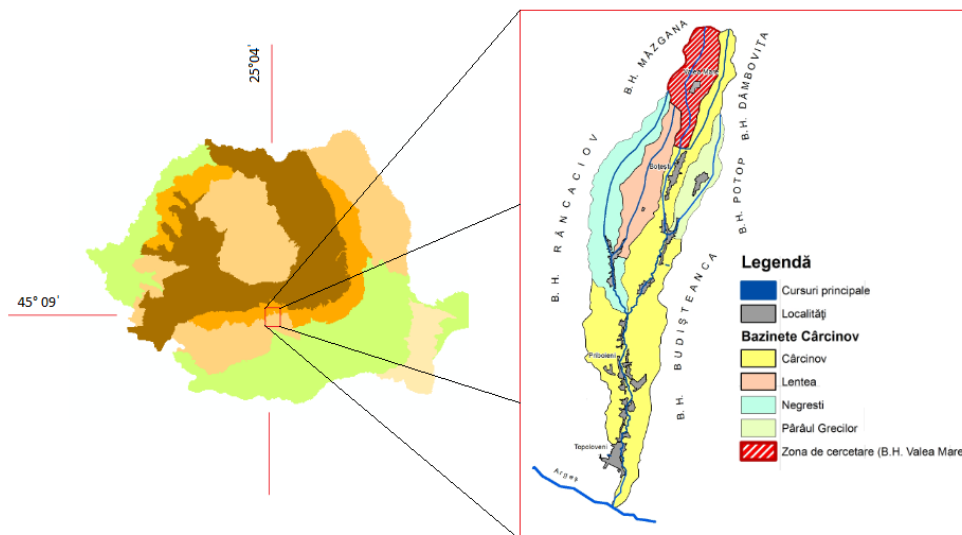


Fig. 5. 2 Localizarea cercetărilor în cadrul bazinului hidrografic Cârcinov.
Map location of the Carcinov basin

În ceea ce privește caracteristicile substratului petrografic, pe baza analizei și interpretării profilelor provenite din foraje, s-au identificat, în linii mari, următoarele orizonturi (fig. 5.3):

- un orizont superior constituit dintr-un material argilos, prăfos uneori nisip de culoare roșcată cu o adâncime ce variază de la 0,0-1,0 m;
- un complex nisipos - argilos cu intercalații lenticulare (1,0-1,5 m);
- un complex din pietrișuri + bolovănișuri + nisip (1,5-9,0 m);
- un complex de argilă cenușie care prezintă foarte des pungulițe de nisip fin grosier (9,0-29,5 m).

Datorită acestui substrat, zona luată în cercetare prezintă un puternic proces de pseudogleizare, mai ales pe platouri, iar regimul de umiditate și compactitate al solurilor face ca apa să băltească, determinând o scurgere de suprafață mare și contribuind la formarea unor debite lichide cu manifestări torențiale.



Fig. 5.3 Deschiderea naturală a unui profil de sol din bazinul superior al râului Cărcinov (foto:Tudose 2009). The soil profile - upper Cărcinov hydrological basin (photo: Tudose 2009)

Potrivit studiului de amplasament; „Ameliorarea terenurilor degradate și corectarea torențiilor din bazinul hidrografic Cărcinov (zona forestieră). Memoriu General” (Oprea 1982), în limitele bazinului superior al râului Cărcinov au fost identificate următoarele tipuri de sol (Târziu 2006): - Eutricambosol brun eumezobazic și Luvosol, cel mai răspândit fiind primul tip.

Sub raport climatic, bazinul hidrografic Cărcinov se află în zona climatică Dfbx (după Köppen) sau în zona climatică continentală, ținutul fiind de deal, iar districtul de pădure.

Temperatura medie anuală este cuprinsă între 8°C la obârșia bazinului, 9°C la confluența Cărcinovului cu ramificația Negrești și 10°C la vărsare în râul Argeș. Pe anotimpuri, temperatura medie este de : - 9°C iarna; 9,9°C primăvara; 20,0 °C vara; 10,5°C toamna.

Cantitatea medie anuală de precipitații însumează 800 mm la obârșie, 700 mm la confluența Cărcinovului cu ramificația Negrești și 650 mm la vărsare în râul Argeș.

În acest cadru natural, apele au format văi largi cu versanți având lungimea medie cuprinsă între 200-300 m (Ionescu Heroiu, Illyes 1980).

În perioadele lipsite de ploi, Valea Cărcinovului se prezintă ca un pârâu cu un fir subțire de apă și cu afluenți liniștiți care, în general, sunt seci sau transportă un debit extrem de modest, așa cum sugerează și imaginile de mai jos (fig.5.4) preluate în timpul uneia din cele patru deplasări realizate împreună cu conducătorul de doctorat, în bazinul hidrografic Cărcinov.



Fig. 5. 4: Râul Cârcinov, la punctul de confluență cu Valea Mare (foto: Tudose, Clinciu 2008).
Carcinov river – Confluence point with Valea Mare (photo: Tudose, Clinciu 2008)

5.2. Metodologia de cercetare privind comportarea și efectul lucrărilor

5.2.1. Metodologia privind comportarea lucrărilor

Ne-am fundamentat propria cercetare pornind de la metodologia aplicată în cele mai recente cercetări din acest domeniu și anume:

- cercetările privind comportarea lucrărilor de amenajare a rețelei hidrografice torențiale din bazinul superior al Văii Târlungului (Clinciu et al. 2001-2005);
- cercetările privind comportarea și efectele lucrărilor de amenajare a rețelei hidrografice torențiale din bazinul superior al Someșului Mic (Lupașcu Clinciu, 2006-2009).

Pentru recoltarea datelor referitoare la comportarea și efectele lucrărilor existente pe rețeaua torențială amenajată din bazinul superior al râului Cârcinov, m-am deplasat pe teren, în toamna anului 2009, am identificat lucrările executate în aria luată în studiu și am consemnat datele într-o fișă – tip (Clinciu et al. 2010a, 2010b).

Avariile apărute în perioada de exploatare a lucrărilor, precum și deficiențele manifestate în faza de proiectare și execuție a acestor lucrări, au fost consemnate la nivelul celor 20 de părți "alcătuitoare" indicate în figurile 5.5 și 5.6. Completarea datelor s-a realizat pe teren prin observarea vizuală a lucrărilor și a părților de lucrare, pentru aspectele sesizabile cu ochiul liber asupra stării fizice și funcționale (ex: ruperea unor părți sau elemente de construcție, fisuri, deformări, eroziuni, infiltrații etc), efectuându-se, concomitent sau succesiv, și măsurători expeditiv ale unor mărimi (ex: lungimea radierului; lățimea radierului, înălțimea zidurilor de gardă, înălțimea aripilor, lungimea fisurilor, aria suprafețelor cu degradări etc).

| Fișa de înregistrare a lucrărilor hidrotehnice transversale | | | | Foto nr..... | | | | | | | |
|---|-------------------------------|---|-----------------------------|----------------------------|------------------------|------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| Date: | | Valea: | | 8. Sursa de finanțare | | | | | | | |
| 1. Poziția lucrării în sistem pornind din aval: | | | 2. Indicativul din proiect: | | | Silvicultură. | | | | | |
| 3. Elemente special de identificare: | | | | | | | Agricultură. | | | | |
| 4. Încadrarea tipologică: | | Traverse | Praguri | Baraje | | | | | | | |
| 5. Tipuri de lucrări: | | | | | | | Departamentul apelor | | | | |
| 6. Anul proiectării: | | | 7. Anul execuției: | | | | | | | | |
| 9. Deficiențe de proiectare/ execuție și avarii apărute în perioada de exploatare | | | | | | | | | | | |
| Cod | Partea de lucrare | Simbol | Observații și măsurători | | | | | | | | |
| 9.1 | Încastrare dreapta | ID | | | | | | | | | |
| 9.2 | Aripa dreaptă | AD | | | | | | | | | |
| 9.3 | Corp zonă deversată dreapta | CZND | | | | | | | | | |
| 9.4 | Corp zonă deversată | CZD | | | | | | | | | |
| 9.5 | Corp zonă nedeversată stânga | CZNS | | | | | | | | | |
| 9.6 | Aripă stânga | AS | | | | | | | | | |
| 9.7 | Încastrare stânga | IS | | | | | | | | | |
| 9.8 | Deversorul | D | | | | | | | | | |
| 9.9 | Barbacanele/fantele | B/F | | | | | | | | | |
| 9.10 | Radicrul | R | | | | | | | | | |
| 9.11 | Dinți disipatori de energie | DD | | | | | | | | | |
| 9.12 | Zidul de gardă dreapta | ZGD | | | | | | | | | |
| 9.13 | Zidul de gardă stânga | ZGS | | | | | | | | | |
| 9.14 | Pintenul terminal dreapta | PTD | | | | | | | | | |
| 9.15 | Pintenul terminal zonă radier | PTZR | | | | | | | | | |
| 9.16 | Pintenul terminal stânga | PTS | | | | | | | | | |
| 9.17 | Zonă corp –zid-pinten | ZCZP | | | | | | | | | |
| 9.18 | Malul în zonele de încastrări | MZI | | | | | | | | | |
| 9.19 | Zona amonte lucrare | ZAML | | | | | | | | | |
| 9.20 | Zona aval lucrare | ZAVL | | | | | | | | | |
| 10. Întrețineri și reparații executate pe parcurs | | Anuale | | Reparații curente | | Reparații totale | | | | | |
| 11. Aterisament | | $W_{at} = 0,167 \cdot Y_{at} \cdot L_{at} \cdot (2b + B)$ | | Granulometria predominantă | Panta de aterisare (%) | b (m) | B (m) | L _{at} (m) | S _{at} (m ²) | W _{at} (m ³) | |
| | | Înălțimea (m) | | | | | | | | | D ₉₀ = ...cu |
| | | Necolmatată | Colmatată | | | | | | | | |
| | | $S_{at} = L_{at} \cdot B$ | | | | | | | | | |
| 12. Alte observații: | | | | | | | | | | | |

Fig. 5.5 Fișe tip pentru lucrările transversale (Clinciu 2011). Registration form for the execution of transversal hydrotechnical works (Clinciu 2011)

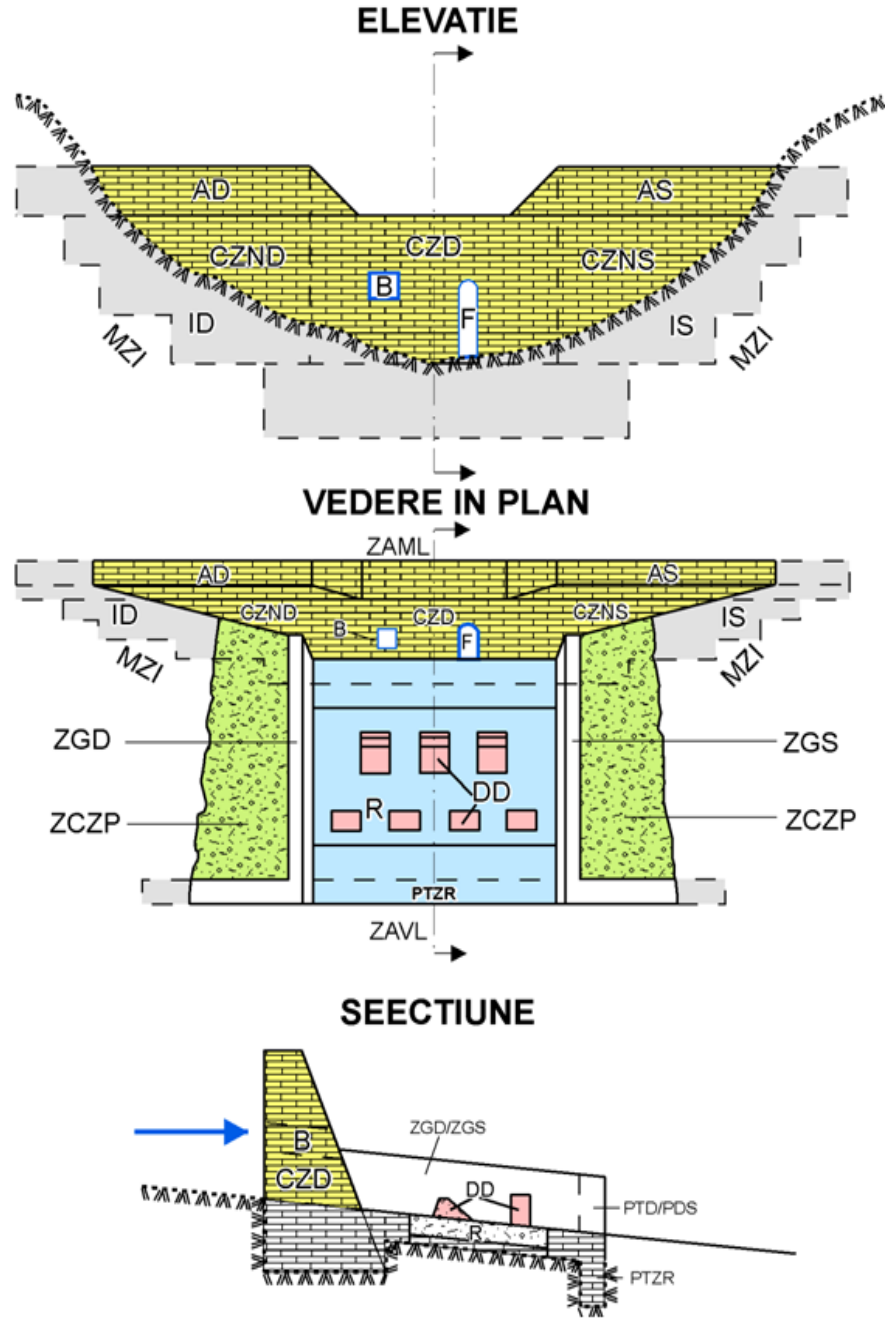


Fig. 5. 6 Scheme cu părțile alcătuitoare ale unei lucrări transversale (Clinciu 2011).
Transversal hydrotechnical works – Components (Clinciu 2011)

Pentru identificarea și consemnarea evenimentelor comportamentale în fișele tip, s-a utilizat schema de clasificare propusă de R. Gaspar (1994), modificată și completată ulterior de Clinciu (2003).

Din categoria avariilor care afectează siguranța în exploatare și durabilitatea lucrărilor am identificat: fisuri, rupturi, antrenări, degradări prin erodare, dezagregări, subminări și infiltrații, iar din categoria avariilor care afectează funcționalitatea lucrărilor, interacțiunea dintre lucrări și interacțiunea dintre lucrări și mediu, s-au identificat: blocarea deversorului, colmatarea radierului, instalarea necontrolată a vegetației forestiere (în zona amonte a lucrării, în zona corp-zid-mal, pe deversor, pe radier), nerealizarea aterisamentului, adâncirea albiei în aval de lucrare.

Măsurătorile efectuate pe teren au privit următoarele caracteristici:

- înălțimea utilă, în scopul de a se verifica dacă s-a respectat înălțimea cunoscută din proiectele de execuție și de a se afla, cu ajutorul acesteia, care este înălțimea colmatată, atunci când aterisamentele sunt complet formate;
- înălțimea necolmatată, în cazul în care aterisamentele lucrărilor transversale se află în proces de formare, pentru ca prin diferență să se obțină înălțimea colmatată;
- lungimea aterisamentului deja format sau în curs de formare;
- lățimea albiei în amplasamentul lucrării atât la nivelul aterisamentului (format sau în curs de formare) cât și la nivelul inițial, natural, al patului albiei;
- lungimea pragului deversorului, cu scopul de a o folosi atât pentru estimarea suprafeței culoarului central necesar pentru scurgerea liberă a apelor, cât și pentru a calcula suprafața pragului deversorului și suprafața pe plan înclinat a paramentului aval al lucrării;
- lungimea și lățimea radierului, cu scopul de a aprecia proporția în care acesta este colmatat cu aluviuni, cu blocuri de piatră sau este acoperit cu vegetație forestieră;
- adâncimea medie a stratului de aluviuni de pe suprafața radierului în scopul de a stabili volumul de degajat cu ocazia operațiilor de întreținere;
- lungimea, lățimea și adâncimea porțiunilor degradate prin erodare (roadere) sau prin dezagregare;
- adâncimea afuierilor (subminărilor) apărute în aval de anexele lucrărilor de amenajare, precum și lungimea /lățimea afectată de afuierile respective;
- lungimea, lățimea și înălțimea zonelor care necesită subzidire (în cazul lucrărilor cu pintenul terminal distrus, zidul de gardă rupt etc.);
- înălțimea zidurilor de gardă și distanța în plan orizontal de la aceste ziduri și până la taluzul de mal, acolo unde umpluturile au fost antrenate de către ape;

- lungimea, deschiderea și profunzimea fisurilor apărute în părțile alcătuitoare ale lucrărilor.

După ce datele consemnate în fișele-tip au fost supuse unei prelucrări de tip digital, s-a recurs la crearea unei baze de date (Ana 2005, Tamaș 2010) în programul Microsoft Access, în ideea că, prin interogarea succesivă a acestei baze de date, să se ușureze cercetarea cu privire la natura, frecvența și intensitatea evenimentelor comportamentale înregistrate.

În cadrul bazei de date create, entitățile, atributele și valorile s-au introdus în funcție de cele două tipuri de evenimente comportamentale amintite mai sus, după cum urmează (Tudose 2010):

1. s-a creat o tabelă cu diferite atribute (fig. 5.7) în modul vizualizare proiect, prin specificarea numelor câmpurilor, tipurilor de date și proprietăților câmpurilor;

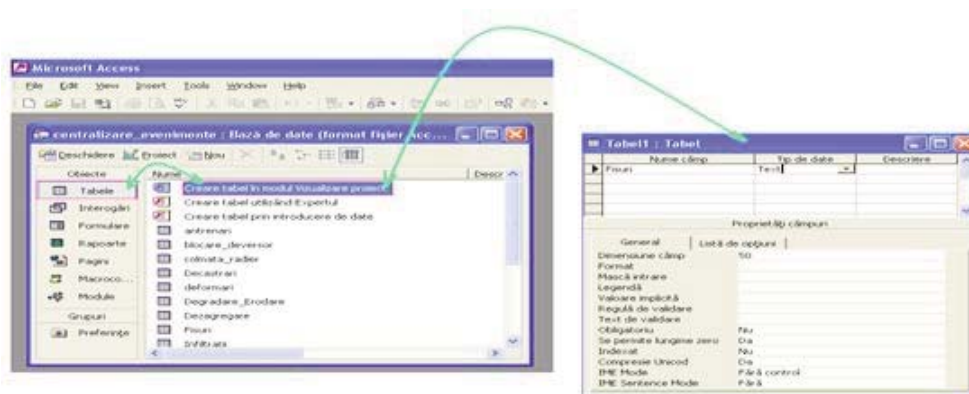


Fig. 5. 7 Imagine cu modul de construire a bazei de date folosind programul Microsoft Access.
Creating the database using MS Access (detail)

2. s-a trecut apoi la adăugarea înregistrărilor în tabelele formate. S-au adăugat date cu privire la: entitate, atribute și valoare (fig. 5.8);

3. mai departe, s-au creat legături între două sau mai multe tabele, care conțin anumite atribute și valori, apelând funcția Relationships din meniul Tools (fig. 5.9);

4. pentru crearea unui formular, s-au parcurs următorii pași (fig. 5.10.):

- alegerea tablei căreia dorim să-i creăm formularul și atributele pe care vrem să le conțină formularul;

- alegerea modului în care dorim să fie afișate atributele în formular (fig. 5.11);

- alegerea stilurilor predefinite pe care dorim să le conțină formularul (fig. 5.12);

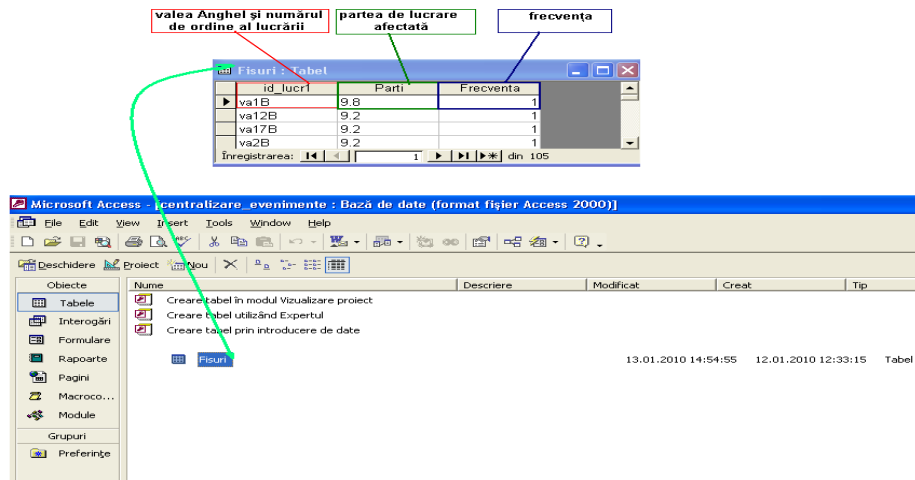


Fig. 5. 8 Înregistrarea atributelor și valorilor în câmpul tabelor formate în Microsoft Access.
Tables, attributes and values (detail)

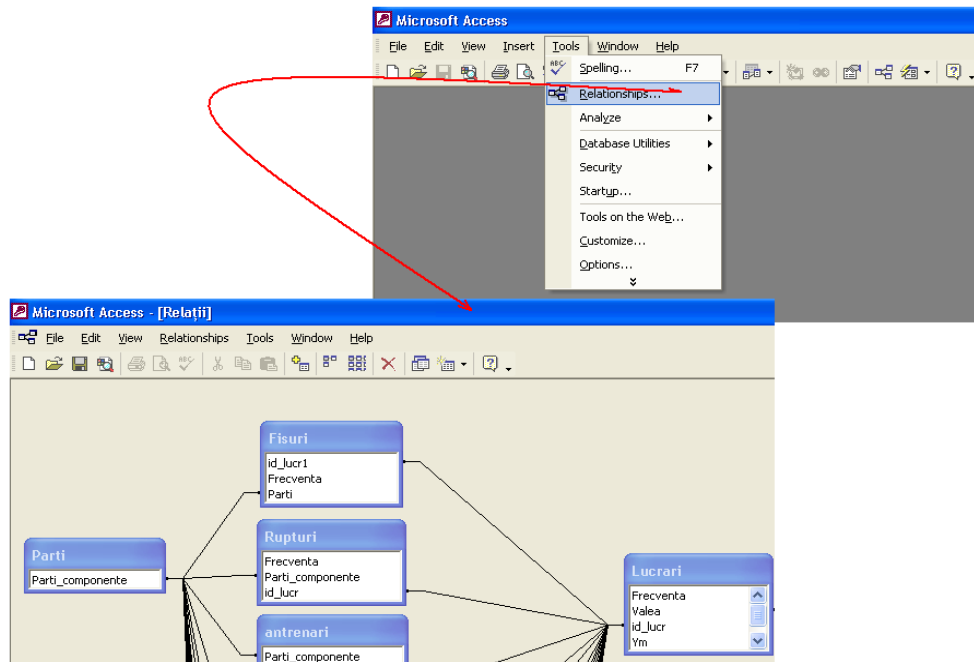


Fig. 5. 9 Imagine cu formarea legăturilor între mai multe tabele.
Detail about various relations between tables

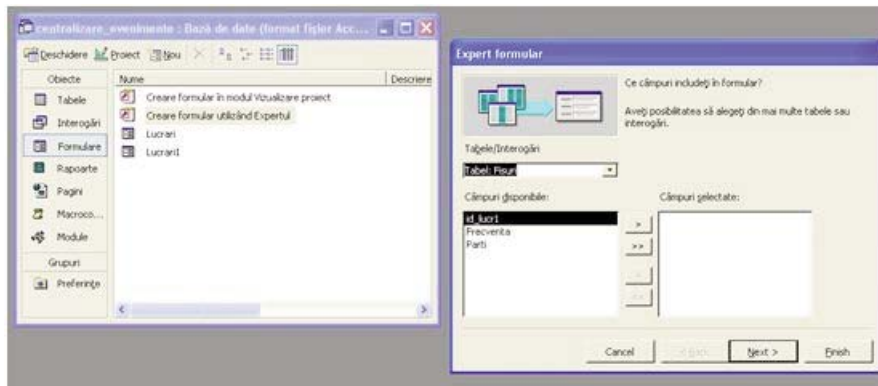


Fig. 5. 10 Centralizarea evenimentelor. Aggregating results

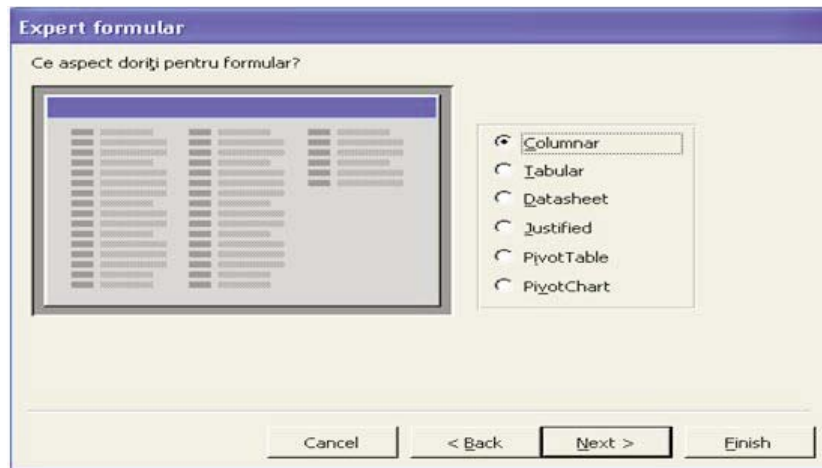


Fig. 5. 11 Alegerea modului de expunere a formularului. Result view – choosing the format

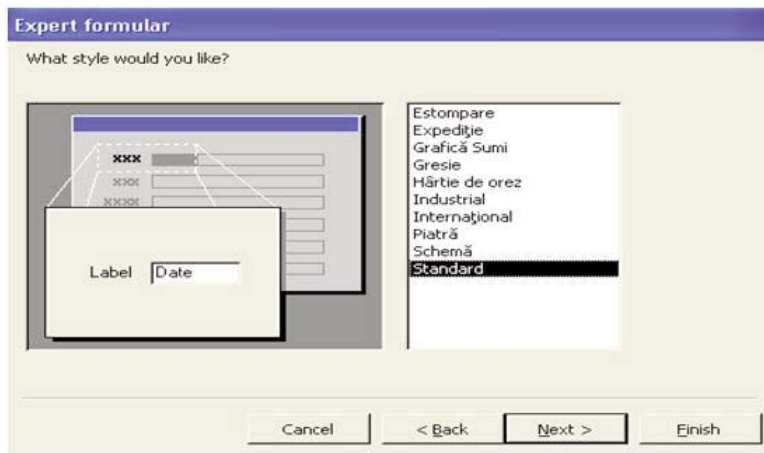


Fig. 5. 12 Alegerea stilului pentru formular. Result view – choosing the style

Obținerea datelor, de exemplu, sub forma PivotChart (fig. 5.13).

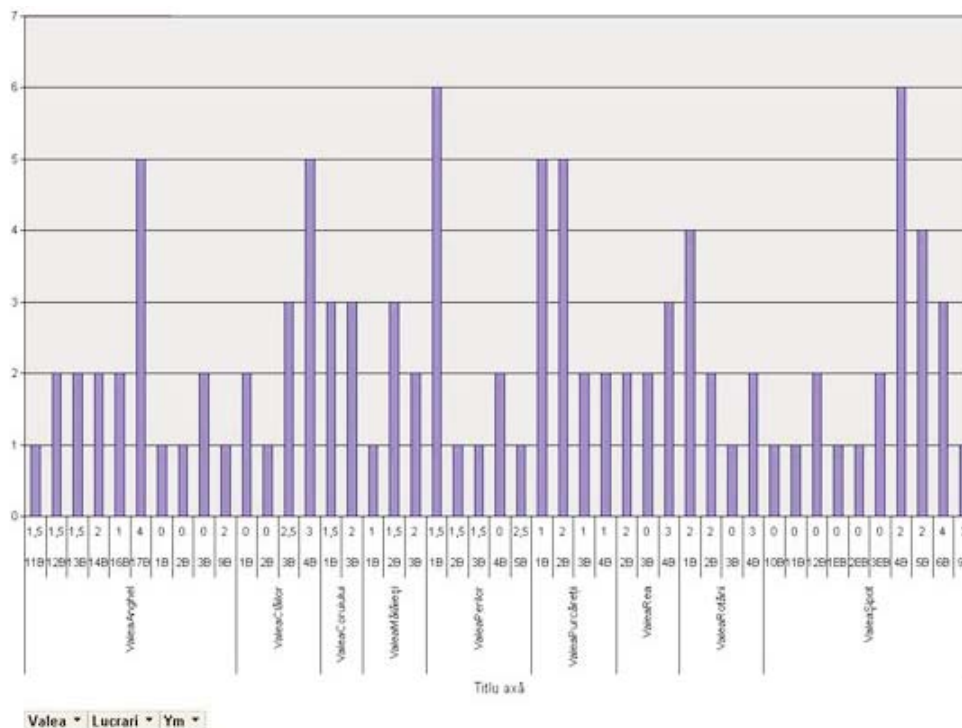


Fig. 5. 13 Datele sub formă de Pivot Chart. Results – Pivot chart

Cu baza de date astfel creată, s-a realizat cu ușurință o analiză aprofundată asupra naturii, frecvenței și intensității avariilor, precum și numeroase interogări în funcție de cerințele cercetării, pe următoarele două categorii ale evenimentelor comportamentale:

- avarii care afectează atât siguranța cât și durabilitatea lucrărilor, și
- avarii care afectează funcționalitatea lucrărilor.

5.2.2. Metodologia privind efectul lucrărilor

Pentru a putea fi pus în evidență efectul lucrărilor hidrotehnice de amenajare a torenților din bazinul superior al râului Cârčinov și pentru a se putea realiza comparații cu cercetările anterioare, s-a urmărit îndeaproape metodologia folosită în cercetările de pe Valea Târlungului (Clinciu 2003) și din bazinul Someșului (Lupașcu 2009), unde abordarea a îmbrățișat trei aspecte care sunt interconținute și anume:

- protecția imediată a obiectivelor periclitate de viiturile torențiale,
- consolidarea rețelei hidrografice torențiale, și

- instalarea și dezvoltarea vegetației forestiere în cuprinsul rețelei hidrografice torențiale.

În cadrul cercetării de față, atenția s-a îndreptat cu precădere pe cea de a doua componentă (consolidarea rețelei hidrografice torențiale), în felul acesta putându-se conecta efectul de consolidare a albiilor torențiale cu efectul de protecție a obiectivelor (sociale și economice) periclitate de viiturile torențiale. Întrucât acest din urmă efect este direct proporțional cu diminuarea transportului de aluviuni de către lucrările de pe rețeaua hidrografică torențială, cantitatea de aluviuni oprită (prin retenție și consolidare) a fost exprimată cu ajutorul a doi indicatori consacrați ai retenției, și anume (Clinciu 2004):

- retenția directă (R.D.), asigurată numai de către lucrările transversale (baraje și praguri), exprimată cantitativ prin volumul aterisamentelor formate și/sau aflate în curs de formare;

- retenția prin consolidare (R.C.), asigurată atât de lucrările hidrotehnice transversale, cât și de lucrările hidrotehnice longitudinale (canale de evacuare), exprimată cantitativ prin volumul de aluviuni care s-ar fi antrenat și s-ar fi transportat de pe rețeaua hidrografică torențială, în ipoteza în care lucrările studiate în cazul de față nu ar fi fost realizate.

Elementele cercetate în detaliu sunt: lungimea consolidată prin acoperirea albiilor de către aterisamente (*Lat*), suprafața consolidată pe aceeași cale (*Sat*) și volumul de aluviuni stocat în aterisamente (*Wat*).

Se fac următoarele precizări:

- panta aterisamentului format sau aflat în curs de formare a fost măsurată cu ajutorul dendrometrul românesc cu pendul (fig. 5.14);

- lungimea consolidată prin aterisare s-a măsurat cu ruleta;

- suprafața consolidată prin aterisare s-a determinat ca produs între lungimea aterisamentului și lățimea aterisamentului, aceasta din urmă fiind măsurată la nivelul aterisamentului format sau aflat în curs de formare, în punctul de amplasare a lucrării hidrotehnice transversale ;

- volumului aterisamentului s-a calculat cu ajutorul formulei simplificate (R. Gaspar) pentru cazul în care panta albiei și secțiunea transversală se mențin constante:

$$Wat = 0,167 \cdot Yat \cdot Lat \cdot (2b + B)$$

unde: *Yat* este înălțimea colmatată a lucrării hidrotehnice transversale, *Lat* – lungimea aterisamentului format sau aflat în curs de formare, *b* – lățimea patului albiei în secțiunea de amplasare a lucrării, *B* – lățimea văii la nivelul aterisamentului format sau aflat în curs de formare, măsurată în secțiunea de amplasare a lucrării.



Fig. 5. 14. Măsurarea pantei de aterisare cu ajutorul dendrometrului românesc cu pendul (Foto: Loriană 2009). Measuring the siltation slope using the Romanian dendrometer with pendulum (photo: Loriană 2009)

Pentru bazinul superior al râului Cârčinov nu putem vorbi de retenție prin consolidare pentru lucrările hidrotehnice longitudinale, singurul canal de evacuare identificat în cuprinsul bazinului nefiind luat în cercetare.

5.3. Metodologia de cercetare privind clasificarea hidrologică a terenurilor

Pentru încadrarea hidrologică a terenurilor ce aparțin bazinului superior al râului Cârčinov s-a apelat la soluția propusă de Păcurar (§ 4.2.2.1).

Încadrarea s-a realizat atât pentru terenurile forestiere (la nivel de unitate amenajistică) cât și pentru terenurile neforestiere din cuprinsul bazinului. Acestea din urmă, constând din pajiști și livezi, s-au asimilat în categoria enclave (E).

Pentru atribuirea caracteristicilor hidrologice ale terenurilor s-a unit vectorul ce conține delimitarea unităților amenajistice cu baza de date extrasă din programul AS, având cheie comună denumirea u.a.

Acest lucru a fost posibil în programul ArcMap prin comanda Joins and Relates și mai departe Join (fig. 5.15)

În continuare, s-a trecut la stabilirea codurilor simple pe baza celor patru criterii stabilite de autor (starea suprafeței terenului, vârsta, consistența și clasa de producție). Situația se prezintă după cum urmează (Tudose 2010):

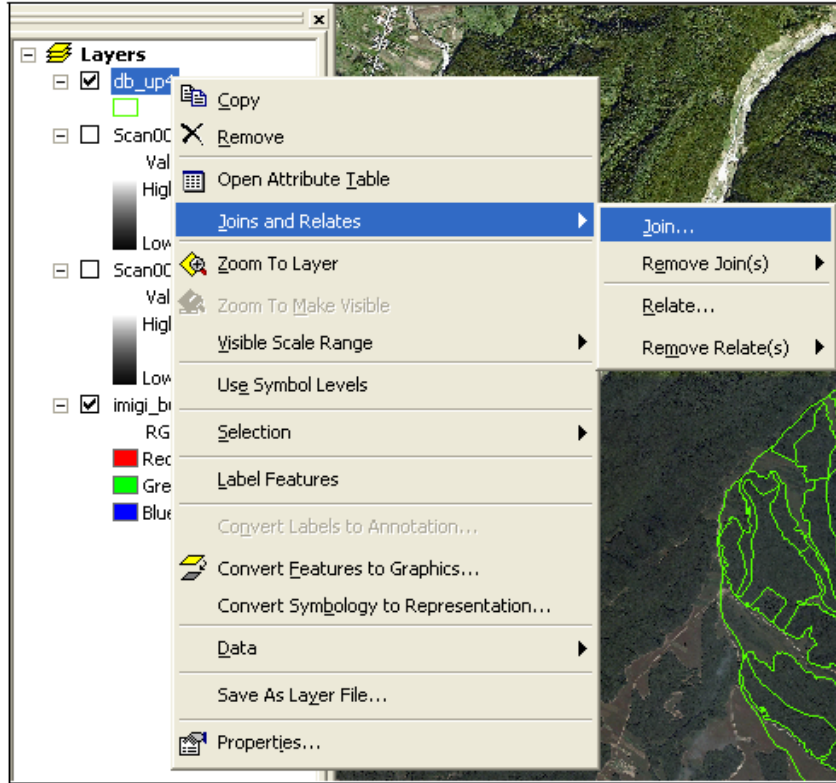


Fig. 5. 15 Formarea legăturilor dintre limitele unităților amenajistice cu baza de date extrasă din programul AS. Establishing relations between boundaries of areas under research and AS database

a) Pentru starea suprafeței terenului, în baza de date s-a deschis tabelul de atribute, s-a redactat coloana cod_litieră și s-a introdus scriptul cu codul aferent utilizând comanda Field Calculator (fig.5.16):

```

dim x
if [LIT] = "1" then x = 4
if [LIT] = "2" then x = 3
if [LIT] = "3" then x = 2
if [LIT] = "4" then x = 1
if [LIT] = "5" then x = 5

```

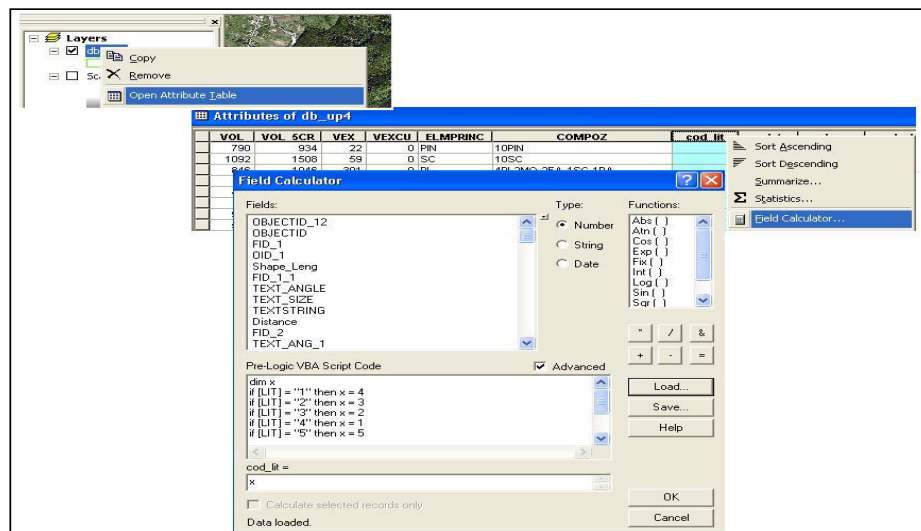


Fig. 5. 16 Stabilirea Script Code pentru starea suprafeței terenului.
Describing the area properties in ScriptCode

b) Pentru vârstă au fost urmați aceiași pași ca la punctul „a”, diferența conștând în atribuirea codului, acesta fiind de forma:

```
dim x
if [TA] = 0 then x = 0
if [TA] >= 1 and [TA] <= 20 then x = 1
if [TA] >= 21 and [TA] <= 60 then x = 2
if [TA] >= 61 and [TA] <= 100 then x = 3
```

c) Pentru consistență, scriptul cu cod constă din:

```
dim x
if [CNS] < "0,1" then x = 0
if [CNS] > "0,1" and [CNS] <= "0,4" then x = 1
if [CNS] >= "0,5" and [CNS] <= "0,6" then x = 2
if [CNS] >= "0,7" and [CNS] <= "1,0" then x = 3
```

d) Pentru clasa de producție, codurile simple au fost atribuite după cum urmează:

```
dim x
if [CLP] >= "1" and [CLP] <= "2" then x = 1
if [CLP] = "3" then x = 2
if [CLP] >= "4" and [CLP] <= "5" then x = 3
```

Mai departe s-au creat codurile compuse pentru fiecare unitate amenajistică (ua) în parte prin însumarea codurilor simple. Acest lucru a fost posibil prin crearea unei noi coloane, în tabela de atribute din ArcMap, și atribuirea scriptului cu codul compus ($\text{dim } x \quad x = [\text{cod_lit}] * 1000 + [\text{cod_ta}] * 100 + [\text{cod_cns}] * 10 + [\text{cod_clp}]$).

Acest lucru a permis atribuirea automată a codurilor compuse pentru toate cele 187 de poligoane identificate în cadrul bazinului superior al râului Cărcinov (fig.5.17).

| UA | cod lit | cod ta | cod cns | cod clp | cod comp |
|------|---------|--------|---------|---------|----------|
| 12D | 1 | 3 | 3 | 2 | 1332 |
| 13A | 2 | 3 | 3 | 2 | 2332 |
| 13B | 3 | 3 | 3 | 2 | 3332 |
| 38B | 2 | 3 | 3 | 2 | 2332 |
| 39A | 2 | 3 | 3 | 2 | 2332 |
| E | 5 | 0 | 0 | 0 | 5000 |
| 39B | 2 | 2 | 3 | 2 | 2232 |
| 6G | 4 | 2 | 3 | 2 | 4232 |
| E | 5 | 0 | 0 | 0 | 5000 |
| 11A | 5 | 0 | 0 | 0 | 5000 |
| 7B | 1 | 4 | 1 | 2 | 1412 |
| 7A | 2 | 4 | 3 | 2 | 2432 |
| 7D | 1 | 3 | 3 | 2 | 1332 |
| 8B | 3 | 1 | 3 | 3 | 3133 |
| 10B | 2 | 3 | 3 | 2 | 2332 |
| 11D | 1 | 3 | 3 | 1 | 1331 |
| 11B | 1 | 3 | 3 | 1 | 1331 |
| 11A | 1 | 2 | 3 | 2 | 1232 |
| 39C | 2 | 3 | 3 | 2 | 2332 |
| 440D | 2 | 2 | 3 | 2 | 2232 |
| 40B | 3 | 1 | 3 | 2 | 3132 |
| 40E | 3 | 1 | 3 | 2 | 3132 |

Fig. 5. 17 Atribuirea codurilor compuse în tabela de atribute din programul ArcMap.
Describing composite codes in ArcMap

După atribuirea codurilor compuse s-a trecut la încadrarea hidrologică a terenurilor pe categorii și subcategorii hidrologice după cum se poate observa în tabelul 5.1.

Tabelul 5 1 Atribuirea categoriilor și subcategoriilor hidrologice în funcție de codurile compuse (adaptare după Păcurar 2005). Allocating composite codes for each hydrological category and sub-category (adaptation after Pacurar 2005)

| Categoria hidrologică | Subcategoria hidrologică | Codul compus |
|-----------------------|--------------------------|--|
| A | - | 1331;1431 |
| B | B ₁ | 1411; 1412; 1413; 1421; 1422; 1423; 2411; 2412; 2413; 2421; 2422; 2423; 3411; 3412; 3421; 3422; 3431; 3432 |
| | B ₂ | 1231; 1232; 1233; 1321; 1322; 1323; 1332; 1333; 1432; 1433; 2231; 2232; 2233; 2331; 2332; 2333; 2431; 2432; 2433 |
| | B ₃ | 1211; 1212; 1213; 1221; 1222; 1223; 2211; 2212; 2213; 2221; 2222; 2223; 2311; 2312; 2313; 2321; 2322; 2323; 3221; 3222; 3223; 3231; 3232; 3233; 3321; 3331; 3322; 3332; 3323; 3333; 3413; 3423; 3433 |
| C | C ₁ | 1131;1132;1133;2131;2132;2133;3131;3132;3133;4131;4132;4133 |
| | C ₂ | 1111; 1112; 1113; 1121; 1122; 1123; 2111; 2112; 2113; 2121; 2122; 2123; 3121; 3122; 3123; 4121; 4122; 4123; 6000 |
| | C ₃ | 1311; 1312; 1313; 3111; 3211; 3212; 3112; 3113; 3311; 3312; 3313; 4211; 4212; 4213; 4221; 4222; 4223; 4231; 4232; 4233; 4311; 4312; 4313; 4321; 4322; 4323; 4331; 4332; 4333; 4411; 4412; 4413; 4421; 4422; 4423; 4431; 4432; 4433 |
| D | D ₁ | 5000 |
| | D ₂ | 7000 |
| | D ₃ | 8000 |

În continuare, pentru toate codurile compuse enumerate mai sus s-a creat un script în Visual Basic. În vederea atribuirii categoriilor și subcategoriilor hidrologice a fost necesară crearea unei noi coloane în tabela de atribute și introducerea scriptului nou format în Field Calculator, în vederea distribuției automate a categoriilor și subcategoriilor.

Prezentăm în continuare un extras din acest script, în care se evidențiază modul cum au fost atribuite categoriile și subcategoriile hidrologice:

| dim x | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| if [a] = "1331" then x = "A" | if [a] = "1313" then x = "C3" |
| if [a] = "1431" then x = "A" | if [a] = "3111" then x = "C3" |
| if [a] = "1411" then x = "B1" | if [a] = "3112" then x = "C3" |
| if [a] = "1412" then x = "B1" | if [a] = "3113" then x = "C3" |
| if [a] = "1413" then x = "B1" | if [a] = "3211" then x = "C3" |
| if [a] = "2122" then x = "C2" | if [a] = "1221" then x = "B3" |
| if [a] = "2123" then x = "C2" | if [a] = "1131" then x = "C1" |
| if [a] = "3121" then x = "C2" | if [a] = "1132" then x = "C1" |
| if [a] = "3122" then x = "C2" | if [a] = "1133" then x = "C1" |
| if [a] = "1212" then x = "B3" | if [a] = "4123" then x = "C2" |
| if [a] = "1213" then x = "B3" | if [a] = "6000" then x = "C2" |
| if [a] = "4122" then x = "C2" | if [a] = "1311" then x = "C3" |
| if [a] = "4123" then x = "C2" | if [a] = "1312" then x = "C3" |
| if [a] = "6000" then x = "C2" | if [a] = "5000" then x = "D1" |
| if [a] = "1311" then x = "C3" | if [a] = "7000" then x = "D2" |
| if [a] = "1312" then x = "C3" | if [a] = "8000" then x = "D3" |

5.4. Metodologia cercetărilor hidrologice experimentale în terenuri forestiere și neforestiere

5.4.1. Metodologia privind precipitațiile

Pentru analiza precipitațiilor, factor primordial în declanșarea viiturilor torențiale, s-au folosit date preluate de la stația hidrologică Voinești, aparținând Institutului Național de Hidrologie și Gospodărirea Apelor (INHGA), precum și date obținute prin măsurători proprii în suprafețe experimentale, amplasate în cuprinsul unor arborete reprezentative din această zonă.

Suprafețele experimentale au fost poziționate în arealul în care au fost înregistrate până în prezent ploii torențiale excepționale, generatoare de viituri rapide, care s-au soldat cu pierderi de vieți omenești și mari pagube materiale.

1. Date preluate. De la stația hidrologică Voinești (fig. 5.18) s-au preluat date privind quantumul precipitațiilor zilnice (24 ore) înregistrate în perioada 1979 – 2010. Aceste date au fost înregistrate în intervalul orar 7 al zilelor consecutive.

Pe baza acestor date s-au realizat prelucrări statistice, în urma cărora au rezultat media, abaterea standard și coeficientul de variație, pentru fiecare lună a fiecărui an din perioadă. Valorile rezultate au fost reprezentate grafic și au servit la efectuarea unor comparații privind quantumul precipitațiilor înregistrate în 24 de ore pentru trei ani caracteristici (anul cel mai ploios, anul cel mai secetos și anul cu precipitații normale pentru zona luată în studiu).

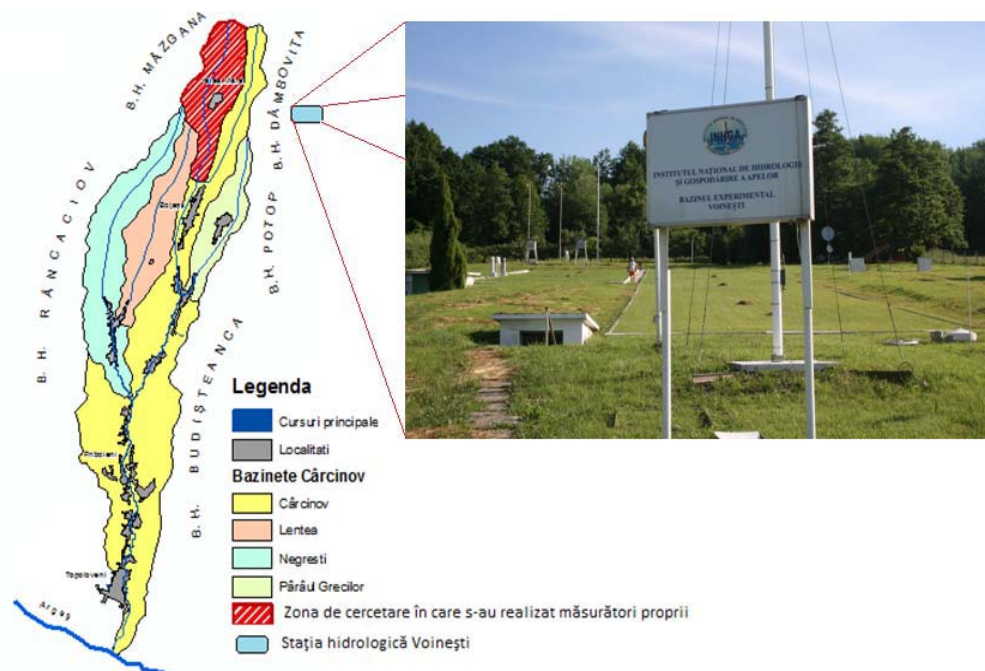


Fig. 5. 18. Localizarea stației hidrologice Voinești. Map location of Voinești hydrological station

Tot pe baza datelor preluate de la stația hidrologică Voinești (1980-2010) s-a determinat asigurarea ploii maxime anuale prin utilizarea unei relații consacrate în hidrologie.

În sfârșit, a fost calculat și analizat indicele precipitațiilor anterioare pentru 15 zile, cu scopul de a verifica dacă relațiile cu caracter provizoriu recomandate de Radu Gaspar, la nivelul țării, conduc la rezultate verosimile pentru zona luată în cercetare.

2. Date din măsurători proprii. Pentru zona forestieră din bazinul superior a râului Cârčinov, datele privitoare la precipitații au fost preluate de la aparatura pluviometrică proprie, instalată cu ocazia desfășurării cercetărilor. Astfel (Tudose 2011):

- un pluviograf de tip Junkalor a fost instalat, începând din luna mai a anului 2009, în teren descoperit, în cadrul unei suprafețe experimentale amplasată în imediata vecinătate a fondului forestier, în centrul localității Valea Mare (treimea mijlocie a bazinului superior al râului Cârčinov, fig.5.19);

- al doilea pluviograf a fost instalat tot în treimea superioară a bazinului, și tot în teren descoperit (fig.5.20), începând din luna iunie 2010, cu scopul de a livra date care să servească pentru cercetarea retenției în coronament și a scurgerii de suprafață în două dintre cele patru suprafețe experimentale instalate.

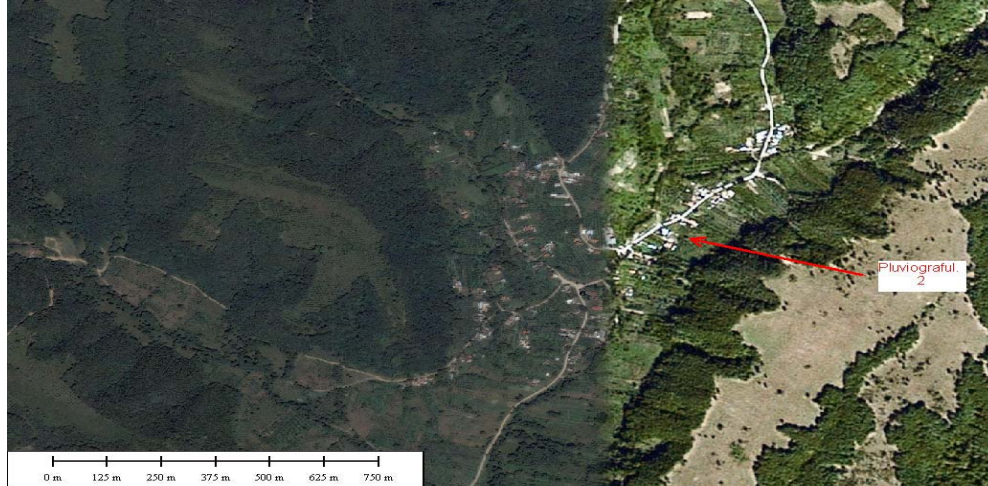


Fig. 5. 19 Poziționarea primului pluviograf instalat (fundal mozaic Google Earth). Location of the first pluviograph (background Google Earth)

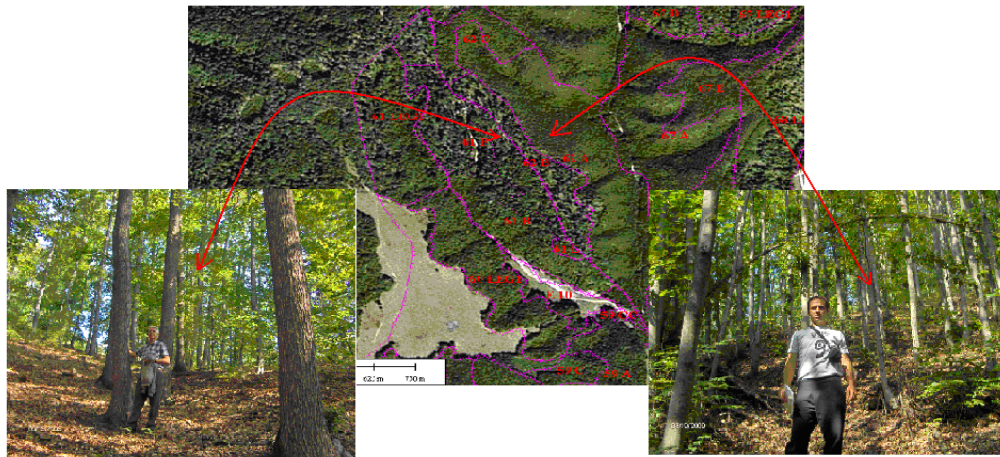


Fig. 5. 20 Zona de amplasare a celui de-al doilea pluviograf (fundal mozaic Google Earth; foto stânga- Tudose 2009; foto dreapta- Clinciu 2009). Location of the second pluviograph (background Google Earth; photo left: Tudose 2009; photo right: Clinciu 2009)

Datorită imposibilității de a asigura în zona respectivă o supraveghere permanentă asupra aparaturii instalate, pluviograful amintit (defectat de localnici) a fost scos din funcțiune în luna august 2010, fiind înlocuit cu un pluviometru de tip INMH.

- O stație configurată cu recipient pentru măsurători pluviometrice și senzor pentru înregistrarea umidității solului (fig. 5.21) am instalat-o (începând din luna septembrie 2010) în centrul unei suprafețe experimentale amplasată într-o

pajiște (proprietate privată), situată la mică distanță de amplasamentul pluviografului de tip Junkalor.



Fig. 5. 21 Micro stația HOBO onset instalată la data de 18 septembrie 2010 (foto: Tudose 2009). HOBO onset micro-station, installed on 18th September 2010 (photo: Tudose 2009)

Cuquantumul precipitațiilor zilnice înregistrate la cele două pluviografe a rezultat în urma analizei și interpretării (Marcu 1975, Pleșca 1968) pluviogramelor (fig. 5.22).

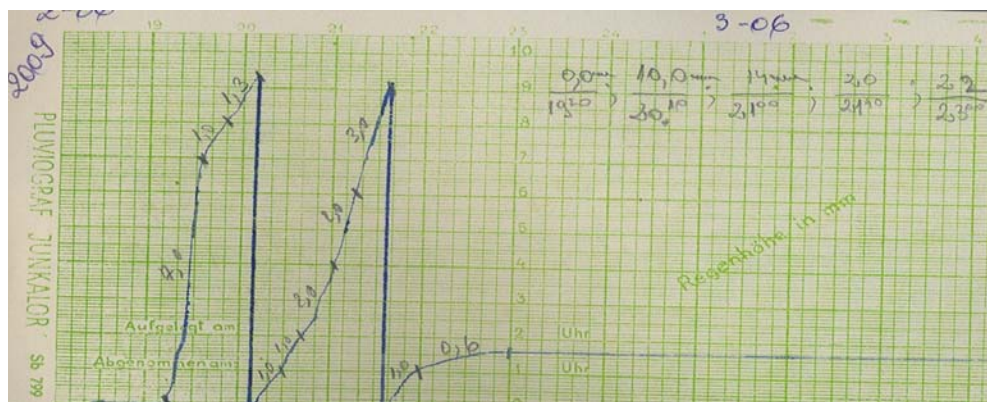


Fig. 5. 22 Interpretarea caracteristicilor precipitațiilor pe baza pluviogramei. results analysis obtained from the two pluviographs (example)

După interpretarea pluviogramelor, datele obținute au fost redactate sub formă tabelară pe clase de intensitate. Încadrarea s-a realizat pentru fiecare eveniment pluvial în parte, respectându-se criteriul meteorologic (potrivit acestui criteriu, perioada limită care separă două ploi este de 60 de minute).

În continuare, s-a urmărit dacă între intensitatea ploii și durata acesteia există sau nu vreo relație corelativă, acest aspect fiind luat în cercetare și de alți autori (Abagiu et al. 1973, Abagiu 1974, Barbu et al. 2005, Păcurar 2001, Gaspar et al. 1972, Ciortuz 1967, Ciortuz et al. 1998, Drobot et al. 2008, Untaru et al. 2008).

5.4.2. Metodologia privind retenția în coronament

Valoarea acestui parametru s-a obținut ca diferență între cuantumul ploii înregistrate în teren descoperit și media valorilor înregistrate la pluviometrele instalate în parcelele experimentale din interiorul pădurii. Acestea sunt de tip artizanal, fiind confecționate din peturi de plastic cu înălțimea de 25 cm și suprafața receptoare de 100 cm².

Pentru a putea surprinde variația retenției în arborete cu diferite caracteristici (Leahu 2001, Nicolescu 2003, Florescu 1996) structurale (compoziție, vârstă și consistență), s-au amplasat suprafețele experimentale după cum urmează:

- prima în subparcelela 61B din UPIV Cârčinov (fig. 5.23. și 5.24), unde, potrivit amenajamentului din anul 2005, arboretul prezintă următoarele caracteristici: compoziția 9Fa1Go, vârsta 70 ani, consistența 0,8, clasa de producție III, panta medie 23°;



Fig. 5. 23 Subparcelela în care s-a instalat suprafața experimentală nr. 1 (foto: Tudose 2009).
Experimental plot no.1 (photo: Tudose 2009)

- cea de-a doua suprafață experimentală a fost amplasată în arboretul din subparcelela 62A (fig. 5.25 și 5.24) caracterizat prin: compoziția 8Fa2Dt; vârsta 40 ani; consistența 0,9; clasa de producție III; panta medie 27°.

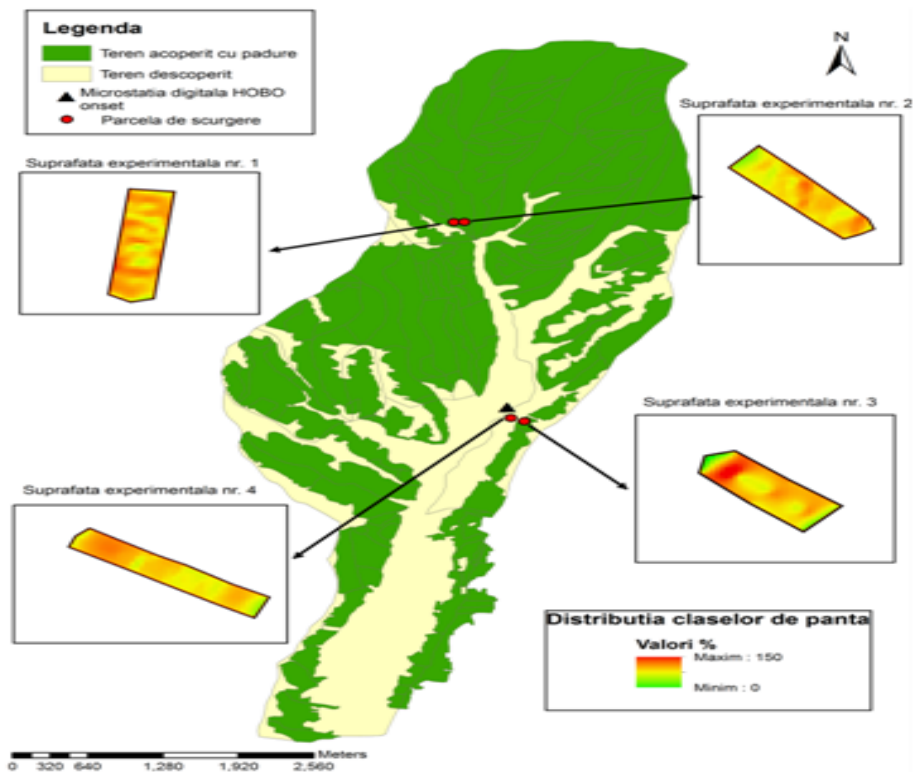


Fig. 5. 24: Dispunerea suprafețelor experimentale în cadrul bazinului superior al râului Cărcinov: 1, 2, 3 în teren forestier; 4 în teren neforestier. Location of experimental plots set up on the upper Carcinov hydrological basin (1, 2 and 3 on forest land; 4 on non-forest land)



Fig. 5. 25 Parcela 62A din Up. IV Cărcinov, în care s-a instalat suprafața experimentală nr.2 (foto: Tudose 2009) Experimental plot no.2 located on Plot 62A, Up.IV Carcinov(photo: Tudose 2009)

Cea de a treia suprafață experimentală este poziționată în subparcelela 14B (ce aparține unității de producție I Aninoasa din Ocolul Silvic Sturzeni), arboretul prezentând următoarele caracteristici: compoziția 7Sc2Fa1Go; vârsta 80 ani; clasa de producție III; consistența 0,8; panta 23°.

Numărul ploilor folosite în analiza retenției în coronament coincide cu numărul de ploi înregistrate în perioada mai 2009 - decembrie 2010.

Ploile au fost grupate în clase de precipitații, iar pentru fiecare clasă s-a calculat valoarea medie a precipitațiilor reținute.

Cu aceste date s-au întocmit grafice în care s-a evidențiat corelația între precipitațiile căzute în afara pădurii și precipitațiile din interiorul pădurii.

Un alt aspect urmărit a fost acela al trasării unor curbe ale retenției în coronament diferențiate în funcție de înălțimea stratului de precipitații și de unele caracteristici ale arboretelor (specie, vârstă, consistență).

5.4.3. Metodologia privind scurgerea de suprafață

Valoarea acestui parametru s-a stabilit prin măsurători efectuate în cele 4 suprafețe experimentale, amplasate atât în interiorul cât și în afara pădurii și s-au avut în vedere atât recomandările din literatura de specialitate¹ cât și condițiile concrete de teren, în vederea asigurării unor condiții cât mai omogene în cuprinsul fiecărei parcele.

Pentru măsurarea scurgerii în pădure s-au utilizat cele trei suprafețe experimentale amplasate în arborete cu diferite caracteristici biometrice (fig.5.26 a, b, c), suprafețe pe care le-am folosit și la cercetarea retenției.

Delimitarea parcelelor de terenul înconjurător s-a realizat prin săparea unui șanț adânc de circa 30 cm, în care s-a așezat o folie impermeabilă (utilizată în domeniul construcțiilor) îndoită sub formă de „L”, deasupra căreia s-a clădit și s-a compactat pământul rezultat din săpătură. Partea din înălțimea foliei rămasă deasupra terenului este de circa 10 cm.

În centrul parcelei, s-a amplasat un pluviometru de tip I.M.C (Institutul Meteorologic Central, fig.5.26 c), pentru suprafața experimentală nr. 3 și două pluviometre artizanale la suprafețele nr. 1 și nr. 2 (fig.5.26 a și b). Pentru colectarea apei scurse din incinta parcelei s-a recurs la un sistem de tip artizanal, alcătuit din:

¹ În general vorbind, parcelele de scurgere au dimensiuni variate: în SUA parcela standard are lungimea de 22,1 m, panta de 9 %, folosința ogor negru; în România parcela standard are lungimea de 25 m, panta 15 %, folosința ogor negru.



Fig. 5 26: Suprafețele experimentale amplasate în cele trei arborețe (a – subparcela 62A; b – subparcela 61B și c – pădure proprietate privată). Location of experimental plots (a: plot 62A; b- plot 61B and c: privately owned forest)

- un vas colector din plastic cu capacitatea de 60 litri, poziționat pe latura din aval a parcelei, într-un spațiu de mărime corespunzătoare, săpat sub nivelul terenului;
- unul sau două jgheaburi colectoare din tablă, care preiau apele scurse din cadrul parcelei și le conduc în vasul colector;
- o folie de tablă cu dimensiunile 1,0/1,5 m, așezată deasupra jgheaburilor colectoare și a vasului colector.

În urma măsurărilor efectuate (Boș 1982) cu stația totală (fig.5.27), pentru toate suprafețele experimentale s-au determinat cu exactitate atât dimensiunile cât și dispunerea în profil transversal și longitudinal al acestora (fig.5.28).

Pentru suprafața experimentală localizată în afara pădurii, metoda de amplasare și delimitare a fost aceeași cu cea utilizată în cadrul suprafețelor materializate în interiorul pădurii, diferențele evidențiindu-se numai la partea de colectare. Apa scursă din cuprinsul suprafeței fiind colectată atât la suprafață cât și pe profil (la 0,1 m și la 0,2 m) prin introducerea unor tuburi (din pvc) cu lungimea de 2 m (fig.5.29).

Pentru că valoarea apei scurse pe profil (la 10 cm și la 20 cm), pentru multe evenimente, a fost egală cu zero, în cadrul tezei de doctorat nu s-au mai realizat interpretări asupra acesteia. Această problemă rămânând deschisă, pe viitor, pentru următoarele cercetări.



Fig. 5. 27: Ridicarea în plan a suprafeței experimentale nr. 1 (Foto: Niță 2010).
Charting of the experimental plot no.1 (photo: Nita 2010)

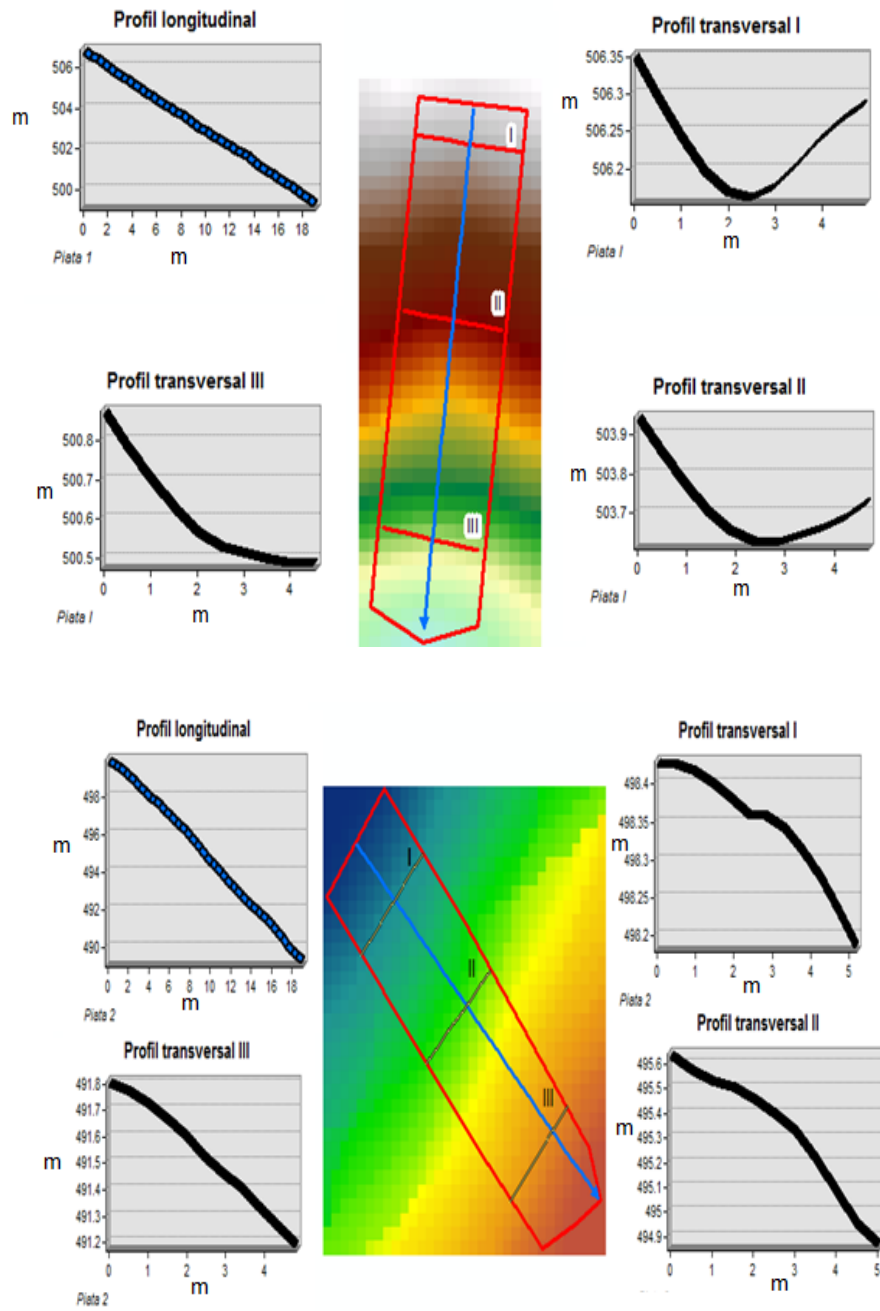


Fig. 5. 28 Profilul longitudinal și profilele transversale pentru suprafețele experimentale 1 și 2.
 Longitudinal and transverse profiles for the experimental plots 1 and 2



Fig. 5. 29 Suprafața experimentală amplasată în afara pădurii (Foto: Loriana Tudose 2009).
Experimental plot no.4 (photo: Loriana Tudose, 2009)

Fiindcă în acest caz, s-a dorit să se afle care este rata de infiltrație a apei în sol, s-a utilizat o ecuație stabilită în cadrul unor cercetări efectuate, în laborator, pe suprafețe experimentale acoperite cu vegetație erbacee. Această ecuație se prezintă sub forma (Chengzhong, Shangguan 2006):

$$Ri = I \cdot \cos \theta - \frac{10 \cdot S}{F \cdot t}$$

În care Ri este rata instantanee de infiltrație ($\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$)

I – intensitatea ploii ($\text{mm}\cdot\text{min}^{-1}$);

θ – panta ($^{\circ}$);

S – volumul scurgerii colectate (ml);

F – suprafața parcelei (cm^2);

t – intervalul de timp în care s-a colectat scurgerea (min).

După adaptările ce au fost necesare în vederea atribuirii automate a acestei formule, în programul ArcMap, meniul Map Algebra, submeniul Raster Calculator ea se prezintă astfel:

$$Ri = I * \text{Cos} (0.01744444 * \theta) - ((10 * 11) / (F * t))$$

în care termenii au semnificațiile deja cunoscute.

Pe baza acestei noi formule și cu ajutorul programului ArcMap s-a determinat rata instantanee de infiltrație la nivel de celulă cu dimensiunile de 0,25x0,25 m.

6. REZULTATELE CERCETĂRILOR PRIVIND COMPORTAREA ȘI EFECTUL LUCRĂRILOR

6.1. Rezultatele cercetărilor privind comportarea lucrărilor

6.1.1. Constatări generale

Conform studiului amintit anterior („Inventarul lucrărilor executate între anii 1950-1992 Comportarea și efectul lor. Propuneri pentru continuarea acțiunii în Bazinul Hidrografic Argeș”), materializarea pe teren a lucrărilor în bazinul superior al râului Cârcinov s-a realizat începând cu anul 1984 și s-a încheiat în anul 1989.

Beneficiar de efectul lucrărilor fiind fondul forestier din cadrul Filialei Silvice Pitești și sectorul agricol, finanțarea a fost asigurată de Filiala Silvică Pitești.

După anul 1989, acțiunea de amenajare a torenților în cadrul bazinului superior al râului Cârcinov s-a sistat datorită diminuării fondurilor alocate pentru aceste categorii de lucrări (Studiul Amenajarea bazinelor hidrografice torențiale 1996).

Distribuția lucrărilor hidrotehnice executate, pe principalele văi torențiale componente ale bazinului superior al râului Cârcinov, este prezentată în fig. 6.1.



Fig. 6. 1 Distribuția lucrărilor hidrotehnice transversale pe văi torențiale.

Distribution of transversal hydrotechnical works executed on torrential valleys

6.1.2. Sisteme de lucrări realizate

Un sistem de lucrări de amenajare a torenților reprezintă „ansamblul lucrărilor hidrotehnice dintr-un bazin torențial în succesiunea lor de-a lungul rețelei hidrografice, realizate la anumite momente de timp și constând din diverse categorii și tipuri de lucrări caracterizate prin anumite dimensiuni de gabarit, amplasate pe teren și dispuse unele față de altele după anumite criterii” (Gaspar 2004).

Condițiile topo-hidrografice și în mod special zona geografică (platforma Cândești sau pietrișurile de Cândești) în care urmau a fi amplasate lucrările, precum și importanța obiectivelor ce urmau a fi protejate împotriva viiturilor torențiale, au impus încadrarea lucrărilor hidrotehnice în anumite sisteme de amenajare.

În majoritatea cazurilor, schema de amenajare adoptată a constat dintr-un număr variabil de lucrări transversale (amplasate după principiul susținerii reciproce – fig. 6.2.), în funcție de quantumul transportului de aluviuni în ateriamente și de lungimea de albie necesară a fi consolidată în prima etapă.



Fig. 6. 2 Amplasarea lucrărilor pe Valea Clăilor după principiul susținerii reciproce (foto: Loriana Tudose 2008). Layout of hydrotechnical works executed on Valea Clailor – based on the principle of mutual support (photo: Loriana Tudose 2008)

Barajele de până la 6 m (fig. 6.3.) au fost construite cu rol dublu: de retenție și consolidare, iar pragurile (fig. 6.4.) au fost propuse și realizate intercalat în cadrul sistemelor de lucrări transversale, acolo unde, pentru realizarea funcției principale de retenție, nu au putut fi amplasate lucrări mai înalte (baraje), datorită condițiilor topo-hidrografice speciale (malul albiei minore îl formează taluzul drumului forestier). Prin reducerea pantei longitudinale, s-a creat o stabilitate a talvegului și s-a asigurat o reducere a vitezei curenților de viitură.



Fig. 6. 3 Barajul 17B4.0 de pe Valea lui Anghel (foto:Tudose 2008).
Dam no.17B4.0 located on Valea lui Anghel (photo: Tudose 2008)

Traversele și pragurile au fost propuse, în principal, pe sectoarele inferioare ale albiilor torențiale și, în secundar, în avalul unor baraje, la distanțe de 8-15 m, pentru protecția acestora împotriva proceselor erozionale (traverse de "sacrificiu" până la aterisarea completă și funcționarea sistemului susținut).

Proporțiile în care aceste categorii tipologice participă la alcătuirea sistemelor de amenajare sunt următoarele (fig. 6.5):

- traversele, în număr de 24 bucăți, reprezintă 41 % din totalul lucrărilor hidrotehnice transversale;
- pragurile, în număr de 14 entități, reprezintă 24 % din totalul lucrărilor; 64 % din praguri sunt prevăzute în bieful aval cu radier și ziduri de gardă (fără pinten terminal).



Fig. 6. 4 Pragul 11B1,0 pe Valea lui Anghel (foto: Tudose 2008).

Sill no. 11B1.0, located on Valea lui Anghel (photo: Tudose 2008)

După înălțimea lor, pragurile se prezintă în felul următor: pragurile de 1m înălțime sunt în număr de 5, cele de 1.5 m sunt în număr de 9.

Barajele sunt în număr de 20, ceea ce reprezintă 35 % din total. Toate cele 20 de lucrări au fost prevăzute cu construcții anexe în bieful aval constând din radier, ziduri de gardă și pinten terminal. Pe categorii de înălțime acestea se prezintă după cum urmează (fig. 6.5.):

- barajele de 2 m sunt în număr de 10 reprezentând 50 % din total lucrări;
- cele de 2,5 m sunt în număr de 3, ceea ce reprezintă 15 % din total;
- cele de 3 m sunt în număr de 4, și reprezintă 20 % din totalul lucrărilor;
- cele de 4 m sunt în număr de 3, ceea ce reprezintă 15 % din total.

6.1.3. Tipuri de lucrări realizate

Ca urmare a analizei studiului elaborat în 1996 s-a constatat că:

De-a lungul timpului s-a apelat la o gamă variată de lucrări hidrotehnice pentru corectarea torențiilor, diversitatea acestora fiind determinată de alegerea materialelor de construcție, de rolul funcțional pe care urmau să-l îndeplinească și de evoluția în timp a criteriilor și normelor de dimensionare.

În cadrul bazinului hidrografic Argeș, primele tipuri de lucrări hidrotehnice folosite în amenajarea rețelei hidrografice torențiale au fost barajele cu secțiune trapezoidală dimensionate cu sau fără eforturi de întindere pe paramentul amonte, care mai funcționează încă și astăzi în unele bazinete (Valea Obia din Ocolul Silvic Curtea de Argeș).

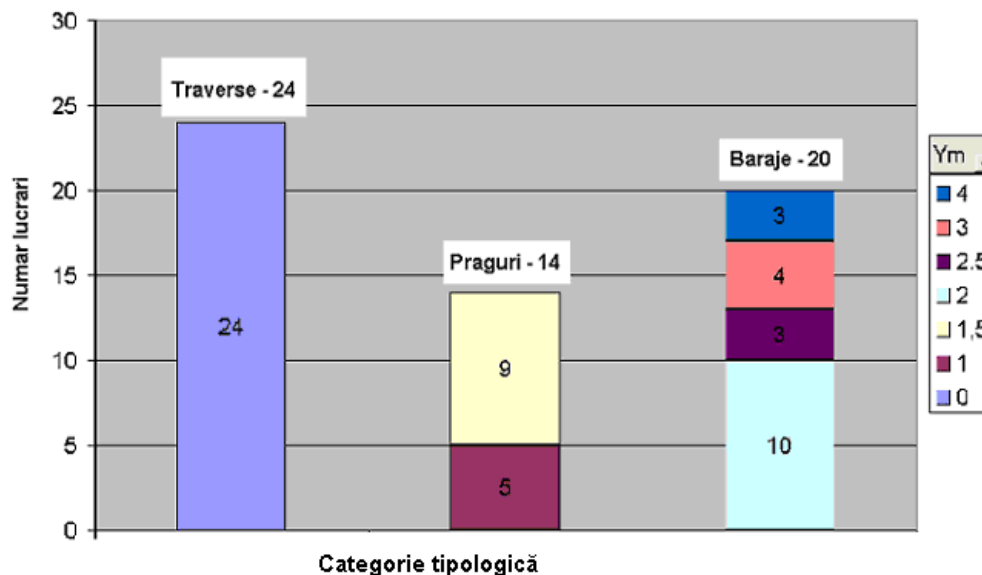


Fig. 6. 5 Distribuția lucrărilor transversale după tipologia acestora.
Transversal works – distribution based on type

„După 1962, au fost introduse pe scară largă barajele cu fundație evazată care, în momentul de față, constituie tipul de baraj cel mai des folosit în corectarea torenților. Datorită consumului volumetric redus, acest tip a fost preferat în detrimentul altor tipuri de baraje în marea majoritate a bazinelor torențiale”.

„În paralel au mai fost folosite și alte tipuri de baraje cum sunt cele din plăci plane pe contraforți, din arce multiple pe contraforți și, experimental, din blocuri prefabricate din beton, tipuri care au funcționat bine la solicitările la care au fost supuse, dar care sunt mai greu de executat, impunând pretenții mai mari față de calificarea constructorului”.

„În unele cazuri au fost construite baraje cu secțiune trapezoidală cu ambii paramenți înclinați, pentru a prelua sarcini mai mari și a asigura o stabilitate mai bună, mai ales în cazul în care nu puteau fi susținute de alte lucrări”.

„Pentru zone cu activități de exploatare forestieră, unde anumite sectoare de albie trebuiau protejate de deplasarea flotanților, s-au folosit baraje filtrante din grinzi prefabricate pe contraforți, sau baraje tip greblă din cabluri pe contraforți”.

„Pragurile din gabioane sau căsoaiele din lemn au fost folosite pe sectoarele de albie cu deschideri mici, cu transport de aluviuni de dimensiuni mici și mijlocii și în amplasamente greu accesibile, unde folosirea materialelor din zonă era mai eficientă”.

„Ținând seama de informațiile furnizate de studiul elaborat în 1996, de clasificarea generală a lucrărilor de corectarea torenților propusă de Radu Gaspar (1994) și pe baza inventarului realizat cu ocazia desfășurării cercetărilor proprii, au fost identificate în cadrul celor 9 văi torențiale amenajate din raza bazinului luat în studiu numai cinci tipuri de lucrări transversale”.

Pentru clasa A (lucrări din zidărie de piatră cu mortar, beton și beton armat), reprezentarea lucrărilor pe tipuri, subtipuri și variante constructive se prezintă după cum urmează:

- Baraje cu fundație evazată (tipul A, 3.1.)

Domeniul de aplicare:

- în general, pe văi cu albia și malurile neafectate de pornituri și nici în condițiile în care substratul litologic este alcătuit din materiale instabile;
- pe rețeaua hidrografică cu torențialitate moderată la puternică, cu albiile având roca la suprafață;
- barajele din beton simplu s-au proiectat în special pe albiile dezvoltate în nisipuri și pietrișuri.

- Baraje de greutate cu barbacane (tipul A, 1.5.a) (fig.6.6).



Fig. 6. 6 Barajul 17B4,0 de pe Valea lui Anghel (foto: Tudose 2009).

Dam no. 17B4.0 located on Valea lui Anghel (photo: Tudose 2009)

- Traverse și praguri din beton dimensionate empiric (tipul A.1.8.a.)
Domeniul de utilizare (fig. 6.7 și 6.8):
 - pe albiile cu lățimi mici, unde îndeplinesc în principal rolul de regularizare și consolidare și retenție în cazul pragurilor;
 - în partea inferioară a bazinului și în aval de lucrările cu înălțimea utilă (Y_m) mare.



Fig. 6. 7 Lucrarea 3B0/2,0, aval de lucrarea 4B3,0 de pe Valea Rea (foto: Tudose 2009). Works no. 3B0/2.0 located downstream no 4B3.0 on Valea Rea (photo: Tudose 2009)



Fig. 6. 8 Lucrarea 1B1,5 din Valea lui Anghel (foto: Tudose 2009).
Works no. 1B1.5 on Valea lui Anghel (photo: Tudose 2009)

- Baraje rectilinii cu contraforți de beton și grinzi din beton armat, cu înălțime redusă sau normală (tipul A.4.5.2.c2) (fig. 6.9).

Domeniul de utilizare:

- pe văile unde transportul fin de aluviuni nu deranjează obiectivele din aval;
- în bazinele unde există exploatare forestieră și transport de flotanți;
- unde se dorește mărirea perioadei de funcționare a lucrărilor.



Fig. 6. 9 Barajul 15B2,5 de pe Valea lui Anghel (foto: Tudose 2009).

Dam no.15B2.5 on Valea lui Anghel (photo: Tudose 2009)

- Baraje din plăci nearmate în consolă și contraforți cu înălțime redusă (tipul A.4.2), (fig. 6.10).



Fig. 6. 10 Barajul 4B2,0 de pe valea Clăilor (foto: Tudose 2009);

Dam no.4B2.0 on Valea Clailor (photo: Tudose 2009)

6.1.4. Natura și frecvența avariilor

6.1.4.1. Natura avariilor

Au fost depistate și cercetate atât avariile care au afectat siguranța în exploatare și durabilitatea lucrărilor, cât și avariile care au afectat funcționalitatea lucrărilor.

Avariilor care afectează siguranța și durabilitatea lucrărilor li s-au atribuit următoarele coduri (Clinciu 2003): fisuri (F), rupturi (R), antrenări (A), deformări (Df), degradări prin erodare (De), dezagregări (Dz), subminări ale radierului (Sr), subminări ale corpului (Sc), sufoziuni (Sf) și infiltrații (I).

S-au păstrat codurile atribuite în cercetările anterioare (Clinciu 2003) și pentru avariile care afectează funcționalitatea lucrărilor: blocarea deversorului (Bdv), blocarea dinților disipatori de energie (Bdi), colmatarea radierului (Cr), instalarea necontrolată a vegetației forestiere (Ihv), nerealizarea aterisamentului natural (Nat), spălarea aterisamentului natural (Spat). De remarcat că, la această grupă, s-au atașat și deficiențele care au fost identificate și care sunt datorate proiectării și execuției, cum sunt: nerealizarea integrală a unor părți din lucrare (Ne), nerealizarea unor umpluturi cu pământ în zona lucrărilor (Nu), nerespectarea soluțiilor din proiecte (Nsp) în ceea ce privește aplicarea dimensiunilor unor elemente constructive etc.

6.1.4.2. Frecvența avariilor

Pentru a putea identifica cu ușurință frecvența avariilor, numărul părților de lucrare afectate și numărul de lucrări afectate, s-a recurs la o interogare a bazei de date deja creată în Microsoft Access ținând seama de următorii pași (fig. 6.11):

- crearea unei interogări noi asupra unui tabel sau a mai multor tabele, în funcție de criteriile dorite (ex: id_lucrare, partea afectată, frecvență etc.).
- modificarea unei interogări adăugând atât restricții noi cât și tabele noi (fig. 6.12).
- rularea unei interogări se realizează din meniul Query (interogare) apelând funcția Run (Executare, fig. 6.13).

În tabelul 6.1 se prezintă frecvența de afectare a lucrărilor și a părților de lucrare, pentru tipurile de avarii/deficiențe identificate și clasificate după cele două criterii: pe de o parte evenimentele care afectează siguranța și durabilitatea lucrărilor, iar pe de altă parte evenimentele care afectează funcționalitatea lucrărilor.

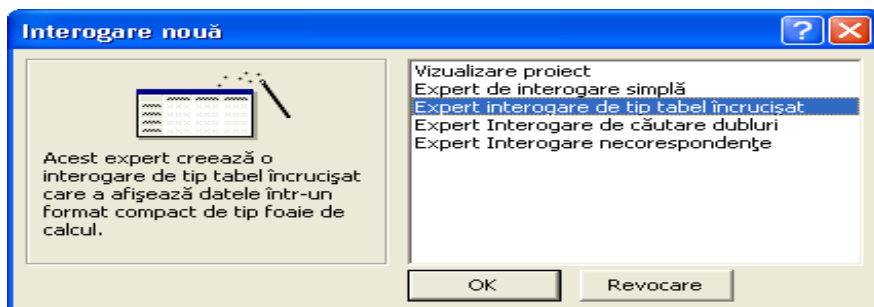


Fig. 6. 11 Crearea unei interogări folosind expertul de tip tabel încrucișat. Creating the query

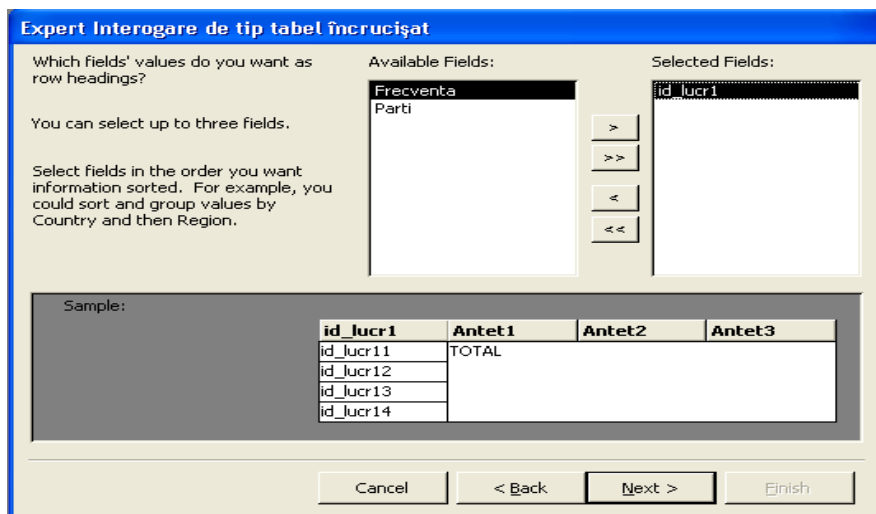


Fig. 6. 12 Folosirea expertului de tip tabel încrucișat. Using the query wizard

| Total de Frecventa | 9_12 | 9_13 | 9_2 | 9_3 | 9_4 | 9_5 | 9_6 | 9_8 | |
|--------------------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| 27 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | |
| 28 | 2 | | | 1 | | 1 | | | |
| 29 | 2 | | 1 | 1 | | | | | |
| 30 | 2 | | | | 1 | 1 | | | |
| 31 | 2 | | 1 | | | | 1 | | |
| 32 | 3 | | | 1 | 1 | 1 | | | |
| 33 | 4 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | | |
| 34 | 2 | | | | 1 | 1 | 1 | | |
| 35 | 1 | | 1 | | | | | | |
| 36 | 2 | | 1 | 1 | | | | | |
| 37 | 1 | | 1 | | | | | | |
| 38 | 1 | | 1 | | | | | | |
| 39 | 2 | | 1 | | | | | 1 | |
| 40 | 1 | | 1 | | | | | | |
| 41 | 1 | | 1 | | | | | | |
| 42 | 2 | | 1 | | | | 1 | | |
| 43 | 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 44 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | |
| 45 | 3 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | |
| 46 | 1 | | | 1 | | | | | |
| 47 | 105 | 5 | 6 | 27 | 17 | 22 | 10 | 14 | 4 |

| id_lucr1 | Total de Frecve | 9_12 | 9_13 |
|----------------|-----------------|------|------|
| va11B | 1 | | |
| va12B | 2 | | |
| va13B | 2 | | |
| va14B | 2 | | |
| va16B | 2 | | |
| va17B | 5 | | |
| va1B | 1 | | |
| va2B | 1 | | |
| va3B | 2 | | |
| va9B | 1 | | |
| vc11B | 2 | | |
| vc12B | 1 | | |
| vc13B | 3 | | |
| vc14B | 5 | | |
| Inregistrarea: | 1 | 1 | 1 |

Fig. 6. 13 Extras din tabelul de interogare al fisurilor.

Running the query, retrieving the results and displaying them (example)

Tabelul 6. 1 Frecvența de afectare a lucrărilor. The frequency of damages incurred to different works

| Numărul curent | Tipul avariei | Codul | Numărul de lucrări sfectate NLA | Numărul părților de lucrare afectate NPLA | NPLA/NLA | Partea de lucrare cu frecvența cea mai mare |
|---|---------------------------------|-------|---------------------------------|---|----------|---|
| I. Avarii care afectează siguranța și durabilitatea lucrărilor | | | | | | |
| 1 | Fisuri | F | 45 | 105 | 2,3 | 9.2=27 |
| 2 | Ruperile | R | 17 | 30 | 1,8 | 9.15=9 |
| 3 | Antrenări | A | 6 | 14 | 2,3 | 9.15=5 |
| 4 | Deformări | Df | 6 | 9 | 1,5 | 9.13=5 |
| 5 | Degradări prin erodare | De | 15 | 26 | 1,7 | 9.10=6 |
| 6 | Dezagregări | Dz | 5 | 5 | 1,0 | 9.10=3 |
| 7 | Decastrări | Dc | 6 | 6 | 1,0 | 9.1=3 |
| 8 | Infiltrații | I | 13 | 23 | 1,8 | 9.4=13 |
| 9 | Subminări ale radierului | Sr | 14 | 19 | 1,4 | 9.10=14 |
| 10 | Subminări ale corpului | Sc | 16 | 18 | 1,1 | 9.4=15 |
| 11 | Sufoziuni | Sf | 10 | 14 | 1,4 | 9.4=6 |
| II. Avarii care afectează funcționalitatea lucrărilor | | | | | | |
| 12 | Blocarea deversorului | Bdv | 6 | 6 | 1,0 | 9.8=6 |
| 13 | Colmatarea radierului | Cr | 19 | 19 | 1,0 | 9.10=19 |
| 14 | Instalarea haotică a vegetației | Ihv | 48 | 140 | 3,0 | 9.19=30 |
| 15 | Spălarea aterisamentului | Spat | 1 | 1 | 1,0 | 9.19=1 |
| 16 | Nerealizarea aterisamentului | Nat | 14 | 14 | 1,0 | 9.19=14 |
| 17 | Îngroparea lucrărilor | In | 12 | 16 | 1,3 | 9.2/9.8=5 |
| 18 | Adâncirea albiei | Aa | 16 | 16 | 1,0 | 9.20=16 |
| 19 | Eroziunea malurilor | Em | 10 | 10 | 1,0 | 9.18=10 |

După numărul de lucrări afectate (NLA), cele mai frecvente avarii sunt următoarele:

- fisurile (45) urmate de ruperi (17), subminarea corpului (16) și degradările prin erodare (15), din grupa I de evenimente, și
- instalarea haotică a vegetației (48), colmatarea radierului (19) și adâncirea albiei (16), din grupa a II-a de evenimente.

După numărul de părți afectate (NPLA), ierarhizarea avariilor se prezintă astfel:

- fisuri (105), ruperile (30), degradări prin erodare (26) și infiltrații (23), din categoria avarii care afectează siguranța și durabilitatea lucrărilor, și

• instalarea haotică a vegetației (140), colmatarea radierului (19) și adâncirea albiei/îngroparea lucrărilor (16) din categoria avarii care afectează funcționalitatea lucrărilor.

În privința raportului dintre numărul de părți de lucrare afectate și numărul de lucrări afectate (NPLA/NLA), se pot observa următoarele (tabelul 6.1):

- valoarea (NPLA/NLA) cea mai mare o înregistrează fisurile și antrenările (ambele cu 2,3), urmate de ruperi și infiltrații (ambele cu 1,8) din grupa I de avarii;
- din cea de a doua grupă, valoarea (NPLA/NLA) cea mai mare o înregistrează instalarea haotică a vegetației (3,0) urmată de îngroparea lucrărilor (1,3).

Tabelul 6. 2 Frecvența de afectare a părților de lucrare. The frequency of damages incurred to different parts of the works

| Partea de lucrare | Evenimente din grupa I | | | | | | | | | | | Evenimente din grupa II | | | | | | | | | | Total I și II |
|-----------------------------------|------------------------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------------|----------|-----------|------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|---------------|
| | F | R | A | Df | De | Dz | Dc | I | Sr | Sc | Sf | Total gr. I | Bcv | Cr | Ihv | spat | Nat | în | Aa | Em | Total Gr. II | |
| Lucrări hidrotehnice transversale | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.1 | - | 1 | - | - | - | - | 3 | - | - | - | - | 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | 4 | |
| 9.2 | 27 | 2 | - | - | 3 | - | 1 | 1 | - | 2 | 1 | 37 | - | - | 10 | - | - | 5 | - | - | 15 | 52 |
| 9.3 | 17 | - | - | - | 3 | - | - | 5 | - | - | - | 25 | - | - | 4 | - | - | 1 | - | - | 5 | 30 |
| 9.4 | 22 | 1 | 1 | - | 4 | 1 | - | 13 | - | 15 | 6 | 63 | - | - | 1 | - | - | 1 | - | - | 2 | 65 |
| 9.5 | 10 | - | - | - | 2 | - | 1 | 4 | - | - | - | 17 | - | - | 3 | - | - | 1 | - | - | 4 | 21 |
| 9.6 | 14 | 1 | - | - | 2 | - | - | - | - | 1 | 1 | 19 | - | - | 6 | - | - | 3 | - | - | 9 | 28 |
| 9.7 | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| 9.8 | 4 | 1 | - | - | 4 | - | - | - | - | - | - | 9 | 6 | - | 8 | - | - | 5 | - | - | 19 | 28 |
| 9.9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 9.10 | - | 7 | 4 | - | 6 | 3 | - | - | 14 | - | 4 | 38 | - | 19 | 14 | - | - | - | - | - | 33 | 71 |
| 9.11 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 9.12 | 5 | 4 | 2 | 4 | 1 | 1 | - | - | 3 | - | 1 | 21 | - | - | 4 | - | - | - | - | - | 4 | 25 |
| 9.13 | 6 | 4 | 2 | 5 | 1 | - | - | - | 2 | - | 1 | 21 | - | - | 5 | - | - | - | - | - | 5 | 26 |
| 9.14 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 9.15 | - | 9 | 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | 14 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14 |
| 9.16 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 9.17 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 21 | - | - | - | - | - | 21 | 21 |
| 9.18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 9 | - | - | - | - | 10 | 19 | 19 |
| 9.19 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 30 | 1 | 14 | - | - | - | 45 | 45 |
| 9.20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 25 | - | - | - | 16 | - | 41 | 41 |
| Total | 105 | 30 | 14 | 9 | 26 | 5 | 6 | 23 | 19 | 18 | 14 | 269 | 6 | 19 | 140 | 1 | 14 | 16 | 16 | 10 | 222 | 491 |

Din tabelul 6.2 se observă că cele mai afectate părți de lucrare sunt următoarele:

- 9.4 (corp zonă deversată) în 63 de cazuri, partea 9.10 (radierul) în 38 de cazuri și partea 9.2 (aripa dreaptă) în 37 de cazuri, din prima grupă de evenimente.

- 9.19 (zona amonte de lucrare) afectată în 45 de cazuri, zona 9.20 (zona aval lucrare) în 41 cazuri și partea 9.10 (radierul) în 33 de cazuri, din grupa a II-a de evenimente.

După realizarea analizei la nivel global, pentru ambele categorii de evenimente, pe primul loc se situează partea 9.10 (radierul) care a fost afectată în 71 cazuri de 8 avarii, partea 9.4 (corp zonă deversată) afectată în 65 de cazuri de 10 avarii și partea 9.2 afectată în 52 cazuri de 9 avarii.

În figura 6.14 se prezintă distribuția evenimentelor din grupa I, pe număr de lucrări și pe văi torențiale.

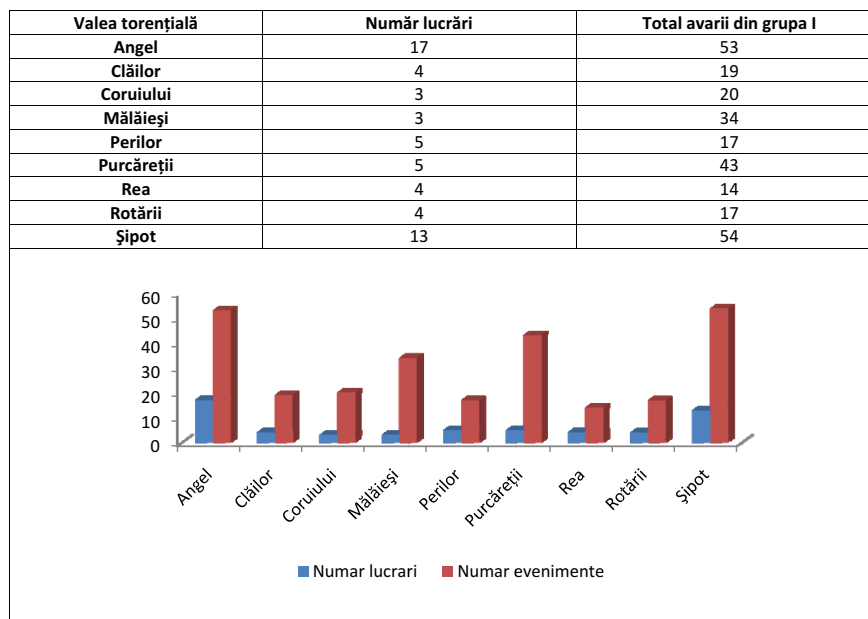


Fig. 6. 14 Frecvența lucrărilor și a avariilor din grupa I, pe văi torențiale. The frequency of works and related damages (group 1), according to their specific location

Cu aceste date, s-a recurs la analiza corelației simple dintre numărul de evenimente înregistrate în cadrul fiecărei văi și numărul de lucrări. Se poate observa din fig. 6.15 că valoarea coeficientului de corelație liniară ($r = 0.799$), este mai mare decât valoarea teoretică corespunzătoare probabilității de transgresiune de 1 % pentru cele 7 grade de libertate, ceea ce înseamnă că există o corelație distinct semnificativă între numărul de lucrări și evenimentele asociate acestora.

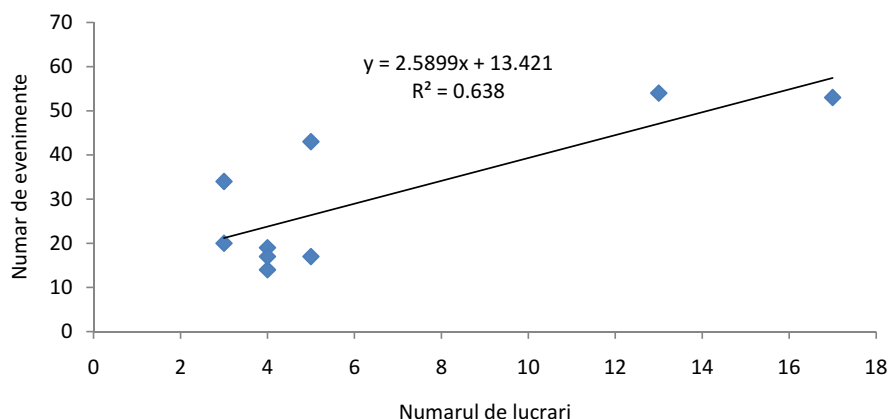


Fig. 6. 15 Corelația și regresia dintre numărul de lucrări și numărul de avarii din grupa I. Correlation and regression between the no. of works and the no. of group I damages

O prelucrare similară s-a realizat și pentru avariile din grupa a II-a, cele care afectează funcționalitatea lucrărilor, tot pe văi torențiale amenajate cu lucrări de corectarea torențiilor și pe evenimente asociate fiecărei văi (fig.6.16 și 6.17).

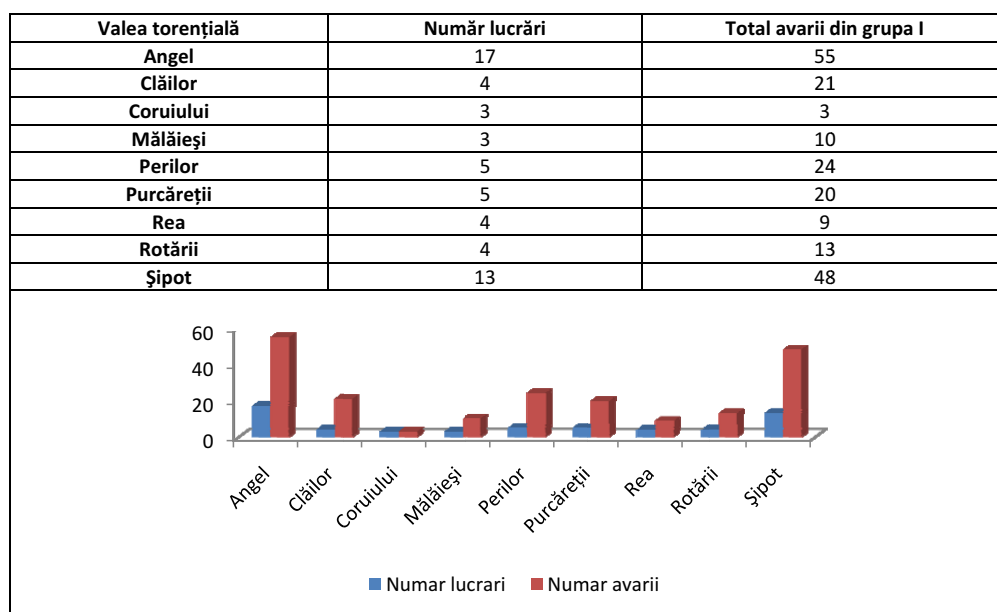


Fig. 6. 16: Frecvența lucrărilor și disfuncționalităților din grupa a II-a pe văi torențiale și număr de lucrări. The frequency of group II damages and the related works

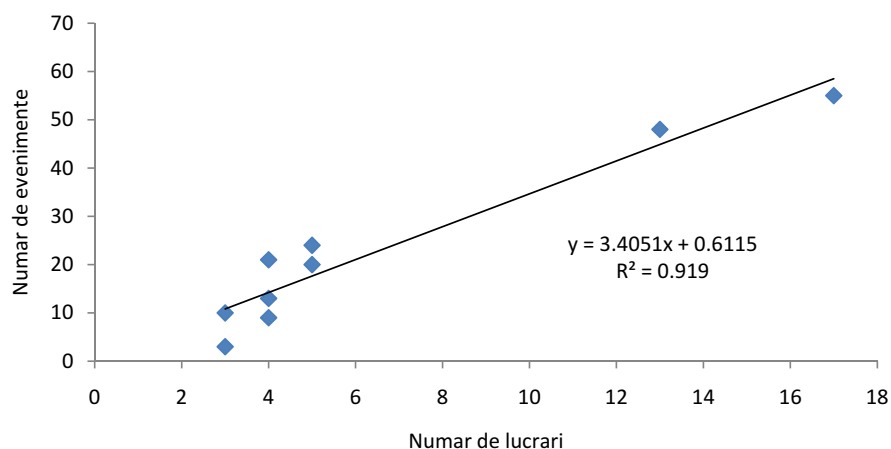


Fig. 6. 17 Corelația și regresia dintre numărul de lucrări și numărul de avarii din grupa II-a. Correlation and regression between the no. of works and the no. of group II damages

Comparând coeficientul de corelație calculat ($r = 0.959$, fig.6.17) cu coeficientul de corelație teoretic, pentru probabilitatea de transgresiune de 0,1 % ($R = 0.898$), observăm că există o corelație foarte semnificativă.

Așadar pentru ambele categorii de avarii, analiza coeficientului de corelație a pus în evidență faptul că există o influență directă a numărului de lucrări asupra numărului evenimentelor comportamentale, influență pe care de altfel se anticipa.

Un alt aspect, cercetat în continuare se referă la evidențierea, pe cale statistică, a influenței altor factori asupra producerii și manifestării evenimentelor comportamentale. În mod concret, s-a recurs la analiza varianței pentru a pune în evidență, cu dovezi statistice, influența a doi factori și anume: înălțimea lucrărilor și poziția acestora în cadrul sistemului hidrotehnic.

S-a analizat numai o singură vale torențială amenajată (Valea lui Anghel), care se detașează de restul bazinetelor componente printr-un număr mare de lucrări executate (17) dar și printr-o diversitate tipologică însemnată, după cum urmează:

| Traverse ($Y_m=0,0$ m) | Praguri ($Y_m \leq 1,5$ m) | Baraje ($Y_m > 1,5$ m) | Total |
|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------|
| 9 | 4 | 4 | 17 |

Mai departe, se prezintă metodologia de lucru cu privire la analiza simplă a varianței pentru factorul înălțime, numai pentru avariile care afectează siguranța și durabilitatea lucrărilor (tabelul 6.3 și tabelul 6.4).

Tabelul 6. 3 Datele experimentale pentru factorul înălțime. The height factor – experimental data

| Categoria de înălțimi $M(T_I)$ | Frecvența avariilor (X_{Lj}) | Numărul valorilor observate (n) | Suma (T_I) | Media \bar{X}_i |
|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------|----------------------|
| 0 | 1;2;2;0;1;0;0;1;1 | 9 | 8 | 0,88 |
| 1-1,5 | 1;11;9;4 | 4 | 25 | 6,25 |
| 1,6-4 | 4;6;3;7 | 4 | 20 | 5,00 |
| Total | - | 17 | 53 | 3,12 |

Tabelul 6. 4 Schema analizei simple a varianței pentru factorul înălțime.
The height factor – simple analysis of variance

| Sursa varianței | Suma pătratelor abaterilor | Numărul gradelor de libertate | Dispersia (varianța) | Testul F |
|--|---|----------------------------------|--------------------------------|--|
| Între grupe | $Q_T = \sum \frac{T_I^2}{n_I} - C = 98$ | K-1=2 | $s_T^2 = \frac{Q_T}{K-1} = 49$ | $F = \frac{s_T^2}{s_E^2} = 9,4$ |
| În interiorul grupelor (reziduală) | $Q_E = Q - Q_T = 78$ | N-K=14 | $s_E^2 = \frac{Q_E}{N-1} = 5$ | $F_{0,05} = 3,74$ Semnificativă |
| Totală | $Q = \sum X_{ij}^2 - C = 176$ | N-1=16 | $s = \frac{Q}{N-1} = 11$ | $F_{0,01} = 6,51$ Distinct semnificativă |

Se observă că valoarea calculată a statisticii F este 9,4 iar valorile teoretice pentru $f_1 = 2$ și $f_2 = 14$ (f_1 și f_2 și gradele de libertate) sunt: $F_{0,05} = 3,74$; $F_{0,01} = 6,51$.

Prin urmare, valoarea experimentală a statisticii F este distinct semnificativă și, în consecință, grupele studiate (categoriile de înălțime) se deosebesc semnificativ din punct de vedere al variației numărului de avarii înregistrate².

Urmând o metodologie asemănătoare s-a dorit să se evidențieze dacă poziția lucrărilor în sistem influențează frecvența avariilor. Pentru aceasta s-au luat în considerare trei poziții caracteristice ale lucrărilor în sistemul de amenajare: poziționarea în sectorul aval, în sectorul mijlociu și în sectorul amonte.

Dar, în acest caz, ipoteza nulă nu s-a respins; F calculat fiind mai mic decât F teoretic duce la concluzia că putem susține existența unor diferențe între grupele analizate.

Tot aici s-a realizat și analiza dublă a varianței, considerând aceeași factori de influență (poziția lucrării în sistem și înălțimea lucrării transversale), dar și de această dată ipoteza nulă nu a fost respinsă.

² Acest rezultat trebuie privit cu oarecare rezervă deoarece în urma aplicării testului de omogenitate propus de Bartlett a reieșit că valoarea calculată ($\chi^2 = 15$) este cu puțin mai mare decât valoarea tabelară ($\chi_{0,010}^2 = 11,34$)

Ambele rezultate trebuie însă să fie privite cu prudență deoarece „găsirea unei diferențe ne semnificative nu trebuie să ducă la concluzia că factorul cercetat are o influență redusă. Ea înseamnă numai că materialul de care dispunem este insuficient pentru a argumenta în mod temeinic o ipoteză; arată deci că materialul studiat nu este suficient de concludent. Iar un rezultat neconcludent nu înseamnă o infirmare; el poate obliga însă la adâncirea unei cercetări” (Giurgiu 1972).

6.1.5. Analiza în detaliu privind avariile care afectează siguranța în expolare și durabilitatea lucrărilor

În continuare, pentru trei dintre evenimentele identificate cu cea mai mare frecvență în grupa I (fisuri, ruperi, degradări erozive) s-a recurs la o analiză în detaliu, mai întâi prin evidențierea frecvenței de afectare a lucrărilor (pe total, pe tipuri de lucrări și pe tipuri de soluții constructive), apoi prin evidențierea părților alcătuitoare cele mai frecvent afectate și a văilor unde s-a concentrat avaria, iar în final prin estimarea intensității globale a avariei și prin consemnarea cauzelor care au provocat-o sau au favorizat-o.

6.1.5.1. FISURAREA

Prin centralizarea datelor obținute pe teren și prin interogarea bazei de date (fig. 6.18), rezultă că acest tip de avarie este prezent la 45 de lucrări hidrotehnice (din totalul de 58), amplasate pe toate cele 9 văi torențiale amenajate din cadrul bazinului superior al râului Cărcinov (tabelul 6.5).

Părțile de lucrare afectate sunt în număr de 105. Pe patru dintre văile torențiale amenajate, toate lucrările au fost afectate. Cea mai mare proporție procentuală de afectare (59 %) s-a înregistrat la lucrările de pe Valea lui Anghel, iar cel mai ridicat raport dintre numărul de părți de lucrare afectate și numărul de lucrări afectate s-a înregistrat la Valea Purcăreții (3,5).

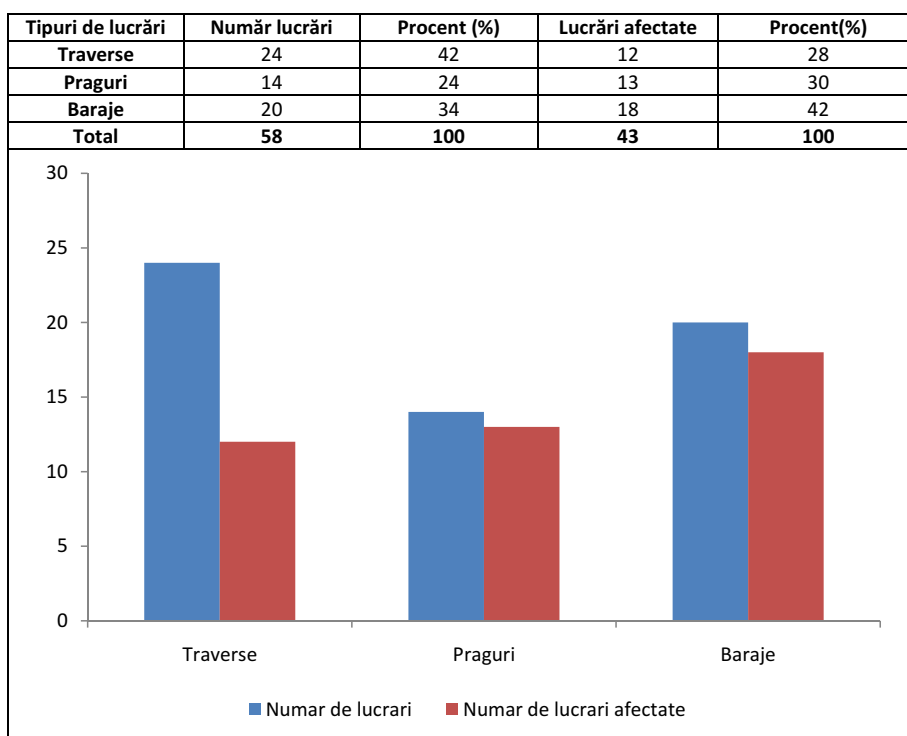
| Fisuri : Tabel | | | | |
|----------------|----------|-------|-----------|-----------|
| | id_lucr1 | Parti | Lfisuri m | Frecventa |
| ▶ | va11B | 9.8 | 1.5 | 1 |
| | va12B | 9.2 | 4.4 | 1 |
| | va17B | 9.2 | 1.5 | 1 |
| | va2B | 9.2 | 1.0 | 1 |
| | va17B | 9.3 | 1.0 | 1 |

Fig. 6. 18 Centralizarea fisurilor după: lungime, parte de lucrare afectată și identificarea lucrării în sistem. Crack parameters: length, affected works and ID

Tabelul 6. 5 Elemente privind distribuția fisurilor. The distribution of cracks

| Valea | Număr lucrări NL | Numărul de lucrări afectate NLA | Număr părți lucrare afectate NPLA | Proporția NLA/NL % | NPLA/NLA |
|--------------|------------------|---------------------------------|-----------------------------------|--------------------|-------------|
| Anghel | 17 | 10 | 18 | 59 | 1,8 |
| Clăilor | 4 | 4 | 11 | 100 | 2,7 |
| Coruiului | 3 | 3 | 6 | 100 | 2,0 |
| Mălăeși | 3 | 3 | 6 | 100 | 2,0 |
| Perilor | 5 | 5 | 11 | 100 | 2,2 |
| Purcăreții | 5 | 4 | 14 | 80 | 3,5 |
| Rea | 4 | 3 | 6 | 80 | 2,0 |
| Rotării | 4 | 3 | 10 | 80 | 3,3 |
| Șipot | 13 | 10 | 23 | 78 | 2,3 |
| Total | 58 | 45 | 105 | 77 | 2,33 |

Pe de altă parte, după datele prezentate în fig. 6.19, situația fisurilor se prezintă astfel: traversele afectate sunt în număr de 12, pragurile sunt afectate în număr de 13 și barajele în număr de 18.

**Fig. 6. 19** Frecvența lucrărilor afectate prin fisurare pe categorii tipologice. The frequency of works (types) affected by cracks

Analizând situația sub aspect procentual se pot constata următoarele (fig. 6.20): traversele sunt afectate în procent de 28 %, mai puțin decât procentul de 42 % pe care acestea îl ocupă din numărul total de lucrări: acest fenomen este explicabil prin aceea că astfel de lucrări expun o suprafață de atac mult mai mică în comparație cu pragurile și barajele, care expun, prin corpul lor dar și prin construcțiile anexe (radier, ziduri de gardă, pinten terminal, etc.) o suprafață mult mai mare la contactul cu factorii destabilizatori (fig. 6.21). Într-adevăr, se poate observa că procentul de afectare este mai mare decât procentul de reprezentare atât în cazul pragurilor (30 % față de 24 %) cât și în cazul barajelor (42 % față de 34 %).

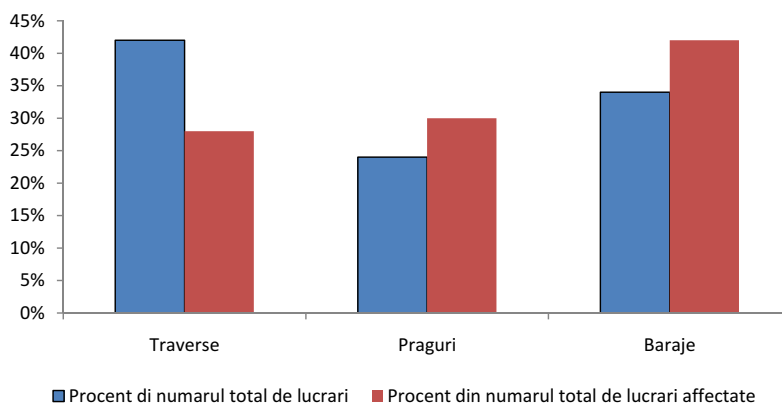


Fig. 6. 20 Distribuția fisurilor pe tipuri de lucrări, în valoare procentuală. The distribution of cracks related to the type of works affected (%)

În privința părților alcătuitoare ale lucrărilor (fig. 6.22), cu frecvența de fisurare cea mai mare se prezintă părțile 9.2 (aripa dreaptă) și 9.4 (corp zonă deversată), urmate la mică distanță de părțile 9.3 (corp zonă nedeversată dreapta) și 9.6 (aripa stângă).

Făcând o analiză asupra datelor din tabelul 6.6, se poate afirma că amploarea fisurilor, în funcție de lungimea acestora, se prezintă astfel:

- pentru clasa de lungimi 0-2 m, evenimentul de fisurare este de intensitate slabă; (60 dintre fisurile produse se încadrează în această clasă).
- pentru clasa de lungimi 2,1-4,0 m, s-au identificat 27 de manifestări, intensitatea fisurării fiind mijlocie.
- pentru clasa de lungimi 4,1-6,0 m sunt 10 manifestări, intensitatea fisurării fiind puternică.
- pentru clasa de lungimi 6,1-8,0 m sunt 5 fenomene, încadrate pe scara de apreciere la intensitatea foarte puternică.
- pentru clasa de lungimi 8,1- 10,0 m s-au depistat 3 fisuri, intensitatea fiind considerată excesivă.



Fig. 6. 21 Barajul 4B2,0 de pe Valea Clăilor prezentând o fisură ușor vizibilă la nivelul corpului zonei deversate (foto: Tudose 2009) Dam no 4B2.0 on Valea Clailor affected by a crack visible at the level of the overspill(photo: Tudose 2009)

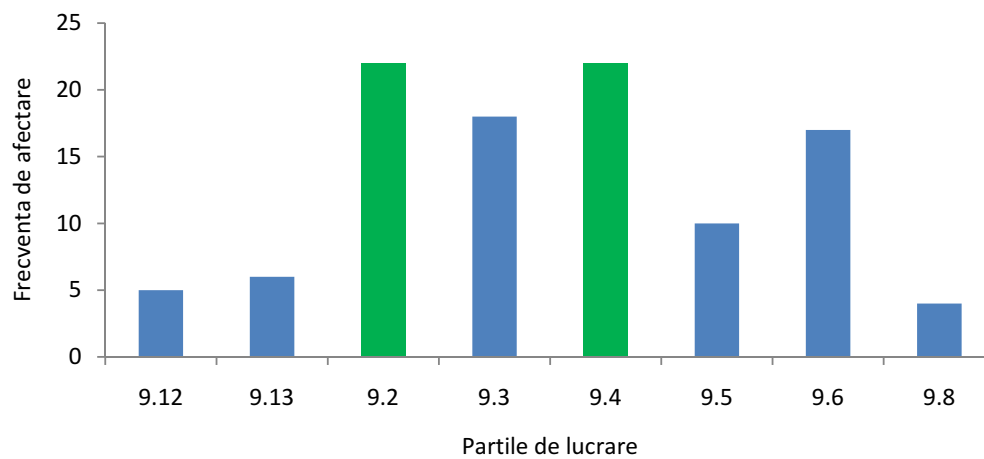
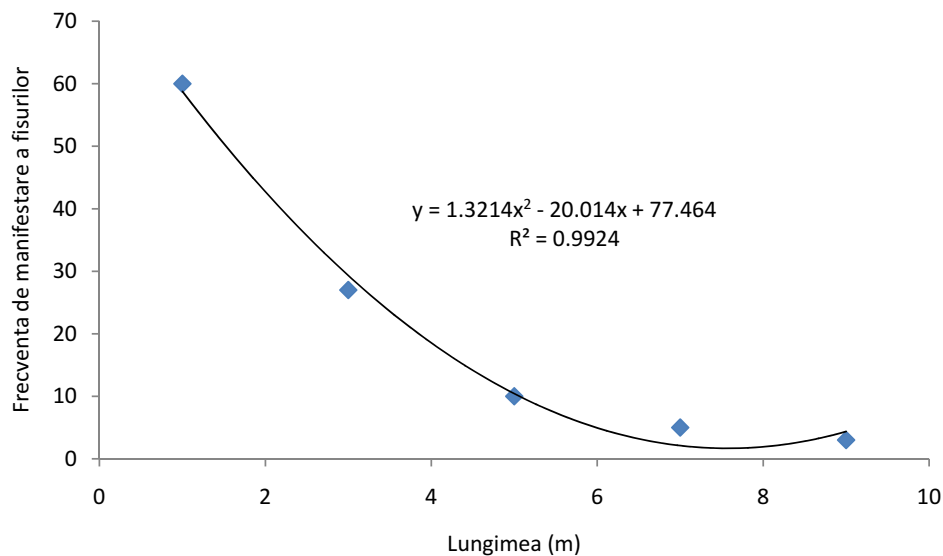


Fig. 6. 22 Părțile de lucrare afectate de fisuri. The parts of works affected by cracks

Tabelul 6. 6 Amplasarea fisurilor pe o scară de apreciere stabilită în funcție de lungime. Crack levels measured on a length-based scale

| Partea de lucrare | Lungimea fisurii în m/(centrul clasei) | | | | | Total |
|----------------------|--|--------------|--------------|--------------|---------------|------------|
| | 0-2 (1) | 2,1-4 (3) | 4,1-6 (5) | 6,1-8 (7) | 8,1-10 (9) | |
| 9.2 | 12 | 7 | 2 | 1 | 0 | 22 |
| 9.3 | 11 | 6 | 1 | 1 | 0 | 19 |
| 9.4 | 10 | 5 | 3 | 1 | 3 | 22 |
| 9.5 | 8 | 1 | 1 | 0 | 0 | 10 |
| 9.6 | 10 | 2 | 3 | 2 | 0 | 17 |
| 9.8 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 9.12 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 9.13 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| Total | 60 | 27 | 10 | 5 | 3 | 105 |

Cu datele din tabelul 6.6 s-a recurs la analiza corelației dintre frecvența și lungimea fisurilor, după cum se prezintă în fig. 6.23. Ecuția de regresie corespunzătoare acestei corelații, pentru care R^2 se apropie cel mai mult de valoarea 1, este ecuația de regresie polinomială de gradul doi, rezultat explicabil prin numărul mic de valori observate.

**Fig. 6. 23** Corelația dintre lungimea și frecvența de manifestare fisurilor. The correlation between the length and the frequency of cracks

Pe ansamblu, dacă se dorește să se afle intensitatea medie a fenomenului fisurilor, în funcție de lungime, se calculează media ponderată a valorilor observate după cum urmează:

$$M = \frac{1 \cdot 60 + 3 \cdot 27 + 5 \cdot 10 + 7 \cdot 5 + 9 \cdot 3}{105} = 2.4$$

În concluzie, la nivelul lucrărilor din bazinul superior al râului Cârcinov, fenomenul de fisurare a înregistrat o intensitate de manifestare mijlocie.

Dintre factorii care influențează siguranța și durabilitatea lucrărilor, responsabili și pentru producerea fisurilor enumerăm:

- factorii care exercită presiuni asupra paramentului amonte al lucrărilor: presiunea hidrostatică și hidrodinamică a apei în amestec cu aluviunile, împingerea aluviunilor, șocul corpurilor solide antrenate de curenții de apă, presiunea gheții;
- factorii derivați din condițiile geotehnice ținând cont că zona cercetată face parte din platforma de Cârdești sau pietrișurile de Cârdești (fig. 6.24) ceea ce explică capacitatea portantă mai redusă a patului albiei și a malurilor;
- factori care țin de punerea în operă a betonului (necontinuitatea turnării betonului) mai ales pentru fisurile cu dispunere orizontală;
- factori ce țin de calitatea materialului și de carențele din timpul turnării betonului, și
- factori care acționează din aval spre amonte (eroziuni regresive) mai ales prin nerealizarea pantei de aterisare sau din amonte spre aval (sufoziuni).



Fig. 6. 24 Substratul litologic din bazinul superior al râului Cârcinov favorizează producerea și manifestarea unor avarii (foto: Clinciu 2009). The composition of the lithological substratum found on the upper Carcinov basin increases the likelihood of occurrence of certain types of damages (photo:Clinciu 2009)

6.1.5.2. RUPEREA

În urma interogării bazei de date create în Microsoft Access (fig. 6.25), a rezultat că acest tip de avarie este prezent la 17 lucrări hidrotehnice, amplasate pe toate cele 9 văi torențiale amenajate (tabelul 6.7).

| id_lucr | Parti_componei | Frecventa | S_zonei_afec | S_T_a zonei |
|---------|----------------|-----------|--------------|-------------|
| va12B | 9.10 | 1 | 24 | 24 |
| va12B | 9.15 | 1 | 9 | 9 |
| va13B | 9.15 | 1 | 15 | 15 |
| va15B | 9.15 | 1 | 75 | 15 |
| va17B | 9.15 | 1 | 9 | 15 |
| va9B | 9.4 | 1 | 3 | 10 |
| vci2B | 9.2 | 1 | 56 | 1 |
| vco1B | 9.10 | 1 | 24 | 24 |
| vco1B | 9.1 | 1 | 1 | 2 |
| vco1B | 9.12 | 1 | 4 | 4 |
| vco1B | 9.13 | 1 | 4 | 4 |
| vco1B | 9.15 | 1 | 9 | 9 |
| vm2B | 9.10 | 1 | 6 | 24 |
| vm2B | 9.15 | 1 | 9 | 9 |
| vm3B | 9.12 | 1 | 1 | 48 |
| vm3B | 9.15 | 1 | 105 | 105 |
| vm3B | 9.13 | 1 | 2 | 63 |
| vm3B | 9.10 | 1 | 37 | 37 |
| vpe2B | 9.2 | 1 | 3 | 20 |
| vpu1B | 9.10 | 1 | 10 | 33 |
| vpu2B | 9.10 | 1 | 1 | 36 |
| vpu2B | 9.12 | 1 | 2 | 84 |
| vpu2B | 9.13 | 1 | 15 | 84 |
| vpu2B | 9.15 | 1 | 36 | 36 |
| vre4B | 9.13 | 1 | 1 | 6 |
| vre4B | 9.12 | 1 | 1 | 6 |
| vro2B | 9.10 | 1 | 6 | 23 |
| vs2EB | 9.8 | 1 | 16 | 32 |
| vs5B | 9.15 | 1 | 35 | 9 |
| vs6B | 9.6 | 1 | 15 | 12 |

Fig. 6. 25 Tabelul de interogare cu privire la ruperi. Breaks query table

Tabelul 6. 7 Frecvența evenimentului de rupere pe văi torențiale. The frequency of breaks encountered on torrential valleys

| Valea | Număr lucrări NL | Numărul de lucrări afectate NLA | Număr părți lucrare afectate NPLA | Propoția NLA/NL % | NPLA/NLA |
|--------------|------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------|------------|
| Anghel | 17 | 5 | 6 | 29 | 1,2 |
| Clăilor | 4 | 1 | 1 | 25 | 1,0 |
| Coruiului | 3 | 1 | 5 | 33 | 5,0 |
| Mălăeși | 3 | 2 | 6 | 66 | 3,0 |
| Perilor | 5 | 1 | 1 | 20 | 1,0 |
| Purcăreții | 5 | 2 | 5 | 40 | 2,5 |
| Rea | 4 | 1 | 2 | 25 | 2,0 |
| Rotării | 4 | 1 | 1 | 25 | 1,0 |
| Șipot | 13 | 3 | 3 | 23 | 1,0 |
| Total | 58 | 17 | 30 | 29 | 1.7 |

Din tabelul de mai sus se poate observa că, la nivelul întregului bazin, proporția lucrărilor afectate prin rupere este de 29 % iar numărul mediu de părți de lucrare afectate este de 1,7. Gradul de afectare cel mai ridicat (66 %) se înregistrează la Valea Mălăeși, unde și raportul de afectare al părților de lucrare este cel mai mare (3).

Din punct de vedere tipologic (fig. 6.26), traversele afectate sunt în număr de 2 (12 %), pragurile sunt afectate în număr de 6 (35 %) iar barajele în număr de 9 (53 %). Explicarea procentelor de mai sus este simplă: pragurile și barajele expun un număr de părți și o suprafață de contact mult mai mare decât în cazul traverselor.

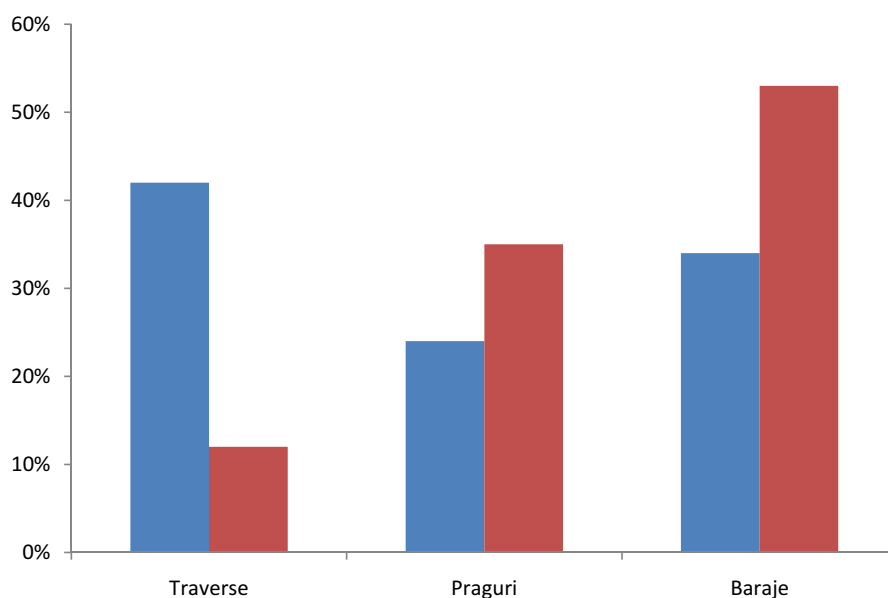


Fig. 6. 26 Procentul de afectare prin rupere pe tipuri de lucrări. The distribution of breaks related to the type of works affected (%)

Părțile componente în care ruperile s-au localizat cu frecvența cea mai mare sunt (fig. 6.27): partea 9.15 (pintenul terminal în zona radierului), cu o frecvență de 30 % (în 9 cazuri), urmată de partea 9.10 (radierul) cu o frecvență de 23 % (în 7 cazuri). Părțile 9.13 (zidul de gardă, stânga) și 9.12 (zidul de gardă, dreapta) prezintă aceeași frecvență de 13 % (câte 4 cazuri fiecare).

Pentru a estima amploarea evenimentului de rupere, în cazul lucrărilor hidrotehnice transversale din beton, drept criteriu de cuantificare s-a considerat procentul pe care îl deține evenimentul din suprafața totală a părții afectate.

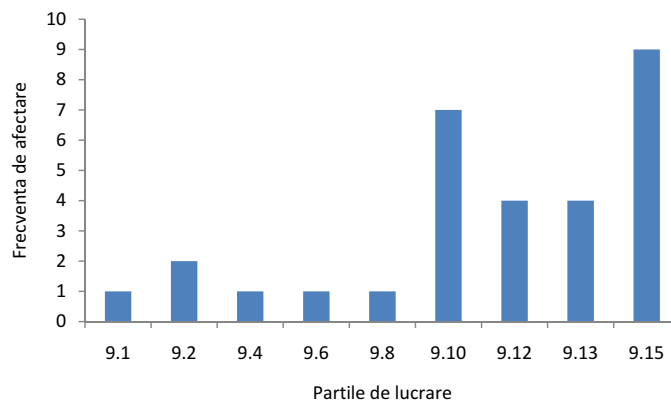


Fig. 6. 27 Frecvența de afectare cu evenimentul de rupere a părților de lucrare. The distribution of breaks related to the parts of works affected by it (%)

Folosind acest criteriu s-au constatat următoarele (tabelul 6.8 și fig. 6.28):

- ruperi puțin extinse (1-20 %) în 7 cazuri;
- ruperi mijlociu extinse (20-40 %) în 8 cazuri;
- ruperi puternic extinse (40-60 %) în 4 cazuri;
- ruperi foarte puternic extinse (60-100 %) în 11 cazuri.

Tabelul 6. 8 Amplasarea evenimentului de rupere pe părți de lucrare. The distribution of breaks related to the parts of works affected by it (%)

| Părți de lucrare | Proporția de afectare % | | | | Total |
|------------------|-------------------------|----------|----------|-----------|-----------|
| | 1-20 | 20-40 | 40-60 | 60-100 | |
| 9.1 | 0 | 0 | 1 | - | 1 |
| 9.2 | 1 | 1 | 0 | - | 2 |
| 9.4 | 0 | 1 | 0 | - | 1 |
| 9.6 | 1 | 0 | 0 | - | 1 |
| 9.8 | 0 | 0 | 1 | - | 1 |
| 9.10 | 1 | 3 | 0 | 3 | 7 |
| 9.12 | 2 | 1 | 0 | 1 | 4 |
| 9.13 | 2 | 1 | 0 | 1 | 4 |
| 9.15 | 0 | 1 | 2 | 6 | 9 |
| Total | 7 | 8 | 4 | 11 | 30 |

Datele supuse analizei ne mai arată că partea 9.15 (pintenul zona radierului) este foarte puternic afectată (în 6 cazuri suprafața afectată fiind de 100 %), iar în cazul părții 9.10 (radierul) distingem 3 cazuri cu gradul de afectare mijlociu și alte 3 cazuri cu gradul de afectare foarte puternic.

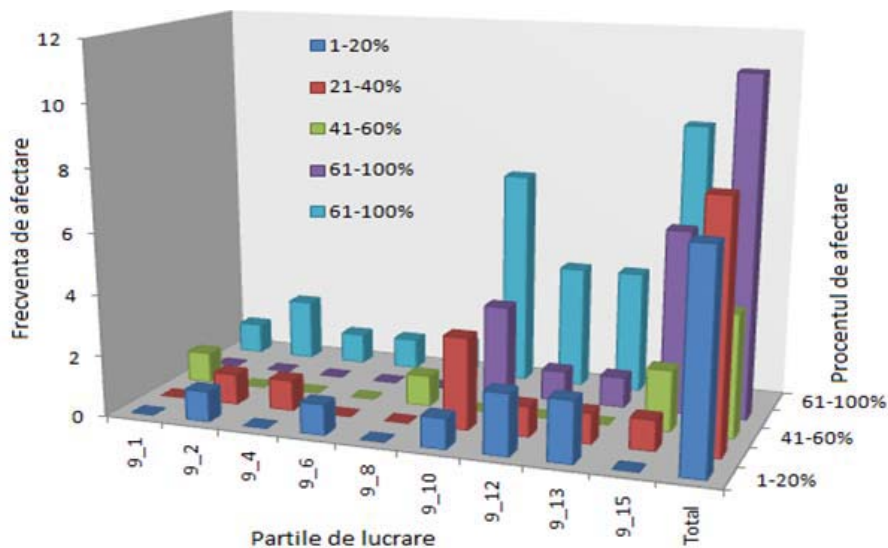


Fig. 6. 28 Frecvența și procentul de afectare al ruperii pe părți de lucrare. The frequency and damage intensity level of the break related to the affected part of works

La nivelul întregului bazin, pe cele 9 văi torențiale amenajate, situația se prezintă astfel:

- 11 cazuri cu afectare foarte puternică;
- 4 cazuri cu afectare puternică;
- 8 cu afectare mijlocie;
- 7 cu afectare redusă.

Dintre factorii care influențează siguranța și durabilitatea lucrărilor, considerăm responsabili pentru producerea ruperilor:

- nerealizarea aterisamentului în timpul prognozat în proiect (respectiv nesustenerea reciprocă a lucrărilor), ceea ce a condus în timp la erodarea și la adâncirea albiei în aval de lucrările transversale, la sufoziuni și în final la ruperea unor părți din lucrare (fig. 6.29).

- subdimensionarea unor părți de lucrare;
- executarea (ulterioară) a drumurilor de acces, cu afectarea aripilor lucrărilor;

- în sfârșit, o altă circumstanță favorizantă ar putea fi aceea că lucrările transversale nu au fost prevăzute cu dinți disipatori de energie deși acestea se află amplasate într-o zonă cu puternic caracter torențial și cu transport intens de aluviuni (pietrișurile de Căndești). În astfel de condiții, procesele de măcinare și de degradare erozivă au favorizat, ele însele, ruperea unor părți de lucrare (fig. 6.30).



Fig. 6. 29 Pragul 13B1,5 de pe Valea lui Anghel afectat de ruperi ale radierului datorită subminării acestuia (foto: Tudose 2009). Sill no 13B1.5 on Valea lui Anghel affected by breaks (photo: Tudose 2009)

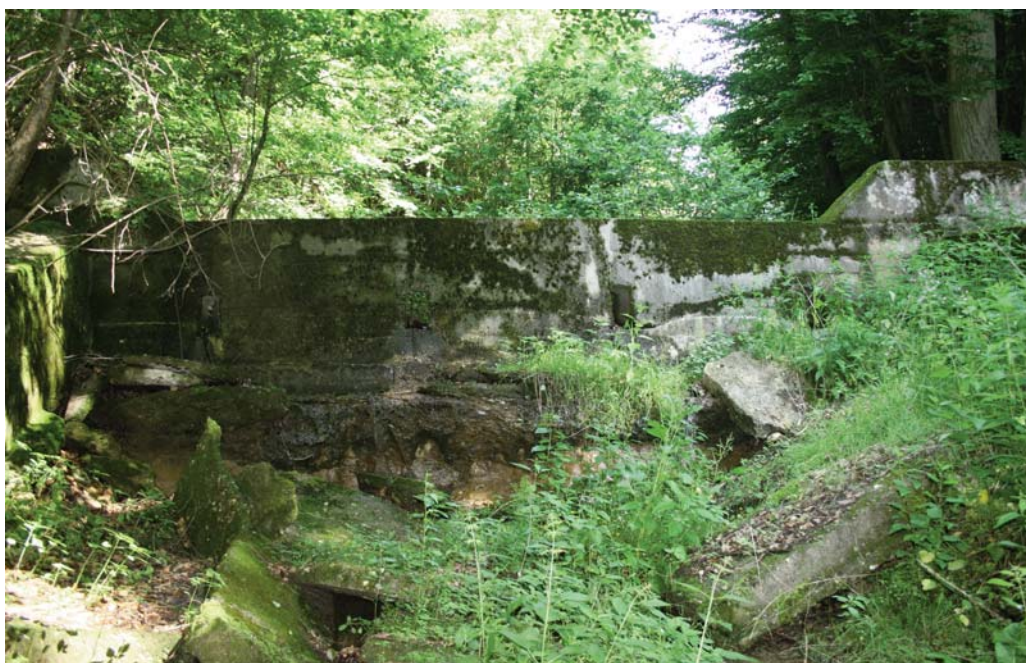


Fig. 6. 30 Pragul 12B1,5 de pe Valea lui Anghel, afectat de rupere în zona radierului (foto: Tudose 2009). Sill no 12B1.5 on Valea lui Anghel affected by breaks (photo: Tudose 2009)

6.1.5.3. DEGRADAREA PRIN ERODARE

Datele obținute pe parcursul cercetărilor și interogarea bazei de date (fig. 6.31 și tabelul 6.9) ne prezintă că acest eveniment (degradarea erozivă) s-a manifestat la un număr de 15 lucrări reprezentând 26 % din totalul lucrărilor existente. Părțile afectate sunt în număr de 26, raportul NPLA/NLA fiind în cazul de față de 1,7. Cu proporția de afectare cea mai ridicată se prezintă Văile Coruiului și Mălăeși (ambele cu 66 %), urmate de Valea Purcăreții (60 %); la Valea Rotării se înregistrează valoarea maximă a raportului de afectare a părților de lucrare (3,0).

| id_lucr | parti_lucrare | Frecventa | supra_partii | supra_erodata | adanci_erodare |
|---------|---------------|-----------|--------------|---------------|----------------|
| va13B | 9.4 | 1 | 15 | 1 | 10 |
| va8B | 9.8 | 1 | 4 | 2 | 6 |
| va13B | 9.8 | 1 | 8 | 1 | 4 |
| vs4B | 9.4 | 1 | 12 | 2 | 3 |
| vs13B | 9.5 | 1 | 8 | 2 | 5 |
| vs4B | 9.10 | 1 | 40 | 30 | 13 |
| vs5B | 9.10 | 1 | 24 | 12 | 15 |
| vs9B | 9.10 | 1 | 41 | 3 | 10 |
| vco1B | 9.2 | 1 | 5 | 2 | 4 |
| vco3B | 9.8 | 1 | 5 | 5 | 5 |
| vpe1B | 9.3 | 1 | 12 | 4 | 5 |
| vpe1B | 9.5 | 1 | 14 | 3 | 4 |
| vro4B | 9.3 | 1 | 21 | 3 | 8 |
| vro4B | 9.5 | 1 | 26 | 2 | 5 |
| vro4B | 9.6 | 1 | 10 | 1 | 5 |
| vm1B | 9.2 | 1 | 5 | 1 | 8 |
| vm2B | 9.10 | 1 | 24 | 4 | 13 |
| vm2B | 9.12 | 1 | 5 | 5 | 7 |
| vm2B | 9.13 | 1 | 5 | 5 | 4 |
| vpu4B | 9.2 | 1 | 18 | 3 | 5 |
| vpu4B | 9.3 | 1 | 12 | 2 | 7 |
| vpu1B | 9.4 | 1 | 6 | 3 | 8 |
| vpu2B | 9.4 | 1 | 10 | 2 | 6 |
| vpu4B | 9.8 | 1 | 7 | 2 | 7 |
| vpu1B | 9.10 | 1 | 24 | 2 | 13 |
| vpu2B | 9.10 | 1 | 33 | 33 | 10 |

Fig. 6.31 Interogarea tabeli cu evenimentul degradare erozivă utilizând baza de date creata in MS Access.
Erosional events query table

Tabelul 6.9 Frecvența evenimentului degradare erozivă pe văi torențiale, pe număr de lucrări și pe număr de lucrări afectate. The frequency of erosional events in relation with the total number of works found on each torrential valley and the number of works affected by this type of event

| Valea | Număr lucrări NL | Numărul de lucrări afectate NLA | Număr părți lucrare afectate NPLA | Proporția de afectare NLA/NL % | NPLA/NLA |
|--------------|---------------------|---------------------------------------|---|--------------------------------------|------------|
| Anghel | 17 | 2 | 3 | 12 | 1,5 |
| Clăilor | 4 | - | - | - | 0,0 |
| Coruiului | 3 | 2 | 2 | 66 | 1,0 |
| Mălăeși | 3 | 2 | 4 | 66 | 2,0 |
| Perilor | 5 | 1 | 2 | 20 | 2,0 |
| Purcăreții | 5 | 3 | 7 | 60 | 2,3 |
| Rea | 4 | - | - | - | 0,0 |
| Rotării | 4 | 1 | 3 | 25 | 3,0 |
| Șipot | 13 | 4 | 5 | 30 | 1,3 |
| Total | 58 | 15 | 26 | 26 | 1,7 |

Pe categorii tipologice, situația se prezintă după cum urmează (fig. 6.32): printre cele 15 lucrări afectate se distinge o traversă (4 %), din totalul barajelor se remarcă un număr de 7 lucrări afectate reprezentând 47 %, iar pragurile cu un număr de 7 lucrări afectate prezintă un procent de afectare tot de 47 %.

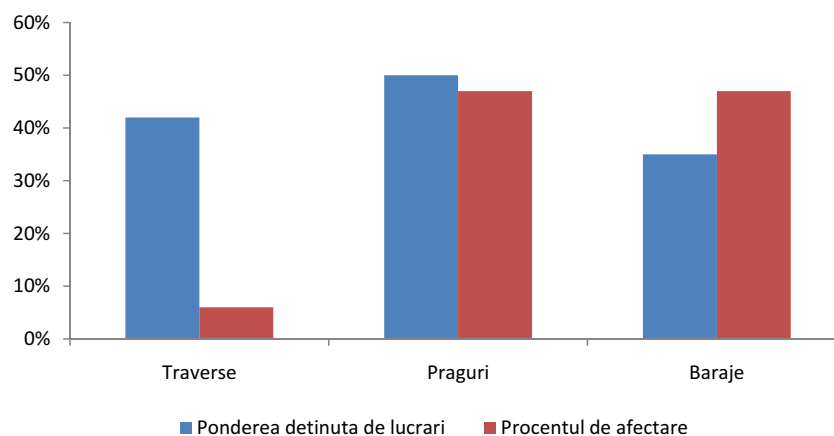


Fig. 6.32 Frecvența procentuală de manifestare a evenimentului de degradare erozivă, pe tipuri lucrări. The parts of works (types) affected by erosional events

În privința părților alcătuitoare ale lucrărilor hidrotehnice transversale, rezultatele analizei sunt următoarele (fig. 6.33):

- partea 9.10 (radierul) prezintă cea mai mare frecvență de afectare: 23 % (6 cazuri);
- frecvențe egale ale evenimentului (câte 4 cazuri, reprezentând 15 %) au fost înregistrate la părțile 9.8 (deversorul) și 9.4 (corp zonă deversată);
- părțile 9.2 (aripa dreaptă) și 9.3 (corp zonă nedeversată dreapta) sunt și ele afectate în procent egal (12 % în 3 cazuri).

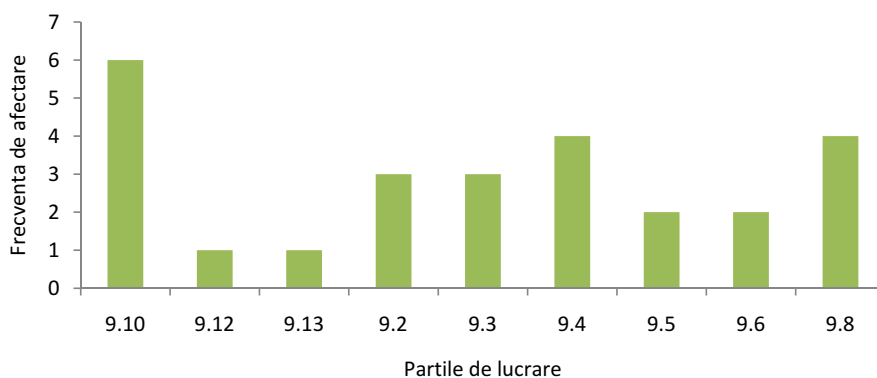


Fig. 6.33 Frecvența de afectare a părților de lucrare cu evenimentul degradarea erozivă. The distribution of erosional damages related to the parts of works affected by it

Analiza pentru amploarea avariei s-a făcut pentru părțile 9.10 (radierul), 9.4 (corp zonă deversată), 9.8 (pragul deversorului), 9.3 (corp zonă nedeversată dreapta) și 9.2 (aripa dreaptă), părți ce au fost identificate cu frecvența de afectare cea mai mare.

În tabelul 6.10 sunt evidențiate separat (cu roșu) degradările care au afectat radierul, separat (cu albastru) cele care au afectat corpul zonei deversate, separat (cu verde) degradările care au afectat pragul deversorului, separat (cu negru) cele care au afectat corp zonă nedeversată dreapta și separat (cu grenă) cele care au afectat aripa dreaptă. Codurile scrise în celulele tabelului sunt formate din: codul văii, indicativul lucrării din sistemul hidrotehnic și partea de lucrare afectată.

Tabelul 6. 10 Amploarea degradărilor prin erodare (De). The scale of erosional damage (De)

| Proporția de afectare | Adâncimea degradărilor prin erodare | | | | | |
|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------|-------|----------|-------|
| | 1-5 | 5-10 | 10-15 | 15-20 | Peste 20 | Total |
| 1-10 | Vs4B/9.4 | Va13B/9.4 Vs9B/9.10 Vpu4B/9.2 | Vpu1B/9.10 | - | - | 2/2/1 |
| 10-20 | Va13B/9.8 | Vro4B/9.3 Vm1B/9.2 Vpu4B/9.3 | | - | - | 1/2/1 |
| 20-30 | | Vpu2B/9.4 Vpu4B/9.8 | Vm2B/9.10 | - | - | 1/1/1 |
| 30-40 | Vco1B/9.2 Vpe1B/9.3 | | | - | - | 1/1 |
| 40-50 | | Va8B/9.8 Vpu1B/9.4 | | - | - | 1/1 |
| 50-60 | | | Vs5B/9.10 | - | - | 1 |
| 60-70 | | | | - | - | 0 |
| 70-80 | | | Vs4B9.10 | - | - | 1 |
| 80-90 | | | | - | - | |
| 90-100 | Vco3B/9.8 | Vpu2B/9.10 | | - | - | 1/1 |
| Total | 1/2/1/1 | 3/2/2/2/2 | 4 | 0 | 0 | 20 |

Respectând scara propusă de Clinciu (2003), degradările erozive s-au exprimat prin proporția în care au afectat părțile de lucrare rezultând următoarele:

- erodări foarte puțin extinse (până la 20 % din suprafață): 9 cazuri (45 %)
- erodări puțin extinse (20 %-40 %): 5 cazuri (25 %)
- erodări mijlociu extinse (40 %-60 %): 3 cazuri (15 %)
- erodări puternic extinse (60 %-80 %): 1 caz (5 %)
- erodări foarte puternic extinse (80 %-100 %): 2 cazuri (10 %)

Sub raportul manifestării în profunzime, degradările erozive au fost exprimate pe scara propusă de același autor; situația prezentându-se după cum urmează:

- erodări foarte superficiale (1-5 cm): 5 cazuri (25 %)
- erodări superficiale (5-10 cm): 11 cazuri (55 %)
- erodări mijlociu profunde (10-15 cm): 4 cazuri (20 %)
- erodări profunde (15-20 cm): 0 cazuri
- erodări foarte profunde (peste 20 cm): 0 cazuri

Analizând amploarea degradării la nivel global (tabelul 6.11), prin cuplarea și corelarea celor două criterii, se poate observa că erodări profunde și foarte profunde nu s-au identificat la lucrările din cuprinsul bazinului superior al râului Cârcinov, iar din punctul de vedere al suprafeței pe care s-a manifestat degradarea erozivă, gradul de erodare puternic extins și foarte puternic extins s-a manifestat într-un procent de 15 %.

Cel mai mare grad de manifestare îl prezintă degradarea foarte puțin extinsă și cea puțin extinsă (70 % împreună), iar din punctul de vedere al profunzimii prevalente sunt erodările foarte superficiale și superficiale (80 % împreună).

De asemenea, putem observa că partea 9.10 (radierul) este mijlociu – profund afectat iar pentru corpul zonei deversate degradarea este superficială.

Întrucât cifrele înscrise în interiorul compartimentelor din tabelul 6.11 semnifică numărul de cazuri (frecvențele), prin însumarea acestora, separat pe fiecare zonă diagonală, au rezultat următoarele frecvențe pe grade de intensitate ale avariei:

- intensitate foarte mică: 13 cazuri (65 %);
- intensitate mică: 3 cazuri (15 %);
- intensitate mijlocie: 2 cazuri (10 %);
- intensitate mare: 2 cazuri (10 %);
- intensitate foarte mare: 0 cazuri.

Prin acordarea de coeficienți celor cinci trepte de intensitate, de la 1 pentru intensitate foarte mică până la 5 pentru intensitate foarte mare, și prin efectuarea mediei ponderate obținem:

$$K_{DE} = \frac{(13 \cdot 1 + 3 \cdot 2 + 2 \cdot 3 + 2 \cdot 4 + 5 \cdot 0)}{20} = 1,65$$

Tabelul 6. 11 Tabloul frecvențelor privind amploarea degradărilor prin erodare, prin cuplarea criteriilor de analiză. The scale of erosional damage related to the frequency of occurrence of this type of event

| | | | | | |
|---|----|---|---|---|----|
| 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 5 |
| 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 5 | 11 | 4 | 0 | 0 | 20 |

Valoarea găsită demonstrează că, în ansamblu, degradările prin erodare au o amploare relativ redusă (de la foarte mică la mică).

Pentru redarea mai sugestivă a frecvențelor (cazurilor) în raport cu cele două criterii amintite (profundzime și extindere) s-a întocmit și stereograma de frecvență (fig. 6.34).

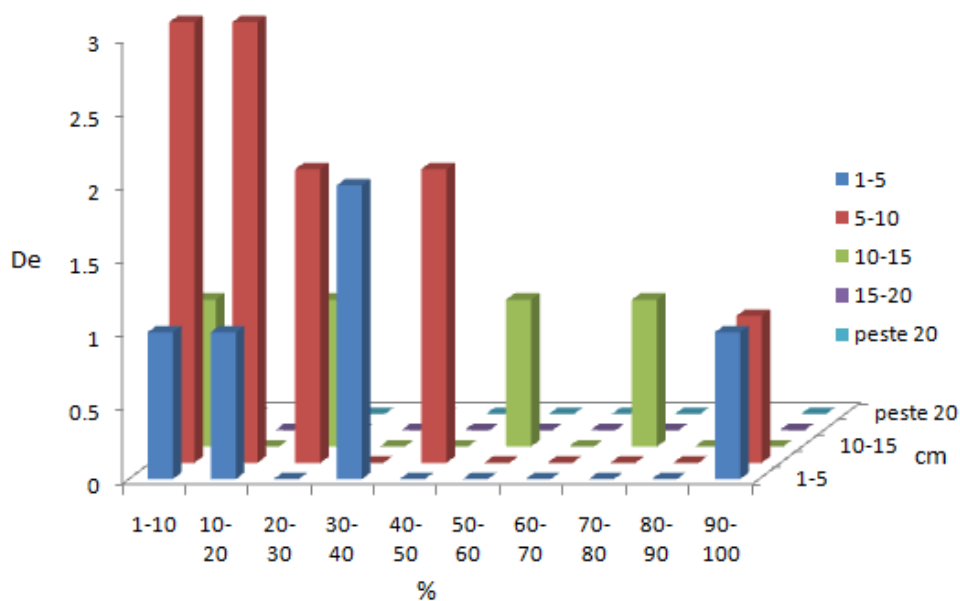


Fig. 6. 34 Stereograma frecvențelor privind amploarea degradărilor prin erodare (De). The frequency and scale of the erosional events (De)

Printre cauzele degradării erozive a lucrărilor se numără:

- nerespectarea dozajelor și a calității agregatelor folosite la prepararea betonului;
- acțiunea de uzură prelungită a factorilor de natură fizică și chimică;
- utilizarea agregatelor de râu cu urme de pământ și de resturi vegetale, astfel că în masa zidăriei au rezultat planuri de separație, respectiv căi de penetrare și de circulație a apei, care, prin îngheț și dezgheț repetat, au favorizat degradarea erozivă a zidăriei.

6.1.6. Analiza în detaliu privind avariile care afectează funcționalitatea lucrărilor

Ca și la paragraful § 5.1.5. se face analiza în detaliu a evenimentelor care afectează funcționalitatea lucrărilor dar, și de această dată, doar pentru avariile care au ponderea de participare cea mai mare. Analiza este dezvoltată sub aspectul frecvenței și intensității de afectare a lucrărilor dar și în ceea ce privește găsirea unor soluții de remediere și a recomandării unor măsuri de prevenire a acestor evenimente.

6.1.6.1. INSTALAREA HAOTICĂ A VEGETAȚIEI

Lipsa unor preocupări sistematice de degajare al culoarului central al albiilor, în urma dezvoltării haotice a vegetației, se soldează cu dirijarea curenților de apă către zonele de încastrare a lucrărilor și nu spre zona deversată, ducând implicit la avarii care de multe ori se soldează cu scoaterea parțială sau totală din funcțiune a lucrărilor.

Prin interogarea bazei de date (fig. 6.35), a rezultat că această disfuncționalitate a fost identificată la 48 de lucrări și respectiv 140 de părți de lucrare (tabelul 6.12).

| id_lucr | Total de Frecve | 9_10 | 9_12 | 9_13 |
|---------|-----------------|------|------|------|
| va11B | 4 | 1 | | 1 |
| va13B | 2 | 1 | | |
| va14B | 5 | | 1 | 1 |
| va15B | 3 | 1 | | |
| va17B | 1 | | | |
| va1B | 1 | | | |
| va2B | 3 | | | |
| va3B | 3 | | | |
| va4B | 2 | | | |
| va5B | 2 | | | |
| va8B | 1 | | | |
| va9B | 6 | 1 | 1 | 1 |
| vc11B | 2 | | | |
| vc12B | 1 | | | |
| vc13B | 4 | 1 | | |
| vc14B | 4 | 1 | | |
| vc03B | 1 | | | |
| vm1B | 2 | | | |
| vm2B | 5 | | | |
| vm3B | 2 | | | |
| vpe1B | 5 | 1 | | 1 |

Fig. 6.35 Tabelă cu instalarea haotică a vegetației din Microsoft Access. Unsupervised installation of forest vegetation – query table

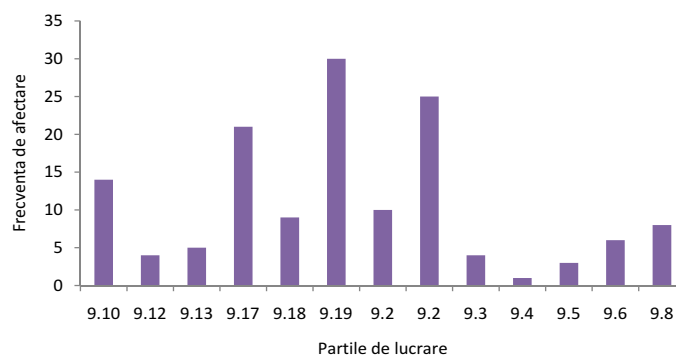
Tablelul 6. 12 Date privind instalarea haotică a vegetației forestiere pe văi torențiale. Data regarding the unsupervised installation of forest vegetation on the torrential valleys under research

| Valea | Număr de lucrări NL | Numărul de lucrări afectate NLA | Număr părți lucrare afectate NPLA | Proporția de afectare NLA/NL % | NPLA/NLA |
|------------|---------------------|---------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------|
| Anghel | 17 | 12 | 33 | 70 | 2,75 |
| Clăilor | 4 | 4 | 11 | 100 | 2,75 |
| Coruiului | 3 | 1 | 1 | 33 | 1,00 |
| Mălăeși | 3 | 3 | 9 | 100 | 3,00 |
| Perilor | 5 | 5 | 18 | 100 | 3,60 |
| Purcăreții | 5 | 4 | 18 | 80 | 4,50 |
| Rea | 4 | 3 | 6 | 75 | 2,00 |
| Rotării | 4 | 3 | 8 | 75 | 2,70 |
| Șipot | 13 | 13 | 36 | 100 | 2,80 |
| Total | 58 | 48 | 140 | 83 | 2,90 |

Pe patru dintre cele nouă văi torențiale amenajate, evenimentul s-a depistat la toate lucrările, iar la alte patru văi instalarea haotică a afectat între 75 % și 80 % din lucrările existente.

La scara întregului bazin luat în studiu, evenimentul s-a manifestat asupra lucrărilor în procent de 83 %, raportul NPLA/NLA fiind de aproximativ 3 părți de lucrare afectate la o singură lucrare executată.

Părțile de lucrare, unde s-a instalat haotic vegetația forestieră, cu frecvențele cele mai ridicate (fig. 6.36), sunt 9.19 (zona amonte de lucrare) cu frecvența de 21 % (30 de cazuri), 9.20 (zona aval de lucrare) cu frecvența de 18 % (25 de cazuri), 9.17 (zona corp – zid – pinten) cu frecvența de 15 % (21 de cazuri) și 9.10 (radierul) cu o frecvență de 10 % (14 cazuri).

**Fig. 6. 36** Frecvența de afectare a părților de lucrare, prin instalarea haotică a vegetației forestiere. The frequency of damages caused by the unsupervised installation of forest vegetation and the parts of works affected by it

Este de remarcat, că barajele sunt afectate de evenimentul instalării necontrolate a vegetației în procent de 41 %, urmând traversele și pragurile cu un procent de afectare de 38 % și respectiv de 21 %.

Dacă însă comparăm proporția de afectare pe categorii tipologice cu proporția de reprezentare tipologică a lucrărilor (fig. 6.37), constatăm că barajele prezintă un procent de afectare mai mare (41 %) decât procentul pe care acestea îl ocupă la nivelul bazinului (34 %).

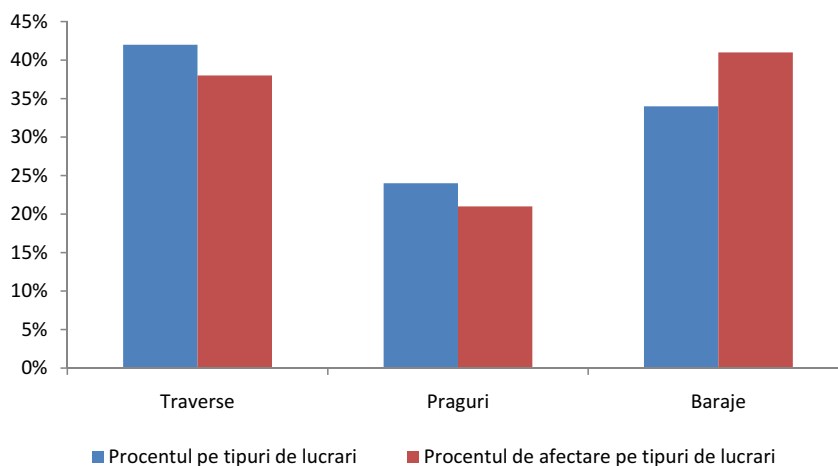


Fig. 6. 37 Procentul de afectare pe categorii de lucrări, în cazul instalării haotice a vegetației. Damages caused by the unsupervised installation of forest vegetation and the parts of works affected by it (%)

Analizând factorii care au favorizat instalarea necontrolată a vegetației forestiere pe rețeaua torențială amenajată din bazinul superior al râului Cărcinov se poate face afirmația că, în urma formării parțiale sau totale a aterisamentelor și a colmatării radierului cu aluviuni, s-au creat condiții prielnice pentru instalarea speciilor forestiere (salcia, aninul negru etc.- fig.6.38). Din acest punct de vedere, întreținerea la timp și în condiții bune a culoarului de scurgere îi revine beneficiarului, care are obligația de a degaja periodic vegetația forestieră instalată haotic pe acest culoar.

6.1.6.2. COLMATAREA RADIERULUI

Analizând baza de date se poate observa că această avarie a fost identificată la un număr de 19 lucrări hidrotehnice transversale.

Sub raport tipologic (fig.6.39) se constată că barajele au fost afectate în proporția cea mai mare (70 %), urmate de praguri (30 %).

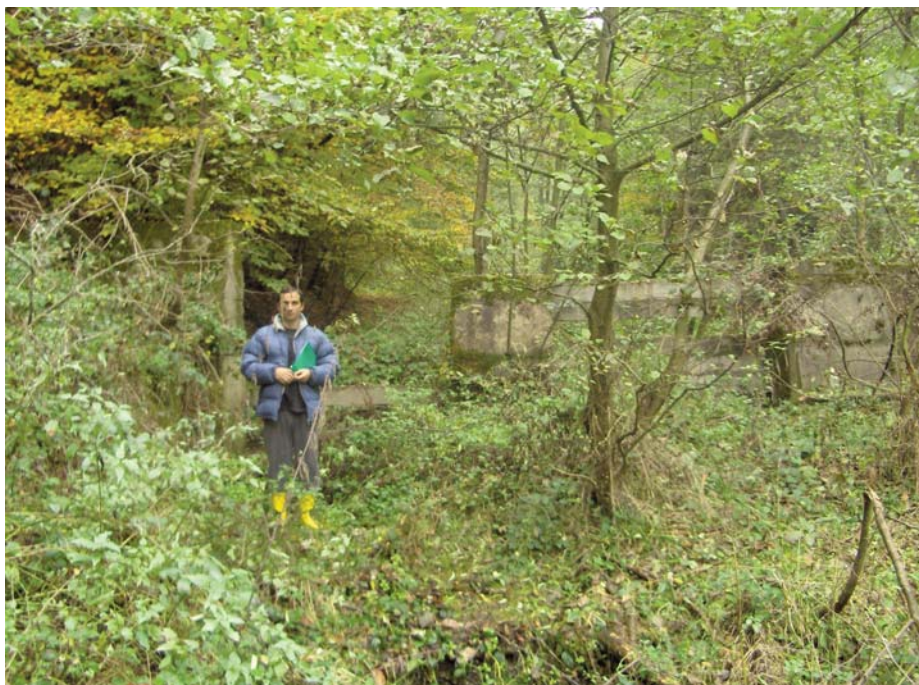


Fig. 6. 38 Vegetație forestieră instalată pe culoarul de scurgere la barajul 9B2,0 amplasat pe Valea lui Anghel (foto: Loriană Tudose 2009). Vegetation installed on the drainage of dam no 9B2.0 (photo: Loriană Tudose 2009)

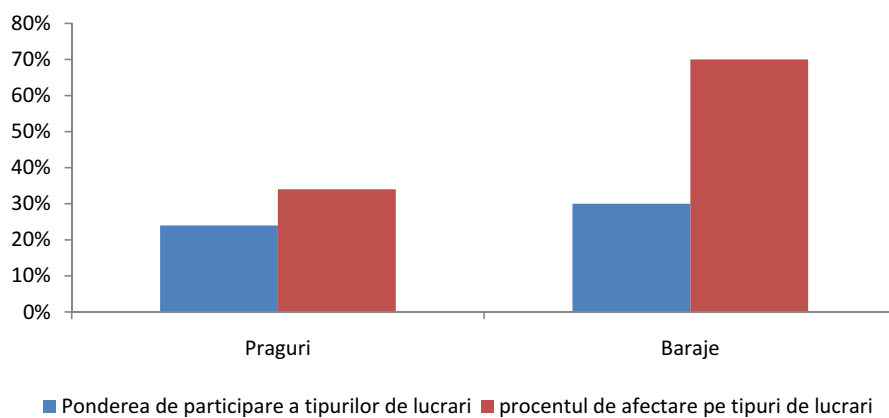


Fig. 6. 39 Procentul de afectare cu evenimentul colmatarea radierului (Cr). Damages caused by apron clogging and the parts of works affected by it (%)

Din totalul celor 19 lucrări, la care s-a identificat evenimentul colmatarea radierului, 6 dintre acestea sunt prevăzute în zona radierului cu treaptă de cădere iar la toate aceste lucrări suprafața delimitată de zona treptei este colmatată integral iar pe suprafața aluviunilor depuse s-a instalat vegetație forestieră (fig. 6.40.).



Fig. 6. 40 Colmatarea radierului și instalarea vegetației forestiere pe aluviunile depuse la barajul 17B4 de pe Valea lui Angel (foto: Tudose 2009). Apron clogging by alluvia, followed by the installation of vegetation on dam no 17B4 Valea lui Anghel(photo: Tudose 2009)

Pentru examinarea intensității evenimentului de colmatare a radierului s-a apelat la aceleași scări folosite în cercetările anterioare (Clinciu 2003, Lupașcu 2009) pentru a se putea realiza, în cercetările viitoare, o comparație asupra modului de manifestare a evenimentului pe zone geografice și pentru tipuri de lucrări diferite.

Din punctul de vedere al suprafeței colmate în cuprinsul radierului (exprimată prin proporția în care a fost afectată partea de lucrare), se constată următoarele:

- colmatări foarte puțin extinse (până la 20 % din suprafață): 0 cazuri;
- colmatări puțin extinse (20 %-40 %): 0 cazuri;
- colmatări mijlociu extinse (40 %-60 %): 12 cazuri (63 %);
- colmatări puternic extinse (60 %-80 %): 0 cazuri;
- colmatări foarte puternic extinse (80 %-100 %): 7 cazuri (37 %).

Sub raportul adâncimii colmatate a radierului, situația se prezintă după cum urmează:

- colmatări foarte superficiale (1-20 cm): 1 caz (5 %)
- colmatări superficiale (20-40 cm): 9 cazuri (47 %)
- colmatări mijlociu profunde (40-60 cm): 6 cazuri (32 %)
- colmatări profunde (60-80 cm): 3 cazuri (16 %)
- colmatări foarte profunde (peste 80 cm): 0 cazuri.

Așadar, din punctul de vedere al suprafeței colmatate afectarea este mijlociu extinsă (63 %) și foarte puternic extinsă (37 %), iar în ceea ce privește adâncimea colmatată intensitatea evenimentului gravitează de la superficială la profundă (tabelul 6.13).

Tabelul 6. 13 Amplasarea colmatării radierului. The scale of damage done by apron clogging

| Proporția de afectare | Adâncimea colmatării | | | | | Total |
|-----------------------|----------------------|--|----------------------------|----------|-------------|-------|
| | 1-20 cm | 20-40 cm | 40-60 cm | 60-80 cm | Peste 80 cm | |
| 1-10% | | | | | | 0 |
| 10-20% | | | | | | 0 |
| 20-30% | | | | | | 0 |
| 30-40% | | vre4B, | | vre2B, | | 2 |
| 40-50% | | vpe3B,vpe5B, | va15B,vs9B, vpe1B,vpe2B | vs6B | | 7 |
| 50-60% | | | vcl4B,vro4B | vs13B | | 3 |
| 60-70% | | | | | | 0 |
| 70-80% | | | | | | 0 |
| 80-90% | | | | | | 0 |
| 90-100% | vro1B | va11B,va13B va17B, vs5B, vco3B,vcl3B | | | | 7 |
| Total | 1 | 9 | 6 | 3 | 0 | 19 |

Cuplând cele două criterii de analiză a intensității evenimentului (tabelul 6.14) s-au găsit datele reprezentate în fig. 6.41.

Tabelul 6. 14 Frecvența privind amploarea colmatării radierului, prin cuplarea criteriilor de cuantificare.
The scale of damage done by apron clogging related to the frequency of occurrence of this type of event

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|----|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 0 | 2 | 4 | 1 | 0 | 7 |
| 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 3 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 6 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| 1 | 9 | 6 | 3 | 0 | 19 |

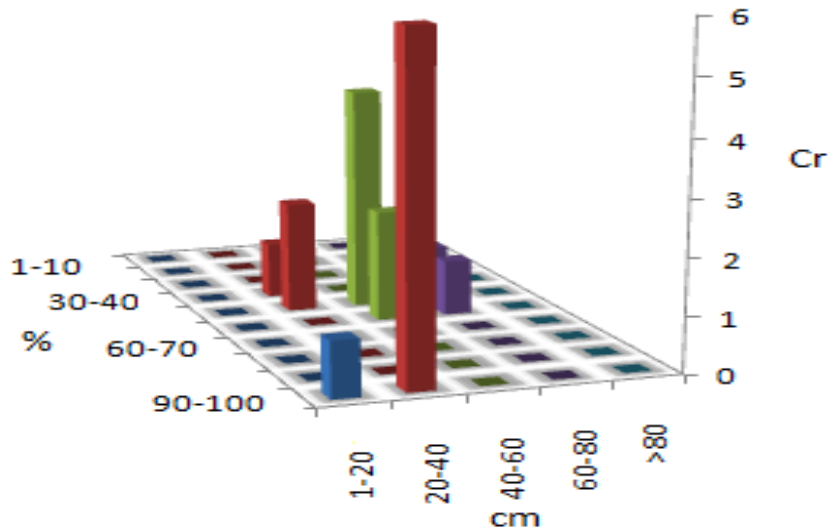


Fig. 6. 41 Stereograma frecvențelor privind amploarea colmatării radierului (Cr). The frequency and damage intensity level of the apron clogging related to the affected part of works

Prin însumarea cifrelor (frecvențelor) pe zone considerate ca având aceeași intensitate de manifestare și prin atribuirea unui cod al intensității pentru fiecare zonă obținem:

- intensitate foarte mică: 1 caz (5 %);
- intensitate mică: 2 cazuri (11 %);
- intensitate mijlocie: 8 cazuri (42 %);
- intensitate mare: 8 cazuri (42 %);
- intensitate foarte mare: 0 cazuri (0 %).

Media ponderată găsită, $K_{Cr} = (1 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 3 \cdot 8 + 4 \cdot 8 + 5 \cdot 0) / 19 = 3,3$ ne arată că evenimentul colmatarea radierului s-a manifestat cu o intensitate de la mijlocie la mare.

De ce această intensitate? Pentru că, de la data execuției și până la momentul de față, lucrările realizate în bazinul superior al râului Cârčinov nu au fost întreținute așa cum prevăd normativele în vigoare. Ar fi trebuit ca, dacă nu în fiecare an în parte, cel puțin după viiturile mai importante, să se efectueze, pe lângă alte operații, și operații de degajare a aluviunilor, mai ales că zona de cercetare corespunde din punct de vedere geologic cu zona pietrișurilor de Cândești, substrat ce favorizează un transport intens de aluviuni.

6.1.6.3. ADÂNCIREA ALBIEI

Evenimentul adâncirea albiei a fost identificat la un număr de 16 lucrări din totalul de 58 existente. Pe teren au fost măsurate lungimea sectorului de albie pe care s-a manifestat fenomenul de adâncire, precum și lățimea și adâncimea pe care acest fenomen s-a propagat.

Dintre cele 16 lucrări afectate (fig. 6.42), distingem 9 traverse (38 % din totalul traverselor), 6 praguri (din total reprezentând 43 %) și 1 baraj (5 %).

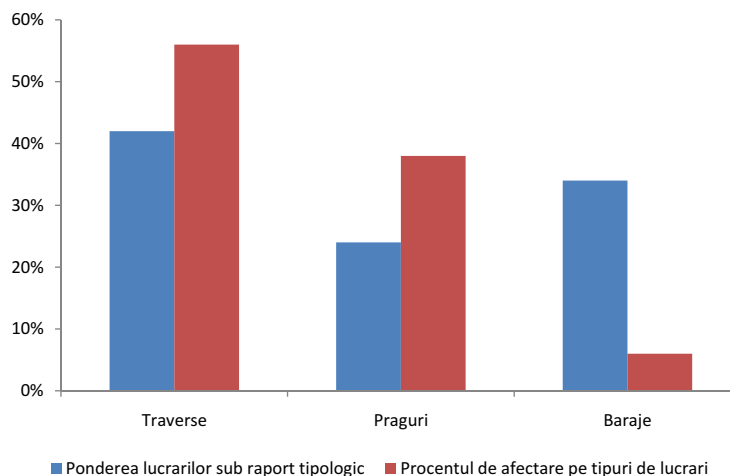


Fig. 6. 42 Adâncirea albiei pe tipuri de lucrări hidrotehnice. Damages caused by the deepening of the river bed and the parts of works affected by it (%)

Mai edificatoare este însă comparația cu ponderea tipologică de reprezentare a lucrărilor. Din acest punct de vedere, datele centralizate în câmpul figurii 6.42 ne arată că fenomenul adâncirii albiei s-a produs cu precădere la lucrările din grupul traverselor și al pragurilor și nu la lucrările din categoria barajelor (așa cum ne așteptam).

O primă explicație se sprijină pe observația făcută pe teren, anume aceea că traversele și pragurile au fost executate pe sectoare de albie cu lățime mică, dar cu lamă de apă importantă; prin contracția laterală provocată de îngustarea albiei în momentul trecerii de radier, apele au generat eroziuni în adâncime și eroziuni laterale ale sectorului de albie. Un alt factor care cu siguranță a contribuit la intensificarea fenomenului a fost substratul litologic extrem de fragil.

Cea de a doua explicație rezidă în nerealizarea aterisamentelor, disfuncționalitate care la rândul ei a împiedicat realizarea principiului susținerii reciproce a lucrărilor. Prin această disfuncționalitate, aterisamentul lucrării din aval nu s-a format până la radierul lucrării din amonte, lăsând frâu liber procesului erozional (fig. 6.43).



Fig. 6. 43 Adâncirea albie în aval de lucrarea 13B1,5 Localizată pe Valea lui Anghel (foto: Tudose 2009).
The deepening of the river bed downstream of works no 13B1.5 located on Valea lui Anghel
(photo: Tudose 2009)

Pentru estimarea intensității acestui fenomen s-a propus o scară în funcție de volumul de pământ dislocat (în m^3), estimat pe baza datelor din măsurători asupra lățimii albiei, adâncimii de erodare și lungimii pe care s-a manifestat acest eveniment. Pe scara propusă, cazurile depistate se poziționează în felul următor:

- intensitate foarte mică (1-50 m³): 4 cazuri (25 %);
- intensitate mică (50-100 m³): 8 cazuri (50 %);
- intensitate mijlocie (100-150 m³): 2 cazuri (13 %);
- intensitate mare (150-200 m³): 1 caz (6 %);
- intensitate foarte mare (200- 250 m³): 1 caz (6 %).

Atribuind valori de la 1 la 5 celor cinci grade de manifestare și făcând o medie ponderată la nivelul întregului bazin s-a observat că evenimentul de adâncire a albiei s-a manifestat cu o intensitate de la mică la mijlocie.

$$K_{Aa} = (1 \cdot 4 + 2 \cdot 8 + 3 \cdot 2 + 4 \cdot 1 + 5 \cdot 1/16) = 2,2$$

6.1.7. Avariile înregistrate, cauza scoaterii din funcțiune a unora dintre lucrările executate

6.1.7.1. AVARIILE SOLDATE CU SCOATEREA PARȚIALĂ DIN FUNCȚIUNE A LUCRĂRILOR

În general vorbind, sunt considerate drept scoase „parțial” din funcțiune lucrările care nu mai pot realiza decât parțial funcțiunile care, în faza de proiectare, le-au fost atribuite (Lazăr, Gaspar 1994): bararea curentului, retenția aluviunilor (pentru a se asigura consolidarea albiei și sprijinirea lucrărilor din amonte), dirijarea în anumite condiții a curentului spre aval etc.

În cadrul cercetării de față, s-au încadrat la această categorie lucrările care prezintă decastrări în zona corpului (nu și în zona pintenului terminal), lucrările care prezintă ruperi, lucrările depistate cu sufoziuni și lucrările care prezintă subminări.

Decastrările. La nivelul întregului bazin superior al râului Cărcinov, au fost identificate cu acest eveniment șase lucrări transversale. Dintre acestea s-au considerat scoase parțial din funcțiune două lucrări, restul prezentând acest eveniment într-o fază incipientă sau potențială. Consemnarea și a acestor lucrări este necesară în cazul caracterizărilor și analizelor statistice asupra modului de manifestare și, nu în ultimul rând, pentru a avertiza beneficiarul asupra urgenței și localizării viitoarelor intervenții de prevenire și remediere.

S-au identificat: traversa 5B0/1,5 de pe Valea lui Anghel (prezentând decastare la aripa dreaptă) și barajul 3B2,5 de pe Valea Clăilor (unde evenimentul a fost localizat la încastrarea de pe partea dreaptă).

În cazul barajului, adâncimea de încastrare trebuia să fie mai pregnant diferențiată ținând cont de înălțimea sa utilă și de deschiderea mare în amplasamentul văii. Pentru prevenirea avariilor și disfuncționalităților, barajele și deversoarele acestora trebuie să fie amplasate ținând seama de axul hidrodinamic al

albiei corectate, evitându-se dirijarea curentului în timpul viiturilor spre aripile barajului, datorită necoincidenței dintre axul corectat și direcția curentului de apă.

Ruperile. S-au identificat un număr total de 45 de lucrări hidrotehnice transversale afectate de acest eveniment. Ca și în cazul cercetărilor anterioare (Clinciu 2003, Lupașcu 2009), pentru a se putea face comparații, în analiză au fost luate numai ruperile produse în zona deversată a lucrărilor. Astfel s-a considerat că sunt scoase parțial din funcțiune următoarele lucrări:

- traversa 2B0/1,5 de pe Valea Clăilor la care aripa dreaptă s-a rupt;
- pragurile 13 B1,5 și 12B1,5 (fig. 6.44) de pe Valea lui Anghel și pragul 2B1,5 de pe valea Mălăieși, la care atât radierul cât și zidurile de gardă au prezentat ruperi pe suprafețe însemnate;
- barajul 9B2,0 de pe Valea lui Anghel și barajul 2B2,0 de pe Valea Purcăreții la care: pentru primul caz s-a identificat ruperea traverselor la partea 9.4, iar în cel de-al doilea caz ruperea s-a identificat la părțile 9.4, 9.10 și 9.11;
- barajul 3B3,0 de pe Valea Mălăieși.



Fig. 6. 44 Scoaterea parțială din funcțiune a lucrării 12B1,5 de pe Valea Anghel prin evenimentul ruperi (foto: Tudose 2009). Significant decrease in efficiency of works no 12B1.5 on Valea lui Anghel after it had been affected by breaks (photo: Tudose 2009)

Sufoziunile. Au fost afectate de acest eveniment un număr total de 10 lucrări, numărul de părți afectate fiind de 14.

S-a considerat că datorită acestui eveniment numai un număr de două lucrări au fost scoase parțial din funcțiune. Este vorba despre pragul 1B1,0 de pe Valea Mălăieși și pragul 13B1,5 de pe Valea lui Anghel (fig. 6.45).



Fig. 6. 45 Lucrarea 1B1,0 de pe Valea Mălăieși scoasă parțial din funcțiune de evenimentul sufoziune (foto: Tudose 2009). The decrease in efficiency of works no 1B1.0 on Valea Malaiesi after it had been affected by suffusion (photo: Tudose, 2009)

Pentru evenimentul sufoziune, cauza avariei este foarte ușor de remarcat și constă în aceea că panta de proiectare nu s-a realizat fie datorită estimării unui volum de aluviuni prea mare în comparație cu realitatea, fie datorită supraestimării pantei probabile de așezare a aluviunilor în aterisament.

Subminările. Acest eveniment s-a manifestat sub două forme: subminări ale radierului afectând un număr de 14 lucrări și subminări ale corpului, manifestate la un număr de 16 lucrări. În total, de acest eveniment au fost afectate 30 de lucrări și 37 de părți de lucrare.

Ca fiind scoase parțial din funcțiune de acest eveniment s-a considerat: traversele 2EB0/1,5; 3EB0/1,5 și 10B0/1,5 de pe valea lui Șipot și pragul 16B1,0 (fig. 6.46) de pe valea lui Anghel.

Principala cauză în manifestarea subminărilor fiind vulnerabilitatea erozională a substratului litologic.



Fig. 6. 46 Pragul 16B1,0 de pe Valea lui Anghel, scos parțial din funcțiune prin evenimentul subminare (foto: Tudose 2009). The decrease in efficiency of sill no 16B1.0 on Valea lui Anghel after it had been affected by undermining (photo: Tudose 2009)

6.1.7.2. AVARIILE SOLDATE CU SCOATEREA TOTALĂ A LUCRĂRILOR DIN FUNCȚIUNE

S-au considerat scoase total din funcțiune lucrările care nu mai pot îndeplini funcțiunile ce le-au fost atribuite în faza de proiectare. Au fost introduse aici numai lucrările hidrotehnice transversale puternic afectate de evenimentul „îngroparea lucrărilor”.

Astfel, din numărul total de lucrări afectate de acest eveniment (12), numai 5 au fost scoase total din funcțiune, fiind vorba despre traversele 1B0/1,5, 3B0/1,5, 5B0/1,5 și 10B0/1,5 de pe valea lui Anghel și traversa 8B0/1,5 (fig. 6.47) de pe Valea lui Șipot.

Chiar dacă, prin definiție, traversele sunt lucrări înfundate complet în patul albiei, totuși faptul că și aripile traverselor au fost complet acoperite de aluviuni au determinat, să se considere că principala funcție a acestor lucrări (de consolidare și regularizare) nu mai poate fi îndeplinită în viitor.

Cauza care a provocat îngroparea acestor părți de lucrare este legată de faptul că dispunerea traverselor în cuprinsul rețelei hidrografice s-a realizat de regulă la confluența cu pâraiașe torențiale din cuprinsul bazinului, neamenajate cu lucrări hidrotehnice, care au livrat un intens transport de aluviuni.



Fig. 6. 47 Scoaterea totală din funcțiune, provocată de evenimentul „îngroparea lucrărilor”, a traversei 8B0 de pe valea lui Șipot (foto: Tudose 2009). Total damage of traverse no 8B0 on Valea lui Șipot caused by the complete burial of works (photo: Tudose 2009)

6.2. Rezultatele cercetărilor privind efectul lucrărilor

6.2.1. Lungimea, suprafața și volumul aterisamentelor pe văi torențiale

Din prezentarea datelor stabilite pe baza măsurătorilor și prin interogarea bazei de date din Microsoft Access (fig. 6.48), aterisamentele pe care le-au creat lucrările hidrotehnice transversale de pe văile torențiale din bazinul luat în studiu se extind pe o lungime de albie de 840 m, ele acoperind o suprafață de circa 1,5 ha și stocând un volum de aluviuni de aproximativ 5 600 m³.

Dacă se urmărește distribuția celor trei caracteristici analizate (Lat, Sat și Wat) pentru cele nouă văi torențiale amenajate cu lucrări hidrotehnice transversale de corectarea torenților, se pot remarca următoarele (fig. 6.49):

- după lungimea totală a aterisamentelor se detașează: Valea lui Anghel (cu 136 m); Valea Purcăreții (cu 134 m) Valea Mălăeși (cu 130 m); Valea Șipot (cu 121 m) și Valea Perilor (cu 120m).

- din punctul de vedere al suprafeței aterisate, ierarhizarea este diferită de precedentă, fiindcă intervine lățimea văii torențiale, care își pune puternic amprenta asupra acestei suprafețe; ordinea este următoarea: Valea Purcăreții

(0,31 ha), Valea Perilor/ Valea Anghel / Valea lui Mălăeși (0,21 ha), Valea Șipot (0,20 ha) și Valea Rotării (0,10 ha).

• în ceea ce privește volumul aterisamentului, se pune în evidență detașarea, aproape în valoare dublă, a două văi torențiale amenajate (Valea Perilor, cu 1424 m³ și Valea Mălăeși cu 1288 m³), aceste văi fiind urmate de Valea Purcăreții / Valea lui Șipot cu 676 m³.

| id_lucr | Yat | b(metri) | B(m) | Lat | Panta% | Sat mp | Wat mc |
|--------------|-----|----------|------|------------|--------|--------------|-------------|
| va9B | 0,5 | 19 | 23 | 12 | 3 | 276 | 61 |
| va11B | 0,8 | 6 | 13 | 27 | 2 | 351 | 90 |
| va12B | 0,4 | 10 | 13 | 14 | 3 | 182 | 31 |
| va13B | 0,2 | 10 | 17 | 14 | 4 | 238 | 17 |
| va14B | 0,8 | 11 | 17 | 12 | 2 | 204 | 63 |
| va15B | 0,6 | 13 | 16 | 15 | 5 | 240 | 63 |
| va16B | 0,3 | 10 | 13 | 12 | 4 | 156 | 20 |
| va17B | 1,1 | 13 | 16 | 30 | 2 | 480 | 231 |
| vs4B | 0,4 | 6 | 15 | 13 | 3 | 195 | 23 |
| vs5B | 0,8 | 6 | 12 | 10 | 4 | 120 | 32 |
| vs6B | 1,5 | 10 | 17 | 38 | 3 | 646 | 352 |
| vs9B | 0,5 | 12 | 18 | 20 | 4 | 360 | 70 |
| vs13B | 0,8 | 9 | 19 | 40 | 4 | 760 | 198 |
| vco1B | 1,5 | 5 | 14 | 18 | 2 | 252 | 108 |
| vco3B | 1,5 | 9 | 14 | 23 | 3 | 322 | 184 |
| vpe1B | 0,9 | 12 | 20 | 45 | 3 | 900 | 298 |
| vpe2B | 1,5 | 11 | 25 | 30 | 3 | 750 | 353 |
| vre2B | 0,4 | 10 | 18 | 20 | 3 | 360 | 51 |
| vre4B | 0,7 | 9 | 12 | 30 | 3 | 360 | 105 |
| vpe3B | 1,5 | 27 | 40 | 25 | 6 | 1000 | 589 |
| vpe5B | 2,3 | 6 | 12 | 20 | 3 | 240 | 184 |
| vci3B | 1 | 10 | 15 | 20 | 4 | 300 | 117 |
| vci4B | 1 | 8 | 12 | 15 | 4 | 180 | 70 |
| vro1B | 0,6 | 7 | 12 | 15 | 4 | 180 | 39 |
| vro2B | 1 | 9 | 13 | 18 | 4 | 234 | 93 |
| vro4B | 1 | 7 | 17 | 40 | 5 | 680 | 207 |
| vm1B | 1 | 10 | 16 | 20 | 3 | 320 | 120 |
| vm2B | 1,5 | 9 | 20 | 30 | 4 | 600 | 286 |
| vm3B | 2 | 9 | 15 | 80 | 7 | 1200 | 882 |
| vpu1B | 1 | 6 | 10 | 25 | 3 | 250 | 92 |
| vpu2B | 1 | 10 | 16 | 25 | 5 | 400 | 150 |
| vpu3B | 0,6 | 8 | 14 | 19 | 4 | 266 | 57 |
| vpu4B | 0,4 | 30 | 40 | 50 | 3 | 2000 | 334 |
| vpu5B | 0,5 | 10 | 14 | 15 | 3 | 210 | 43 |
| Total | | | | 840 | | 15212 | 5614 |

Fig. 6. 48 Evidența centralizatoare privind lungimea, suprafața și volumul aterisamentelor. The length, area and volume of siltation

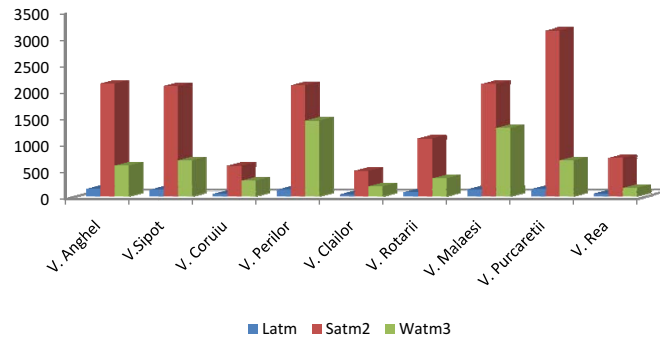


Fig. 6. 49 Valorile Lat, Sat și Wat, în valoare absolută, pentru cele 9 văi torențiale amenajate în cadrul bazinului superior al râului Cărcinov. The values for Lat, Sat and Wat related to the nine torrential valleys located on the upper Carcinov basin

Pentru a putea urmări cu ușurință distribuțiile celor trei elemente amintite, și pentru a le putea compara între ele, s-a recurs la o reprezentare comună a datelor de analiză, variabilele pe văi torențiale nemaifiind considerate în valoare absolută, ci în expresie procentuală, față de totalul general. S-a obținut, astfel, histograma din fig. 6.50, de unde se remarcă:

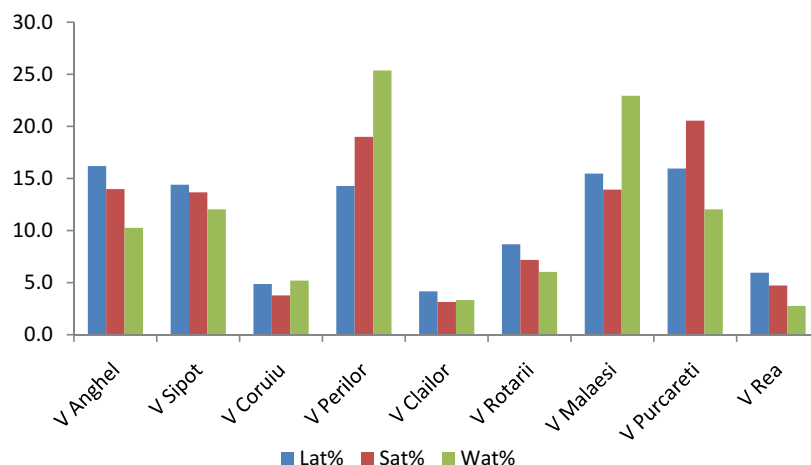


Fig. 6. 50 Exprimarea celor trei indicatori (Lat, Sat și Wat) în valoare procentuală din totalul pe întregul bazin. Percentage values for Lat, Sat and Wat

- o detașare mai evidentă pentru Valea Perilor, Valea Mălăeși și Valea Purcăreții, din punctul de vedere al tuturor variabilelor cercetate;
- proporțiile procentuale (redate prin culori diferite) dețin ierarhii care diferă de la o vale la alta;
- proporții procentuale crescătoare de la Lat către Wat caracterizează numai Valea Perilor, unde, datorită lățimii foarte mari a patului albiei (dar și datorită numărului și/sau înălțimii lucrărilor), prevalent este volumul aterisat, urmat în ordine de suprafața aterisată și de lungimea aterisamentului;
- cu o distribuție inversă a variabilelor de analiză, adică prezentând proporții procentuale descrescătoare de la Lat spre Wat (adică cu prevalența lungimii aterisate și nu a volumului de aterisare) apar la: Valea Anghel, Valea Șipot, Valea Rotării și Valea Rea. Aici predomină un număr mai mare de lucrări cu înălțime mică, parte din acestea fiind incomplet colmatate;
- suprafața aterisată identificată cu valoarea procentuală cea mai mare în detrimentul celorlalte două elemente a fost identificată în cazul unei singure văi și anume Valea Purcăreții; explicația ar putea fi aceea că lățimea foarte mare a albiei și înălțimea colmatată redusă au determinat valoarea mare a suprafeței aterisate în comparație cu celelalte două elemente (Lat și Wat).

6.2.2. Lungimea, suprafața și volumul aterisamentelor pe clase de înălțime

O altă direcție de analiză a fost cea a distribuției termenilor Lat, Sat și Wat, de această dată nu pe văi torențiale, ci pe clase de înălțime a lucrărilor hidrotehnice transversale.

Pentru a fi posibilă în viitor o paralelă între rezultatele cercetării de față și rezultatele cercetărilor anterioare (Clinciu 2003, Lupașcu 2009), s-au adoptat aceleași clase de înălțime: mai întâi 0,5 m, iar apoi 2,0 m.

Pentru intervalul de clasă de 0,5 m, distribuția se prezintă în fig. 6.51. Se poate observa că lucrările încadrate în primele trei intervale de clasă se detașează net de celelalte, mai ales în privința suprafeței aterisate, dar și din punctul de vedere al volumului aterisat.

Pentru a putea realiza o analiză comparativă a celor trei termeni s-a recurs la reprezentarea lor în valoare procentuală (fig. 6.52).

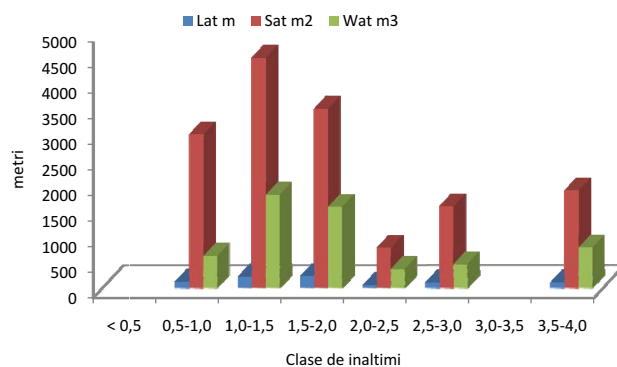


Fig. 6. 51 Distribuția termenilor Lat, Sat și Wat pe clase de înălțime, în valoare absolută. The distribution of Lat, Sat and Wat based on classes of height (absolute values)

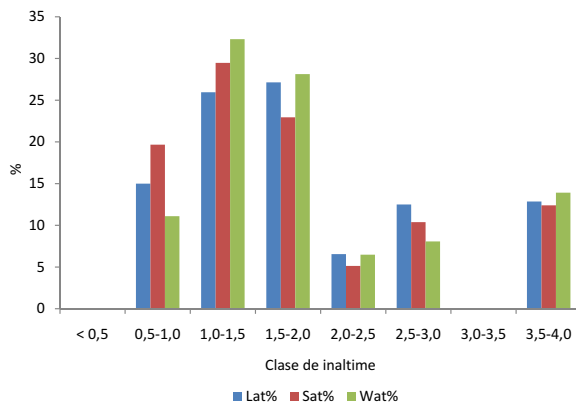


Fig. 6. 52 Distribuția termenilor Lat, Sat și Wat pe clase de înălțime, în valoare procentuală. The distribution of Lat, Sat and Wat based on classes of height (%)

Se evidențiază, astfel, că lucrările aparținând la două clase (1,0 – 1,5 și 1,5 – 2,0 m) cumulează mai mult de jumătate din valorile termenilor Lat, Sat și Wat. Pe primul loc se situează lucrările din categoria pragurilor (1,0 – 1,5 m), care participă în proporție de 26 % la definirea lungimii aterisate, în proporție de 29 % la definirea suprafeței aterisate și în proporție de 32 % la definirea volumului aterisat.

Faptul că la înălțimi atât de mici, Wat este prevalent față de Sat și Lat se explică prin aceea că nu doar influența înălțimii este hotărâtoare asupra celor trei termeni și că, pe lângă aceasta, mai apar influențe și din partea altor factori, cum ar fi de exemplu lățimea albiei și panta de aterisare. Or, lucrările din clasele de înălțime 1,0 – 1,5 m sunt amplasate pe văi torențiale unde lățimea albiei (B) este mai mare decât în cazul clasei de înălțime 2,5 – 3,0 m.

Dacă aceleași date procentuale sunt grupate pe clase de înălțime de 2,0 m (fig. 6.53), se poate observa că lucrările încadrate într-o singură clasă (0,0-2,0 m) cumulează 68 % din lungimea totală consolidată prin aterisare, 72 % din suprafața totală aterisată și 72 % din volumul total de aluviuni stocat în aterisament.

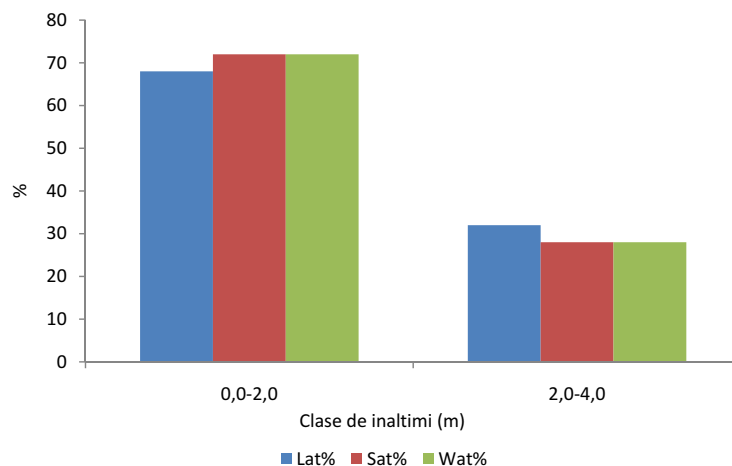


Fig. 6. 53 Lat, Sat și Wat (%), pe clase de înălțime de 2 m. The distribution of Lat, Sat and Wat based on the class of 2 m-height (%)

Pentru a putea evidenția mai bine influența, atât a înălțimii colmatate cât și a lățimii albiei, s-a realizat reprezentarea în valoare procentuală a celor două tipuri de lucrări, capabile de a forma aterisament (praguri și baraje). S-au constatat următoarele (fig. 6.54):

- din totalul lucrărilor capabile de a forma aterisament, pragurile dețin o pondere de 41 % iar barajele de 59 % .
- în cazul pragurilor se poate observa că:

- Lat prezintă cea mai mică valoare procentuală în comparație cu valorile procentuale ale celorlalți doi termeni (Sat și Wat),
- Valoarea procentuală a lui Sat în cazul pragurilor, mai mare decât valorile procentuale ale Lat și Wat se poate exprima prin lățimi ale albiei foarte mari;
- Valoarea procentuală Wat, mai mică decât valoarea procentuală a termenului Sat, se explică atât prin înălțimea colmatată foarte mică cât și prin lungimi mici ale aterisamentului.
- în cazul barajelor putem formula următoarele explicații:
 - Lat cu valoarea procentuală cea mai mare, în comparație cu valorile procentuale ale celor doi termeni Sat și Wat, se poate explica prin capacitatea barajelor de a forma aterisamente cu lungimi mari.
 - Sat cu valoarea procentuală cea mai mică în comparație cu termenii Lat și Wat se explică prin aceea că locul de amplasare al barajelor a corespuns în mare parte cu lățimi mici ale albiilor,
 - Wat cu valoare procentuală mai mare decât Sat se explică prin lungimi de aterisament mari;
 - Wat cu valoare procentuală mai mică decât Lat se poate explica prin aceea că înălțimea colmatată a fost totuși mică în raport cu înălțimea utilă a lucrărilor.

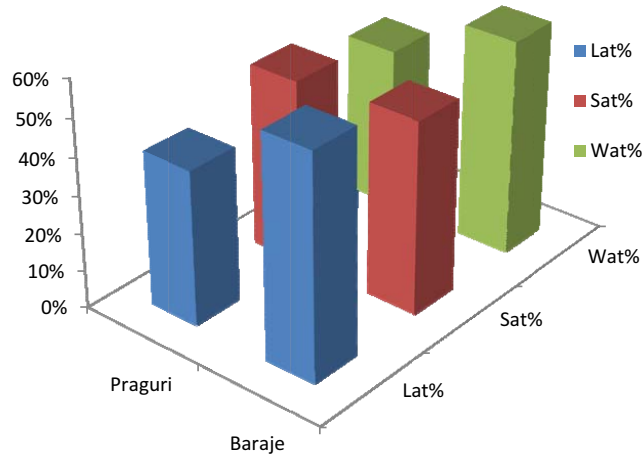


Fig. 6. 54 Reprezentarea termenilor Lat, Sat și Wat (în %), pe categorii tipologice de lucrări. The distribution of Lat, Sat and Wat based on the type of works (%)

Mai departe, pentru a putea stabili, pentru toți cei trei parametri de analiză (Lat, Sat și Wat), valorile unitare medii pe clase de înălțime, s-a trecut la reorganizarea datelor cu privire la acești parametri deoarece intervalul de clasă stabilit inițial (0,5 m) fiind prea mare nu ne putea oferi rezultate concludente cu privire la indicatorii statistici luați în analiză (media, regresia și coeficientul de

corelație). Intervalul de clasă nou stabilit a fost de 0,3 m.

S-a observat că, în toate cele trei cazuri (fig. 6.55, 6.56, 6.57), ritmul de creștere este mai atenuat în domeniul pragurilor și mai accentuat în domeniul barajelor.

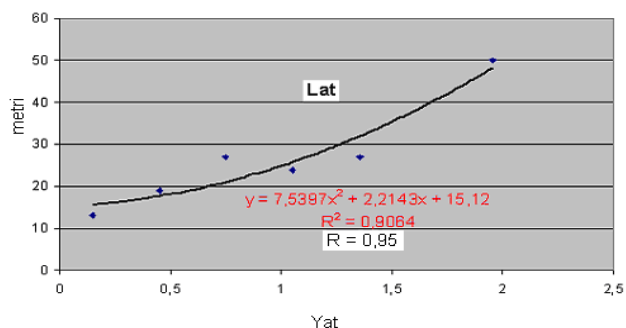


Fig. 6.55 Mediile Lat (y) pe clase de înălțimi Yat (x), pentru lucrările capabile de a forma aterisament și regresia acestor medii după funcția polinomială. The average Lat(y) in relation to the class of heights Yat(x) for the works prone to siltation (and the polynomial regression)

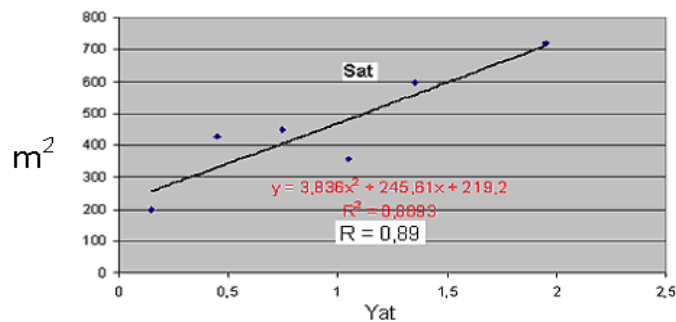


Fig. 6.56 Mediile Sat (y) pe clase de înălțimi Yat (x), pentru lucrările capabile de a forma aterisament și regresia acestor medii după funcția polinomială. The average Sat(y) in relation to the class of heights Yat(x) for the works prone to siltation (and the polynomial regression)

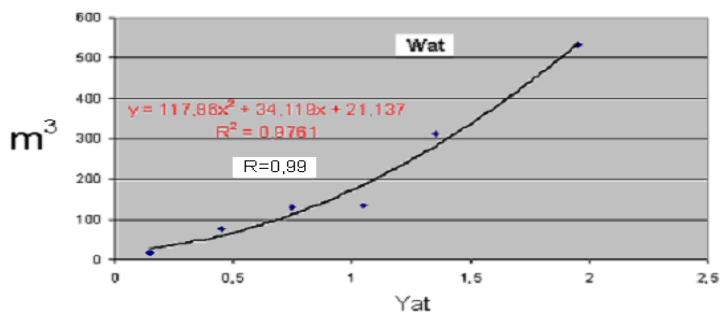


Fig. 6.57 Mediile Wat (y) pe clase de înălțimi Yat (x), pentru lucrările capabile de a forma aterisament și regresia acestor medii după funcția polinomială. The average Wat(y) in relation to the class of heights Yat(x) for the works prone to siltation

Ca și în cazul cercetărilor anterioare (Clinciu 2003, Lupașcu 2009), există însă și unele abateri de la această regulă, clasele de înălțime 0,9-1,2 m și 1,2-1,5 m nerespectând decât parțial tendința principală. Explicația constă în faptul că, asupra termenilor Lat, Sat și Wat își pune amprenta nu numai înălțimea lucrărilor, ci și elementele care definesc morfologia văilor (cu deosebire lățimea și panta acestora).

În ceea ce privește tendința generală de variație a mediilor obținute, s-a găsit că funcția polinomială aproximează cel mai bine această tendință, coeficientul de determinație (R^2) prezentând valori ridicate, mai ales în ultimul caz (Wat); ecuațiile de regresie obținute sunt cele transcrise în câmpul graficelor.

6.2.3. Analize statistice asupra indicatorilor capacității unitare de retenție

6.2.3.1. CAPACITATEA UNITARĂ DE RETENȚIE ȘI VARIABILITATEA ACESTEIA

Ca și în cercetările anterioare (Clinciu 2003, Lupașcu 2009), s-a căutat să se elimine influența morfologiei văilor și a înălțimii diferite a lucrărilor, calculând și interpretând cei trei indicatori standard ai retenției directe a lucrărilor și anume (fig. 6.58):

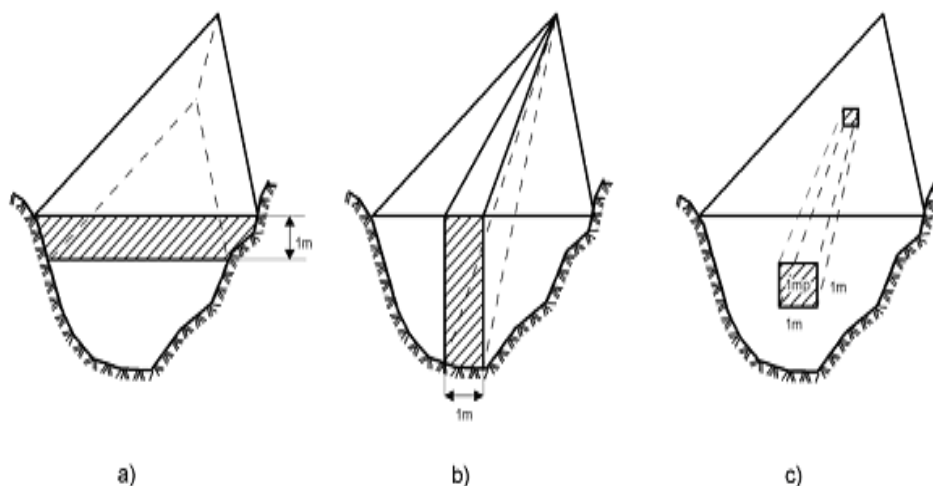


Fig. 6. 58 Indicatori ai capacității unitare de retenție directă: R_y^{1m} -cazul a, RI^{1m} -cazul b, R_p^{1m2} -cazul c (din Lupașcu 2009). Measures of unitary capacity of direct retention: R_y^{1m} -case a, RI^{1m} -case b, R_p^{1m2} -case c (Lupașcu 2009)

- Retenția medie unitară pe orizontala lucrărilor sau retenția medie pe 1 m înălțime de lucrare ($R_y^{1,m}$): s-a obținut prin raportarea volumului aterisamentului

la înălțimea colmatată a lucrării; prin această raportare se elimină influența înălțimii lucrării, dar se pune în evidență influența lățimii văii (indicatorul arată, deci, cum variază capacitatea de retenție pe orizontala văilor);

- Retenția medie unitară pe verticala lucrărilor sau retenția medie pe 1 m lățime de lucrare (R_l^{1m}): s-a obținut prin raportarea volumului aterisamentului la lățimea medie a văii, măsurată la jumătatea înălțimii colmatate a lucrării (acest indicator pune în evidență influența înălțimii lucrării, a pantei longitudinale a văii, dar și a pantei aterisamentului).

- Retenția medie unitară pe suprafața paramentului ($R_p^{1m^2}$): s-a obținut prin raportarea volumului aterisamentului la produsul dintre înălțimea colmatată și lățimea medie a văii, măsurată la jumătatea înălțimii colmatate a lucrării (această retenție pune în evidență numai influența pantei longitudinale a văii și a pantei aterisamentului, cu alte cuvinte numai influența lungimii aterisamentului).

Variabilitatea celor trei indicatori ai capacității unitare de retenție a fost, mai departe, studiată după cum urmează: retenția medie unitară pe orizontala lucrărilor (R_y^{1m}) pe clase ale lățimii albiilor, retenția unitară pe verticala lucrărilor (R_l^{1m}) pe clase ale înălțimii colmatate, iar retenția medie unitară pe suprafața paramentului ($R_p^{1m^2}$) pe clase de lățimi ale albiilor și clase ale înălțimii colmatate. Rezultatele obținute sunt centralizate în tabelul 6.15.

Pe baza datelor din tabelul 6.15 se pot remarca următoarele:

- retenția pe înălțimea de 1 metru (R_y^{1m}) are o valoare medie de 146 m³, dar amplitudinea de variație este foarte largă, de la 40 la 441 m³ ceea ce se reflectă și în valoarea mare a coeficientului variației (66 %).

- retenția pe lățimea de 1 m (R_l^{1m}) are o valoare medie de 12 m³, dar și ea prezintă o mare variabilitate (108 %), intervalul amplitudinal fiind de la 1 la 73.

- în sfârșit, retenția pe 1 m² parament ($R_p^{1m^2}$) prezintă o medie de circa 11 m³, variația având loc în intervalul 4 - 36 m³ (coeficientul de variație este 55 %).

S-a constatat, așadar, o variație mare a factorilor care controlează capacitatea unitară de retenție a lucrărilor, motiv pentru care s-a adâncit problema luată în studiu prin intermediul analizei componentelor principale și al regresiei liniare multiple

Tabelul 6. 15 Valorile indicatorilor capacității unitare de retenție directă. Measures of unitary capacity of direct retention

| Numărul curent | Valea | Indicativul lucrării | Înălțimea colmatată Yat (m) | Retenția pe 1m ² parament Rp ^{1m²} (m ³) | Retenția pe lățimea de 1m Rl ^{1m} (m ³) | Retenția pe înălțimea de 1 m Ry ^{1m} (m ³) |
|-----------------------------------|------------|----------------------|-----------------------------|---|--|---|
| 1 | Anghel | va9B | 0,5 | 6 | 3 | 122 |
| | | va11B | 0,8 | 12 | 9 | 113 |
| | | va12B | 0,4 | 7 | 3 | 77 |
| | | va13B | 0,2 | 6 | 1 | 87 |
| | | va14B | 0,8 | 6 | 4 | 78 |
| | | va15B | 0,6 | 7 | 4 | 105 |
| | | va16B | 0,3 | 6 | 2 | 66 |
| 2 | Șipot | vs4B | 0,4 | 6 | 2 | 59 |
| | | vs5B | 0,8 | 4 | 4 | 40 |
| | | vs6B | 1,5 | 17 | 26 | 235 |
| | | vs9B | 0,5 | 9 | 5 | 140 |
| | | vs13B | 0,8 | 18 | 14 | 247 |
| 3 | Coruiu | vco1B | 1,5 | 8 | 11 | 72 |
| | | vco3B | 1,5 | 11 | 16 | 123 |
| 4 | Perilor | vpe1B | 0,9 | 21 | 19 | 331 |
| | | vpe2B | 1,5 | 13 | 20 | 235 |
| | | vpe3B | 1,5 | 9 | 4 | 127 |
| | | vpe5B | 2,3 | 14 | 10 | 150 |
| 5 | Rea | vre2B | 0,4 | 12 | 18 | 392 |
| | | vre4B | 0,7 | 9 | 20 | 80 |
| 6 | Clăilor | vcl3B | 1 | 9 | 9 | 117 |
| | | vcl4B | 1 | 7 | 7 | 70 |
| 7 | Rotării | vro1B | 0,6 | 7 | 4 | 65 |
| | | vro2B | 1 | 8 | 8 | 93 |
| | | vro4B | 1 | 17 | 17 | 207 |
| 8 | Mălăeși | vm1B | 1 | 9 | 9 | 120 |
| | | vm2B | 1,5 | 13 | 20 | 190 |
| | | vm3B | 2 | 37 | 73 | 441 |
| 9 | Purcăreții | vpu1B | 1 | 11 | 11 | 92 |
| | | vpu2B | 1 | 12 | 12 | 150 |
| | | vpu3B | 0,6 | 9 | 5 | 95 |
| | | vpu5B | 0,5 | 7 | 4 | 85 |
| TOTAL | - | - | - | 386 | 401 | 5652 |
| Media | - | - | - | 11 | 12 | 146 |
| Varianța | - | - | - | 38 | 167 | 9243 |
| Abaterea standard | - | - | - | 6 | 13 | 96 |
| Coeficientul de variație % | - | - | - | 55 | 108 | 66 |

6.2.3.2. ANALIZA COMPONENTELOR PRINCIPALE

Este o metodă foarte utilă pentru analiza datelor numerice structurate în M observații cu N variabile. Această metodă permite (Jolliffe 2002):

- vizualizarea rapidă și analiza corelațiilor dintre cele N variabile;
- vizualizarea și analiza celor M observații (inițial descrise de variabilele N) pe o hartă tridimensională;
- construirea unui set de factori necorelați, care pot fi refolosiți ca date de intrare pentru alte metode statistice (cum ar fi regresia).

6.2.3.2.1. Analiza componentelor principale pentru R_y^{1m}

În tabelul 6.16 sunt prezentate valorile proprii precum și procentul din varianța totală care revine fiecărei componente. După cum se poate observa primele două componente însumează peste 80 % din varianța totală, fapt pentru care sunt considerate componente principale; următoarele 6 componente prezintă împreună o pondere mai mică de 20 %.

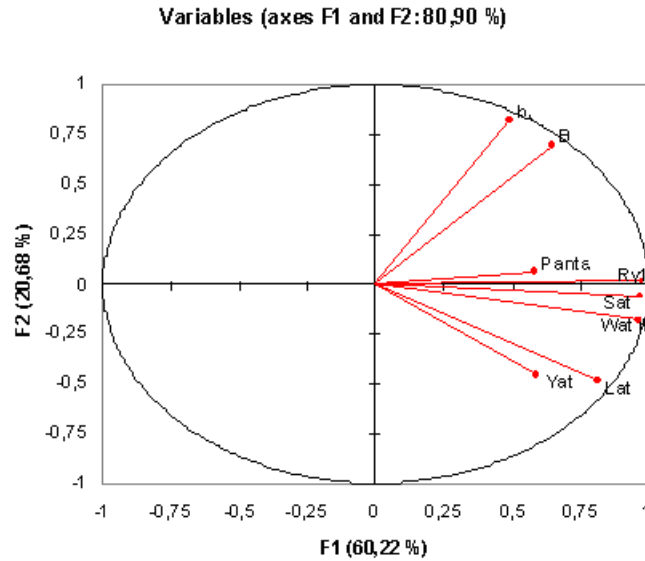
Tabelul 6. 16 Valorile proprii, varianța și varianța cumulată pentru analiza componentelor principale în cazul R_y^{1m} (primele 8 axe). Eigenvalues, variance and cumulated variance for R_y^{1m} (the first eight axes)

| Componente | Valoarea proprie | % procent din varianță | % varianță cumulată |
|------------|------------------|------------------------|---------------------|
| 1 | 4,818 | 60,222 | 60,222 |
| 2 | 1,654 | 20,677 | 80,899 |
| 3 | 0,790 | 9,871 | 90,771 |
| 4 | 0,541 | 6,766 | 97,537 |
| 5 | 0,146 | 1,829 | 99,365 |
| 6 | 0,040 | 0,496 | 99,861 |
| 7 | 0,010 | 0,124 | 99,985 |
| 8 | 0,001 | 0,015 | 100,000 |

Pentru a putea confirma faptul că o variabilă este bine reprezentată pe axele de legătură, s-a analizat în continuare tabela de corelație a cosinusurilor pătrate (tabelul 6.17). Pe prima axă se observă faptul că o corelație strânsă față de R_y^{1m} oferă parametrii Sat și Wat (fig. 6.59); pe cea de a doua axă parametrii B și b sunt bine reprezentați, dar nu prezintă totuși o legătură strânsă cu indicatorul studiat (R_y^{1m}).

Tabelul 6. 17 Valorile cosinusurilor pătrate structurate pe factori. The square cosine values for each attribute

| | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 | F7 | F8 |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Yat (m) | 0,346 | 0,208 | 0,199 | 0,242 | 0,000 | 0,004 | 0,000 | 0,000 |
| b(m) | 0,242 | 0,682 | 0,007 | 0,003 | 0,063 | 0,002 | 0,000 | 0,000 |
| B(m) | 0,417 | 0,485 | 0,039 | 0,001 | 0,056 | 0,000 | 0,001 | 0,000 |
| Lat (m) | 0,663 | 0,238 | 0,010 | 0,078 | 0,004 | 0,002 | 0,005 | 0,000 |
| Panta(%) | 0,338 | 0,004 | 0,531 | 0,125 | 0,002 | 0,001 | 0,000 | 0,000 |
| Sat (m ²) | 0,935 | 0,004 | 0,000 | 0,045 | 0,014 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| Wat (m ³) | 0,922 | 0,033 | 0,002 | 0,007 | 0,007 | 0,029 | 0,000 | 0,000 |
| R _y ^{1m} | 0,954 | 0,000 | 0,000 | 0,040 | 0,001 | 0,001 | 0,004 | 0,000 |

**Fig. 6 59** Reprezentarea grafică a PCA (axele F1 și F2) asupra R_y^{1m}. Graphical representation of PCA (F1 and F2 axes) for R_y^{1m}

6.2.3.2.2. Analiza componentelor principale pentru R_I^{1m}

Ca și în cazul expus anterior, mai mult de 80 % din varianța totală este preluată de primele două componente principale motiv pentru care, în continuare, caracterizarea variabilelor s-a realizat pe primele două axe (tabelul 6.18).

Având în vedere că primele două axe înglobează peste 80 % din varianța totală (fig. 6.60), se poate observa că parametrii care se corelează foarte puternic cu indicatorul retenției pe lățimea de un metru sunt Lat și Yat.

Tabelul 6. 18 Valorile proprii, varianța și varianța cumulată pentru analiza componentelor principale în cazul R_1^{lm} (primele 8 axe). Eigenvalues, variance and cumulated variance for R_1^{lm} (the first eight axes)

| Componente | Valoarea proprie | % procent din varianță | % varianță cumulată |
|------------|------------------|------------------------|---------------------|
| 1 | 4,623 | 57,791 | 57,791 |
| 2 | 1,859 | 23,243 | 81,034 |
| 3 | 0,790 | 9,872 | 90,906 |
| 4 | 0,491 | 6,135 | 97,041 |
| 5 | 0,172 | 2,150 | 99,191 |
| 6 | 0,051 | 0,643 | 99,834 |
| 7 | 0,011 | 0,142 | 99,976 |
| 8 | 0,002 | 0,024 | 100,000 |

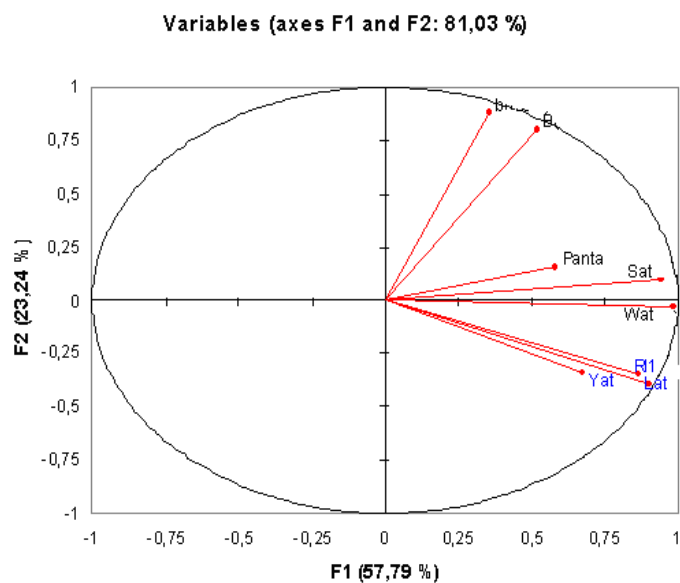


Fig. 6. 60 Reprezentarea grafică a PCA (axele F1 și F2) asupra R_1^{lm} . Graphical representation of PCA (F1 and F2 axes) for R_1^{lm}

O corelație strânsă față de R_1^{lm} prezintă parametrii Sat, Wat și Lat dar pe axele F1 și F3 (fig. 6.61).

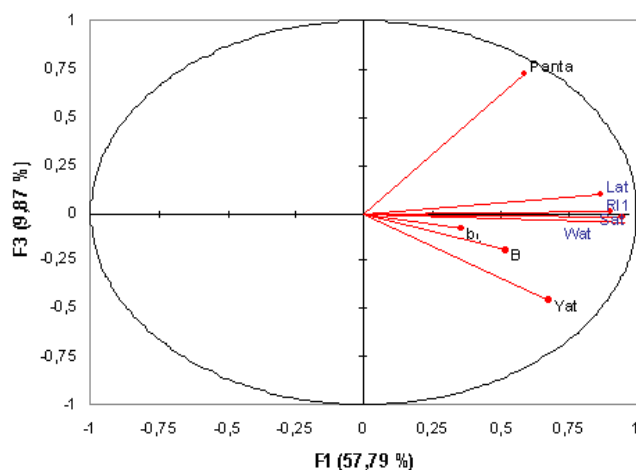


Fig. 6. 61 Reprezentarea grafică a PCA (axele F1 și F3) asupra R_1^{lm} . Graphical representation of PCA (F1 and F3 axes) for R_1^{lm}

6.2.3.2.3. Analiza componentelor principale pentru R_p^{lm2}

Ca și în cazul celor doi indicatori studiați mai sus și retenția medie unitară pe suprafața paramentului prezintă pe primele două axe o varianță totală de 80 % (tabelul 6.19).

Tabelul 6 19 Valorile proprii, varianța și varianța cumulată pentru analiza componentelor principale în cazul R_p^{lm2} (primele 8 axe). Eigenvalues, variance and cumulated variance for R_p^{lm2} (the first eight axes)

| Componente | Valoarea proprie | % procent din varianță | % varianță cumulată |
|------------|------------------|------------------------|---------------------|
| 1 | 4,597 | 57,457 | 57,457 |
| 2 | 1,835 | 22,940 | 80,396 |
| 3 | 0,801 | 10,009 | 90,405 |
| 4 | 0,565 | 7,060 | 97,465 |
| 5 | 0,156 | 1,954 | 99,419 |
| 6 | 0,040 | 0,504 | 99,923 |
| 7 | 0,006 | 0,074 | 99,997 |
| 8 | 0,000 | 0,003 | 100,000 |

Analizând cercul de corespondență (fig. 6.62) putem observa existența unei corelații strânse pe primele două axe, asupra lui R_p^{lm2} , oferă numai parametrii Lat și Yat, numai că, ultimul parametru este slab reprezentat.

O corelație strânsă față de R_p^{lm2} pe axele F1 și F3 oferă parametri Sat, Wat și Lat (fig. 6.63).

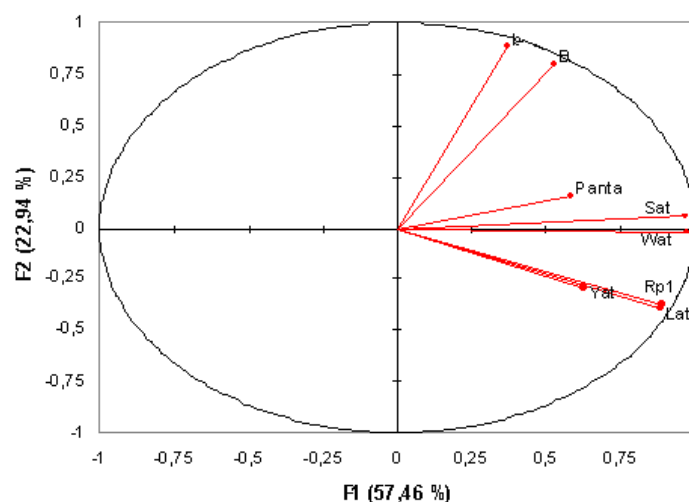


Fig. 6. 62 Reprezentarea grafică a PCA (axele F1 și F2) asupra R_p^{1m2} . Graphical representation of PCA (F1 and F2 axes) for R_p^{1m2}

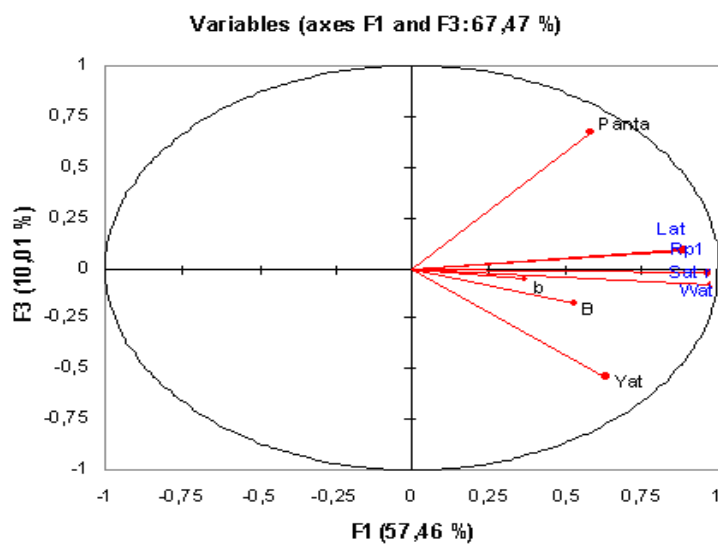


Fig. 6. 63 Reprezentarea grafică a PCA (axele F1 și F3) asupra R_p^{1m2} . Graphical representation of PCA (F1 and F3 axes) for R_p^{1m2}

S-a realizat analiza componentelor principale, mai întâi, pentru a evita folosirea variabilelor corelate în calculul regresiiilor. S-a observat că parametri Sat, Wat, Lat și Yat au manifestat o corelație puternică asupra celor trei indicatori ai retenției unitare.

6.2.3.3. CALCULUL REGRESIEI LINIARE MULTILE PENTRU CEI TREI INDICATORI AI RETENȚIEI UNITARE

Metoda regresiei liniare multiple aparține unei familii de modele numite GLM (Generalized Linear Models), la fel ca ANCOVA și ANOVA (Amemiya 1980, Jobson 1999).

Utilizarea acestei metode în cazul de față, s-a realizat pentru a surprinde modul în care cei trei indicatori ai retenției unitare variază în funcție de înălțimea lucrărilor (Y_m), lățimea patului albiei (b), lățimea văii (B) și panta albiei (P). Analiza s-a realizat separat pentru fiecare indicator în parte. În cele ce urmează se prezintă numai regresia multiplă liniară pentru R_y^{lm} pentru care valoarea coeficientului de determinație (0,82) oglindește un procent destul de mare din varianța totală, justificând utilizarea modelului. Ecuația de regresie se prezintă sub forma:

$$R_y^{lm} = -120,5 + 30,3Y_m + 11,7B$$

Valoarea practică a acestei ecuații va fi subliniată în cadrul § 6.2.4

6.2.4. Capacitatea de retenție disponibilă

Modelul regresional stabilit pentru R_y^{lm} își poate dovedi utilitatea la momentul revenirii cu lucrări în etapa a II-a de amenajare, când se impune să se analizeze modul de realizare a rolului funcțional al lucrărilor executate și să se studieze și posibilitatea reactivării acestora, înainte de a se construi noi lucrări. Or, din acest punct de vedere, eficiența reactivării lucrărilor existente este indiscutabilă atât sub aspectul volumelor de aterisamente ce se pot reține cât și sub aspectul costurilor de execuție, care sunt considerabil mai reduse decât în cazul construirii unor baraje noi.

Așadar, în cadrul bazinului superior al râului Cârčinov se vede utilă reactivarea lucrărilor vechi, incomplet colmatate, care prezintă o rezervă de capacitate funcțională aptă de a forma aterisament. Volumul de aluviuni corespunzător acestei rezerve a fost calculat cu aproximație în tabelul 6.20 și este prezentat separat pe lucrări și pe văi torențiale.

Făcând o analiză asupra acestor date putem constata următoarele (fig. 6.64):

- la nivelul anului 2009 lucrările de amenajare a rețelei hidrografice torențiale din cadrul bazinului superior al râului Cârčinov prezentau o capacitate de retenție disponibilă de aproape 5 800 m³.
- văile cu cea mai mare pondere a acestei capacități sunt următoarele: Valea lui Șipot capabilă de a reține 1 871 m³ aluviuni (32 % din total), urmată de Valea lui Anghel cu capacitate de retenție de 1 410 m³ aluviuni (24 % din total). Luate

împreună cele două văi dețin un procent de 56 % din capacitatea de retenție rămasă disponibilă în cadrul bazinului superior al râului Cărcinov.

Tabelul 6. 20 Capacitatea de retenție disponibilă la lucrările executate în bazinul superior al râului Cărcinov. Total retention capacity available to the hydrological works executed on the upper Carcinov basin

| Valea | Indicativ lucrare | Wat capabil de a fi reținut de lucrările existente (m ³) |
|-----------|-------------------|--|
| Anghel | va9B | 183 |
| | va11B | 79 |
| | va12B | 85 |
| | va13B | 112 |
| | va14B | 94 |
| | va15B | 200 |
| | va16B | 46 |
| | va17B | 610 |
| Șipot | vs4B | 94 |
| | vs5B | 48 |
| | vs6B | 587 |
| | vs9B | 351 |
| | vs13B | 791 |
| Coruiu | Vco3B | 61 |
| Perilor | Vpe1B | 198 |
| | Vpe5B | 16 |
| Rea | vre2B | 203 |
| | vre4B | 346 |
| Clăilor | vcl3B | 175 |
| | vcl4B | 140 |
| Rotării | vro1B | 91 |
| | vro2B | 93 |
| | vro4B | 414 |
| Purcăreți | vpu2B | 150 |
| | vpu3B | 38 |
| | vpu4B | 501 |
| | vpu5B | 85 |
| Total | - | 5794 |

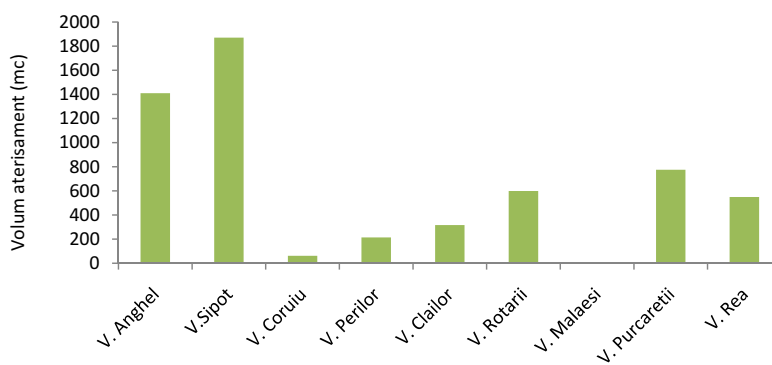


Fig. 6. 64 Capacitatea de retenție disponibilă pe văile torențiale amenajate în cadrul bazinului superior al Râului Cărcinov. The retention capacity for each torrential valley located on the upper Carcinov basin

De capacități de retenție relativ considerabile (de ordinul sutelor de m^3) mai dispun și sistemele de lucrări executate pe alte 3 văi: Purcăreții ($775 m^3$), Rotării ($599 m^3$) și Rea ($599 m^3$).

Pe baza ecuației de regresie stabilită pentru R_y^{lm} (la § 6.2.3.3) și în funcție de capacitatea de retenție rămasă disponibilă ($5\,800 m^3$) se poate stabili pe baza formulei: volumul de aterisament la un baraj (W_{at}^b). Împărțind capacitatea de retenție rămasă disponibilă la acest volum (W_{at}^b) se obține cu aproximație numărul de lucrări noi, care ar fi necesare, în ipoteza că nu s-ar lua în considerare reactivarea lucrărilor cu capacitate de retenție disponibilă.

7. REZULTATELE CERCETĂRIILOR PRIVIND CLASIFICAREA HIDROLOGICĂ A TERENURILOR

7.1. Încadrarea terenurilor pe categorii și subcategorii hidrologice

După atribuirea automată a categoriilor și subcategoriilor hidrologice la nivelul fiecărei unități amenajistice, s-a obținut o hartă tematică care redă distribuția potențialului hidrologic al terenurilor la nivelul bazinului superior al râului Cârcinov (fig.7.1).

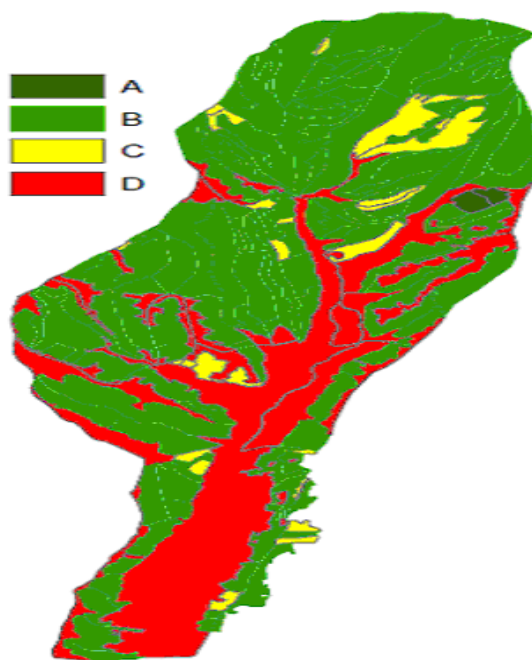


Fig. 7. 1 Distribuția categoriilor hidrologice (A, B, C și D) în cadrul bazinului superior al râului Cârcinov.
The distribution of hydrological classes (A, B, C and D) on the upper Carcinov basin

După cum s-a observat, cea mai mare parte din suprafața bazinului este încadrată în categoriile hidrologice B (eficiență hidrologică mijlocie) și D (eficiență hidrologică scăzută).

Pentru aprofundarea analizei s-a recurs și la o reprezentare grafică a categoriilor hidrologice, mai întâi pentru întregul bazin (fig. 7.2) iar apoi pentru bazinele componente (fig. 7.3) care interesează sub aspectul amenajării cu lucrări de corectare a torenților.

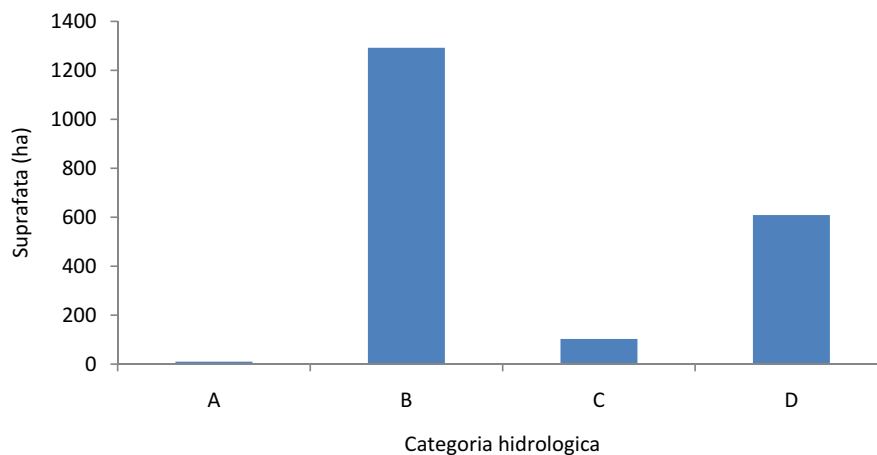


Fig. 7. 2 Distribuția categoriilor hidrologice în funcție de suprafața ocupată de acestea la nivelul bazinului.
The distribution of hydrological classes in relation to their areas

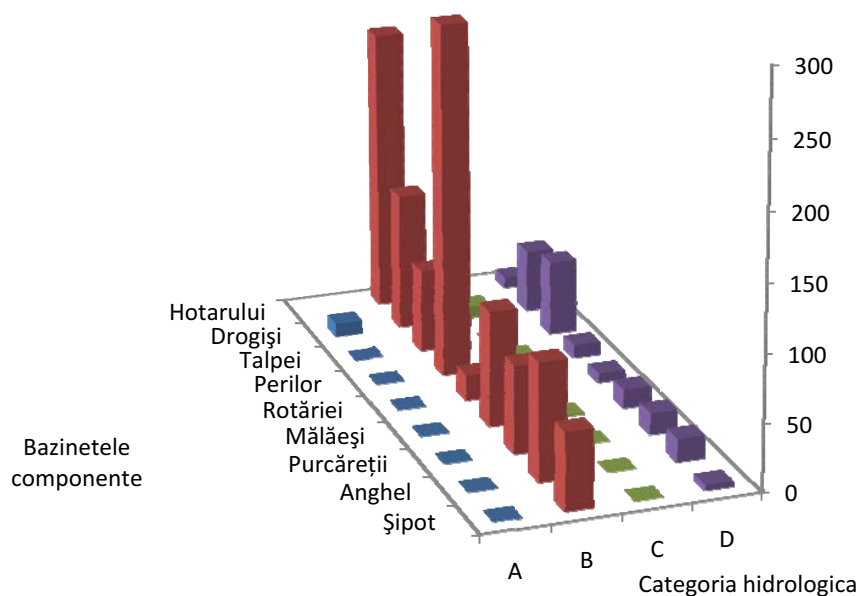


Fig. 7. 3 Distribuția categoriilor hidrologice pe bazinete componente. The distribution of hydrological classes in relation to their components

Histograma construită la nivelul întregului bazin arată următoarele:

- Categoria A (eficiență hidrologică ridicată), ocupă o suprafață de 10 ha (1 %);
- Categoria B (eficiență hidrologică mijlocie), 1292 ha (64 %);
- Categoria C (eficiență hidrologică redusă), 103 ha (5 %);

- Categoria D (eficiență hidrologică scăzută), 609 ha (30 %).

Așadar, terenurile cu eficiență hidrologică redusă și scăzută din cadrul bazinului superior al râului Cârcinov cumulează un procent însemnat (35 %). Această situație își va pune amprenta, în cele ce urmează, asupra coeficientului de scurgere (c) și asupra celorlalți doi termeni în funcție de care se exprimă acest coeficient (c_z și c_l).

La nivelul celor nouă bazinete componente situația se prezintă după cum urmează (fig. 7.3):

- categoria hidrologică A a fost identificată numai în cadrul unui singur bazinet (Drogiși, cu un procent de 1 % ocupând o suprafață de 10 ha).

- categoria hidrologică B (fig. 7.4) iese în evidență în cadrul a două bazinete: Perilor (cu un procent de 94 %, ocupând o suprafață de 264 ha) și Hotarului (78 %, cu o suprafață de 212 ha).



Fig. 7. 4 Arboret încadrat în categoria B, din bazinetul Valea Perilor (foto: Clinciu 2009). Example of a class B area on Valea Perilor (photo: Clinciu 2009)

- cu eficiență hidrologică scăzută (fig. 7.5) se remarcă terenurile din cuprinsul bazinetelor: Talpei (48 %), Drogiși (28 %), Rotăriei (26 %) și Purcăreții (20 %).



Fig. 7. 5 În prim plan, teren forestier încadrat în categoria D, în cuprinsul bazinului Valea Purcăreții (foto: Tudose 2009). Example of a class D area on Valea Purcăreții (photo: Tudose 2009)

7.2. Asocierea de coeficienți de scurgere pe categorii și subcategorii hidrologice

Rezultatele cartării hidrologice dobândesc o valoare practică, în sens hidrologic, din momentul în care categoriilor și subcategoriilor hidrologice li se asociază coeficienți de scurgere.

În cazul de față s-a pornit de la relația (Lazăr, 1984):

$$c = 1 - c_z - c_f$$

în care: - c este coeficientul scurgerii;

- c_z , coeficientul retenției;

- c_f , coeficientul infiltrației.

Primul coeficient (c_z) a fost adoptat în funcție de cantitatea de precipitații corespunzătoare ploii de calcul (H) și de un coeficient „ a ” diferențiat pe categorii și subcategorii hidrologice. S-a pornit de la următoarea relație:

$$c_z = \frac{Z}{H} \quad (1)$$

în care: - Z reprezintă capacitatea de retenție (mm);
 - H cuantumul ploii de calcul (mm).

Pentru estimarea capacității de retenție s-a folosit relația (Lazăr 1984):

$$Z = a \cdot H^{-0.2} \quad (2)$$

în care a reprezintă un coeficient a cărei valoare se diferențiază în funcție de categoria hidrologică (tabelul 7.1).

Introducând Z în relația (1) se obține relația finală a coeficientului de retenție:

$$c_z = a \cdot H^{-0.8} \quad (3)$$

Tabelul 7. 1 Relațiile de calcul pentru C_z în funcție de categoria hidrologică. Calculating C_z based on hydrological classes

| Categoria hidrologică | Valorile coeficientului a în funcție de categoria hidrologică | Formula de calcul pentru coeficientul C_z |
|-----------------------|---|---|
| A | 8,5 | $C_z=8,5 \cdot H^{-0,8}$ |
| B ₁ | 5,0 | $C_z=5,0 \cdot H^{-0,8}$ |
| B ₂ | 5,5 | $C_z=5,5 \cdot H^{-0,8}$ |
| B ₃ | 4,0 | $C_z=4,0 \cdot H^{-0,8}$ |
| C ₁ | 4,5 | $C_z=4,5 \cdot H^{-0,8}$ |
| C ₂ | 4,0 | $C_z=4,0 \cdot H^{-0,8}$ |
| C ₃ | 3,0 | $C_z=3,0 \cdot H^{-0,8}$ |
| D ₁ | 3,0 | $C_z=3,0 \cdot H^{-0,8}$ |
| D ₂ | 2,0 | $C_z=2,0 \cdot H^{-0,8}$ |
| D ₃ | 1,0 | $C_z=1,0 \cdot H^{-0,8}$ |

Cuantumul ploii de calcul (H) rezultă din formula cunoscută $H = T \cdot i$ în care T este durata ploii și i este intensitatea ploii de calcul.

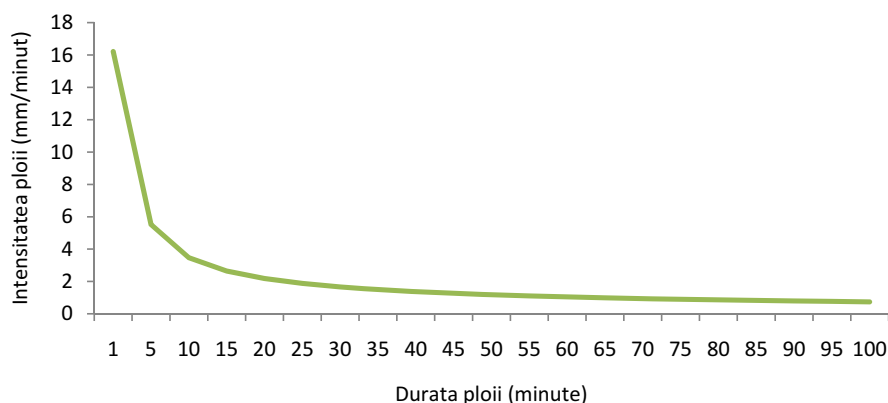
Durata ploii de calcul (T) s-a stabilit separat pentru cele 9 bazinete hidrografice amenajate cu lucrări hidrotehnice de corectare a torenților aplicând formula propusă de Radu Gaspar: $t_e = 5 \cdot F^{0.25}$ în care t_e reprezintă durata eficace a ploii (intervalul din durata ploii în care are loc scurgerea de suprafață) iar F - suprafața bazinului.

Realizând media ponderată asupra valorilor t_e obținute (tabelul 7.2), s-a adoptat ca durată unică a ploii de calcul valoarea $T = 17,5$ minute.

Tablelul 7. 2: Durata eficace a ploii de calcul pentru cele 9 bazinete componente. The duration of rain (effective) for each of the nine components

| Număr curent | Bazinul hidrografic | Suprafața bazinului (F în ha) | Durate eficace a ploii (t_e în minute) | $F \cdot t_e$ |
|--------------|---------------------|-------------------------------|---|---------------|
| 1 | Valea Mălăeși | 101 | 15,9 | 1605,0 |
| 2 | Valea Purcăreții | 82 | 15,0 | 1230 |
| 3 | Valea Rotării | 27 | 11,4 | 307,8 |
| 4 | Valea Anghel | 103 | 15,9 | 1637,7 |
| 5 | Valea Șipot | 61 | 14,0 | 854,0 |
| 6 | Valea Perilor | 281 | 20,5 | 5760,5 |
| 7 | Valea Hotarului | 272 | 18,0 | 4896 |
| 8 | Valea Drogiși | 169 | 18,0 | 3042 |
| 9 | Valea Talpei | 118 | 16,5 | 1947 |
| TOTAL | - | 1214 | - | 21300 |

În sfârșit, fiindcă bazinul studiat se încadrează în zona pluvială D9 (Platagea 1974) s-au prelucrat datele cu privire la intensitatea medie a ploii de calcul pentru zona respectivă, obținându-se diagrama din fig. 7.6 care evidențiază sub forma unei curbe de regresie intensitatea medie a ploii de calcul în funcție de durată (T).

**Fig. 7. 6** Relația dintre durata și intensitatea ploii, la asigurarea de 1 %. Zona pluvială D9. The duration and the intensity of rain (on a 1 % threshold) in area D9

Introducând în ecuația obținută ($I = 16.21 \cdot T^{-0,6697}$), durata medie a ploii de calcul (17,5 minute) a rezultat o intensitate medie de 2,4 mm/min și respectiv un quantum $H = 41,76$ mm, pentru asigurarea de 1 %.

7.3. Analiza rezultatelor obținute la nivel de unitate amenajistică

7.3.1. Coeficientul retenției

Cu relațiile stabilite anterior s-a creat un script în Visual Basic în vederea atribuirii automate a coeficientului retenției pentru cele 187 de poligoane. Codurile pentru scriptul amintit se prezintă după cum urmează:

```
dim x
if [cod_apostol] ="A" then x=8.5 / [cuantum] ^0.8
if [cod_apostol]="B1" then x=5 / [cuantum]^0.8
  if [cod_apostol]="B2" then x=5.5 / [cuantum]^0.8
if [cod_apostol]="B3" then x=4 / [cuantum]^0.8
  if [cod_apostol]="C1" then x=4.5 / [cuantum]^0.8
if [cod_apostol]="C2" then x=4 / [cuantum]^0.8
if [cod_apostol]="C3" then x=3 / [cuantum]^0.8
if [cod_apostol]="D1" then x=3 / [cuantum]^0.8
if [cod_apostol]="D2" then x=2 / [cuantum]^0.8
if [cod_apostol]="D3" then x=1 / [cuantum]^0.8
```

S-a obținut astfel harta tematică cu coeficientul retenției la nivelul întregului bazin superior al râului Cârcinov (fig. 7.7).

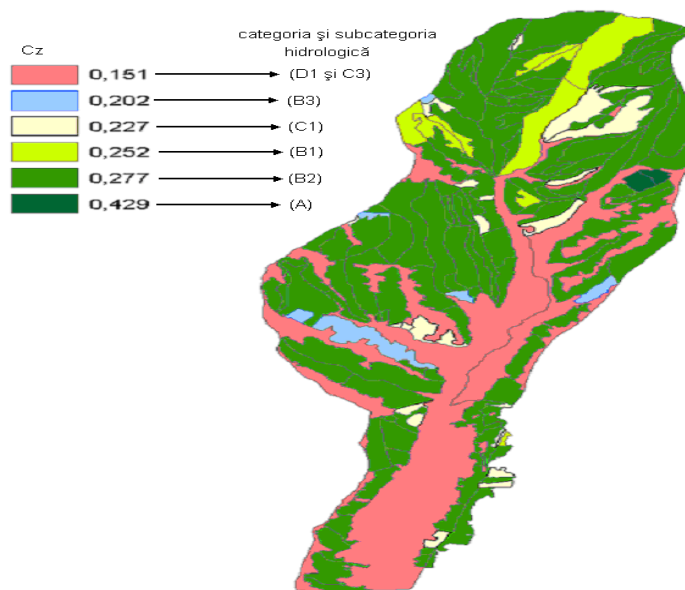


Fig. 7. 7 Distribuția C_z în funcție de categoria hidrologică la nivelul bazinului superior al râului Cârcinov.
The distribution of C_z on upper Carcinov basin in relation to the hydrological classes

Se poate observa că valoarea coeficientului retenției (c_z) variază în intervalul 0,15 – 0,42. Valoarea maximă (0,42) corespunde categoriei hidrologice A (eficiență hidrologică ridicată) iar valoarea minimă (0,15) corespunde categoriilor hidrologice D₁ (eficiență hidrologică scăzută) și C₃ (eficiență hidrologică redusă).

Pe de altă parte, s-a constatat că valoarea coeficientul retenției corespunzătoare unei eficiențe hidrologice ridicate (0,42), ocupă la nivelul bazinului studiat (fig. 7.8) un procent de numai 1 % (10 ha) în timp ce valoarea c_z cea mai mică (0,15 - corespunzătoare eficienței hidrologice scăzute) ocupă un procent de 30 % (613 ha).

Pentru întregul bazin, s-a stabilit un coeficient al retenției mediu de 0,229, ceea ce corespunde categoriei hidrologice C (eficiență hidrologică redusă).

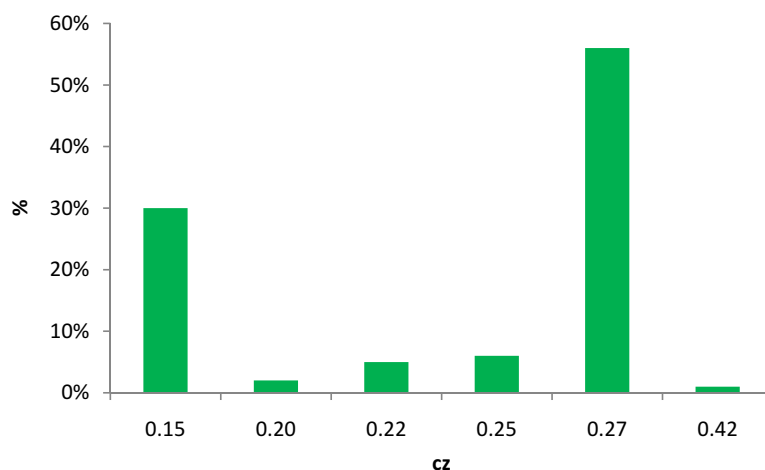


Fig. 7. 8: Frecvența procentuală a valorilor c_z la nivelul bazinului superior al râului Cărcinov. The frequency of the C_z factor on upper Carcinov basin (%)

7.3.2. Coeficientul infiltrației

Coeficientul infiltrației (c_f) a fost estimat în funcție de durata ploii de calcul (T) și de cuantumul acesteia, diferențiat în funcție de textura solului. S-a folosit pentru aceasta calea analitică după cum urmează (Lazăr, Clinciu 1987):

- textură foarte ușoară (nisipoasă):
- textură ușoară (nisipo-lutoasă):
- textură mijlocie (luto-nisipoasă, luto-argiloasă):
- textură grea (lutoasă, argiloasă):

Textura solului a fost adoptată în funcție de încadrarea pe clase a tipurilor de soluri din cuprinsul bazinului, scop în care utilizându-se un script în Visual Basic bazat pe formula $\text{left}([\text{SOL}], 2)$ s-a realizat o descompunere a codului atribuit tipului de sol în două perechi de numere. De exemplu, pentru tipul de sol Eutricambosol tipic (3101) codul s-a descompus în 31 și 01, pentru Districambosol tipic (3301) s-a descompus în 33 și 01 etc. Primele două cifre corespund tipului de sol iar ultimele două subtipului.

În funcție de tipul de sol s-a adoptat textura acestuia, la nivelul fiecărei unități amenajistice, iar mai departe în funcție de textura solului (adoptată în corelație cu tipul de sol) și de cantumul ploii de calcul, s-a creat un script în Visual Basic, cu ajutorul căruia valoarea c_f a putut fi atribuită automat, pentru fiecare unitate amenajistică:

```
dim x
if [cod_textura]="1" then x=0.64* [T] ^0.35 / [cuantum]^0.35
if [cod_textura]="2" then x=0.51* [T] ^0.30 / [cuantum]^0.30
if [cod_textura]="3" then x=0.49* [T] ^0.28 / [cuantum]^0.28
if [cod_textura]="4" then x=0.35* [T] ^0.18 / [cuantum]^0.18
```

În urma stabilirii coeficientului c_f pentru toate cele 187 de poligoane care alcătuiesc bazinul studiat (fig. 7.9), s-a determinat un coeficient mediu al infiltrației cu valoarea $c_f = 0,385$.

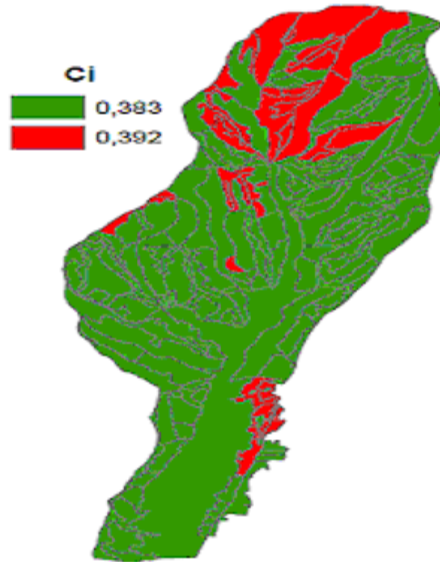


Fig. 7. 9 Zonarea C_i la nivelul bazinului superior al râului Cărcinov. The distribution of C_i on the areas found on upper Carcinov basin

7.3.3. Coeficientul de scurgere

În final, cunoscând atât coeficientul retenției cât și coeficientul infiltrației s-a determinat coeficientul scurgerii superficiale, la ploaia de calcul adoptată, cu ajutorul relației amintite la § 7.2.

În continuare, se prezintă sub formă tabelară valorile celor trei coeficienți (c , c_z și c_l) la nivelul unităților amenajistice ce alcătuiesc bazinul studiat.

Tabelul 7.3 Valorile c , c_z și c_l la nivelul unităților amenajistice din cuprinsul bazinului superior al râului Cârcinov. Measures c , c_z and c_l – for the areas found on the upper Cârcinov basin

| UA | S(ha) | c_l | c_z | c | UA | S(ha) | c_l | c_z | c |
|------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|
| 56D | 3,2 | 0,392 | 0,278 | 0,330 | E15 | 0,4 | 0,383 | 0,152 | 0,465 |
| 58B | 8,4 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | E | 333,6 | 0,383 | 0,152 | 0,465 |
| 58A | 12,9 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 2A | 22,5 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 59D | 2,9 | 0,392 | 0,227 | 0,380 | 3A | 21,8 | 0,383 | 0,227 | 0,389 |
| 59F | 6,6 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 8A | 16,4 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 59E | 0,9 | 0,392 | 0,227 | 0,380 | 9 | 17,5 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 57A | 9,8 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 6A | 11,4 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 57B | 9,1 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 7C | 8,3 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 55B | 1,9 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | E | 99,7 | 0,383 | 0,152 | 0,465 |
| 55A | 19,5 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 10A | 21,3 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 56A | 4,6 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 11C | 4,9 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 56B | 2,6 | 0,392 | 0,278 | 0,330 | 12B | 23,5 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 56C | 6,4 | 0,392 | 0,278 | 0,330 | E | 7,7 | 0,383 | 0,152 | 0,465 |
| 54C | 2,8 | 0,383 | 0,202 | 0,414 | 6E | 2,3 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 54B | 3,2 | 0,392 | 0,278 | 0,330 | 3B | 3,0 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 54A | 32,5 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 3C | 1,7 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 52C | 7,3 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 3D | 3,9 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 52A | 15,2 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 3E | 0,9 | 0,383 | 0,227 | 0,389 |
| 53 | 31,6 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 4A | 21,6 | 0,383 | 0,227 | 0,389 |
| 47C | 2,1 | 0,392 | 0,278 | 0,330 | 4E | 0,9 | 0,383 | 0,152 | 0,465 |
| 48 | 16,0 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 4C | 3,1 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 47B | 2,1 | 0,392 | 0,202 | 0,406 | 4D | 11,5 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 47D | 0,6 | 0,392 | 0,227 | 0,380 | 4B | 2,1 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 47A | 17,1 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 1B | 5,4 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 46VV | 2,6 | 0,383 | 0,152 | 0,465 | 72C | 15,4 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 46C | 5,1 | 0,392 | 0,278 | 0,330 | 72D | 2,9 | 0,383 | 0,227 | 0,389 |

Tabelul 7.3 (continuare)

| UA | S(ha) | c ₁ | c ₂ | c | UA | S(ha) | c ₁ | c ₂ | c |
|------|-------|----------------|----------------|-------|------|-------|----------------|----------------|-------|
| 46B | 9,6 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 72A | 2,4 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 46A | 13,0 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 72B | 2,5 | 0,383 | 0,227 | 0,389 |
| 49A | 20,4 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 12A | 4,6 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 49B | 0,8 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 12C | 9,5 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 50B | 1,1 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 12D | 12,2 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 50A | 18,5 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 13A | 12,1 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 51A | 0,6 | 0,383 | 0,227 | 0,389 | 13B | 6,3 | 0,383 | 0,202 | 0,414 |
| 59B | 4,1 | 0,392 | 0,278 | 0,330 | 38B | 6,9 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 59C | 2,0 | 0,392 | 0,227 | 0,380 | 39A | 9,1 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 59A | 7,8 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | E | 0,8 | 0,383 | 0,152 | 0,465 |
| 59CC | 0,2 | 0,392 | 0,152 | 0,456 | 39B | 3,9 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 61A | 0,8 | 0,392 | 0,278 | 0,330 | 6G | 3,1 | 0,383 | 0,152 | 0,465 |
| 61E | 0,5 | 0,392 | 0,278 | 0,330 | E | 0,6 | 0,383 | 0,152 | 0,465 |
| 61B | 9,5 | 0,392 | 0,278 | 0,330 | 11A | 0,7 | 0,383 | 0,152 | 0,465 |
| 61F | 8,8 | 0,392 | 0,253 | 0,355 | 7B | 3,8 | 0,383 | 0,253 | 0,364 |
| 62B | 5,7 | 0,392 | 0,253 | 0,355 | 7A | 6,4 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 62D | 1,3 | 0,392 | 0,202 | 0,406 | 7D | 3,0 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 62C | 3,8 | 0,392 | 0,227 | 0,380 | 8B | 9,2 | 0,383 | 0,227 | 0,389 |
| 62A | 20,6 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 10B | 12,8 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 63C | 7,2 | 0,392 | 0,278 | 0,330 | 11D | 4,1 | 0,383 | 0,429 | 0,187 |
| 63B | 6,6 | 0,392 | 0,278 | 0,330 | 11B | 6,3 | 0,383 | 0,429 | 0,187 |
| 63A | 24,2 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 11A | 1,0 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 67C | 4,8 | 0,392 | 0,278 | 0,330 | 39C | 6,8 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 67E | 4,9 | 0,392 | 0,278 | 0,330 | 440D | 1,0 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 67A | 23,3 | 0,392 | 0,278 | 0,330 | 40B | 2,8 | 0,383 | 0,227 | 0,389 |
| 67D | 2,7 | 0,392 | 0,278 | 0,330 | 40E | 2,5 | 0,383 | 0,227 | 0,389 |
| 66D | 1,7 | 0,392 | 0,278 | 0,330 | 40G | 13,1 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 66E | 2,3 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 40F | 4,8 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 66A | 4,3 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 40C | 4,8 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 66B | 8,9 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 41B | 14,1 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 64B | 0,7 | 0,392 | 0,227 | 0,380 | 43C | 2,7 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 64A | 29,7 | 0,392 | 0,278 | 0,330 | E | 29,9 | 0,383 | 0,152 | 0,465 |
| 65F | 5,9 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 13C | 20,5 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |

Tabelul 7.3 (continuare)

| UA | S(ha) | c ₁ | c ₂ | c | UA | S(ha) | c ₁ | c ₂ | c |
|-----|-------|----------------|----------------|-------|------|-------|----------------|----------------|-------|
| 65A | 5,0 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 14C | 10,9 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 65B | 1,2 | 0,392 | 0,227 | 0,380 | 14D | 10,9 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 65C | 37,1 | 0,392 | 0,278 | 0,330 | 14A | 6,2 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 66C | 5,0 | 0,392 | 0,253 | 0,355 | 14B | 2,7 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 73A | 2,9 | 0,392 | 0,278 | 0,330 | E | 0,2 | 0,383 | 0,152 | 0,465 |
| 70B | 0,9 | 0,383 | 0,227 | 0,389 | 1A | 14,0 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| E | 17,9 | 0,383 | 0,152 | 0,465 | 2B | 8,1 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| E9 | 30,7 | 0,383 | 0,152 | 0,465 | 2C | 4,8 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| E8 | 9,8 | 0,383 | 0,152 | 0,465 | 5A | 11,2 | 0,392 | 0,278 | 0,330 |
| E | 12,9 | 0,383 | 0,152 | 0,465 | 5B | 19,3 | 0,392 | 0,278 | 0,330 |
| 60 | 10,6 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 6C | 6,7 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 61D | 12,1 | 0,383 | 0,253 | 0,364 | 6D | 2,6 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 45A | 4,6 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 6F | 3,3 | 0,383 | 0,227 | 0,389 |
| E10 | 3,0 | 0,383 | 0,152 | 0,465 | 6B | 2,9 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 67B | 4,7 | 0,392 | 0,278 | 0,330 | 12C | 1,4 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 66F | 9,4 | 0,392 | 0,278 | 0,330 | 43A | 2,0 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 65D | 6,1 | 0,392 | 0,253 | 0,355 | 44C | 6,9 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 68 | 35,0 | 0,392 | 0,253 | 0,355 | 44D | 6,2 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 69 | 40,6 | 0,392 | 0,253 | 0,355 | 44B | 3,3 | 0,383 | 0,202 | 0,414 |
| 45B | 5,6 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 45VV | 0,6 | 0,383 | 0,152 | 0,465 |
| 44A | 25,3 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 71D | 2,0 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| 43B | 27,0 | 0,383 | 0,202 | 0,414 | 71C | 1,4 | 0,383 | 0,278 | 0,339 |
| E7 | 35,5 | 0,383 | 0,152 | 0,465 | 71B | 3,5 | 0,383 | 0,227 | 0,389 |
| 42 | 39,4 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 70D | 1,0 | 0,392 | 0,227 | 0,380 |
| E | 20,5 | 0,383 | 0,152 | 0,465 | 70I | 0,8 | 0,392 | 0,278 | 0,330 |
| 41A | 20,2 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 70H | 1,7 | 0,392 | 0,278 | 0,330 |
| 40A | 11,7 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 70E | 0,6 | 0,392 | 0,278 | 0,330 |
| 39D | 9,7 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 70G | 5,6 | 0,392 | 0,278 | 0,330 |
| 38A | 13,4 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 70F | 8,9 | 0,392 | 0,278 | 0,330 |
| 71A | 6,4 | 0,383 | 0,278 | 0,339 | 73B | 0,6 | 0,392 | 0,227 | 0,380 |
| 51D | 3,4 | 0,383 | 0,227 | 0,389 | 73C | 1,3 | 0,392 | 0,253 | 0,355 |
| 51C | 6,8 | 0,383 | 0,227 | 0,389 | 51B | 0,9 | 0,383 | 0,227 | 0,389 |
| 70C | 4,8 | 0,392 | 0,278 | 0,330 | E12 | 0,2 | 0,383 | 0,152 | 0,465 |

Tabelul 7.3 (continuare)

| UA | S(ha) | c_i | c_z | c | UA | S(ha) | c_i | c_z | c |
|-----|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|
| 70A | 9,9 | 0,392 | 0,278 | 0,330 | E14 | 1,2 | 0,383 | 0,152 | 0,465 |
| E13 | 0,3 | 0,383 | 0,152 | 0,465 | - | - | - | - | - |

Pentru analiza comparativă a rezultatelor s-a recurs, la o clasificare a coeficientului de scurgere ținând cont de rezultatele cercetărilor întreprinse anterior în bazine hidrografice mici, predominant forestiere (Clinciu 2001, Păcurar 2005): sub 0,2 pentru arborete din categoria A, între 0,2 și 0,5 pentru arborete din categoria B și C, peste 0,4 pentru terenuri încadrate în categoria D.

Clasificarea propusă cuprinde patru clase și se prezintă după cum urmează:

- Clasa 1: coeficient de scurgere mic ($0 < c < 0,2$);
- Clasa 2: coeficient de scurgere mediu ($0,2 < c < 0,3$);
- Clasa 3: coeficient de scurgere mare ($0,3 < c < 0,4$);
- Clasa 4: coeficient de scurgere foarte mare ($c > 0,4$);

În funcție de valorile din tabelul de mai sus s-a determinat un coeficient de scurgere mediu (ponderat pe suprafață) la nivelul bazinului superior al râului Cârcinov, a cărui valoare (0,380) se plasează pe scara propusă la clasa 3 (coeficient de scurgere mare).

Variația coeficientului de scurgere este redată sub forma unei hărți în format digital (fig. 7.10) care surprinde distribuția acestui coeficient pe clasele identificate în cuprinsul bazinului studiat. Se remarcă lipsa valorilor pentru clasa corespunzătoare coeficientului de scurgere mijlociu.

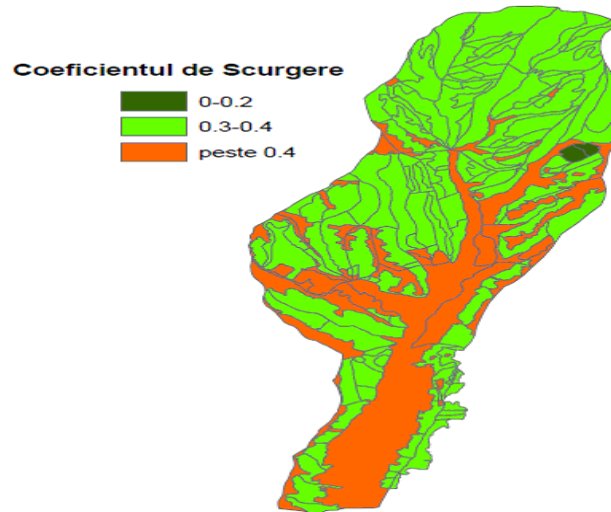


Fig. 7.10 Distribuția coeficientului de scurgere în funcție de valorile calculate pe clase de mărimi. The distribution of the runoff coefficient on the upper Carcinov basin

7.4. Zonarea coeficientului de scurgere la nivel de bazinet

Se cunoaște deja faptul că, pentru bazinul superior al râului Cârcinov, s-au amenajat cu lucrări de corectarea torenților un număr de 6 bazinete dar, în acest spațiu, mai există un număr de 3 bazinete a căror rețea hidrografică nu prezintă astfel de amenajări.

Pornind de la această realitate și ținând seama de faptul că analiza variantelor viitoarelor soluții de amenajare va fi realizată la nivel de bazinet, coeficientul scurgerii superficiale s-a stabilit și la acest nivel.

Pentru aceasta s-au utilizat rezultatele obținute la § 7.3.3, ținându-se seama de distribuția unităților amenajistice și de categoria hidrologică în care se încadrează terenurile din cuprinsul fiecăruia dintre cele 9 bazinete componente (tabelul 7.4).

Cu datele din tabelul 7.4 s-a procedat la determinarea coeficientului mediu de scurgere atât pentru bazinetele amenajate cu lucrări hidrotehnice de corectarea torenților cât și pentru bazinetele neamenajate cu astfel de lucrări (tabelul 7.5).

Pentru o mai ușoară vizualizare la scară spațială a valorilor obținute în tabelul 7.5 s-a realizat o reprezentare grafică a distribuției, coeficientului de scurgere, pe cele 9 bazinete componente (fig. 7.11).

Histograma obținută pune în evidență detașarea netă a coeficientului de scurgere pentru bazinetul Valea Talpei, unde o suprafață relativ mare (aproximativ 55 ha, adică 47 % din suprafața bazinetului) se încadrează sub raportul bonității hidrologice la categoria D, subcategoria D1. Valoarea ridicată a coeficientului de scurgere atrage atenția și prin faptul că pe rețeaua hidrografică din cadrul acestui bazinet nu au fost încă realizate lucrări de corectare a torenților.

Peste valoarea medie a coeficientului de scurgere (0,380) înregistrată la nivelul bazinului ies în evidență două bazinete: Talpei cu valoarea de 0,398 și bazinetul Rotăriei cu valoare 0,384.

Cu mult sub valoarea medie se încadrează bazinetul Perilor (0,340), urmat de bazinetele Șipot (0,344), Hotarului (0,356), Mălăeși / Anghel (0,360) și Drogiși (0,366).

Tablelul 7. 4 Coeficientul de scurgere pentru cele 9 bazinete componente. The runoff coefficient for each of the nine components

| Valea | Unitatea amenajistică | Suprafața(ha) | c_z | c_i | c | S·c |
|----------|-----------------------|---------------|-------|-------|-------|--------|
| Șipot | 56D | 3.212 | 0.278 | 0.392 | 0.330 | 1.060 |
| | 57A | 9.762 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 3.306 |
| | 57B | 9.106 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 3.084 |
| | 55B | 1.918 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 0.650 |
| | 55A | 19.511 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 6.609 |
| | 56A | 4.576 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 1.550 |
| | 56B | 2.634 | 0.278 | 0.392 | 0.330 | 0.869 |
| | 56C | 6.420 | 0.278 | 0.392 | 0.330 | 2.118 |
| | E | 3.609 | 0.152 | 0.383 | 0.465 | 1.678 |
| Total | - | 60.747 | - | - | - | 20.924 |
| Anghel | 54C | 2.758 | 0.202 | 0.383 | 0.414 | 1.143 |
| | 54B | 3.240 | 0.278 | 0.392 | 0.330 | 1.069 |
| | 54A | 32.503 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 11.009 |
| | 52C | 1.460 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 0.495 |
| | 52A | 15.168 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 5.137 |
| | 53 | 31.614 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 10.708 |
| | E9 | 8.123 | 0.152 | 0.383 | 0.465 | 3.777 |
| | E | 5.514 | 0.152 | 0.383 | 0.465 | 2.564 |
| | E | 2.598 | 0.152 | 0.383 | 0.465 | 1.208 |
| Total | - | 102.977 | - | - | - | 37.110 |
| Mălăeși | 47C | 2.067 | 0.278 | 0.392 | 0.330 | 0.682 |
| | 48 | 16.014 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 5.424 |
| | 47B | 2.056 | 0.202 | 0.392 | 0.406 | 0.834 |
| | 47D | 0.628 | 0.227 | 0.392 | 0.380 | 0.239 |
| | 47A | 17.068 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 5.781 |
| | 46VV | 2.592 | 0.152 | 0.383 | 0.465 | 1.205 |
| | 46C | 5.133 | 0.278 | 0.392 | 0.330 | 1.694 |
| | 46B | 9.595 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 3.250 |
| | 46A | 12.991 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 4.400 |
| | 49A | 20.405 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 6.911 |
| | 49B | 0.751 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 0.254 |
| | E9 | 4.559 | 0.152 | 0.383 | 0.465 | 2.120 |
| | E8 | 6.082 | 0.152 | 0.383 | 0.465 | 2.828 |
| | E | 1.278 | 0.152 | 0.383 | 0.465 | 0.594 |
| Total | - | 101.219 | - | - | - | 36.218 |
| Rotăriei | 50B | 1.129 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 0.382 |
| | 50A | 18.400 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 6.232 |
| | 51A | 0.099 | 0.227 | 0.383 | 0.389 | 0.038 |
| | E9 | 6.618 | 0.152 | 0.383 | 0.465 | 3.077 |
| | E | 0.572 | 0.152 | 0.383 | 0.465 | 0.266 |
| Total | - | 26.818 | - | - | - | 9.996 |
| Perilor | 59C | 0.000 | 0.227 | 0.392 | 0.380 | 0.000 |
| | 59A | 2.196 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 0.744 |
| | 59CC | 0.193 | 0.152 | 0.392 | 0.456 | 0.088 |
| | 61A | 0.780 | 0.278 | 0.392 | 0.330 | 0.257 |

Tabelul 7. 4 (continuare)

| Valea | Unitatea amenajistică | Suprafața(ha) | c ₂ | c ₁ | c | S·c |
|-----------|-----------------------|---------------|----------------|----------------|-------|--------|
| Perilor | 61E | 0.486 | 0.278 | 0.392 | 0.330 | 0.160 |
| | 61B | 9.491 | 0.278 | 0.392 | 0.330 | 3.132 |
| | 61F | 8.797 | 0.253 | 0.392 | 0.355 | 3.125 |
| | 62B | 5.662 | 0.253 | 0.392 | 0.355 | 2.012 |
| | 62D | 1.348 | 0.202 | 0.392 | 0.406 | 0.547 |
| | 62C | 3.769 | 0.227 | 0.392 | 0.380 | 1.434 |
| | 62A | 20.562 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 6.965 |
| | 63C | 7.154 | 0.278 | 0.392 | 0.330 | 2.361 |
| | 63B | 6.645 | 0.278 | 0.392 | 0.330 | 2.193 |
| | 63A | 24.224 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 8.205 |
| | 67C | 4.752 | 0.278 | 0.392 | 0.330 | 1.568 |
| | 67E | 4.882 | 0.278 | 0.392 | 0.330 | 1.611 |
| | 67A | 23.346 | 0.278 | 0.392 | 0.330 | 7.704 |
| | 67D | 2.744 | 0.278 | 0.392 | 0.330 | 0.906 |
| | 66D | 1.741 | 0.278 | 0.392 | 0.330 | 0.574 |
| | 66E | 2.263 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 0.767 |
| | 66A | 4.345 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 1.472 |
| | 66B | 8.855 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 2.999 |
| | 64B | 0.697 | 0.227 | 0.392 | 0.380 | 0.265 |
| | 64A | 29.702 | 0.278 | 0.392 | 0.330 | 9.801 |
| | 65F | 5.933 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 2.009 |
| | 65A | 4.994 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 1.691 |
| | 65B | 1.243 | 0.227 | 0.392 | 0.380 | 0.473 |
| | 65C | 37.053 | 0.278 | 0.392 | 0.330 | 12.227 |
| | 66C | 4.965 | 0.253 | 0.392 | 0.355 | 1.764 |
| | E | 6.483 | 0.152 | 0.383 | 0.465 | 3.015 |
| | 60 | 10.316 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 3.494 |
| | 61D | 12.084 | 0.253 | 0.383 | 0.364 | 4.398 |
| E10 | 2.986 | 0.152 | 0.383 | 0.465 | 1.388 | |
| 67B | 4.671 | 0.278 | 0.392 | 0.330 | 1.542 | |
| 66F | 9.351 | 0.278 | 0.392 | 0.330 | 3.086 | |
| 65D | 6.062 | 0.253 | 0.392 | 0.355 | 2.153 | |
| Total | - | 280.778 | - | - | - | 96.131 |
| Purcăreți | E8 | 3.709 | 0.152 | 0.383 | 0.465 | 1.725 |
| | 45A | 4.607 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 1.560 |
| | 45B | 5.565 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 1.885 |
| | 44A | 25.295 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 8.568 |
| | 43B | 13.147 | 0.202 | 0.383 | 0.414 | 5.449 |
| | E7 | 9.302 | 0.152 | 0.383 | 0.465 | 4.325 |
| | E | 3.125 | 0.152 | 0.383 | 0.465 | 1.453 |
| | 44C | 6.946 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 2.353 |
| | 44D | 6.247 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 2.116 |
| | 44B | 3.323 | 0.202 | 0.383 | 0.414 | 1.377 |
| 45VV | 0.640 | 0.152 | 0.383 | 0.465 | 0.298 | |
| Total | - | 81.907 | - | - | - | 31.109 |

Tabelul 7. 4 (continuare)

| Valea | Unitatea amenajistică | Suprafața(ha) | c _z | c ₁ | c | S-c |
|-----------|-----------------------|---------------|----------------|----------------|-------|--------|
| Hotarului | 68 | 34.962 | 0.253 | 0.392 | 0.355 | 12.420 |
| | 69 | 40.619 | 0.253 | 0.392 | 0.355 | 14.430 |
| | E | 7.844 | 0.152 | 0.383 | 0.465 | 3.647 |
| | 2A | 22.539 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 7.634 |
| | 3A | 21.761 | 0.227 | 0.383 | 0.389 | 8.470 |
| | 8A | 0.068 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 0.023 |
| | 9 | 0.041 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 0.014 |
| | 6A | 11.304 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 3.829 |
| | 10A | 0.001 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 0.001 |
| | 6E | 2.291 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 0.776 |
| | 3B | 2.990 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 1.013 |
| | 3C | 1.739 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 0.589 |
| | 3D | 3.945 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 1.336 |
| | 3E | 0.884 | 0.227 | 0.383 | 0.389 | 0.344 |
| | 4A | 21.598 | 0.227 | 0.383 | 0.389 | 8.406 |
| | 4E | 0.922 | 0.152 | 0.383 | 0.465 | 0.429 |
| | 4C | 3.072 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 1.040 |
| | 4D | 11.484 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 3.890 |
| | 4B | 2.095 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 0.710 |
| | 1B | 5.420 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 1.836 |
| | 6G | 3.144 | 0.152 | 0.383 | 0.465 | 1.462 |
| | 1A | 13.974 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 4.733 |
| | 2B | 8.066 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 2.732 |
| | 2C | 4.812 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 1.630 |
| | 5A | 11.183 | 0.278 | 0.392 | 0.330 | 3.690 |
| | 5B | 19.307 | 0.278 | 0.392 | 0.330 | 6.371 |
| 6C | 6.744 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 2.284 | |
| 6D | 2.587 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 0.876 | |
| 6F | 3.314 | 0.227 | 0.383 | 0.389 | 1.290 | |
| 6B | 2.904 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 0.984 | |
| Total | - | 271.613 | - | - | - | 96.888 |
| Drogiși | E | 1.251 | 0.152 | 0.383 | 0.465 | 0.582 |
| | 8A | 16.338 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 5.534 |
| | 9 | 17.460 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 5.914 |
| | 6A | 0.007 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 0.002 |
| | 7C | 0.281 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 0.095 |
| | E | 36.490 | 0.152 | 0.383 | 0.465 | 16.968 |
| | 10A | 21.306 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 7.216 |
| | 11C | 4.916 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 1.665 |
| | 12B | 20.499 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 6.943 |
| | E | 0.273 | 0.152 | 0.383 | 0.465 | 0.127 |
| | 4D | 0.000 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 0.000 |
| | 12A | 4.642 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 1.572 |
| | 12C | 2.390 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 0.810 |
| E | 0.625 | 0.152 | 0.383 | 0.465 | 0.291 | |

Tabelul 7. 4 (continuare)

| Valea | Unitatea amenajistică | Suprafața(ha) | c_z | c_i | c | S·c |
|---------|-----------------------|---------------|-------|-------|-------|--------|
| Drogiși | 11A | 0.749 | 0.152 | 0.383 | 0.465 | 0.348 |
| | 8B | 9.006 | 0.227 | 0.383 | 0.389 | 3.505 |
| | 10B | 12.824 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 4.344 |
| | 11D | 4.096 | 0.429 | 0.383 | 0.187 | 0.767 |
| | 11B | 6.253 | 0.429 | 0.383 | 0.187 | 1.170 |
| | 11A | 0.980 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 0.332 |
| | E | 7.170 | 0.152 | 0.383 | 0.465 | 3.334 |
| | 5B | 0.019 | 0.278 | 0.392 | 0.330 | 0.006 |
| | 12C | 1.414 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 0.479 |
| Total | - | 168.989 | - | - | - | 62.004 |
| Talpei | E | 11.339 | 0.152 | 0.383 | 0.465 | 5.272 |
| | E | 14.970 | 0.152 | 0.383 | 0.465 | 6.961 |
| | 12B | 3.018 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 1.022 |
| | E | 7.387 | 0.152 | 0.383 | 0.465 | 3.435 |
| | 12C | 7.105 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 2.406 |
| | 12D | 12.167 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 4.121 |
| | 13A | 12.072 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 4.089 |
| | 13B | 6.307 | 0.202 | 0.383 | 0.414 | 2.614 |
| | E | 22.717 | 0.152 | 0.383 | 0.465 | 10.563 |
| | 13C | 20.539 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 6.957 |
| 14A | 0.712 | 0.278 | 0.383 | 0.339 | 0.241 | |
| Total | - | 118.331 | - | - | - | 47.682 |

Tabelul 7. 5 Determinarea coeficientului de scurgere mediu pe bazine. Average value for the runoff coefficient for each of the nine components

| Bazinul | Suprafața (ha) | Situația bazinețelor sub raportul amenajării rețelei hidrografice torențiale | c (mediu) | Încadrarea bazinețelor pe cele patru clase de exprimare a coeficientului de scurgere |
|------------|----------------|--|-------------|--|
| Șipot | 61 | amenajate | 0,345 | 3 |
| Anghel | 103 | | 0,360 | 3 |
| Mălăeși | 101 | | 0,360 | 3 |
| Rotăriei | 27 | | 0,375 | 3 |
| Perilor | 281 | | 0,342 | 3 |
| Purcăreții | 82 | | 0,379 | 3 |
| Hotarului | 272 | | 0,357 | 3 |
| Drogiși | 169 | neamenajate | 0,367 | 3 |
| Talpei | 118 | | 0,403 | 4 |

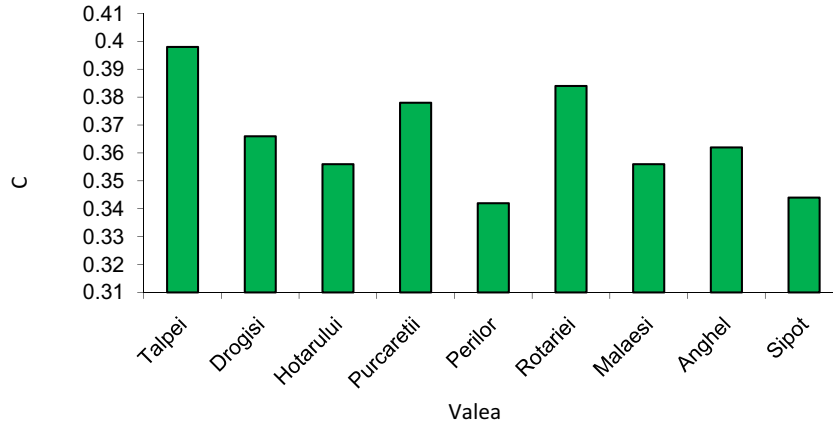


Fig. 7. 11 Distribuția coeficientului de scurgere mediu (c), pe bazinetele ce alcătuiesc bazinul superior al râului Cărcinov. The distribution of the average runoff coefficient in relation to the nine components of the upper Carcinov basin

7.5. Estimarea gradului de torențialitate la nivel de bazinet

Trei categorii de factori determină nivelul de risc la viituri torențiale în bazinele hidrografice mici, predominant forestiere (Clinciu 2006):

- caracteristicile ploilor generatoare de viituri torențiale;
- caracteristicile bazinelor în care se formează viiturile torențiale;
- caracteristicile receptorilor viiturilor torențiale.

Primele două categorii de caracteristici pot fi încorporate în expresia „gradului de torențialitate” al bazinului care se poate stabili separat pentru scurgerea lichidă și separat pentru scurgerea solidă (Gaspar 1967).

În cadrul cercetării de față, s-a estimat numai gradul de torențialitate indus de prima componentă (scurgerea lichidă), utilizând relația (Gaspar 1967):

$$K_{tor} = \frac{Q - Q_1}{Q_{10} - Q_1} \leq 1,0$$

Primul dintre cei trei termeni (Q) semnifică debitul de viitură care se formează în bazinul studiat în urma unei ploi de asigurare 1 % și durată (T) egală cu durata eficace (te).

Ceilalți doi termeni (Q_1 , Q_{10}) semnifică debitele de viitură care s-ar forma în două situații ipotetice, net diferite din punctul de vedere al potențialului de retenție superficială al precipitațiilor. Aceste situații pot fi induse prin modificările antropice (necontrolate sau controlate) la care este supusă vegetația din cuprinsul bazinului.

În prima situație ipotetică, se admite că bazinul studiat reacționează la ploaia de calcul printr-o valoare „mică” a debitului de viitură (QI); această situație poate fi indusă din momentul în care, în urma intervențiilor silviculturale prevăzute de amenajament, se ajunge la ameliorarea calității hidrologice a arboretelor. S-a simulat această ipoteză admițând că terenurile forestiere din cuprinsul bazinului urmează evoluția specificată în cadrul sistemului de cartare Apostol, după cum urmează (tabelul 7.6):

Tabelul 7. 6 Cele două ipoteze de evoluție a categoriilor hidrologice. The two hypotheses of evolution of the hydrological classes

| Categoriile și subcategoriile hidrologice definite în sistemul Apostol | Categoriile și subcategoriile hidrologice existente în prezent în bazinul luat în studiu | Categoriile și subcategoriile corespondente primei situații ipotetice | Categoriile și subcategoriile corespondente celei de a doua situații ipotetice |
|--|--|---|--|
| A | A | A | D1 |
| B1 | B1 | B2 | |
| B2 | B2 | A | |
| B3 | B3 | C1 | |
| C1 | C1 | B2 | |
| C2 | C2 | C1 | |
| C3 | C3 | C3 | |
| D1 | D1 | C1 | |
| D2 | - | - | - |
| D3 | - | - | - |

În cea de a doua situație ipotetică, s-a admis că bazinul studiat reacționează la ploaia de calcul printr-o valoare „mare” a debitului de viitură ($QI0$), această situație putând fi indusă din momentul în care s-ar defrișa integral pădurea existentă astăzi în cuprinsul bazinetelor; deși puțin probabilă, o asemenea evoluție este totuși posibilă dacă avem în vedere istoricul mai îndepărtat sau mai apropiat al pădurilor din această zonă a țării (fig. 7.12 și fig. 7.13).

S-a simulat această ipoteză admițând că terenurile forestiere din cuprinsul bazinului, încadrate din punct de vedere hidrologic în categoriile A, B și C, se translatează la categoria D, subcategoria D1 (suprafețe afectate împăduririlor - clasă de regenerare).

Pentru toate cele trei situații amintite (situația actuală și cele două situații ipotetice) s-a calculat debitul maxim de viitură la asigurarea de 1 % cu ajutorul Metodei suprafeței active (Radu Gaspar), metodă care a fost validată prin cercetări de lungă durată în bazine hidrografice mici, predominant forestiere.



Fig. 7. 12 Zonele fără defrișare (2008, stânga) și zonele cu defrișare (2009, dreapta) din cuprinsul bazinului superior al râului Cârčinov (Preluare Google Earth). Upper Carcinov basin in 2008 (left) and in 2009 (right – the areas deforested are highlighted)



Fig. 7. 13 Suprafață de teren defrișată recent în bazinul Valea Perilor (foto: Clinciu 2010). Area on Valea Perilor deforested recently (photo: Clinciu 2010)

Valorile debitelor caracteristice Q , $Q1$ și $Q10$, precum și gradul de torențialitate, stabilit pe baza acestora, pentru cele 9 bazinete luate în studiu, sunt prezentate în cele ce urmează (tabelul 7.7):

Tabelul 7.7 Coeficientul K_{tor} pentru cele 9 bazinete studiate. K_{tor} coefficient in relation to the nine areas under research

| Bazinetul | S(ha) | Debitul la probabilitatea de referință 1% corespunzător celor trei ipoteze de calcul (m ³ /s) | | | K_{tor} |
|------------|-------|--|-----------------------------|------------------------------|-----------|
| | | Situația actuală | Prima situație ipotetică | A doua situație ipotetică | |
| | | Q | Q ₁ | Q ₁₀ | |
| Șipot | 61 | 5,8 | 2,7 | 9,1 | 0,479 |
| Anghel | 103 | 9,9 | 5,5 | 13,8 | 0,523 |
| Mălăeși | 101 | 9,9 | 4,7 | 14,1 | 0,530 |
| Rotăriei | 27 | 3,5 | 1,8 | 4,6 | 0,607 |
| Perilor | 281 | 25,2 | 13,5 | 40,1 | 0,441 |
| Purcăreții | 82 | 8,9 | 5,3 | 11,8 | 0,567 |
| Hotarului | 272 | 23,3 | 13,1 | 33,1 | 0,510 |
| Drogiși | 169 | 15,6 | 10,0 | 21,8 | 0,471 |
| Talpei | 118 | 13,3 | 8,1 | 15,6 | 0,695 |

Harta tematică cu distribuția coeficientului de torențialitate al scurgerii lichide la nivelul celor 9 bazinete din cuprinsul bazinului superior al râului Cârčinov se prezintă în fig. 7.14.

Pe baza datelor obținute (tabelul 7.7) s-a determinat un coeficient care exprimă valoarea medie a gradului de torențialitate la scara întregului bazin studiat. Valoarea acestui coeficient ($k_{tor-mediu} = 0,513$) încadrează bazinul superior al râului Cârčinov în clasa bazinelor cu torențialitate ridicată, confirmându-se astfel justetea afirmațiilor anterioare aparținând altor autori (Heroiu, Ilyeși 1986).

Mai departe, s-a studiat legătura corelativă dintre gradului de torențialitate aferent fiecărui bazinet și coeficientul de scurgere mediu, corespunzător, obținându-se astfel reprezentarea din fig. 7.15.

Valoarea mare a coeficientului de corelație (0,92), confirmă legătura strânsă care există între gradul de torențialitate (k_{tor}) pe de o parte și coeficientul de scurgere la scară bazinală, pe de altă parte.

Ecuția de regresie stabilită poate fi utilă în activitatea de proiectare viitoare, întrucât, pornind de la valoarea medie bazinală a coeficientului de scurgere se poate stabili în mod expeditiv gradul de torențialitate al bazinului și astfel se pot lua decizii privind urgența și prioritatea viitoarelor intervenții cu lucrări de corectare a torenților pe teritoriul silvic din această zonă a țării.

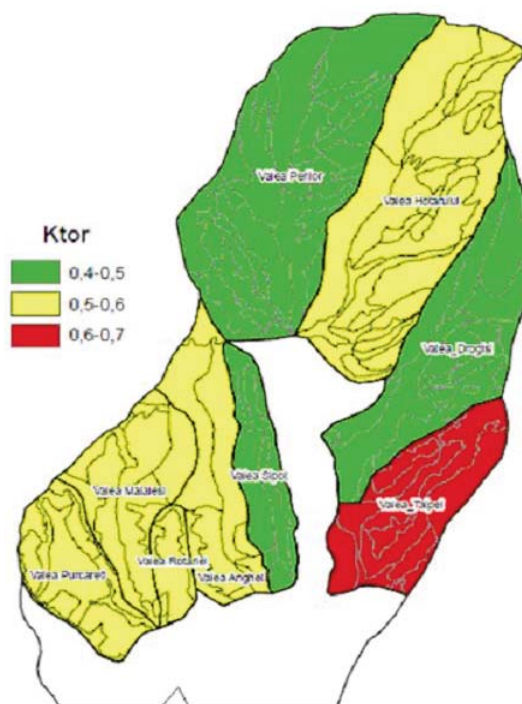


Fig. 7. 14 Distribuția bazinetelor în funcție de valoarea coeficientului de torențialitate (Ktor). The areas of research and their Ktor coefficients

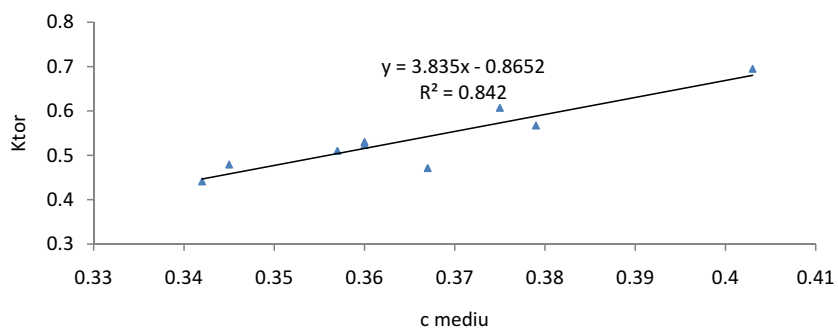


Fig. 7. 15 Corelația dintre Ktor și c. The correlation between Ktor and C

7.6. Utilizarea gradului de torențialitate pentru încadrarea pe urgențe a viitoarelor lucrări

În sfârșit, corelând hărțile tematice prezentate în capitolul de față cu concluziile ce au fost desprinse din cercetarea referitoare la comportarea și efectul lucrărilor de pe rețeaua hidrografică torențială s-a propus o ierarhizare în elaborarea și aplicarea unor noi proiecte de amenajare a torenților pe teritoriul silvic din cuprinsul bazinului superior al râului Cârčinov.

S-a ținut seama de poziționarea diferită a bazinetelor pe scara coeficientului de torențialitate și s-a avut în vedere faptul că unele dintre bazinele nu au fost încă atacate cu lucrări de amenajare a rețelei hidrografice torențiale, în timp ce altele sunt dotate cu astfel de lucrări.

În ultimul caz, s-au departajat două situații: o primă situație în care capacitatea de retenție și consolidare a lucrărilor hidrotehnice executate este complet epuizată/realizată și o a doua situație în care capacitatea de retenție și consolidare este doar parțial realizată (existând deci o capacitate disponibilă ce trebuie luată în seamă la data elaborării viitoarelor documentații de proiectare).

În funcție de aceste criterii, pe scara cu 10 clase a coeficientului de torențialitate, propusă de Radu Gaspar (1967), bazinele se încadrează după cum urmează (tabelul 7.8).

Din considerente de ordin practic, s-a recurs în continuare la o reclasificare a coeficientului de torențialitate (Gaspar 1967), intervalul de clasă (0,1) propus de autor mărindu-se la 0,2; s-au definit astfel numai 5 clase de torențialitate după cum urmează torențialitate slabă ($K_{tor} = 0,0 - 0,2$); torențialitate mijlocie ($K_{tor} = 0,2 - 0,4$); torențialitate puternică ($K_{tor} = 0,4 - 0,6$); torențialitate foarte puternică ($K_{tor} = 0,6 - 0,8$) și torențialitate excesivă ($K_{tor} = 0,8 - 1,0$).

În funcție de noua clasificare propusă, s-a trecut la stabilirea urgențelor de elaborare a viitoarelor proiecte de amenajare a rețelei hidrografice torențiale pe teritoriul silvic din această zonă:

- În prima urgență au fost încadrate bazinele neamenajate cu lucrări hidrotehnice de corectare a torenților, departajarea dintre acestea făcându-se în funcție de poziționarea lor pe scara claselor de torențialitate.

S-a convenit ca, în cadrul aceleiași clase, prioritatea de intervenție să fie dictată de natura și de importanța economică și socială a obiectivelor periclitate de viitori.

Tabelul 7. 8: Încadrarea bazinetelor componente pe clase de torențialitate în funcție de valoarea K_{tor} , și de starea privind amenajarea/neamenajarea rețelei hidrografice torențiale. The classification of areas found on upper Carcinov basin in torrential classes, based on the value of the K_{tor} coefficient and the status of the torrential management works found in each area

| Clasele de torențialitate (Gaspar, 1967) | Coeficientul K_{tor} pentru bazinetele studiate | Specificarea bazinetelor | | |
|--|---|--|---------------------------------|---------------------------------|
| | | Cu rețea torențială amenajată | | Cu rețea torențială neamenajată |
| | | Capacitate de retenție disponibilă (m^3 și m^3/ha) | Capacitate de retenție epuizată | |
| $0 < K_{tor} < 0,1$ | - | - | - | - |
| $0,1 < K_{tor} < 0,2$ | - | - | - | - |
| $0,2 < K_{tor} < 0,3$ | - | - | - | - |
| $0,3 < K_{tor} < 0,4$ | - | - | - | - |
| $0,4 < K_{tor} < 0,5$ | 0,441 | Valea Perilor ($1139m^3$; $1139/281=4,1 m^3/ha$) | - | - |
| | 0,471 | - | - | Valea Drogiși |
| | 0,479 | Valea Șipot ($1871m^3$; $1871/61 = 30,6 m^3/ha$) | - | - |
| $0,5 < K_{tor} < 0,6$ | 0,510 | - | - | Valea Hotarului |
| | 0,523 | Valea Angel ($1409m^3$; $1409/103 = 13,7 m^3/ha$) | - | - |
| | 0,530 | - | Valea Mălăeși | - |
| | 0,567 | Valea Purcăreții ($774m^3$; $774/82 = 9,4 m^3/ha$) | - | - |
| $0,6 < K_{tor} < 0,7$ | 0,607 | Valea Rotării ($598 m^3$; $598/27 = 22,1 m^3/ha$) | - | - |
| | 0,695 | - | - | Valea Talpii |
| $0,7 < K_{tor} < 0,8$ | - | - | - | - |
| $0,8 < K_{tor} < 0,9$ | - | - | - | - |
| $0,9 < K_{tor}$ | - | - | - | - |

Astfel procedând, în prima urgență - prioritatea 1 s-a încadrat Valea Talpei, bazinet pentru care valoarea coeficientului K_{tor} (0,695) îl încadrează în clasa de torențialitate foarte puternică. Prioritatea de intervenție (1) se justifică prin faptul că bazinetul acestei văi gravitează în mod direct la satul Valea Mare (fig.7.16), iar viiturile și inundațiile care s-au produs până în prezent au confirmat, prin amploarea și violența lor, caracterul puternic torențial al acestei văi (fig. 7.16).

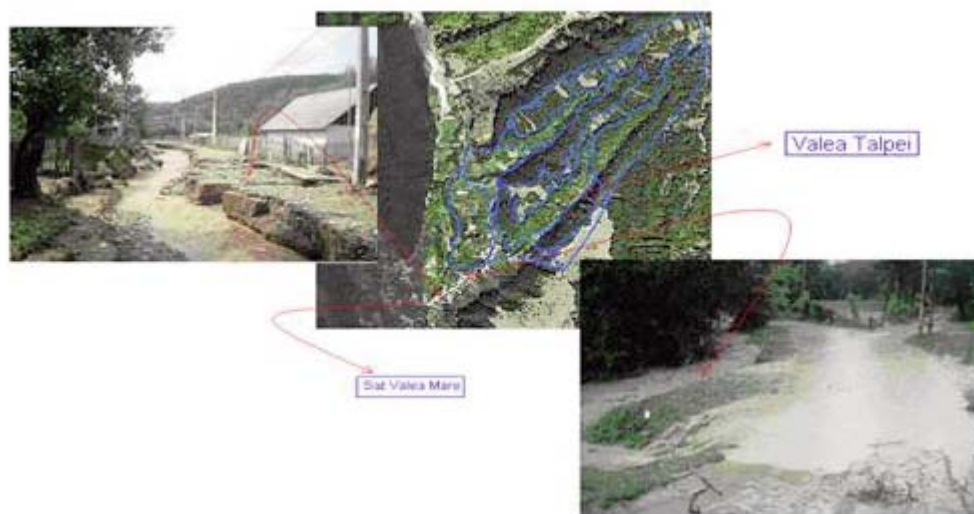


Fig. 7. 16 Inundația produsă în satul Valea Mare, de către viitura din anul 2005 (foto: Tudose 2005). Valea Mare village – flooding, year 2005 (photo: Tudose 2005)

În prima urgență - prioritatea 2 s-a încadrat bazinetul Valea Hotarului, pentru care valoarea coeficientului $K_{tor} = 0,510$, iar în prima urgență - prioritatea 3 s-a poziționat bazinetul Valea Drogișului pentru care valoarea coeficientului de torențialitate $K_{tor} = 0,471$.

Chiar dacă ambele bazinete fac parte din aceeași clasă de torențialitate (puternică), totuși bazinetului Valea Hotarului îi va fi acordată prioritate la amenajare deoarece acesta este traversat de drumul comunal Valea Mare (fig. 7.17) care asigură legătura sub raport administrativ cu primăria Comunei Căndești Vale (județ Dâmbovița).

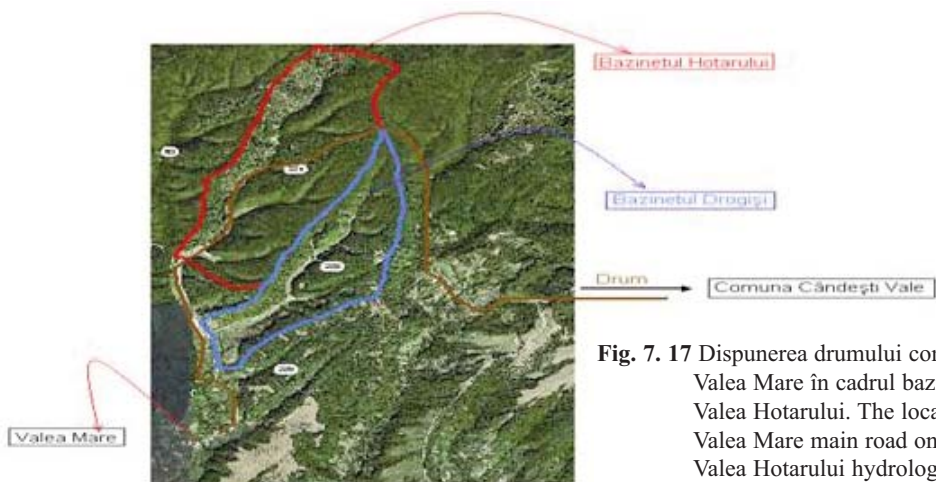


Fig. 7. 17 Dispunerea drumului comunal Valea Mare în cadrul bazinetului Valea Hotarului. The location of Valea Mare main road on the Valea Hotarului hydrological basin

▪ În cea de a doua urgență (II) s-au încadrat bazinele a căror rețea hidrografică este deja amenajată cu lucrări de corectare a torenților. În cazul de față, la prioritizarea viitoarelor documentații de proiectare s-a luat în considerare pe lângă gradul de torențialitate și capacitatea de retenție specifică (m^3/ha) de care dispuneau lucrările executate la data parcurgerii terenului.

Prin cuplarea celor două criterii de analiză au rezultat în tabelul 7.9 un număr de 9 compartimente, în interiorul cărora au fost distribuite cele 6 bazine.

Tabelul 7.9 Distribuția bazinetelor cu rețeaua torențială amenajată în funcție de K_{tor} și de capacitatea de retenție disponibilă. The distribution of basins in relation to the K_{tor} coefficient and the retention capacity factor

| K_{tor} | Capacitatea de retenție specifică (m^3/ha) disponibilă | | |
|-----------|--|-----------|--|
| | 30 -20 | 20-10 | 10-0 |
| 0,2-0,4 | - | - | - |
| 0,4-0,6 | V. Șipot | V. Anghel | V. Mălăeși; V. Purcăreții V. Perilor |
| 0,6-0,8 | V. Rotării | - | - |

Pentru a decide în privința priorității de intervenție, tabelul a fost descompus în 3 zone distincte (redate prin alternanța de tonuri de gri), fiecărei zone atribuindu-se o anumită prioritate, de la prioritatea 1 (pentru zona din dreapta jos a tabelului) și până la prioritatea 3 (pentru zona din stânga sus a tabelului). Evident pe diagonală se înlanțuiesc compartimentele cărora le corespunde prioritatea 2.

Așadar, în cadrul urgenței a doua se va acorda prima prioritate grupului de bazine Mălăeși, Purcăreții și Perilor (mai ales că acesta din urmă are ca obiectiv periclitat chiar satul Valea Mare), iar cea de a doua prioritate se va acorda grupului de bazine Anghel și Rotării (primul periclitând același obiectiv). Valea Șipot se încadrează în prioritatea trei de amenajare în viitor.

8. REZULTATELE CERCETĂRILOR HIDROLOGICE EXPERIMENTALE

8.1. Rezultatele cercetărilor privind precipitațiile

8.1.1. Precipitațiile preluate de la stația hidrologică Voinești

8.1.1.1. Frecvența zilelor cu precipitații

După cum se cunoaște, o caracteristică importantă a regimului de precipitații o constituie frecvența acestora, exprimată prin numărul zilelor cu precipitații ($P > 0,1$ mm).

Potrivit datelor preluate, această frecvență este variabilă pentru cei trei ani luați în analiză, cel mai mic număr de precipitații (90) înregistrându-se în anul secetos iar cel mai mare (147) în anul cel mai ploios. Anul mediu ocupă din acest punct de vedere o poziție intermediară (116).

O largă variabilitate a numărului de zile cu precipitații (Marcu et al. 2006) se poate remarca și la nivel lunar (fig. 8.1 a), atât de la un an la altul cât și în cadrul aceluiași an. Spre exemplu, luna mai se detașează prin numărul cel mai mare de zile cu precipitații (21) pentru anul 2008 (an mediu), iar alte patru luni aferente anului ploios (2005) se remarcă printr-un număr aproximativ egal de zile cu precipitații (15-16).

Și pe anotimpuri distribuția numărului de zile cu precipitații este diferită de la un an la altul. După cum se prezintă în fig. 8.1 b, acest număr crește ușor de la anul secetos către anul mediu și accentuat de la anul mediu spre cel ploios.

Indiferent de anotimp, frecvența zilelor cu precipitații este cea mai ridicată în cazul anului ploios (41 de zile primăvara, 41 de zile vara, 25 de zile toamna și 35 de zile iarna).

Cel mai mic număr de zile cu precipitații s-a evidențiat în anotimpul de toamnă pentru anul secetos, iar cea mai mare frecvență s-a înregistrat în sezonul primăvară-vară pentru anul ploios.

Pentru a se surprinde și mai bine particularitățile regimului anual al precipitațiilor atmosferice (neinfluențate de inegalitatea duratei lunilor), s-a calculat indicele pluviometric lunar K, folosind formula de calcul Angot (Albu 2009, Carmen Dragotă et al. 2008):

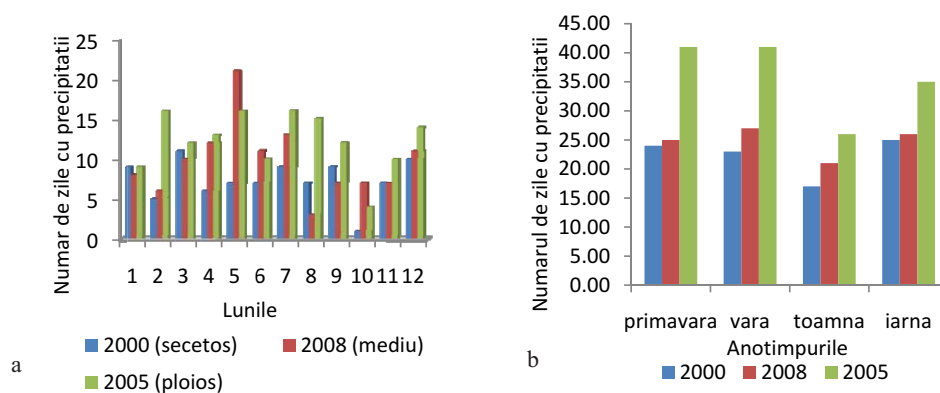


Fig. 8. 1 Numarul de zile cu precipitații pe luni (a) și pe anotimpuri (b) pentru cei trei ani caracteristici. The number of rainy days for the years 2000, 2005 and 2008 (a: monthly; b: seasonal)

$$K = \frac{q \cdot 365}{Q \cdot n}$$

în care: q - cantitatea medie de precipitații dintr-o lună; Q - cantitatea medie anuală de precipitații; n - numărul de zile ale acelei luni.

Valorile acestui indice, redate în figura 8.2. și în tabelul de deasupra acestei figuri arată cât de ploioasă este fiecare lună în cadrul celor trei ani studiați.

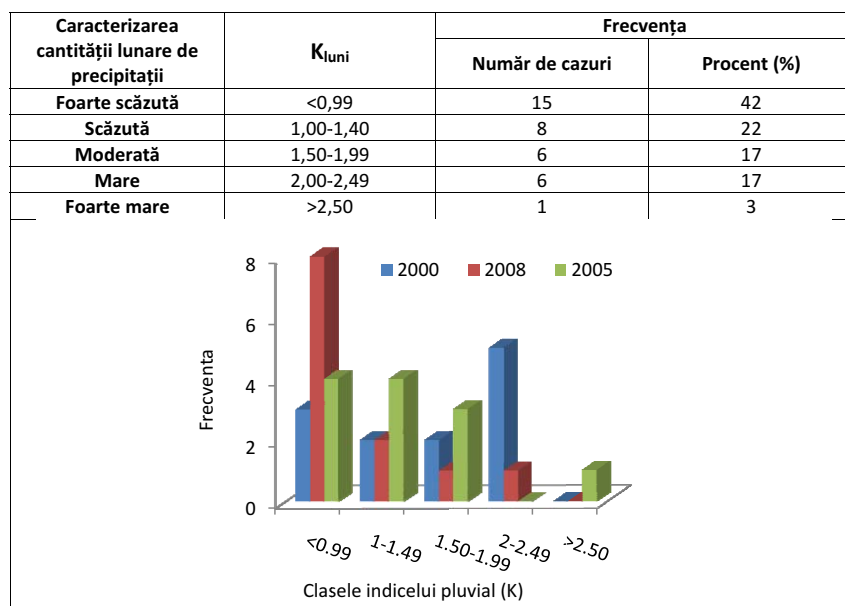


Fig. 8. 2 Frecvența pe clase a indicelui pluviometric (K) pentru cei trei ani caracteristici. The rainfall index (K) for the years 2000, 2005 and 2008

Se observă că, lunile cu cea mai scăzută cantitate de precipitații dețin cel mai mare procent (42 %), iar lunile cu cea mai mare cantitate de precipitații sunt reprezentate în procent de 3 %.

Valoarea indicelui pluviometric (Angot) este supraunitară în lunile de vară: iunie (1,80), iulie (1,27), august (1,22) și la sfârșitul primăverii, în luna mai (1,29) când cantitatea de precipitații căzută ajunge la 50-75 mm. Valorile sub-unitare se înregistrează în intervalul octombrie-martie, cea mai secetoasă fiind luna ianuarie (0,64).

8.1.1.2. Cuantumul precipitațiilor

Prin analiza datelor referitoare la cei trei ani caracteristici s-au constatat următoarele (tabelele 8.1, 8.2 și 8.3):

- ANUL 2000 (secetos)
 - la nivel zilnic, cuantumul maxim de precipitații s-a înregistrat în ziua de 6 septembrie și a fost de aproximativ 44 mm;
 - cea mai ploioasă a fost luna septembrie, când precipitațiile căzute au însumat aproximativ 60 mm;
 - cea mai secetoasă a fost luna octombrie, în care s-a înregistrat o singură zi cu precipitații (0,9 mm).
- ANUL 2008 (mediu)
 - maximul zilnic s-a înregistrat în 23 iulie și a fost de aproximativ 50 mm;
 - la nivel lunar cea mai mare cantitate de precipitații s-a înregistrat în iulie și a fost de aproximativ 118 mm;
 - cea mai scăzută cantitate de precipitații s-a înregistrat în luna februarie și a fost de aproximativ 7 mm.
- ANUL 2005 (ploios)
 - cuantumul maxim zilnic s-a înregistrat în 20 septembrie și a fost de aproximativ 100 mm;
 - luna august a înregistrat cantitatea maximă de precipitații (aproximativ 260 mm);
 - cea mai săracă în precipitații a fost luna octombrie (doar 7 mm).

Analizând comparativ cei trei ani caracteristici, s-a observat că mediile zilnice lunare ale cantității de precipitații urmează o distribuție asemănătoare (fig. 8.3), dar numai pentru anul cel mai ploios (2005) și anul mediu (2008), când valori maxime (de aproximativ 15-20 mm) sunt înregistrate la sfârșit de vară și început de toamnă. Dimpotrivă, anul secetos (2000) prezintă o distribuție a mediilor zilnice lunare mult mai aplatizată, cu valori care nu depășesc decât cu puțin pragul de 6 mm.

Tablelul 8. 1 Cuantumul precipitațiilor pentru anul 2000. Total amount of rainfall in the year 2000

| STAȚIA: VOINEȘTI | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|--------|-------|
| Anul : 2000 | | | | | | | | | | | | | |
| Stratul precipitațiilor căzute în 24 de ore între orele 7 ale zilelor (în mm) | | | | | | | | | | | | | |
| Ziua | LUNA | | | | | | | | | | | | Suma |
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
| 1 | 24,7 | | | | | 0,9 | | 2,3 | | | | | 27,90 |
| 2 | 0,6 | | | 1,8 | | 0,6 | | | | 0,9 | | | 3,90 |
| 3 | | | 1,5 | | 1,8 | | | | | | | | 3,30 |
| 4 | | | | | | | | | 0,8 | | | | 0,80 |
| 5 | | | | | | | | | 0,3 | | | | 0,30 |
| 6 | | | 0,5 | 15,3 | | | | | 44,4 | | 0,5 | | 60,70 |
| 7 | | | | | | | | | 1,5 | | 1,4 | | 2,90 |
| 8 | | | | | | | | | | | | | 0,00 |
| 9 | | | | | | | | 0,5 | | | 11,8 | | 12,30 |
| 10 | | 7,1 | 1,5 | | | | | | | | 3,5 | | 12,10 |
| 11 | | | 5,5 | | | | | 2,1 | | | 0,2 | 0,2 | 8,00 |
| 12 | | | | | | | | | | | | | 0,00 |
| 13 | 0,8 | | | | | | 10 | | | | | | 10,80 |
| 14 | 0,3 | | | | | | 12,6 | | | | | | 12,90 |
| 15 | | | | | | | | | | | | 1,2 | 1,20 |
| 16 | | | | | | | 1 | 2 | 1 | | | | 4,00 |
| 17 | 0,3 | | | | | 0,3 | 3,7 | | | | | 0,5 | 4,80 |
| 18 | | 8,2 | 2,2 | | 3,2 | 6,2 | | | 1,5 | | | | 21,30 |
| 19 | | 13,6 | 3 | | 0,9 | | 9 | | | | | 0,2 | 26,70 |
| 20 | 0,3 | | 5 | | 16,6 | | 8,9 | | | | | | 30,80 |
| 21 | | | | | 7,4 | | 1 | | | | | 5,5 | 13,90 |
| 22 | 1,3 | | | | 1,4 | | | | | | | 1 | 3,70 |
| 23 | | 0,1 | | | | | 7,4 | | 0,7 | | | 0,1 | 8,30 |
| 24 | 10,4 | 0,3 | | | | 0,8 | | | 4,6 | | | | 16,10 |
| 25 | 7,1 | | | 5,3 | | 11,6 | | 1,2 | 4,9 | | | | 30,10 |
| 26 | | | 0,7 | | | | | | | | 5,1 | | 5,80 |
| 27 | | | 0,3 | | | 29 | | 0,3 | | | | | 29,60 |
| 28 | | | 8,8 | 11 | | 4,1 | | | | | 0,6 | 1,9 | 26,40 |
| 29 | | | | 1,2 | | | | | | | | 2,5 | 3,70 |
| 30 | | | | 2,1 | | 2,3 | | | | | | | 4,40 |
| 31 | | | 2,5 | | 0,2 | | 0,3 | 0,4 | | | | 5,1 | 8,50 |
| Suma | 45,80 | 29,30 | 31,50 | 36,70 | 31,50 | 55,80 | 53,90 | 8,80 | 59,70 | 0,90 | 23,10 | 18,20 | - |
| Media aritmetică | 5,09 | 5,86 | 2,86 | 6,12 | 4,50 | 6,20 | 5,99 | 1,26 | 6,63 | 0,90 | 3,30 | 1,82 | - |
| Varianța | 13,57 | 10,48 | 8,63 | 12,49 | 10,21 | 16,53 | 15,97 | 2,85 | 17,69 | 0,00 | 7,48 | 5,18 | - |
| Abaterea standard | 3,68 | 3,24 | 2,94 | 3,53 | 3,19 | 4,07 | 4,00 | 1,69 | 4,21 | 0,00 | 2,74 | 2,28 | - |
| Coeficientul de variație | 72,39 | 55,25 | 102,61 | 57,77 | 70,99 | 65,58 | 66,58 | 66,73 | 63,40 | 0,00 | 82,90 | 125,05 | - |
| TOTAL ANUAL : 395,20 mm | | | | | | | | | | | | | |

Tabelul 8. 2 Cuantumul precipitațiilor pentru anul 2005. Total amount of rainfall in the year 2005

| STAȚIA: VOINEȘTI | | | | | | | | | | | | | Suma |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|
| Anul : 2005 | | | | | | | | | | | | | |
| Stratul precipitațiilor căzute în 24 de ore între orele 7 ale zilelor (în mm) | | | | | | | | | | | | | |
| Ziua | LUNA | | | | | | | | | | | | |
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
| 1 | | 0,6 | 1,2 | 0,1 | | | 10,2 | | | | | 1,3 | 13,40 |
| 2 | | 2,6 | | | | 13,7 | 2,4 | | 22,6 | 0,8 | | 21,2 | 63,30 |
| 3 | | 0,1 | 0,1 | | | 13,7 | 49,8 | | 0,8 | 5,4 | | 1,0 | 70,90 |
| 4 | 1,0 | | | | | | 22,7 | | | | | | 23,70 |
| 5 | | | 2,4 | | 1,6 | | | | | | | 0,1 | 4,10 |
| 6 | | | 19,8 | | | 7,5 | | 66 | | | | | 93,30 |
| 7 | | | | | 9,1 | 25,2 | 1,4 | 45,5 | | | | 0,1 | 81,30 |
| 8 | | | | | 20,3 | 2,3 | | 10,2 | | | | 1,4 | 34,20 |
| 9 | | | | | 6,9 | 34,4 | | 9,2 | | | | 0,1 | 50,60 |
| 10 | | | 0,9 | | 1,1 | | 15,9 | | | | | | 17,90 |
| 11 | | | 3 | | 11,1 | | | | | | | 0,1 | 14,20 |
| 12 | | | | | 2,8 | 1,6 | 36,7 | | | | | | 41,10 |
| 13 | | | 0,1 | 0,2 | 13,5 | | 0,1 | 2,4 | | | 1,2 | | 17,50 |
| 14 | | 8,3 | | 0,2 | | | 1,6 | 22,2 | 3,2 | | 0,2 | | 35,70 |
| 15 | 1,6 | 11,1 | | 5,3 | | | 0,4 | 6,2 | 9,3 | 1,0 | | | 34,90 |
| 16 | | 7,4 | | 5,4 | 0,4 | | 0,4 | | 0,3 | | | 1,5 | 15,40 |
| 17 | | 22 | | | | 2,5 | 0,8 | 37 | | 0,3 | 5,2 | | 67,80 |
| 18 | | 0,7 | 0,2 | 0,4 | | | | 14,6 | | | 0,3 | | 16,20 |
| 19 | | 1,5 | | 14,5 | | | | | 2,5 | | 14,4 | | 32,90 |
| 20 | | 1,2 | | 0,4 | 3,4 | | 10,4 | 9,2 | 101,3 | | 1,6 | | 127,50 |
| 21 | | | | 0,3 | 1,6 | | | 1,9 | 45,3 | | | | 49,10 |
| 22 | | | | 32 | 0,9 | | 14,9 | | 4,3 | | | 3,3 | 55,40 |
| 23 | | 1,0 | | 6,1 | 4,9 | | | 3,5 | 2,7 | | | 0,2 | 18,40 |
| 24 | | 4,0 | | 0,2 | | 3,9 | 16,6 | 27 | 12,6 | | 2,2 | | 66,50 |
| 25 | 4,6 | 10,1 | | | 0,5 | | 0,3 | | 4,8 | | 13,5 | | 33,80 |
| 26 | 12 | 0,8 | | | 2,1 | | | | | | 1,8 | | 16,70 |
| 27 | 14,5 | 1,4 | | | 0,2 | | | 0,6 | | | | 1,0 | 17,70 |
| 28 | 2,8 | 22 | 2,0 | | | | | | | | 0,5 | | 27,30 |
| 29 | 5,2 | | 17,5 | 1,9 | | 9,6 | | | | | | 5,7 | 39,90 |
| 30 | 10,8 | | 3,2 | | | | | 0,3 | | | | | 14,30 |
| 31 | 3,3 | | 0,8 | | | | | | | | | 12,7 | 16,80 |
| Suma | 55,80 | 94,80 | 51,20 | 67,00 | 80,40 | 114,40 | 184,60 | 255,80 | 209,70 | 7,50 | 40,90 | 49,70 | - |
| Media aritmetică | 6,20 | 5,93 | 4,27 | 5,15 | 5,03 | 11,44 | 11,54 | 17,05 | 17,48 | 1,88 | 4,09 | 3,55 | - |
| Varianta | 16,53 | 22,22 | 13,55 | 17,15 | 18,84 | 32,56 | 43,27 | 61,64 | 55,49 | 2,81 | 11,64 | 12,33 | - |
| Abaterea standard | 4,07 | 4,71 | 3,68 | 4,14 | 4,34 | 5,71 | 6,58 | 7,85 | 7,45 | 1,68 | 3,41 | 3,51 | - |
| Coeficientul de variație | 65,58 | 79,56 | 86,27 | 80,36 | 86,39 | 49,88 | 57,01 | 46,04 | 42,63 | 89,44 | 83,42 | 98,93 | - |
| TOTAL ANUAL : 1211,80 mm | | | | | | | | | | | | | |

Tablelul 8. 3 Cuantumul precipitațiilor pentru anul 2008. Total amount of rainfall in the year 2008

| STAȚIA: VOINEȘTI | | | | | | | | | | | | | Suma |
|---|-------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Anul : 2008 | | | | | | | | | | | | | |
| Stratul precipitațiilor căzute în 24 de ore între orele 7 ale zilelor (în mm) | | | | | | | | | | | | | |
| Ziua | LUNA | | | | | | | | | | | | |
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
| 1 | 1 | | | 0,6 | 0,5 | | | 26,8 | | | | | 28,90 |
| 2 | 5,7 | | 1,9 | 3,6 | | 18,4 | 8 | | | | | | 37,60 |
| 3 | | | 0,1 | 0,2 | 2,3 | | | | | | | | 2,60 |
| 4 | | | | | 6,4 | | | | | | | | 6,40 |
| 5 | 0,1 | | 2,2 | | 4,5 | | 7,6 | | | 8,8 | | | 23,20 |
| 6 | 1,5 | 0,1 | 3,2 | 2,2 | 1,9 | | | | | 42,8 | | | 51,70 |
| 7 | 6,4 | | | 24,5 | | 4,5 | | | | | | 4,8 | 40,20 |
| 8 | | 1,8 | 7,1 | | | 2 | | | | | | 0,4 | 11,30 |
| 9 | | 0,6 | | | | | 0,7 | | 8 | 0,7 | | | 10,00 |
| 10 | | 3,1 | 0,6 | | 0,8 | | 4,5 | | | | | | 9,00 |
| 11 | | 1,1 | 0,7 | | 1,2 | | | | | | | | 3,00 |
| 12 | | | | | 1,4 | | | | | | | | 1,40 |
| 13 | | | | | 1,9 | 3,7 | | | 4,3 | | | | 9,90 |
| 14 | | | | | | | | | 5,2 | | | 19 | 24,20 |
| 15 | | 0,6 | | 23,2 | 7,6 | 21,8 | 1,2 | | 1,9 | | | 15,7 | 72,00 |
| 16 | | | | 24,7 | 5 | 0,9 | 2,5 | | | | | 0,2 | 33,30 |
| 17 | | | | | 16,1 | | | | 10,2 | | | | 26,30 |
| 18 | | | | | 7,5 | | | 7 | 1,4 | 2,2 | 3,4 | 7,2 | 28,70 |
| 19 | | | 2 | | 2,6 | 8,8 | | 14,4 | | | | 10 | 37,80 |
| 20 | | | | 1,7 | 2,3 | 2,6 | | | | | | 1,6 | 8,20 |
| 21 | | | | | | | 9,2 | | | | | 1,9 | 11,10 |
| 22 | | | | | 3,6 | 3 | | | | | 10,2 | 1,4 | 18,20 |
| 23 | 2,5 | | | 4,7 | 3,3 | | 49 | | | | 13,4 | | 72,90 |
| 24 | 6 | | | 7,1 | 8,1 | | 9,6 | | | | | 0,3 | 31,10 |
| 25 | | | 2,9 | 16,4 | 0,6 | 5,6 | 0,7 | | | 4,4 | | | 30,60 |
| 26 | | | 1,3 | 2,7 | 1,2 | | | | 10,7 | 0,9 | 0,6 | | 17,40 |
| 27 | | | | | 1 | | 3,2 | | | | | 6,5 | 10,70 |
| 28 | 2,9 | | | | | | | | | | | 0,7 | 3,60 |
| 29 | | | | | | 0,6 | 13,4 | | | | | | 14,00 |
| 30 | | | | | | | | | | | 5 | | 5,00 |
| 31 | | | | | | | 8,3 | | | 0,7 | | | 9,00 |
| Suma | 26,10 | 7,30 | 22,00 | 111,60 | 79,80 | 71,90 | 117,90 | 48,20 | 41,70 | 60,50 | 39,50 | 62,80 | - |
| Media aritmetică | 3,26 | 1,22 | 2,20 | 9,30 | 3,80 | 6,54 | 9,07 | 16,07 | 5,96 | 8,64 | 5,64 | 5,71 | - |
| Varianța | 8,07 | 2,48 | 6,26 | 29,53 | 16,58 | 19,71 | 30,18 | 18,55 | 13,51 | 19,6 | 12,8 | 17,21 | - |
| Abaterea standard | 2,84 | 1,58 | 2,50 | 5,43 | 4,07 | 4,44 | 5,49 | 4,31 | 3,68 | 4,43 | 3,58 | 4,15 | - |
| Coeficientul de variație | 87,1 | 129,53 | 113,73 | 58,43 | 107,17 | 67,92 | 60,58 | 26,81 | 61,7 | 51,22 | 63,39 | 72,67 | - |
| TOTAL ANUAL : 689,30 mm | | | | | | | | | | | | | |

Din punctul de vedere al variabilității cantităților zilnice de precipitații, exprimată prin coeficientul de variație, se observă o detașare a anului secetos (2000), comparativ cu ceilalți doi ani luați în studiu (fig.8.4).

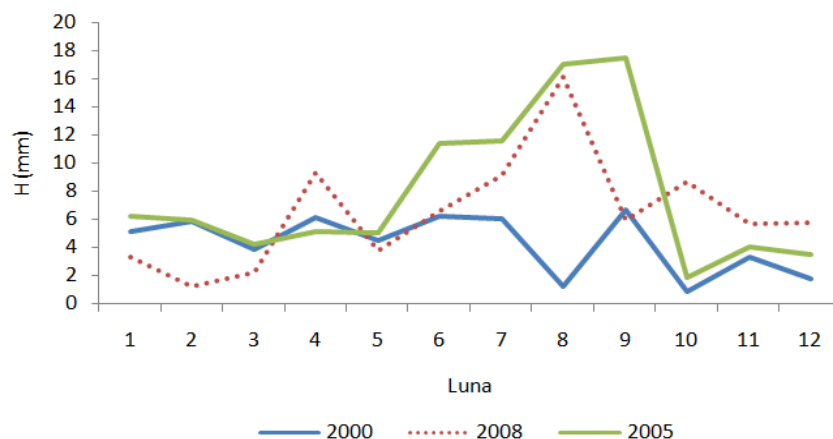


Fig. 8. 3 Distribuția mediei zilnice lunare a cantității de precipitații pentru cei trei ani caracteristici. The average daily amount of rainfall for the years 2000, 2005 and 2008

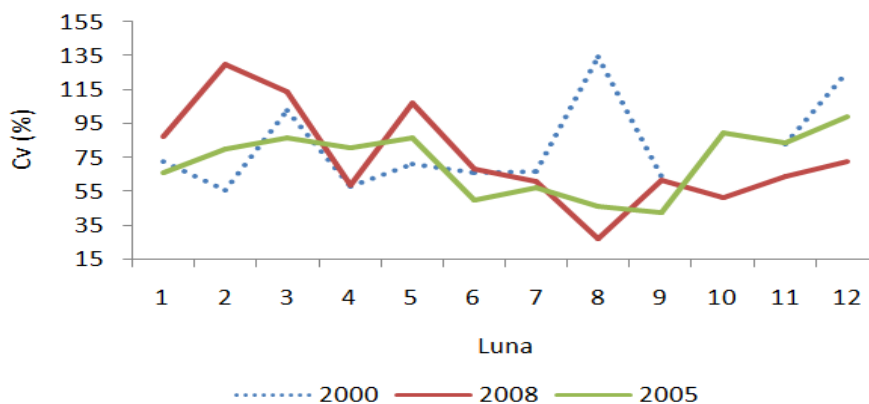


Fig. 8. 4 Distribuția coeficientului de variație al cantității zilnice lunare de precipitații pentru cei trei ani caracteristici. The variation of the daily rainfall coefficient for the years 2000, 2005 and 2008

8.1.1.3. Frecvența zilelor cu diferite cantități de precipitații

Potrivit datelor reprezentate în fig. 8.5 rezultă că din cele 146 de zile cu precipitații (100 %), 79 de zile sunt cuprinse între 0,1 și 10,0 mm iar 20 de zile în intervalul 10-20 mm. Așadar, în aproape 70 % din zilele cu precipitații nu există riscul de a apărea scurgeri de suprafață. Asemenea scurgeri se pot declanșa, dar cu valori nesemnificative, în cazul celor 18 zile (12 %) în care cantitatea de precipitații se înscrie în clasa 20-30 mm. Scurgeri cu valori semnificative pot lua naștere în zilele în care cantitatea de precipitații se înscrie în intervalul 30-50 mm

(7 zile, însemnând circa 5 %). Cantități peste pragul de 50 mm, capabile să genereze viituri tipice chiar pe cursurile mari de apă (Diaconu 1971), se întâlnesc în două zile, reprezentând un procent de aproximativ 1 % .

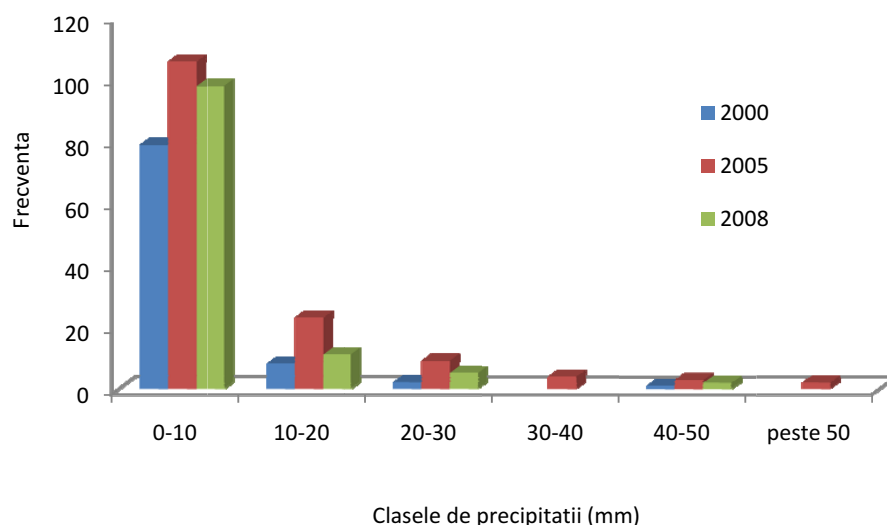


Fig. 8. 5 Distribuția frecvenței precipitațiilor pe clase. The frequency of raining events (classes)

8.1.1.4. Indicele precipitațiilor anterioare

Aprofundarea cercetărilor referitoare la precipitațiile anterioare este justificată de faptul că între aceste precipitații, pe de o parte, și umiditatea solului din momentul începerii viiturii și respectiv stratul scurs, pe de altă parte, există corelații directe semnificative. Acest tip de cercetare s-a dezvoltat și în bazine hidrografice mici, predominant forestiere, relația utilizată fiind de forma (Gaspar et al. 1979):

$$I_{15} = \sum_{t=1}^{15} 0,9^t \cdot h_{a,t}$$

în care : I_{15} (mm) este indicele precipitațiilor anterioare, t (zile) – intervalul de timp dintre începutul viiturii și ziua anterioară acesteia în care s-a înregistrat stratul de precipitații (mm).

Pe baza acestui indice s-au întreprins cercetări și de către INHGA (Institutul Național de Hidrologie și Gospodărirea Apelor) în cele 20 de bazine reprezentative situate în diferite condiții fizico geografice ale țării. Pentru bazinele împădurite, aceste cercetări s-au finalizat prin definirea relației dintre coeficientul de

scurgere, pe de o parte, și cantitatea de precipitații generată de o anumită ploaie și respectiv cantitățile de precipitații căzute anterior acestei ploi, pe de altă parte (Miță et al. 1996).

Data fiind lipsa datelor cu privire la precipitațiile zilnice căzute în bazinul superior al râului Cărcinov, prin cercetarea de față s-a propus ca, pe baza datelor disponibile de la stația hidrologică Voinești, să se analizeze dependența corelațională dintre cuantumul precipitațiilor înregistrate la nivel lunar și valoarea medie lunară a indicelui precipitațiilor anterioare (I_{15}).

S-au testat câte cinci ecuații de regresie și a fost aleasă cea pentru care coeficientul de determinație R^2 a avut valoarea cea mai mare (regresia liniară).

Cea mai mare valoare a coeficientului de corelație ($r = 0,93^{***}$) s-a înregistrat pentru anul 2005 (ploios), valoare care este foarte semnificativă pentru cele 11 grade de libertate ($r_{0,001} = 0,805$). Valori semnificative ale coeficientului de corelație s-au obținut și pentru anul secetos ($r = 0,796^*$) și anul mediu ($r = 0,731^*$).

Urmărind graficele prezentate în figurile 8.6 (a, b și c) se poate observa ușor că panta dreptelor de regresie (redată prin intermediul coeficienților de regresie: (0,1777; 0,1792 și 0,215) prezintă o creștere de la anul secetos spre anul ploios. Așadar, pe măsura creșterii cuantumul precipitațiilor lunare crește și media lunară a indicelui precipitațiilor anterioare.

Prin cuplarea celor trei ani caracteristici s-a obținut o ecuație de regresie comună, tot liniară (fig. 8.7), valoarea coeficientului de corelație ($r = 0,889^{***}$) fiind foarte semnificativă ($r_{0,001} = 0,519$). Această relație este utilă atunci când, pentru o altă zonă de studiu, asemănătoare cu aceea a Cărcinovului, nu se cunosc caracteristicile regimului pluviometric (an secetos, mediu sau ploios).

Dacă nu se cunosc distribuțiile precipitațiilor din cele 15 zile anterioare viiturii, ci numai valorile lor globale ($h_{a,15}$), se poate utiliza pentru determinarea acestui indice o formulă empirică propusă tot de Radu Gaspar:

$$I_{15} = 0.9^{7.5} \cdot h_{a,15}$$

Valorile calculate pe baza acestei formule s-au comparat (fig. 8.8) cu valorile obținute cu ajutorul formulei complexe rezultând un coeficient de corelație foarte semnificativ ($r = 0.93$).

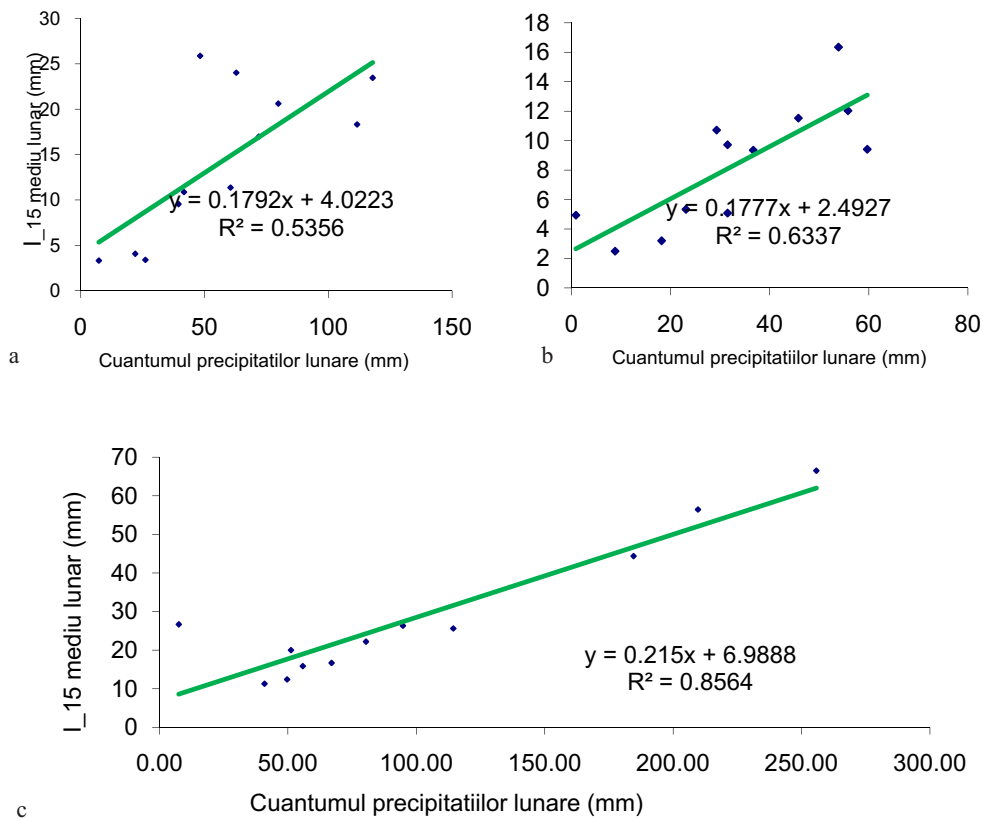


Fig. 8. 6 Dependența corelațională dintre media indicelui precipitațiilor anterioare (I_{15}) și cantumul precipitațiilor pentru cei trei ani caracteristici (2000, secetos, a; 2008, mediu, b; 2005, ploios, c). The correlation between the average of the previous amount of rainfall index (I_{15}) and the amount of rainfall for the years 2000 (a: droughty), 2008 (b: rainy) and 2005 (c: medium)

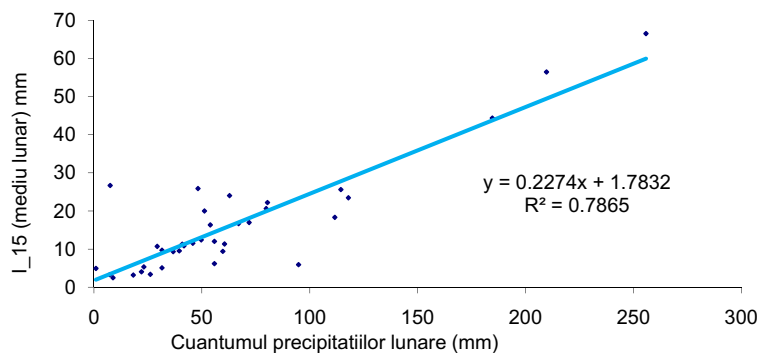


Fig. 8. 7 Dependența corelațională dintre indicelui de precipitații (I_{15}) și cantumul precipitațiilor pentru anii 2000, 2008 și 2005. The correlation between the I_{15} index and the amount of rainfall for the years 2000, 2008 and 2005

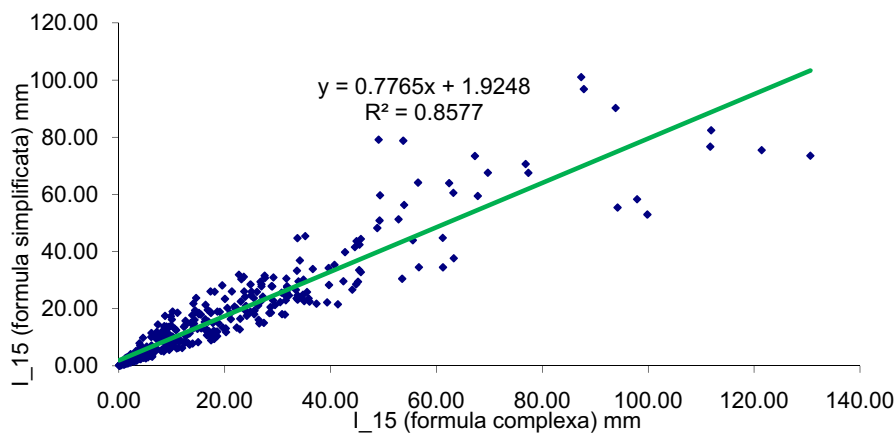


Fig. 8. 8 Dependența corelațională dintre valoarea indicelui I_{15} calculat prin formula complexă și valoarea calculată prin formula simplificată. The correlation between the value of the I_{15} index calculated using the complex formula and the value of the I_{15} index calculated using the simplified formula

Pentru a surprinde și mai bine frecvența valorilor indicelui I_{15} atât pe luni cât și pe clase de precipitații s-a luat în analiză quantumul precipitațiilor lunare pentru toți cei 28 de ani corespunzători intervalului 1980-2008 (fig. 8.9).

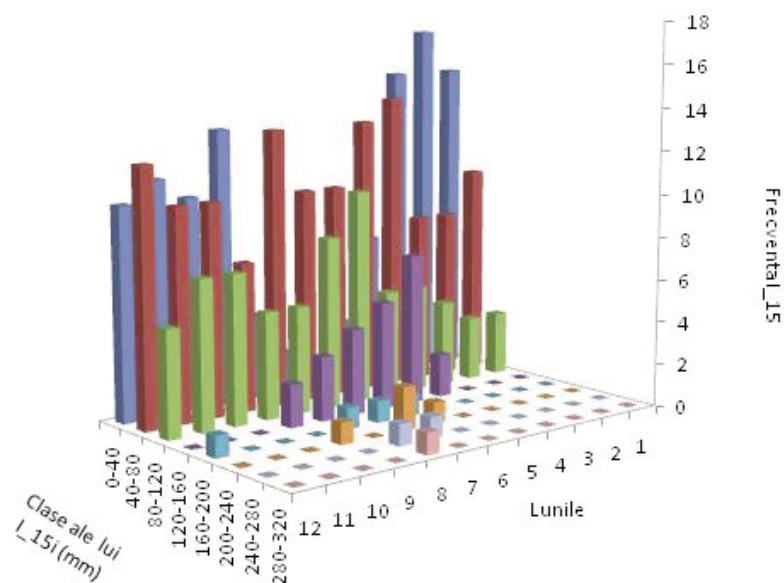


Fig. 8. 9 Frecvența I_{15} pe clase ale acestuia și pe luni. The frequency of I_{15} – classes and months

Frecvența cea mai mare a indicelui precipitațiilor anterioare se regăsește la clasa de precipitații 0-40 mm pentru lunile de primăvară și iarnă (62 %); pentru lunile de vară procentul este foarte scăzut (6 %). În cazul claselor de precipitații 40-80 mm se distinge o participare mai scăzută pentru sezonul primăvară – iarnă (42 %) și o creștere a frecvenței pentru sezonul vară-toamnă (58 %). Pe măsura creșterii quantumului precipitațiilor, frecvența de apariție a indicelui lui I_{15} pentru sezonul de vară crește iar pentru sezonul primăvară –toamnă – iarnă scade.

8.1.1.5. Asigurarea ploilor maxime anuale în 24 de ore

Pentru a se determina asigurarea ploilor maxime anuale din aria în care este situat bazinul superior al Râului Cârčinov, s-a alcătuit un șir statistic cu 29 de termeni, în care s-au folosit datele înregistrate la stația hidrologică Voinești, pentru perioada 1980-2008, și date înregistrate din măsurători proprii (pentru anul 2010).

Șirul statistic utilizat prezentând întreruperi (anii 1983 și 2009), pentru calculul asigurării empirice s-a utilizat formula (Abagiu et al. 1973, Constantinescu et al. 1956):

$$p\% = \frac{n - 0.3}{m + 0.4} \cdot 100$$

în care: n este numărul curent din seria statistică dispusă descrescător, iar m numărul total al termenilor din această serie. Rezultatele obținute sunt redate în tabelul 8.4.

Pentru întreaga perioadă studiată (29 ani), s-a analizat și frecvența precipitațiilor maxime anuale pe clase cu intervalul de 25 mm (fig. 8.10).

Aproximativ 50 % din precipitațiile maxime anuale înregistrate pentru perioada luată în cercetare corespund clasei de precipitații 25-50 mm, circa 30 % se încadrează în clasa 50-70 mm, aproximativ 6 % corespunde atât clasei 75-100 mm cât și clasei 100-125mm. Pe ansamblu, aproximativ 90 % din precipitațiile maxime anuale în 24 de ore se regăsesc în ecartul 20-75 mm iar restul, aproximativ 10 %, corespund intervalului 75-125 mm.

Dependența corelațională dintre asigurarea ploii și quantumul precipitațiilor a fost pusă în evidență prin testarea mai multor ecuații de regresie și alegerea aceleia pentru care valoarea coeficientului de determinație ($R^2 = 0,96$) a fost cea mai mare (fig. 8.11).

Tablelul 8. 4 Calculul asigurării empirice pentru ploile maxime anuale înregistrate în 24 de ore. Empirical thresholds for the maximum amount of rainfall recorded over 24-hours periods

| Nr. crt. | Anul | P (mm) | Valori ordonate ale lui P (mm) | Asigurarea corespunzătoare (%) |
|----------|------|--------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 1980 | 48,6 | 101,4 | 2,4 |
| 2 | 1981 | 101,4 | 101,3 | 5,8 |
| 3 | 1982 | 74,3 | 83,6 | 9,2 |
| 4 | 1984 | 47,4 | 80,9 | 12,6 |
| 5 | 1985 | 42,6 | 74,3 | 16,1 |
| 6 | 1986 | 56,7 | 74,1 | 19,4 |
| 7 | 1987 | 69,0 | 71,7 | 22,8 |
| 8 | 1988 | 30,5 | 69 | 26,2 |
| 9 | 1989 | 47,1 | 59,7 | 29,6 |
| 10 | 1990 | 46,2 | 56,7 | 33,1 |
| 11 | 1991 | 74,1 | 56 | 36,4 |
| 12 | 1992 | 28,1 | 54,8 | 39,8 |
| 13 | 1993 | 35,9 | 53,5 | 43,2 |
| 14 | 1994 | 40,6 | 53,3 | 46,6 |
| 15 | 1995 | 56,0 | 49,0 | 50,0 |
| 16 | 1996 | 48,8 | 48,8 | 53,4 |
| 17 | 1997 | 80,9 | 48,6 | 56,8 |
| 18 | 1998 | 59,7 | 48,4 | 60,2 |
| 19 | 1999 | 48,4 | 47,4 | 63,6 |
| 20 | 2000 | 44,4 | 47,1 | 67,0 |
| 21 | 2001 | 71,7 | 46,2 | 70,4 |
| 22 | 2002 | 83,6 | 44,4 | 73,8 |
| 23 | 2003 | 54,8 | 43,0 | 77,2 |
| 24 | 2004 | 53,3 | 42,6 | 80,6 |
| 25 | 2005 | 101,3 | 40,6 | 84,0 |
| 26 | 2006 | 36,8 | 36,8 | 87,4 |
| 27 | 2007 | 53,5 | 35,9 | 90,8 |
| 28 | 2008 | 49,0 | 30,5 | 94,2 |
| 29 | 2010 | 43,0 | 28,1 | 97,6 |

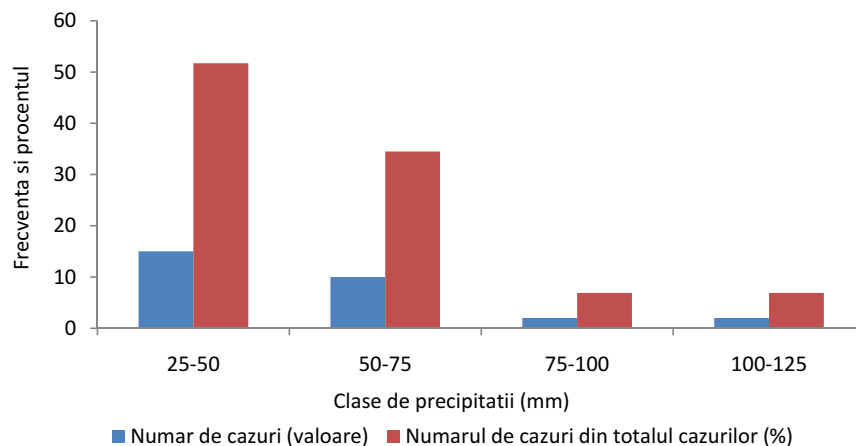


Fig. 8. 10 Frecvența precipitațiilor maxime anuale în 24 de ore. Maximum values for yearly 24-hour rain fall - classes

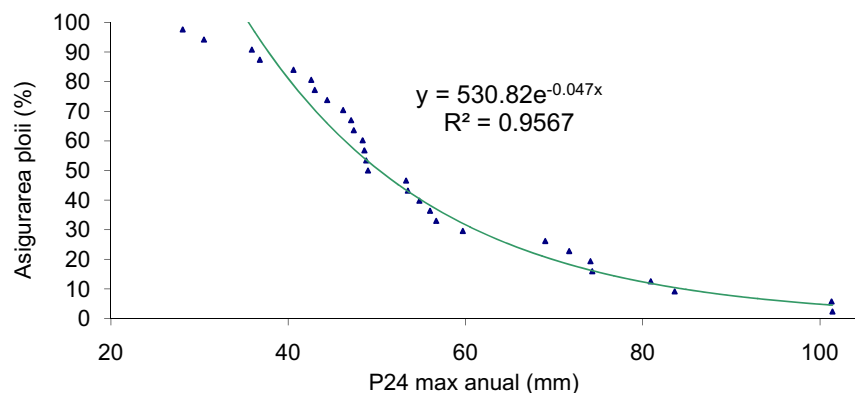


Fig. 8. 11 Dependența corelațională dintre asigurarea empirică a ploilor și precipitațiile maxime anuale în 24 ore. The correlation between the empirical thresholds and the maximum yearly 24-hour rain fall values

După cum era de așteptat, corelația dintre cele două variabile studiate este negativă. Cu alte cuvinte, pe măsură ce crește cantitatea de precipitații se micșorează asigurarea empirică corespunzătoare, și invers.

Pentru întregul interval luat în considerare, asigurarea ploii maxime anuale în 24 de ore variază într-un ecart foarte larg, de la aproximativ 2 % până la circa 98 %. Cantității maxime de 43 mm, înregistrată în anul 2010 îi revine o asigurare empirică de 77 %.

8.1.2. Precipitațiile din măsurători proprii

Măsurarea cu aparatură proprie a precipitațiilor pentru zona luată în cercetare (bazinul superior al râului Cârčinov) a început în data de 11 mai 2009, înregistrările fiind realizate cu continuitate în anul 2010 și în prima jumătate a anului 2011. Aspectele luate în cercetare au vizat: frecvența, quantumul, durata și intensitatea precipitațiilor măsurate, analiza referindu-se numai la perioada mai 2009 – decembrie 2010.

8.1.2.1. Frecvența zilelor cu precipitații

Pentru perioada menționată, frecvența precipitațiilor a variat atât la nivel zilnic, cât și la nivel lunar, numărul total al zilelor în care s-au înregistrat precipitații fiind de 143.

Lunile mai și iulie se detașează prin cel mai mare număr de zile cu precipitații pentru anul 2010 (13), urmate de lunile mai și iunie aferente anului 2009 (10).

Cu cea mai mică frecvența a zilelor cu precipitații se remarcă luna decembrie a anului 2009 (doar 3 zile), iar cu frecvențe egale (4 zile) se remarcă lunile septembrie (2009) și aprilie și decembrie (2010) (fig. 8.12).

Se mai poate observa că distribuția pe luni a zilelor cu precipitații, pentru anul 2010, este una destul de apropiată de distribuția normală.

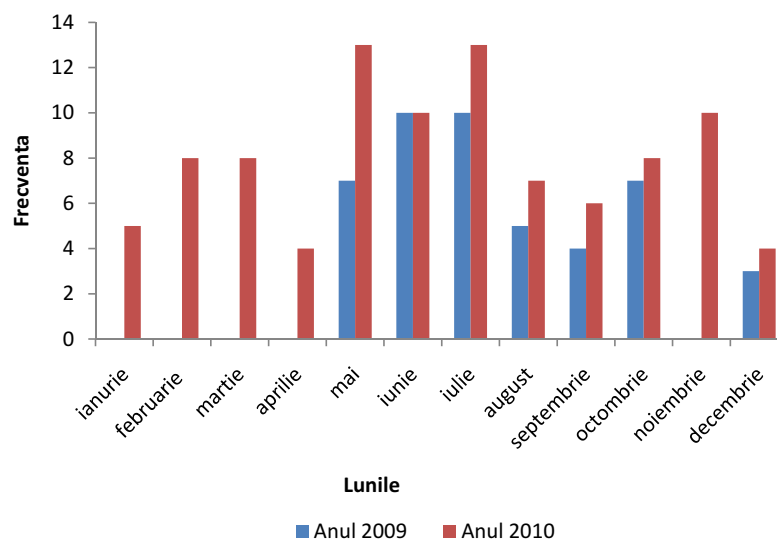


Fig. 8. 12 Frecvența zilelor cu precipitații pentru anii 2009 și 2010. The number of rainy days in the years 2009 and 2010

8.1.2.2. Cuantumul precipitațiilor

În continuare se prezintă, sub formă tabelară (tabelele 8.5, 8.6), cuantumul precipitațiilor atât la nivel zilnic cât și la nivel lunar, pentru perioada comună de înregistrări 2009 și 2010 (mai-decembrie). Pentru comparații între cei doi ani caracteristici, s-au luat în considerare numai lunile comune în care s-au înregistrat precipitații. În partea de subsol a tabelelor sunt redate și valorile principalilor indicatori statistici.

Tabelul 8. 5 Cuantumul precipitațiilor și valorile principalilor indicatori statistici pentru anul 2009. The amount of rainfall and the values for the main statistical indices for the year 2009

| Ziua/Luna | V | VI | VII | VIII | IX | X | XII | Total |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|
| 1 | | | 1,00 | 27,80 | | | | 28,80 |
| 2 | | 27,60 | 6,50 | | | | | 34,10 |
| 3 | | | | | | 14,80 | 7,50 | 22,30 |
| 4 | | | 2,50 | | | | | 2,50 |
| 5 | | | 1,30 | 10,00 | | | | 11,30 |
| 6 | | | | | 20,30 | | | 20,30 |
| 7 | | | | | | | | 0,00 |
| 8 | | | 4,10 | | | | | 4,10 |
| 9 | | | | | | | 5,00 | 5,00 |
| 10 | | | 10,00 | | | | | 10,00 |
| 11 | | | 10,50 | | | | | 10,50 |
| 12 | | | 14,00 | | | 1,50 | | 15,50 |
| 13 | 3,30 | | | | | 8,40 | | 11,70 |
| 14 | | | | | | | | 0,00 |
| 15 | 1,00 | | | 12,00 | | | | 13,00 |
| 16 | | | | | | | | 0,00 |
| 17 | | 5,00 | 10,00 | | | | | 15,00 |
| 18 | | | | | 0,60 | | | 0,60 |
| 19 | | | 6,50 | | 5,00 | 9,30 | | 20,80 |
| 20 | 10,00 | | | | | 12,70 | | 22,70 |
| 21 | 5,20 | | | | | | | 5,20 |
| 22 | 0,80 | 8,00 | | | | | | 8,80 |
| 23 | 11,00 | 19,00 | | | | | | 30,00 |
| 24 | | 5,20 | | | | | | 5,20 |
| 25 | | | | | 0,70 | | | 0,70 |
| 26 | | 2,00 | | | | | | 2,00 |
| 27 | | 5,50 | | | | 15,30 | 7,50 | 28,30 |
| 28 | | 1,90 | | | | | | 1,90 |
| 29 | | 10,00 | | | | | | 10,00 |
| 30 | 21,70 | 4,90 | | 3,00 | | 9,90 | | 39,50 |
| 31 | | | | 10,40 | | | | 10,40 |
| Număr evenimente | 7 | 10 | 10 | 5 | 4 | 7 | 3 | - |
| Total | 53,00 | 89,10 | 66,40 | 63,20 | 26,60 | 71,90 | 20,00 | 390,20 |
| Media | 7,57 | 8,91 | 6,64 | 12,64 | 6,65 | 10,27 | 6,67 | - |
| Abaterea | 7,4 | 8,20 | 4,4 | 9,10 | 9,33 | 4,71 | 1,44 | - |
| Coeficientul de variație | 98 | 92,00 | 66,3 | 72,00 | 140,00 | 45,00 | 22,00 | - |
| Asimetria | 4,44 | 1,10 | 7,46 | 1,94 | 0,82 | 11,06 | 61,00 | - |
| Excesul | 8,78 | 0,75 | 17,13 | -0,22 | -1,83 | 26,98 | 290,00 | - |

Tabelul 8. 6 Cuantumul precipitațiilor și valorile principalilor indicatori statistici pentru anul 2010. The amount of rainfall and the values for the main statistical indices for the year 2010

| Ziua/Luna | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Total |
|-----------------------------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1 | | 10,00 | | | | | 3,80 | | | | | 30,60 | 75,67 |
| 2 | | | | | | | 2,40 | | | | | | 25,81 |
| 3 | | | | | | | 8,80 | | | | | 10,00 | 42,03 |
| 4 | | | 4,50 | | | | 8,00 | | | | | 29,00 | 71,62 |
| 5 | 5,00 | | 15,00 | | | | 22,00 | 7,40 | | 5,20 | | | 131,26 |
| 6 | | 23,00 | | | 2,00 | | | 1,40 | | 10,30 | | | 85,42 |
| 7 | 35,00 | | | | 7,30 | | | 19,20 | | | | | 89,85 |
| 8 | | | | | | | 6,20 | 2,40 | | | 0,20 | | 82,11 |
| 9 | | | 10,00 | | | 7,00 | | | 3,00 | 1,40 | | | 75,74 |
| 10 | | 43,00 | 10,00 | 7,30 | | | | | | | 1,20 | | 108,12 |
| 11 | | 10,00 | 9,00 | | | | 5,60 | | | | | | 136,30 |
| 12 | | | | | 0,50 | | | | | | 2,60 | | 9,78 |
| 13 | | 16,00 | | | 8,50 | | 23,00 | | | | | | 133,52 |
| 14 | | | | | | | 5,00 | | | | | | 49,08 |
| 15 | | 8,50 | | 5,00 | 17,50 | | | | | | | | 104,10 |
| 16 | | | | | | | 40,00 | | | 14,40 | | | 99,82 |
| 17 | | 3,00 | | | 2,00 | | | 1,60 | | 3,00 | | | 88,50 |
| 18 | 10,00 | | | | 7,50 | 7,00 | | | | | 2,80 | | 44,23 |
| 19 | 10,00 | | | 10,00 | 2,00 | 5,50 | 3,60 | | | 22,40 | | | 160,97 |
| 20 | | 7,00 | | | | 16,60 | | | 22,60 | | 2,20 | | 105,01 |
| 21 | 8,00 | | | | | | | | | | | | 31,40 |
| 22 | | | | | 22,00 | | | | | | 1,80 | | 49,61 |
| 23 | | | 3,00 | | | 6,50 | | | | | 9,00 | | 90,61 |
| 24 | | | | 2,00 | 4,10 | 7,00 | | | | | | | 47,76 |
| 25 | | | | | | | 25,40 | | 2,40 | | | 10,00 | 77,90 |
| 26 | | | | | | 0,60 | 21,00 | | 13,40 | | 3,00 | | 151,59 |
| 27 | | | | | | 1,20 | | | | 6,80 | 5,20 | | 63,67 |
| 28 | | | 11,30 | | | 7,20 | | | | 1,00 | | | 62,79 |
| 29 | | | | | 2,80 | 1,40 | | 8,40 | 1,80 | | 9,60 | | 84,35 |
| 30 | | | | | 21,00 | | | | 17,00 | | | | 78,74 |
| 31 | | | 7,35 | | 15,10 | | | 7,90 | | | | | 72,10 |
| Număr evenimente | 5 | 8 | 8 | 4 | 13 | 10 | 13 | 7 | 6 | 8 | 10 | 4 | - |
| Total | 68,00 | 120,50 | 70,15 | 24,30 | 112,30 | 60,00 | 174,80 | 48,30 | 60,20 | 64,50 | 37,60 | 79,60 | 920,25 |
| Media | 13,60 | 15,10 | 8,75 | 6,10 | 8,60 | 6,00 | 13,50 | 6,90 | 10,00 | 8,10 | 3,80 | 19,90 | |
| Abaterea | 12,60 | 12,80 | 3,80 | 3,40 | 7,68 | 4,60 | 11,60 | 6,23 | 8,87 | 7,37 | 3,20 | 11,40 | |
| Coeficientul de variație | 92,65 | 84,77 | 43,43 | 55,74 | 89,30 | 76,67 | 85,93 | 90,29 | 88,70 | 90,99 | 84,21 | 57,29 | |
| Asimetria | 4,50 | 5,81 | 17,90 | 7,20 | 5,09 | 4,81 | 5,59 | 4,84 | 4,28 | 4,88 | 5,47 | 4,66 | |
| Excesul | 9,14 | 14,60 | 55,03 | 16,91 | 10,00 | 16,23 | 12,75 | 10,73 | 7,21 | 10,10 | 12,42 | 7,96 | |

Pentru anul 2009 valoarea maximă zilnică a fost de aproximativ 28 mm, iar pentru 2010 de aproximativ 43 mm.

La nivel lunar, apare o mare discrepanță pentru intervalul comun al celor doi ani (fig. 8.13). Astfel, valoarea maximă lunară pentru 2009 a fost de aproximativ 90 mm și s-a înregistrat în luna iunie, valoarea fiind de aproape 1,5 ori mai mare decât cea aferentă aceleiași luni, dar pentru anul 2010 (60 mm). Valoarea

maximă înregistrată pentru anul 2010 a fost de aproximativ 180 mm (luna iulie), adică de aproape 3 ori mai mare decât valoarea aferentă aceleiași luni, dar pentru anul 2009 (66 mm). Aproximativ aceleași valori (40-70 mm), pentru perioada aferentă celor doi ani, se înregistrează în lunile august și octombrie.

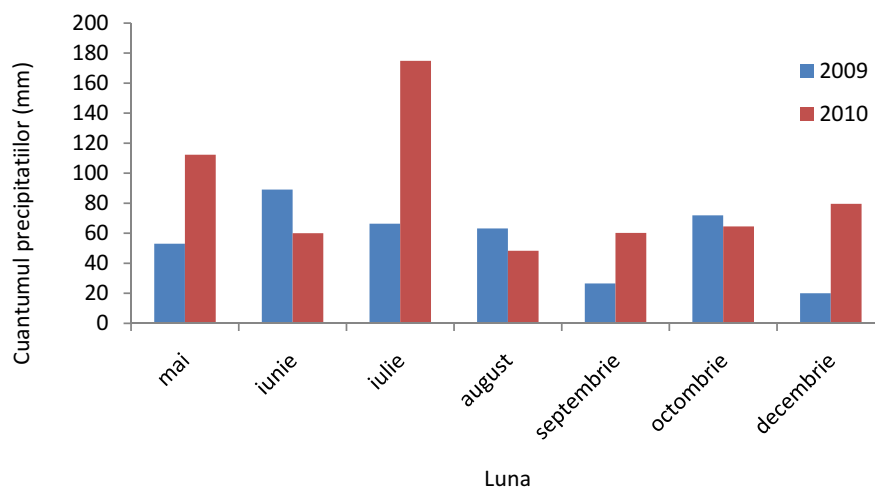


Fig. 8. 13 Cuantumul lunar al precipitațiilor (2009-2010). The monthly amount of rainfall in the years 2009 and 2010

Cantitățile medii zilnice lunare de precipitații (fig. 8.14), pentru cei doi ani luați în considerare urmează o distribuție generală relativ asemănătoare. Totuși, luna decembrie a anului 2010 se remarcă printr-o valoare medie de trei ori mai mare (aproximativ 20 mm), decât valoarea medie a anului 2009 (circa 6 mm). De altfel, se pot remarca și diferențele ce apar între valorile medii pentru lunile iulie și august, când media precipitațiilor pentru luna iulie 2009 (6 mm) este cu mult mai mică decât media precipitațiilor pentru anul 2010 (12 mm); luna august 2009 prezintă o valoare medie de aproximativ 13 mm, dublă față de valoarea medie corespunzătoare anului 2010.

Comparând media precipitațiilor lunare înregistrate prin măsurători proprii (2009-2010) cu media precipitațiilor lunare înregistrate la stația hidrologică Voinești pentru o perioadă de 28 de ani, observăm că anul 2010 poate fi caracterizat ca unul ploios, poligonul redat cu roșu în fig. 8.15 fiind situat, pentru majoritatea lunilor, deasupra poligonului (ilustrat cu albastru) ce redă mediile multianuale pentru cei 28 de ani. Discrepanța cea mai mare o înregistrează lunile ianuarie și februarie, martie-iulie și decembrie (2010), luni pentru care valorile mediilor zilnice ale precipitațiilor depășesc aproape în valoare triplă media multianuală (corespunzătoare celor 28 de ani).

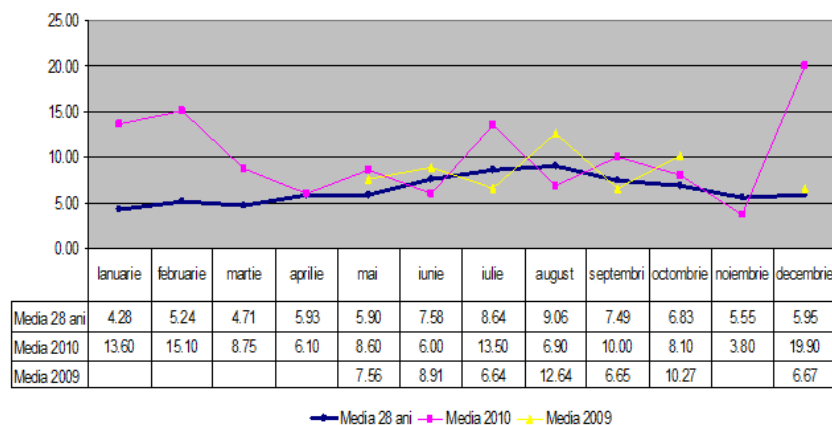


Fig. 8. 14 Media cantității zilnice a precipitațiilor preluate de la stația Voinești și datele din măsurători proprii. The values for the average amount of rainfall – from the data recorded at the Voinești meteorological station and from my own measurements

Și în privința variabilității lunare a precipitațiilor înregistrate în anii cu măsurători proprii (fig. 8.15), se observă o diferență foarte mare în luna septembrie, lună pentru care valoarea coeficientului de variație (140) corespunzătoare anului 2009 este aproape de trei ori mai mare față de valoarea aferentă anului 2010.

Pentru anii 2009 și 2010, valorile coeficienților de variație lunari sunt mult sub valorile medii lunare înregistrate la stația hidrologică Voinești.

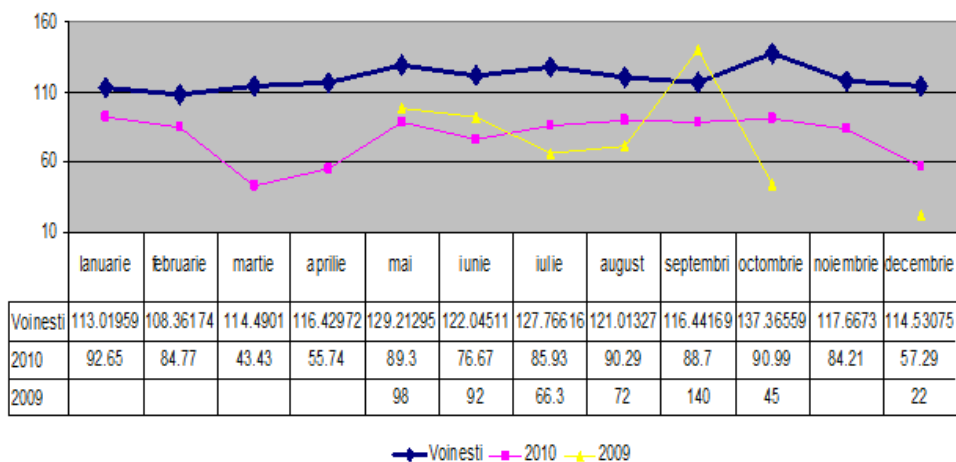


Fig. 8. 15 Coeficientului de variație al precipitațiilor înregistrat la stația Voinești și valorile acestuia pentru înregistrările din măsurători proprii. The variation of the rainfall index between the values recorded by the Voinești station and the values obtained from my own measurements

Analiza variației sezoniere a coeficienților de variație medii lunari, pentru stația Voinești, pune în evidență un minim (108-114 %) pentru lunile de iarnă și un maxim (120-129 %) pentru lunile de vară, iar pentru bazinul superior al râului Cârcinov un maxim (aproximativ 80-90 %) pentru sezonul vară – toamnă și un minim (circa 60-80 %) pentru sezonul iarnă – primăvară.

8.1.2.3. Durata și intensitatea precipitațiilor

Durata și intensitatea precipitațiilor sunt parametri pluviometrici foarte importanți în conturarea valențelor climatice ale precipitațiilor atmosferice, având o mare putere de impact asupra peisajului geografic prin declanșarea de viituri torențiale, alunecări de teren, eroziune de suprafață și adâncime etc. toate acestea influențând în mod direct omul (Abagiu 1972, Arghiriade 1968, Clinciu 1983, 2005, 2006a, 2006b, Cenușe 2002, Godt et al. 2006, Guzzetti et al. 2007, 2008, Gaspar 1988, Hershfield 1961, Hammad et al. 2006, Kothyari et al. 1992, Lopez-Vicente et al. 2008, Miller et al. 1973, Mertens et al. 2002, Parsons and Stone 2006).

O durată mare a căderilor de precipitații contribuie de regulă la un aport pluviometric mai însemnat la nivelul suprafeței active și la creșterea posibilității ca precipitațiile ce ajung la nivelul solului să declanșeze eroziuni și scurgeri de suprafață.

Pentru intervalul mai 2009 - decembrie 2010, durata cumulată a căderilor de precipitații sub formă de ploaie, ninsoare și burniță a fost de aproximativ 300 ore.

Durata evenimentelor individuale înregistrate a variat foarte mult de la un caz la altul (fig. 8.16), 65 dintre acestea (28 %) nedepășind 20 minute; 40 de evenimente (18 %) s-au încadrat între 20 și 40 minute, 30 dintre ele (13 %) la clasa 40-60 de minute, 25 de evenimente (12 %) în intervalul 60 – 80 minute, iar restul de 25 de evenimente (27 %) au depășit durata de 80 minute. Prin urmare, 71 % din evenimente s-au încadrat la clasa 0 – 80 minute, iar restul de 29 % la peste 80 minute.

La nivel lunar, cea mai mare durată de timp a evenimentelor pluviale s-a înregistrat după cum urmează: pentru anul 2010 în lunile octombrie (3066 minute) și decembrie (2880 minute), iar pentru anul 2009 în lunile octombrie (2055 minute) și iunie (1000 minute). Cea mai mică durată s-a înregistrat în lunile iulie (562 minute) și august (233 minute) pentru anul 2009, iar pentru anul 2010 în lunile aprilie (540 minute) și august (239 minute).

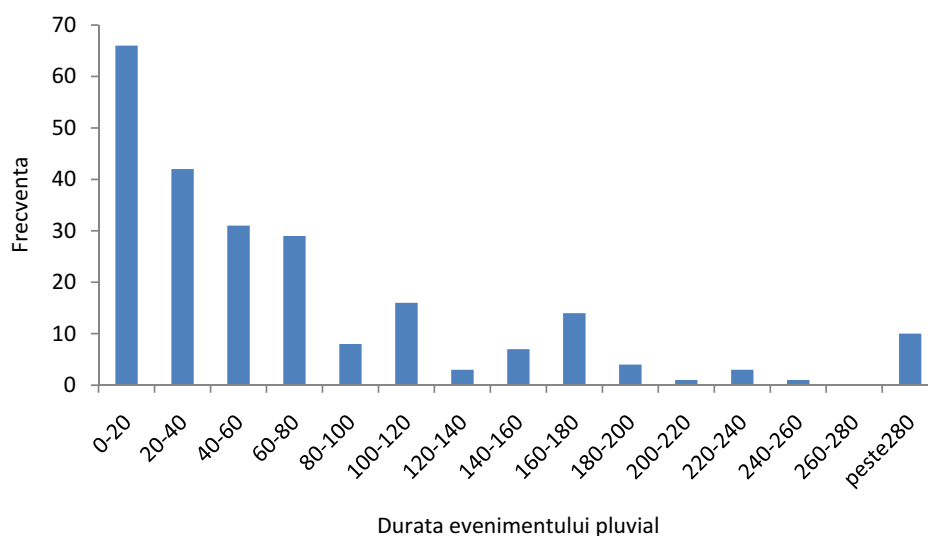


Fig. 8. 16 Frecvența precipitațiilor pentru intervalul mai 2009-decembrie 2010, pe clase de durată. The frequency of precipitations in the interval May 2009 – December 2010, structured on classes of duration

Pe baza măsurătorilor proprii efectuate cu pluviograful, s-a calculat frecvența evenimentelor pluviale cu intensități cuprinse în limitele anumitor clase (fig. 8.17). Cea mai mare frecvență a intensității precipitațiilor (mm/min) s-a întâlnit la clasa 0,01-0,21 (80 %), 10 % la clasa 0,21-0,41, restul de 10 % corespunzând claselor cuprinse în intervalul 0,41.....1,41.

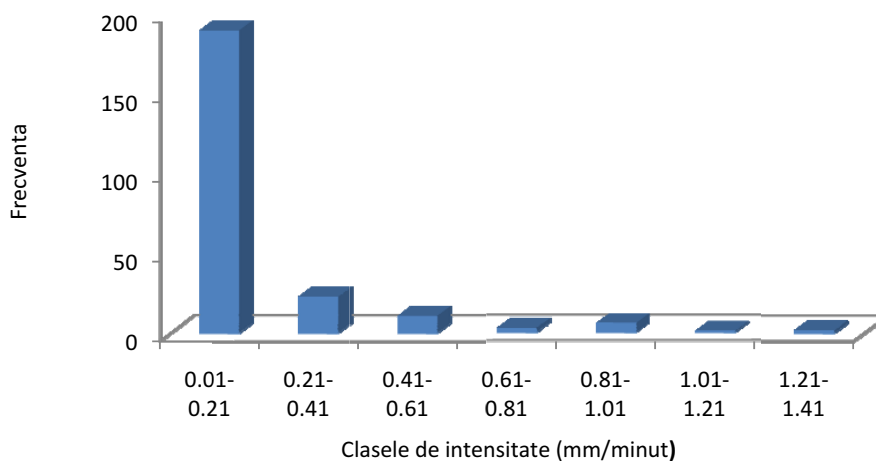


Fig. 8. 17 Frecvența intensității precipitațiilor pe clase. The rainfall intensity (classes)

Caracterizând cele 236 de evenimente pluviale sub raportul caracterului torențial, prin utilizarea criteriului propus de Hellman s-au evidențiat următoarele:

- în anul 2009, dintre cele 91 de evenimente pluviale înregistrate, doar 4 au fost încadrate în categoria ploilor cu caracter torențial; trei dintre ele s-au produs în luna august și unul în luna iulie;
- în anul 2010 s-au produs 6 evenimente pluviale cu caracter torențial; două evenimente s-au produs în luna iulie, două în august și două în septembrie; dintre acestea șase, numai două evenimente s-au încadrat la ploi torențiale cu caracter excepțional.

În continuare, având în vedere că trei dintre suprafețele experimentale s-au pus în funcțiune la începutul anului 2010, analiza intensității medii a precipitațiilor la nivel lunar s-a realizat numai pentru anul 2010 (fig. 8.18), an care se caracterizează prin cel mai mare număr de înregistrări privind retenția și scurgerea de suprafață.

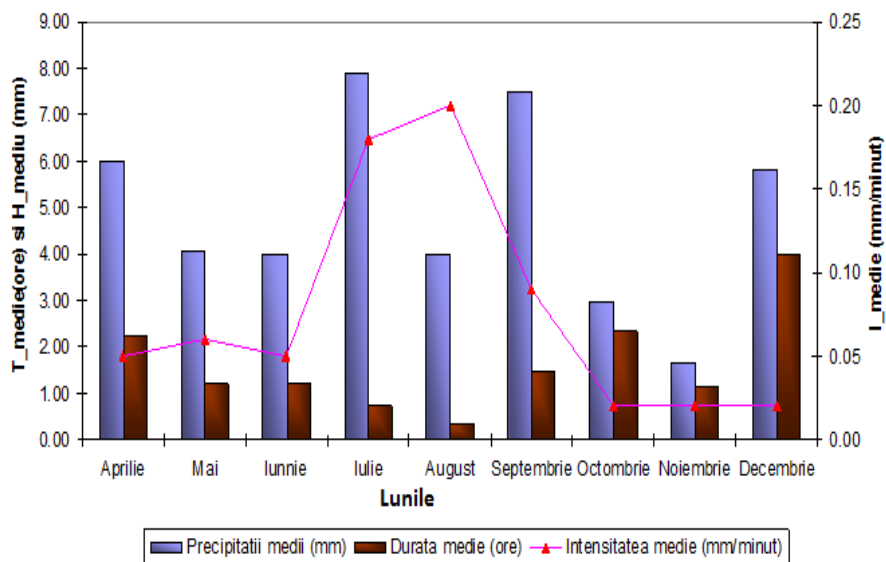


Fig. 8. 18 Precipitațiile (mm), durata (ore) și intensitatea (mm/minut), medii lunare pentru anul 2010.
Rainfall (mm), duration (hours) and intensity (mm/min) – monthly average for 2010

La nivel lunar, maximul intensității s-a înregistrat în luna august, caracterizată printr-o cantitate medie de precipitații relativ mare și o durată medie a acestora foarte mică, aproximativ 30 de minute, iar minimul s-a înregistrat în lunile octombrie și decembrie, fapt explicat printr-o durată medie a precipitațiilor destul de mare.

Pentru anul luat în analiză (2010), distribuția intensității medii a precipitațiilor este relativ asemănătoare cu aceea a unei distribuții normale, intensitatea medie a precipitațiilor lunare începând să crească din sezonul de primăvară, atingând maximum vara, continuând să scadă toamna și atingând minimumul în sezonul de iarnă.

Pentru a stabili caracterul legăturii dintre durata precipitațiilor și intensitatea acestora s-au testat mai multe ecuații de regresie, funcția ce a oferit cea mai mare valoare a coeficientului de determinație ($R^2 = 0.51$) fiind funcția putere (fig. 8.19), caracterizată prin ecuația:

$$i = 1,4292 \cdot T^{-0.8166}$$

în care i este intensitatea (mm/minut), iar T - durata (minute).

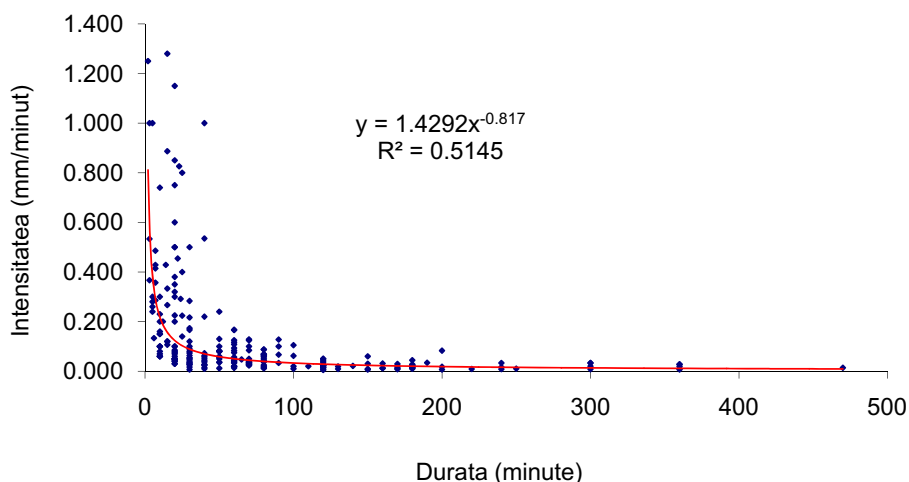


Fig. 8. 19 Dependența corelațională dintre intensitatea medie și durata celor 236 de evenimente pluviale.
The correlation between the average rainfall intensity and the duration of the 236 pluvial events recorded

Distribuind durata celor 236 de evenimente pe clase, iar pentru fiecare clasă calculând intensitatea medie, s-a obținut o nouă funcție putere (fig. 8.20) pentru care valoarea coeficientului de determinație ($R^2 = 0,91$) exprimă peste 90 % din influența totală asupra variabilei dependente.

Astfel procedând, rezultatele obținute se aliniază rezultatelor stabilite în cadrul altor cercetări (Abagiu et al. 1974), pe baza cărora s-a dovedit statistic că intensitatea medie a ploilor variază invers proporțional cu durata lor.

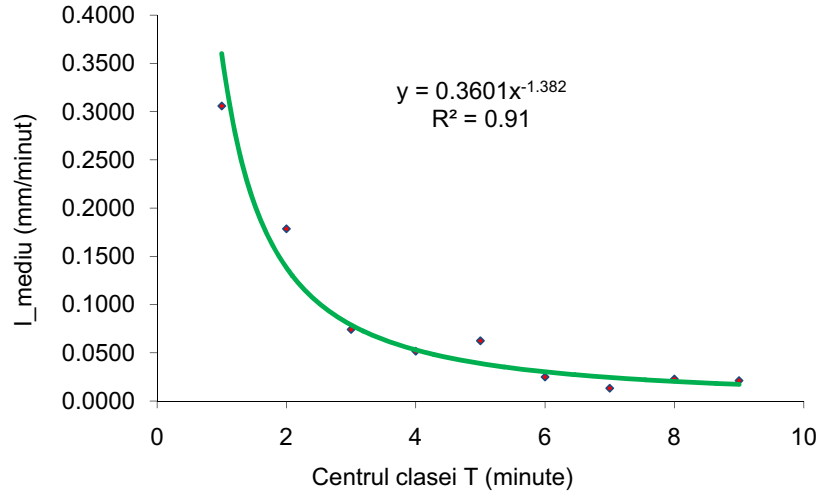


Fig. 8.20 Dependența corelațională a intensității pe clase de durată. The correlation between the average rainfall intensity and the average rainfall duration specific to each class

8.2. Rezultatele cercetărilor privind retenția în coronament

8.2.1. Retenția în suprafața experimentală nr. 3

Această suprafață a fost amplasată într-un arboret de amestec din zona mijlocie a bazinului superior al râului Cărcinov, acolo unde la începutul lunii mai 2009 a fost instalat primul pluviograf pentru înregistrarea ploilor.

Datele înregistrate au fost colectate după cum urmează:

- în perioada de început a cercetărilor (sezonul de toamnă), intervalul de colectare a datelor privind retenția la nivelul coronamentului a fost de circa 10 zile;
- după transformarea precipitațiilor lichide în precipitații solide, pluviograful a fost scos din funcțiune, iar intervalul de citire al datelor a fost mai lung (10-30) de zile;
- pentru sezonul cald al anului 2010, intervalul de citire a coborât la nivelul evenimentelor pluviale individuale.

În perioada 20-30 octombrie 2009 (fig. 8.21) s-au înregistrat 11 evenimente pluviale cu un quantum ce a variat de la 1 la 8 mm, o durată de la 3 până la 360 minute și o intensitate cuprinsă în intervalul 0,01.....1 mm/minut. Prin urmare, cantitatea totală a precipitațiilor a fost de aproximativ 38 mm cu o durată totală de 18 ore și o intensitate medie de 0,14 mm/minut, retenția fiind de aproximativ 25 mm, ceea ce înseamnă aproximativ 66 % din cantitatea totală de apă căzută.

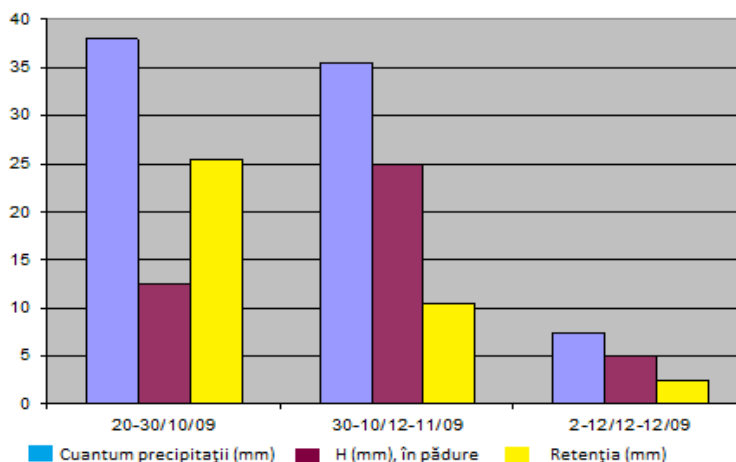


Fig. 8. 21 Retenția la nivelul coronamentului în perioada 20 octombrie – 12 decembrie 2009. Suprafața experimentală nr. 3. Canopy retention values recorded in the interval 20th Oct. – 12th Dec. 2009. Experimental area no 3.

La sfârșitul lunii octombrie, pluviograful fiind transformat în pluviometru, înregistrările efectuate în continuare au vizat numai cantitatea de precipitații, fără a mai cunoaște și durata acestora.

În luna noiembrie a anului 2009, s-au înregistrat doar două zile cu precipitații, acestea fiind de natură mixtă (lapoviță și ninsoare); cantitatea de apă echivalentă a totalizat aproximativ 35 mm, retenția fiind de circa 10 mm (29 %).

Pentru prima perioadă aferentă lunii decembrie (2-12) s-au înregistrat numai două zile cu precipitații ce au totalizat 7,5 mm cu o retenție de 2,5 mm (33 %).

După transformarea precipitațiilor mixte în precipitații solide, determinarea cuantumului acestora s-a realizat prin topirea stratului de zăpadă de pe suprafața de 1 m², atât în cazul terenului descoperit cât și în cazul pădurii.

În intervalul 12-31 decembrie 2009, cantitatea de precipitații (fig. 8.22) a totalizat 12,5 mm, cu o retenție de 2,5 mm (20 %).

Pentru luna ianuarie au existat două intervale de citire a datelor; în primul interval (1...7 ianuarie) cantitatea de precipitații a fost de aproximativ 35 mm cu o retenție de 5 mm (14 %), iar pentru cel de al doilea interval (7...30 ianuarie) s-a înregistrat un cuantum al precipitațiilor de aproximativ 70 mm și o retenție de 5 mm (7 %).

Luna februarie a fost caracterizată numai prin 6 zile cu precipitații sub formă de ninsoare; ele au totalizat aproximativ 120 mm, cu o retenție de circa 30 mm (25 %). Pentru cea de a doua jumătate a lunii februarie și începutul lunii martie (24 februarie..... 5 martie), precipitațiile înregistrate au însumat cantitatea de 51 mm, retenția la nivelul coronamentului fiind de 15 mm (29 %).

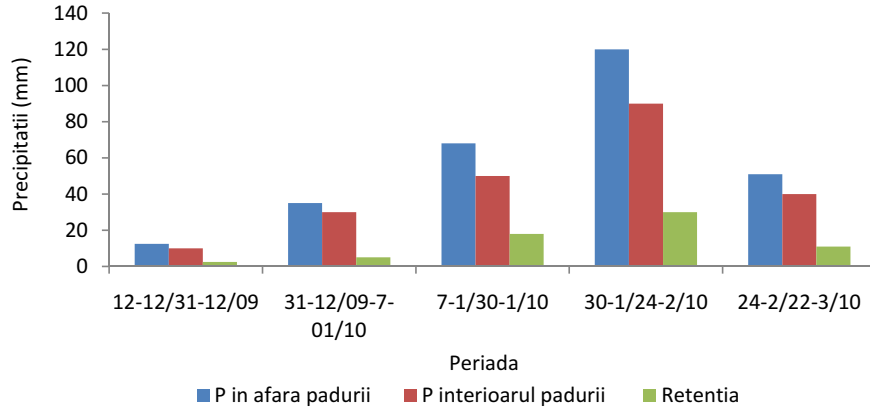


Fig. 8. 22 Retenția la nivelul coronamentului în perioada 12 decembrie 2009 – 3 februarie 2010. Suprafața experimentală nr. 3. Canopy retention values recorded in the interval 12th Dec. 2009 – 3rd Feb. 2010. Experimental area no 3

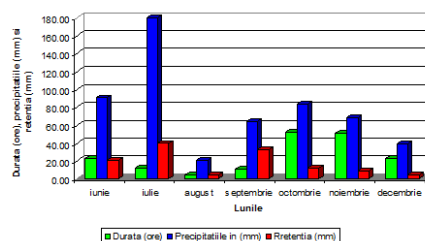
Începând cu luna aprilie 2010 (ziua de 4) a fost repus în funcțiune pluviograf, iar intervalul de citire al retenției a scăzut de la câteva zile la nivelul de eveniment pluvial.

Astfel, în luna aprilie 2010 s-au înregistrat 5 evenimente pluviale, cu o durată de aproximativ 9 ore, un cuantum de aproximativ 24 mm și o intensitate medie de 0,05 mm/minut. Pentru toate aceste evenimente, retenția a fost de 12 mm (la nivel procentual însemnând 50 %).

În luna mai 2010 au existat patru intervale de citire a datelor (tabelul 8.7). În primul interval (1...9) s-au înregistrat 3 evenimente pluviale, cu o cantitate a precipitației de aproximativ 9 mm, o retenție de 3,8 mm (41 %), o durată de aproximativ două ore și o intensitate medie de 0,07 mm/minut. În cel de al doilea interval (9...14), s-au înregistrat 7 evenimente pluviale cu un cuantum de aproximativ 27 mm, cu o durată cumulată de aproximativ 9 ore, o retenție de 14 mm (53 %) și o intensitate medie de 0,07 mm/minut. În cel de al treilea interval (16...24), s-au produs 10 evenimente, cu o durată de aproximativ 16 ore, un cuantum de aproximativ 50 mm, o intensitate medie de 0,14 mm/minut și o retenție de 14 mm. Pentru ultimul interval (24 mai...3 iunie), s-au consemnat 10 evenimente, cu o durată de 10 ore, o intensitate medie de 0,09 mm/minut, un cuantum de 43 mm și cu o retenție de 3 mm (7 %).

Tablelul 8. 7 Date privind precipitațiile și retenția (suprafața experimentală nr 3), anul 2010. Rainfall and retention data recorded on the experimental area no 3 in the year 2010

| Luna | Perioada | Numărul de evenimente | Durata (ore) | Cuquantumul (mm) | Intensitatea medie (mm/minut) | Retenția (mm) | % |
|------------|----------|-----------------------|--------------|------------------|-------------------------------|---------------|----|
| Mai | 1...9 | 3 | 2,1 | 9,3 | 0,07 | 3,8 | 41 |
| | 9...14 | 7 | 8,8 | 26,5 | 0,07 | 14,0 | 53 |
| | 16...24 | 10 | 16,4 | 49,0 | 0,14 | 14,0 | 29 |
| | 24...3 | 10 | 10,0 | 43,0 | 0,09 | 3,0 | 7 |
| Iunie | 3...23 | 8 | 11,0 | 50,0 | 0,10 | 10,1 | 20 |
| | 23...5 | 13 | 11,4 | 40,4 | 0,11 | 10,4 | 26 |
| Iulie | 5...17 | 9 | 5,3 | 101,8 | 0,39 | 11,8 | 12 |
| | 17...25 | 3 | 2,0 | 29,0 | 0,25 | 9,0 | 31 |
| | 25...7 | 7 | 4,8 | 49,0 | 0,42 | 19,0 | 39 |
| August | 7...21 | 2 | 0,27 | 4,0 | 0,16 | 1,0 | 25 |
| | 27...29 | 3 | 1,9 | 8,4 | 0,08 | 0,9 | 47 |
| | 29...31 | 4 | 1,7 | 7,9 | 0,23 | 2,9 | 36 |
| Septembrie | 17...20 | 2 | 0,40 | 22,6 | 0,57 | 3,85 | 17 |
| | 9...10 | 1 | 1,2 | 3 | 0,04 | 0,5 | 42 |
| | 20...27 | 5 | 9,2 | 38,4 | 0,25 | 28,4 | 74 |
| Octombrie | 29...3 | 2 | 1,10 | 18,8 | 0,45 | 3,8 | 20 |
| | 3...6 | 5 | 17,2 | 15,5 | 0,02 | 2,1 | 12 |
| | 13...17 | 7 | 12,0 | 18,8 | 0,03 | 1,3 | 7 |
| | 18...20 | 6 | 10,2 | 22,4 | 0,05 | 2,4 | 11 |
| | 26...28 | 4 | 11,7 | 7,8 | 0,01 | 2,8 | 36 |
| Noiembrie | 11...12 | 4 | 5,5 | 4,0 | 0,01 | 2,5 | 63 |
| | 17...18 | 3 | 0,49 | 2,8 | 0,23 | 0,3 | 11 |
| | 19...20 | 1 | 1,10 | 2,2 | 0,03 | 0,2 | 9 |
| | 22...23 | 5 | 4 | 10,8 | 0,04 | 1,8 | 16 |
| | 25...27 | 5 | 6,3 | 8,2 | 0,03 | 1,7 | 21 |
| | 28...29 | 5 | 8,5 | 9,6 | 0,03 | 1,6 | 17 |
| | 30...3 | 7 | 25,3 | 30,6 | 0,02 | 0,6 | 2 |
| Decembrie | 2...5 | 5 | 22,7 | 39 | 0,03 | 4,0 | 10 |



Urmărind și imaginea din subsolul tabelului 8.7 se observă o detașare netă a lunii iulie sub raportul cantităților de precipitații înregistrate (179 mm), precum și o detașare a lunilor octombrie și noiembrie din punct de vedere al duratei precipitațiilor (aproximativ 50 de ore fiecare). Cu privire la cantitățile lunare de precipitații reținute de coroanele arborilor existenți în suprafața experimentală nr.3, se observă o detașare a lunii iulie urmată de lunile septembrie și iunie; dacă analiza se face în termeni procentuali ierarhia este următoarea: luna septembrie (51 %), luna august (24 %), iunie și iulie (aproximativ 22 %).

Ca și în cadrul altor cercetări (Gerrits 2010, Rutter et al. 1975, Vivile et al. 1993, Hormann et al. 1996, Savenije et al. 2004, Horton 1919, Aussenac 1988), s-a pus în evidență o variație a retenției și la nivel sezonier (fig. 8.23). În plus, pentru anotimpul de iarnă, când coroanele arborilor au fost lipsite de frunză, nivelul retenției a atins cea mai mică valoare (aproximativ 20 mm), urmată de sezonul de primăvară, când nivelul retenției a atins aproximativ 40 mm; maximum s-a atins în perioada de vară-toamnă, aproximativ 70 mm.

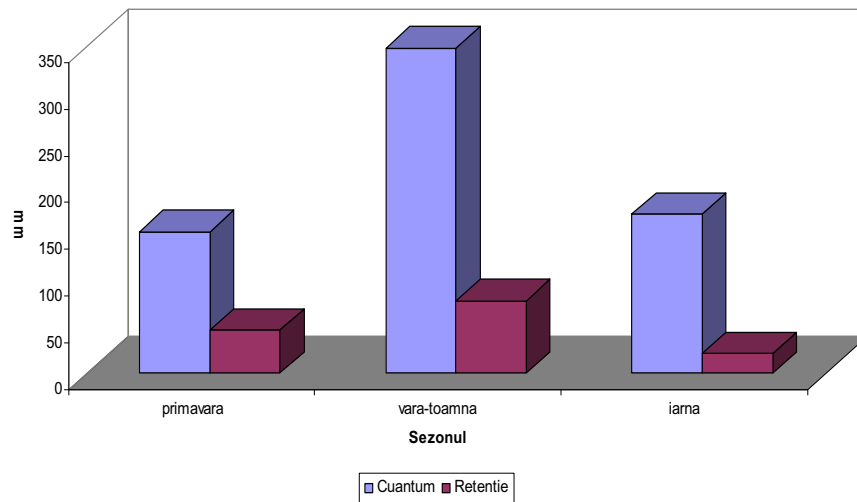


Fig. 8. 23 Variația sezonieră a retenției pentru suprafața experimentală nr. 3. The seasonal variation of the values of canopy retention recorded on the experimental area no 3

Mai departe, s-a verificat dacă există sau nu vreo relație corelativă între capacitatea de retenție la nivelul coronamentului, pe de o parte, și intensitatea ploii pe de altă parte. În literatura de specialitate nu există un consens în ceea ce privește acest aspect (Gerrits 2010). Pe de o parte, Horton (1919) și Wang et al. (2007) susțin că pe măsura creșterii intensității precipitațiilor scade capacitatea de retenție, deoarece precipitațiile cu intensități mari sunt însoțite de vânt și furtună, ceea ce conduce la o agitare a frunzelor. Pe de altă parte, Aston (1979) și

Keim et al (2006) susțin contrariul: o intensitate mare a precipitațiilor coincide cu o capacitate de retenție mare, datorită dinamicii capacității de retenție.

Pe baza datelor noastre, deși nu s-a găsit o corelație distinct sau foarte semnificativă, între aceste două variabile, totuși semnificația statistică este dovedită ($r = 0,387 > r_{0,05} = 0,325$). Deși este relativ mică, totuși panta dreptei de regresie arată că pe măsura creșterii intensității ploilor crește ușor și capacitatea de retenție a coronamentului (fig. 8.24).

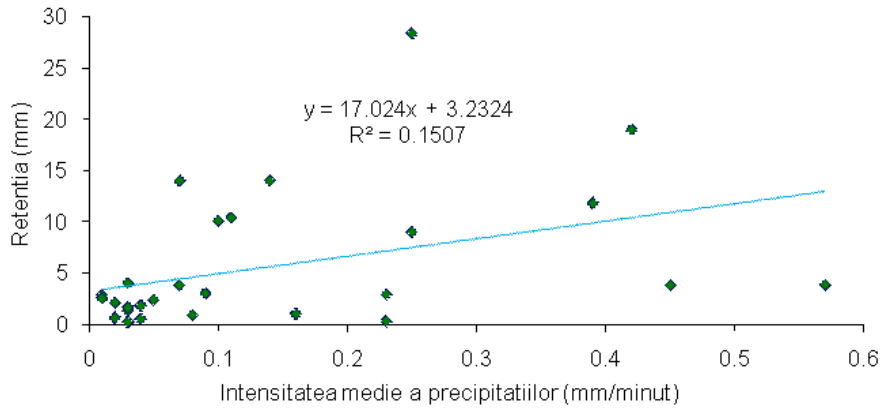


Fig. 8. 24 Dependența corelațională dintre retenție și intensitatea medie a precipitațiilor. The correlation between the retention factor and the average rainfall intensity

În cadrul unei alte cercetări, asemănătoare cu cea întreprinsă (Gerrits 2010), valoarea coeficientului de determinare este mai mare $R^2 = 0,41$ iar dreapta de regresie prezintă o pantă descrescătoare pe măsura creșterii intensității precipitațiilor (fig. 8.25).

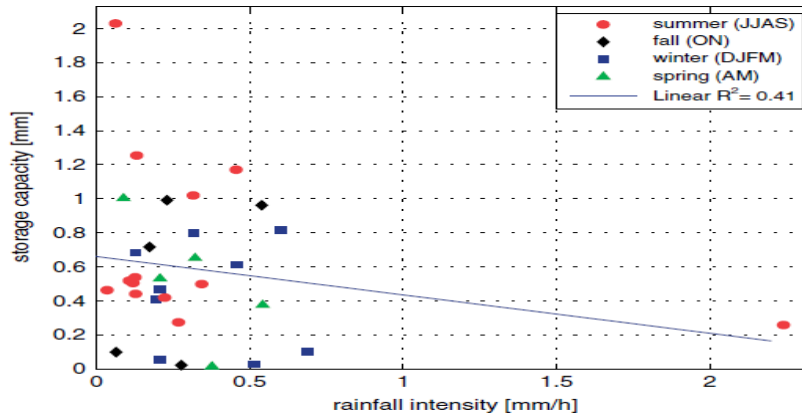


Fig. 8. 25 Intensitatea medie pe eveniment pluvial și capacitatea de retenție pe sezoane (Gerrits 2010). The relation between the average intensity of rainfall per pluvial event and the retention capacity per seasons

Totuși, rezultatele nu pot fi comparate în mod riguros deoarece ecartul intensității ploilor în cadrul cercetării prezente este de 0,01-0,6 mm/minut, în timp ce la cercetarea lui Gerrits majoritatea covârșitoare a ploilor au intensitatea mai mică de 2 mm/oră, ceea ce înseamnă mai puțin de 0,033 mm/minut .

Restrângând analiza la nivel lunar și exprimând retenția în funcție de cuantumul și intensitatea medie a evenimentelor, prin intermediul regresiei multiple neliniare, s-a obținut un coeficient de determinație $R^2 = 0,79$ și o ecuație polinomială de gradul doi având forma:

$$R = -5,85 + 0,32 \cdot H + 49,7 \cdot I - 0,001 \cdot H^2 + 20,18 \cdot I^2$$

în care: R (mm) este retenția lunară, H (mm) – cuantumul lunar al precipitațiilor, I - intensitatea medie lunară a precipitațiilor.

Pentru a aprofunda cercetarea privind modul de distribuție al retenției s-a recurs și la analiza acesteia pe clase de precipitații. Numărul și mărimea claselor s-au adoptat asemănător cu cele utilizate în cadrul altor cercetări (Abagiu et al. 1973, Abagiu 1974).

Ploile au fost grupate în 11 clase de precipitații, iar pentru fiecare clasă s-a calculat valoarea medie a precipitațiilor căzute și a precipitațiilor reținute (tabelul 8.8).

Tabelul 8. 8 Clasele de precipitații și reținerea în coronament pentru fiecare clasă. Classes of precipitations and the canopy retention capacity for each class

| Clasele de precipitații (mm) | Frecvența | Cuantumul mediu (mm) | Retenția medie (mm) | % |
|------------------------------|-----------|----------------------|---------------------|----|
| 0-5 | 5 | 3,20 | 0,90 | 28 |
| 5-10 | 7 | 8,39 | 2,31 | 28 |
| 10-15 | 3 | 12,77 | 3,10 | 24 |
| 15-20 | 3 | 17,70 | 2,40 | 14 |
| 20-25 | 3 | 23,10 | 6,02 | 26 |
| 25-30 | 3 | 28,50 | 8,67 | 30 |
| 30-35 | 2 | 32,80 | 2,80 | 9 |
| 35-40 | 3 | 37,33 | 13,27 | 36 |
| 40-45 | 2 | 41,70 | 6,70 | 16 |
| 45-50 | 3 | 49,33 | 14,33 | 29 |
| peste 50 | 3 | 113,60 | 23,60 | 21 |

Dependența corelațională dintre retenție și cuantumul ploii îmbracă forma unor curbe de saturație, cercetările efectuate anterior stabilind că, dintre tipurile de ecuații prin care se exprimă legăturile de acest gen, cea mai indicată pentru fenomenul studiat este (Abagiu 1972, Abagiu 1979):

$$I_p = I_{\max} \cdot (1 - e^{-K \cdot p})$$

în care:

I_p - valoarea retenție, în mm, la o ploaie de quantum p (mm);

I_{\max} - valoarea maximă a retenție (mm);

K - un coeficient, în funcție de caracteristicile arboretului;

p - precipitațiile căzute (mm), pentru care trebuie stabilită valoarea interceptiei.

Pe baza datelor înregistrate în suprafața experimentală (nr.3), s-a determinat un coeficient (K) în funcție de caracteristicile arboretului și o valoare maximă a retenției (I_{\max}), ecuația prezentându-se sub forma:

$$I_p = 20 \cdot (1 - e^{-0.016 \cdot p})$$

8.2.2. Retenția în suprafața experimentală nr. 1

În intervalul 17 aprilie 2010 - 25 decembrie 2010, s-au realizat 30 de înregistrări privind retenția la nivelul acestei suprafețe. Cele 151 de evenimente pluviuale au totalizat aproximativ 728 mm precipitații, 21 % din această cantitate fiind reținută la nivelul coronamentului. Acest procent al retenției concordă cu cel pus în evidență în cadrul unei cercetări recente (Staelens 2006).

La nivel lunar (fig. 8.26), retenția medie iese în evidență pentru lunile mai și iulie cu valori medii cuprinse în intervalul 8-12 mm; cu valorii medii mai reduse (sub 2 mm) se identifică lunile aprilie și august. Lunile pentru care s-au înregistrat valori mici ale retenției (medii) sunt caracterizate printr-un număr mic de zile cu precipitații (aproximativ 7 zile), precum și de valori mici ale intensității medii a precipitațiilor, iar lunile cu valori mari ale retenției sunt caracterizate de o cantitate mare de precipitații, caracterizate printr-o durată mică și o intensitate mare.

Mai departe, și pentru această suprafață s-a verificat tipul de relație corelativă dintre retenția la nivelul coronamentului și intensitatea ploii. Alcătuiindu-se 11 clase de precipitații, s-a studiat dependența corelațională amintită. În urma testării mai multor ecuații de regresie s-a ales cea pentru care coeficientul de determinație R^2 a prezentat valoarea cea mai mare (fig. 8.27).

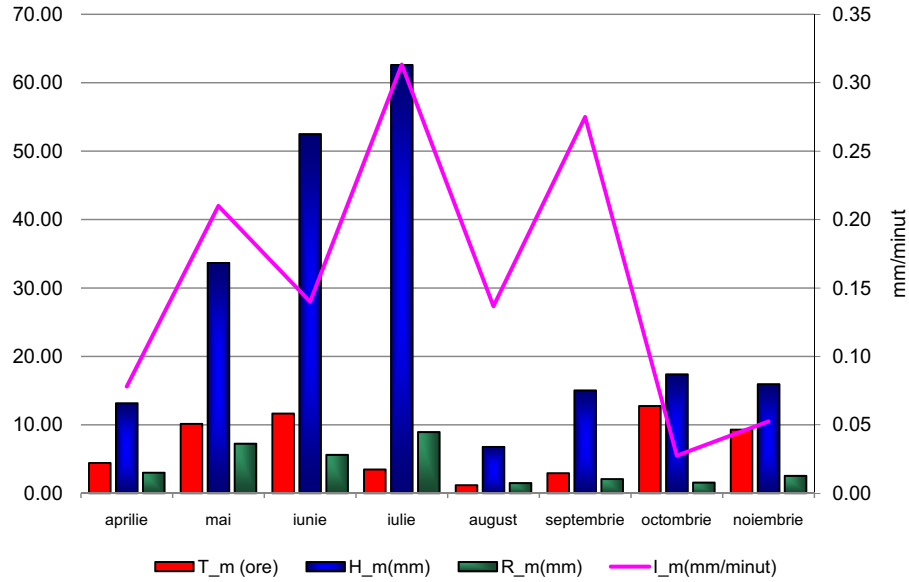


Fig. 8. 26 Durata, cuantumul, intensitatea și retenția medie a precipitațiilor, la nivel lunar, în suprafața experimentală nr. 1. Monthly values for the following precipitation factors: duration, amount, intensity and average retention, recorded on the experimental area no 1

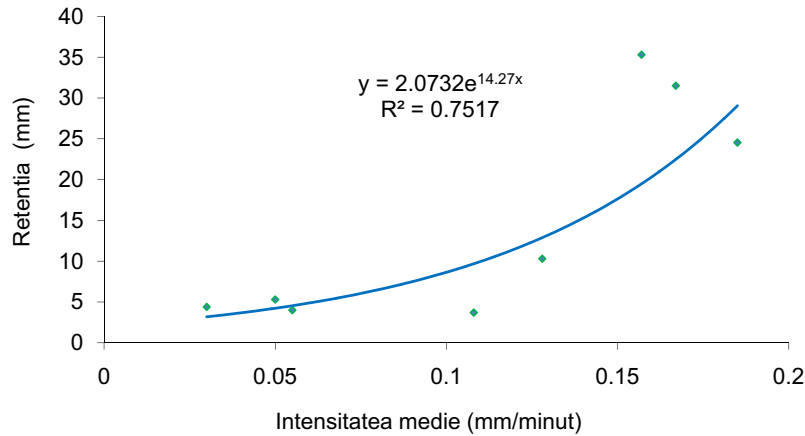


Fig. 8. 27 Dependența corelațională dintre retenție (mm) și intensitatea medie (mm/minut), pentru suprafața experimentală nr.1. The correlation between retention (mm) and average rainfall intensity (mm/min) for the experimental area no 1

Urmărind distribuția punctelor din grafic se poate observa că retenția se mărește pe măsura creșterii intensității precipitațiilor până la circa 0,15 mm/minut, atingând un maxim, după care la valori ale intensității peste acest prag capacitatea de retenție începe să scadă. Trendul general pe intervalul 0,0 - 0,2 mm/minut este, totuși, unul crescător.

Pe baza dependenței corelaționale dintre retenție și quantumul precipitațiilor, pusă în evidență prin intermediul unor curbe de saturație, s-a determinat și pentru această suprafață experimentală o capacitate maximă de retenție (I_{max}) și un coeficient ce ține seama de caracteristicile arboretului (K) obținându-se ecuația:

$$I_p = 9 \cdot (1 - e^{-0.03 \cdot p})$$

Cu ajutorul testului Kolmogorov-Smirnov (Chițea et al. 2010) s-a verificat dacă valorile obținute cu ajutorul aceleiași ecuații sunt diferite de cele înregistrate în cadrul suprafeței experimentale. Cum $D = 0,167 < D_{0.05\%} = 0,759$, ipoteza nulă nu se respinge, deci între cele două șiruri de valori nu există diferențe semnificative.

8.2.3. Retenția în suprafața experimentală nr. 2

Această suprafață a fost pusă în funcțiune în același timp cu suprafața nr. 1. Din acest motiv, numărul evenimentelor pluviale a fost același (151), volumul precipitațiilor a totalizat 728 mm, diferența apărând la procentul precipitațiilor reținute. Pentru această suprafață precipitațiile reținute au totalizat 15 procente. Reamintim că este vorba despre un arboret având specia predominantă fagul cu vârsta de 40 ani și consistență 0,9.

Studiind dependența corelațională dintre retenție și intensitatea precipitațiilor s-a observat că și pentru această suprafață experimentală funcția exponențială oferă cea mai mare valoare a coeficientului de determinație: $R^2 = 0,49$ (fig. 8.28). Valoarea obținută de această dată explică numai 49 % din variabilitate, în comparație cu procentul de 77 % stabilit la suprafața experimentală nr.1

În funcție de caracteristicile arboretului existent în cuprinsul suprafeței s-a determinat coeficientul K și, în funcție de valorile retenției, s-a determinat retenția maximă. Pe baza acestor date s-a obținut și pentru această suprafață o ecuație de regresie de tip exponențial de tipul:

$$I_p = 8 \cdot (1 - e^{-0.031 \cdot p})$$

Și de această dată ipoteza nulă nu se respinge ($D = 0,233 < D_{0.05\%} = 0,341$); prin urmare între valorile simulate, cu ajutorul ecuației de mai sus și cele provenite din măsurători nu există diferențe semnificative.

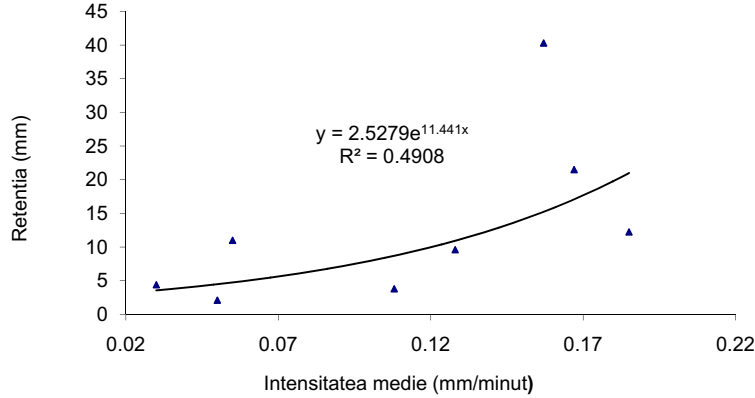


Fig. 8.28 Dependența corelațională dintre retenție (mm) și intensitatea medie (mm/minut), pentru suprafața experimentală nr. 2. The correlation between retention (mm) and average rainfall intensity (mm/min) for the experimental area no 2

8.2.4. Sinteza rezultatelor privind retenția

Retenția în coronament a fost studiată pentru arborete de fag și de amestec de fag cu salcâm. Durata observațiilor fiind diferită (în funcție de perioadele de amplasare a suprafețelor experimentale), pentru compararea și interpretarea datelor (atât între ele cât și cu cele întreprinse în cadrul altor cercetări), ploile au fost grupate pe clase de precipitații, stabilindu-se atât valorile medii (în mm) ale retenției cât și procentul retenției, pentru fiecare clasă (tabelul 8.9).

În arboretele de fag, unde interceptia a fost caracterizată de același număr de evenimente, s-au înregistrat diferențe induse de vârstă și de consistența arboretului. Astfel, arboretul de fag de vârstă mai mică (40 ani) și consistență aproape plină (0,9) a reținut numai 15 % din precipitațiile căzute, în comparație cu procentul de 19 % înregistrat în arboretul de fag în vârstă de 70 de ani și consistență 0.8.

Valorile mai mici înregistrate în primul caz se pot explica și prin faptul că, în acest arboret, nu s-a efectuat până în prezent decât o curățire, fără însă a se interveni în plafonul superior. De aceea, calitatea coronamentului întregului arboret este inferioară din punctul de vedere al cantității de biomasă foliară, arborii luați individual fiind caracterizați de coroane slab dezvoltate.

Arboretul de amestec (salcâm și fag) a reținut 24 % din cantitatea de precipitații. Acest procent ridicat se datorează atât unui număr mai mare de evenimente pluviale înregistrate (măsurătorile în cadrul acestui arboret începând din octombrie 2009) cât și a coroanelor bine dezvoltate ale arborilor. Rezultatul se apropie de cel obținut în cadrul altor cercetări (26 %, Abagiu et al. 1973) întreprinse în condiții similare cu cele existente la noi (fag cu vârsta de 70 de ani și consistență 0.9).

Tabelul 8. 9 Precipitațiile lichide retenției în coronament. Canopy retention

| Clasa de precipitații (mm) | Numărul de ploi înregistrate și retenția în arboretul de: | | | | | | | | |
|----------------------------|---|----------|----|-----------------------|----------|----|--------------------------------------|----------|----|
| | Fag cu consistența/vârsta: | | | | | | Salcâm și fag, cu consistența/vârsta | | |
| | 0,9/40 | | | 0,8/70 | | | 0,8/80 | | |
| | Numărul de evenimente | Retenția | | Numărul de evenimente | Retenția | | Numărul de evenimente | Retenția | |
| | | (mm) | % | | (mm) | % | | (mm) | % |
| 0-5 | 10 | 1,0 | 27 | 10 | 0,9 | 26 | 9 | 0,9 | 28 |
| 5-10 | 17 | 1,6 | 21 | 17 | 1,7 | 22 | 25 | 2,3 | 28 |
| 10-15 | 16 | 2,8 | 20 | 16 | 1,0 | 7 | 12 | 3,1 | 24 |
| 15-20 | 24 | 2,0 | 11 | 24 | 4,1 | 22 | 14 | 2,4 | 14 |
| 20-25 | - | - | - | - | - | - | 13 | 6,0 | 26 |
| 25-30 | 6 | 2,1 | 8 | 6 | 5,3 | 19 | 10 | 8,7 | 30 |
| 30-35 | - | - | - | - | - | - | 9 | 2,8 | 9 |
| 35-40 | 23 | 7,2 | 18 | 23 | 10,5 | 27 | 25 | 13,3 | 36 |
| 40-45 | - | - | 10 | - | 4,4 | 10 | 13 | 6,7 | 16 |
| 45-50 | - | - | - | - | - | - | 23 | 14,3 | 29 |
| Peste 50 | 36 | 10,1 | 14 | 36 | 11,8 | 17 | 25 | 23,6 | 21 |
| Total perioada | 132 | - | 15 | 132 | - | 19 | 178 | - | 24 |

Privite global, rezultatele pun în evidență o variație destul de însemnată a procentului de retenție în raport cu cantitatea totală a precipitațiilor căzute. Evident, această variație (de la 8 % la 36 %) se datorează nu doar cantității de precipitații, ci și altor caracteristici ale acestora (intensitate, durată etc.). Totuși influența cantității este considerată esențială, mai ales că, în urma măririi intervalului de clasă de la 5 la 10 mm, s-a realizat diferențierea celor trei arborete din suprafețele experimentale sub raportul capacității de a reține apă la nivelul coronamentului (fig. 8.29). Astfel, pentru ploi mai mari de 50 mm cantitatea de apă interceptată a fost de 6,2 mm, la arboretul de fag în vârsta de 40 de ani și consistență 0,9, de 6,5 mm pentru arboretul de fag în vârsta de 70 de ani și consistență 0,9 și de 10,5 mm pentru arboretul de fag cu salcâm în vârstă de 80 ani și consistență 0,8.

Un alt aspect cercetat, se referă la variația lunară a retenției (prin intermediul coeficientului de variație). Pe baza datelor centralizate în tabelul 8.10 se observă că, de-a lungul unui an, cantitățile lunare ale retenției sunt extrem de variabile, coeficientul de variație situându-se în ecartul 24 %.....167 %. Variația minimă se înregistrează pentru lunile iunie și iulie, iar cea maximă în lunile august și septembrie.

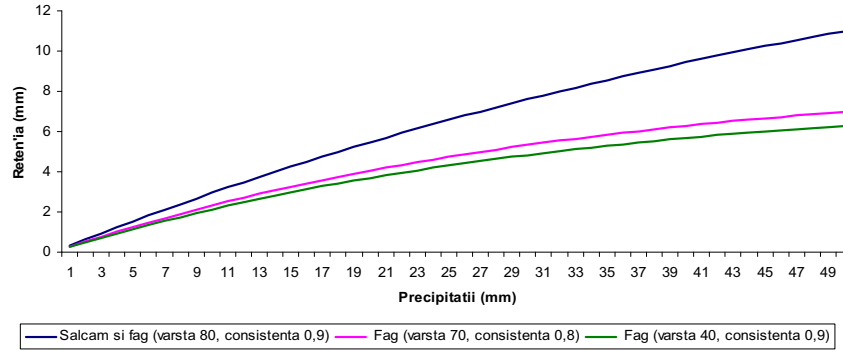


Fig. 8. 29 Precipitațiile reținute în coroanele arborilor existenți în cele trei suprafețe experimentale. Canopy retention values for the three experimental areas

Tabelul 8 10 Media, abaterea standard și coeficientul de variație pentru retenția la nivel lunar. Monthly canopy retention: the average, the standard deviation and the variation coefficient

| Lunile | Retenția: | | | H pădure (%) |
|------------|------------|------------------------|----------------------------|--------------|
| | Media (mm) | Abaterea standard (mm) | Coeficientul de variație % | |
| Aprilie | 4.24 | 4.3 | 101 | 72 |
| Mai | 8.24 | 5.5 | 67 | 75 |
| Iunie | 7.1 | 2.8 | 39 | 87 |
| Iulie | 10.5 | 2.5 | 24 | 83 |
| August | 3.3 | 5.5 | 167 | 70 |
| Septembrie | 5 | 7.6 | 152 | 70 |
| Octombrie | 2.3 | 1.3 | 57 | 86 |
| Noiembrie | 2.3 | 2.2 | 96 | 85 |

Analizând relația corelativă dintre coeficientul de variație al retenției (CV_r %) și procentul precipitațiilor înregistrate în interiorul pădurii s-a găsit că funcția liniară (fig. 8.30) oferă cea mai mare valoare a coeficientului de determinație ($R^2 = 0,62$). Corelația este negativă. Valoarea coeficientului de corelație calculat ($r = -0,788$) este semnificativă pentru cele 6 grade de libertate ($r_{0,05} = 0,707$).

Într-adevăr, pe măsură ce precipitațiile în interiorul pădurii cresc cantitativ, scade valoarea coeficientului de variație al retenției. O valoare mare a coeficientului de variație, de peste 30-40 %, indică o variabilitate accentuată, media având un nivel de semnificație scăzut. De exemplu, pentru luna august valoarea CV_r este de 167 % iar retenția medie de 3,3 mm. În valoare absolută, retenția a variat de la valoarea minimă de 0,9 mm până la o valoare maximă de 19 mm.

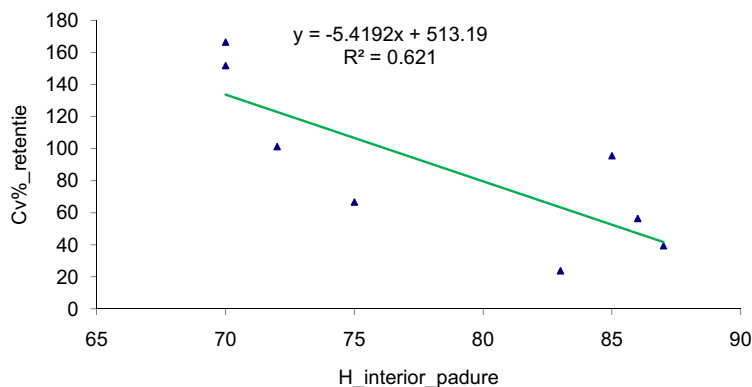


Fig. 8.30 Dependența corelațională dintre coeficientul de variație al retenției și procentul precipitațiilor înregistrate în interiorul pădurii. The correlation between the variation coefficient of the canopy retention and the percent of rainfall registered in forested areas

8.3. Rezultatele cercetărilor privind scurgerea de suprafață pe versant, în interiorul pădurii

După cum se cunoaște, pădurea influențează scurgerea pe versant atât în mod direct cât și în mod indirect. Influența directă este pusă în evidență prin retenție, evapotranspirație și scurgerea pe trunchi, iar cea indirectă prin schimbările pe care aceasta le aduce asupra proprietăților solului. Mulți cercetători au asociat principala influență asupra generării scurgerii cu schimbările proprietăților solului (Burch et al. 1996, Cosandey și Robinson 2000, Chang 2003, Engler 1919, Weinmeister 2003, Mircea 2002, 2008, Moțoc, Mircea 2005).

Pentru cercetarea referitoare la acest parametru hidrologic s-au folosit cele trei suprafețe experimentale utilizate și pentru studiul retenției.

8.3.1. Scurgerea pe versant în suprafața experimentală nr. 3

În momentul culegerii datelor cu privire la retenție s-au realizat, concomitent, măsurători și asupra scurgerii pe versant. De aceea numărul evenimentelor pluviale utilizate pentru descrierea scurgerii pe versant corespunde cu cel folosit la caracterizarea retenției. Evenimente pluviale au fost grupate pe clase de precipitații, iar pentru fiecare clasă s-au calculat valorile medii ale scurgerii (pe m^2) și ale coeficientului de scurgere, precum și valorile maxime ale celor doi parametri (tabelul 8.11).

Tabelul 8. 11 Valorile scurgerii de suprafață în suprafața experimentală nr. 3. Runoff – the experimental area no 3

| Clasele de precipitații (mm) | Parametrul: | | | |
|------------------------------|-------------------------------|--------|--------------------------|-------|
| | Scurgerea (l/m ²) | | Coeficientul de scurgere | |
| | medie | maximă | mediu | maxim |
| 0-10 | 0,085 | 0,939 | 0,011 | 0,117 |
| 10-20 | 0,210 | 1,048 | 0,015 | 0,074 |
| 20-30 | 0,284 | 1,419 | 0,011 | 0,057 |
| 30-40 | 0,244 | 1,462 | 0,007 | 0,041 |
| 40-50 | 0,467 | 2,334 | 0,010 | 0,050 |
| Peste 50 | 0,551 | 2,203 | 0,007 | 0,027 |

Potrivit valorilor rezultate, scurgerea medie pe m² a crescut odată cu volumul precipitațiilor (creștere evidențiată și în cadrul altor cercetări: Abagiu et al. 1973, Ileana et al. 2011), valoarea cea mai mare (0,551 litri/m²) realizându-se la ploi de peste 50 mm. Scurgerea maximă pe m² a depășit 1 litru chiar la ploi din clasa 10–20 mm, iar pentru ploi de peste 50 mm valoarea acesteia a depășit 2 litri pe m².

Legătura dintre scurgere și cantumul precipitațiilor a fost pusă în evidență și prin stabilirea coeficientului de determinație (R²) pentru valori grupate pe clase de precipitații (fig. 8.31). Cea mai mare valoare a acestui coeficient s-a obținut prin aplicarea ecuației liniare; potrivit acesteia, coeficientul de corelație are o valoare distinct semnificativă (0,949). Corelația fiind pozitivă atestă faptul că pe măsura creșterii cantității de precipitații se majorează și scurgerea medie pe clase de precipitații.

Același trend de variație îl prezintă și valoarea maximă a scurgerii, stabilită tot pe clase de precipitații.

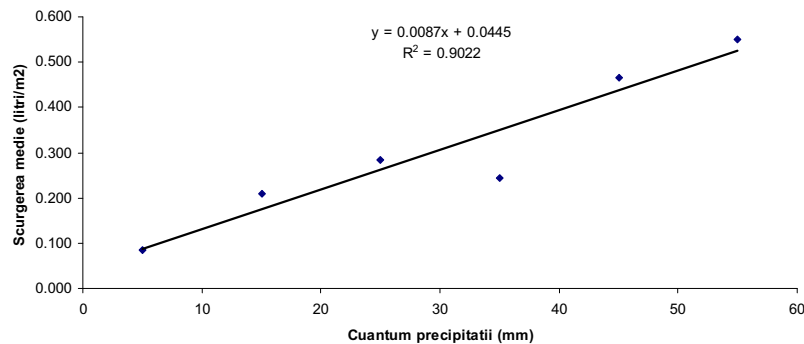


Fig. 8. 31 Relația corelativă dintre scurgere și cantumul precipitațiilor, pentru suprafața experimentală nr. 3. The correlation between runoff coefficient and the amount of rainfall on the experimental area no 3

Și pentru valorile negrupate pe clase de precipitații s-au verificat mai multe ecuații și s-a ales cea pentru care valoarea coeficientului de determinație R^2 a fost cea mai mare (0,541). Ecuația găsită are forma:

$$S = 44,611 - \frac{44,687}{1 + \left(\frac{H}{217879,64}\right)^{0,538}}$$

în care: S este scurgerea de suprafață în mm, iar H – quantumul precipitațiilor în mm.

Comparând valorile scurgerii obținute în suprafața experimentală cu cele obținute cu ajutorul ecuației de mai sus s-a evidențiat că cele două distribuții sunt apropiate (fig. 8.32).

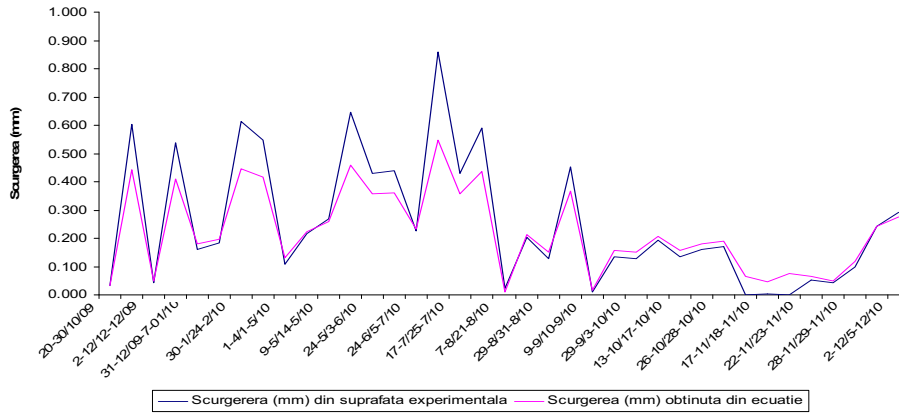


Fig. 8. 32 Valorile scurgerii, măsurate și modelate, pentru suprafața experimentală nr.3. The runoff factor – measured values vs. modelled values

Prin utilizarea testului Kolmogorov-Smirnov s-a verificat dacă valorile obținute cu ajutorul ecuației sunt diferite de cele înregistrate în cadrul suprafeței experimentale. Cum $D = 0,167 < D_{0,05\%} = 0,658$, ipoteza nulă nu se respinge; deci, între cele două șiruri de valori nu există diferențe semnificative.

În continuare, s-a verificat dependența corelațională dintre scurgerea superficială (mm) și intensitatea medie a precipitațiilor (mm/minut), pentru toate evenimentele înregistrate în perioada de efectuare a experimentelor. Dintre toate ecuațiile de regresie testate, cea liniară a prezentat coeficientul de determinație cel mai ridicat (fig. 8.33).

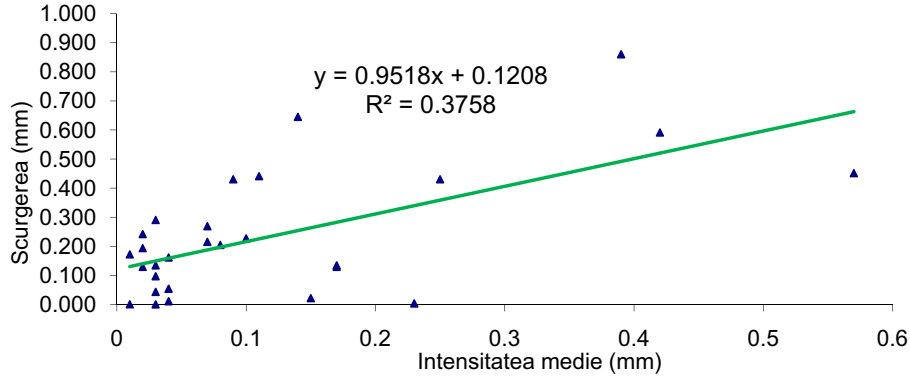


Fig. 8. 33 Relația corelativă dintre scurgere și intensitatea medie a precipitațiilor, pentru suprafața experimentală nr. 3. The correlation between the runoff factor and the average rainfall intensity on the experimental area no 3

Valorile coeficientului de variație în cadrul celor două populații studiate (intensitatea ploilor și scurgerea de suprafață pe versant) sunt cuprinse între 90 % (scurgerea în litri/m²) și 116 % (intensitatea în mm/minut), ceea ce indică neomogenitatea acestor populații. Ca urmare, s-a recurs la exprimarea scurgerii pe clase de intensitate a precipitațiilor, dar existând un număr mic de date, mai ales la clase mari de intensitate, nu s-a putut continua și finaliza studiul acestei influențe.

În schimb, pe baza coeficienților de scurgere maximi, determinați pe clase de precipitații (tabelul 8.12), este pusă bine în evidență influența intensității ploii asupra scurgerii. Valoarea maximă (0,117) s-a realizat la clasa de precipitații cea mai mică (0-10 mm), deși scurgerea maximă s-a obținut la precipitații de peste 50 mm. Se confirmă, astfel, rezultatele obținute în cadrul unor cercetări anterioare (Abagiu et al. 1973, 1974).

Tabelul 8. 12 Valorile scurgerii în suprafața experimentală nr. 4. Runoff values – experimental area no 4

| Clase de precipitații (mm) | Parametrul: | | | |
|----------------------------|-------------------------------|--------|--------------------------|-------|
| | Scurgerea (l/m ²) | | Coeficientul de scurgere | |
| | medie | maximă | mediu | maxim |
| 0-10 | 0,021 | 0,226 | 0,003 | 0,034 |
| 10-20 | 0,069 | 0,417 | 0,003 | 0,02 |
| 20-30 | 0,122 | 0,367 | 0,003 | 0,009 |
| 30-40 | 0,381 | 0,127 | 0,004 | 0,011 |
| Peste 40 | 0,506 | 0,126 | 0,002 | 0,009 |

8.3.2. Scurgerea pe versant în suprafața experimentală nr. 1

Pentru datele provenite din această suprafață nu s-a mai recurs la o distribuție a scurgerii pe clase de precipitații datorită faptului că, pentru precipitații mai mari de 30 mm, s-au înregistrat puține date.

Dependența corelațională dintre scurgere și cantumul precipitațiilor s-a realizat pentru datele negrupate pe clase și s-a pus cel mai bine în evidență prin aplicarea ecuației liniare (fig. 8.34). Valoarea coeficientului de corelație ($r = 0,847$) arată o legătură statistică foarte semnificativă între cele două variabile studiate.

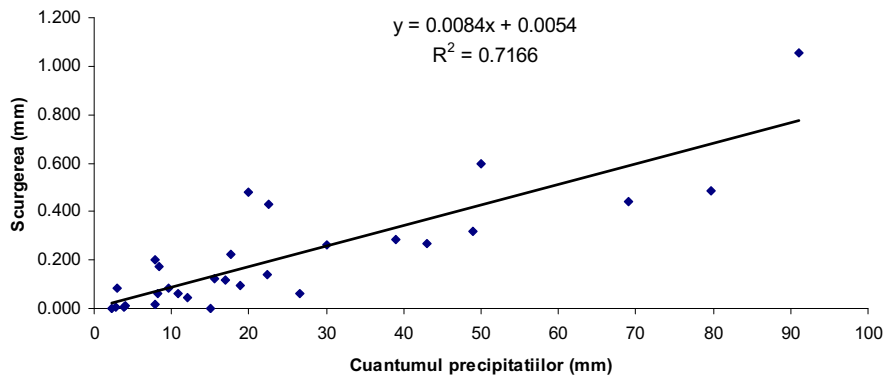


Fig. 8. 34 Dependența corelațională dintre scurgere și cantumul precipitațiilor, pentru suprafața experimentală nr. 1. The correlation between the runoff factor and the total amount of rainfall on the experimental area no 1

Chiar dacă cele două populații sunt neomogene (coeficientul de variație fiind cuprins între 97 % pentru cantumul precipitațiilor și 111 % pentru scurgere), totuși trendul de variație este cel așteptat: volumul scurgerii se mărește pe măsura creșterii cantității de precipitații (Abagiu et al. 1973, Ileana et al. 2011).

Mai departe, scurgerea de suprafață s-a reprezentat cu ajutorul unui plan de regresie în funcție de cantumul și de intensitatea precipitațiilor (fig. 8.35). Se poate observa că atât cantumul cât și intensitatea medie a precipitațiilor influențează scurgerea de suprafață, dar în proporții diferite. Cea mai mare pondere o prezintă cantumul precipitațiilor.

Pentru a sublinia și mai bine influența intensității asupra scurgerii s-a introdus în analiză intensitatea maximă a precipitațiilor. Ecuația de regresie ce a oferit cea mai mare valoare a lui R^2 (0,589) a fost cea liniară (fig. 8.36). Legătura corelativă este foarte semnificativă ($r = 0,767$), deși în cadrul celor două populații există o variabilitate mare, coeficientul de variație fiind de 126 % pentru intensitatea maximă a precipitațiilor și de 92 % pentru volumul scurgerii.

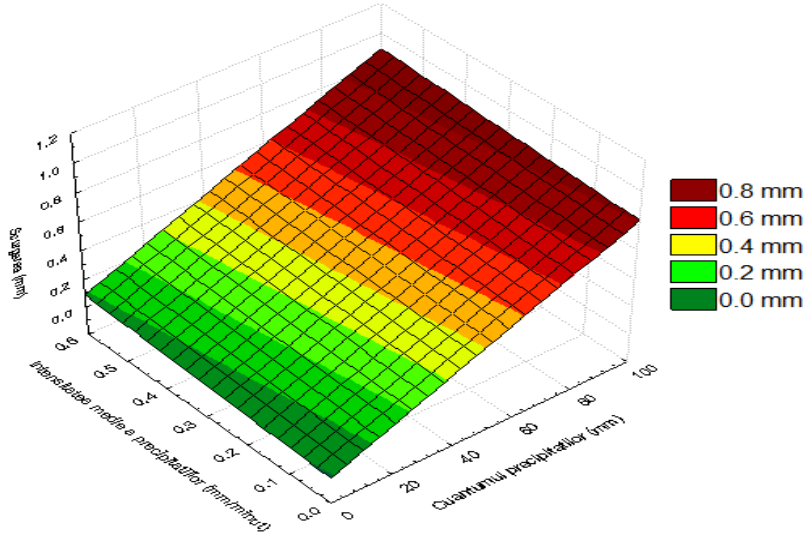


Fig. 8. 35:Exprimarea scurgerii după un plan de regresie, determinat de cuantumul și de intensitatea precipitațiilor, pentru suprafața experimentală nr. 1. The relation between the runoff factor, the total amount of rainfall and the rainfall intensity recorded on the experimental area no 1

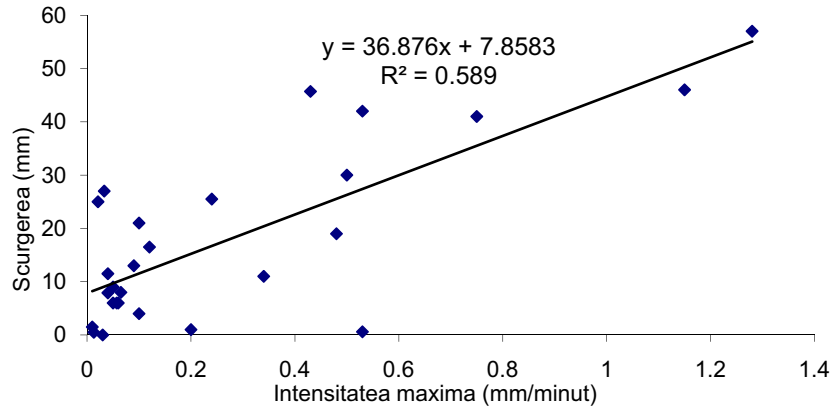


Fig. 8. 36 Dependența corelațională dintre scurgerea de suprafață și intensitatea maximă a evenimentelor pluviale pentru suprafața experimentală nr. 1. The correlation between the runoff factor and the maximum rainfall intensity recorded on the experimental area no 1

8.3.3. Scurgerea pe versant în suprafața experimentală nr. 2

Numărul de măsurători cu privire la scurgerea de suprafață a corespuns cu cel întreprins la suprafața nr. 1, astfel încât, nici aici nu s-a recurs la o analiză a scurgerii pe clase de precipitații.

În schimb dependența corelațională dintre scurgerea de suprafață și cantumul precipitațiilor s-a realizat pentru valori negrupate pe clase de precipitații, prin testarea mai multor ecuații de regresie. Cea mai mare valoare a coeficientului de determinație (0,5881) a fost oferită tot de regresia liniară (fig. 8.37). Valoarea coeficientului de corelație ($r = 0.768$) evidențiază o dependență corelațională foarte semnificativă.

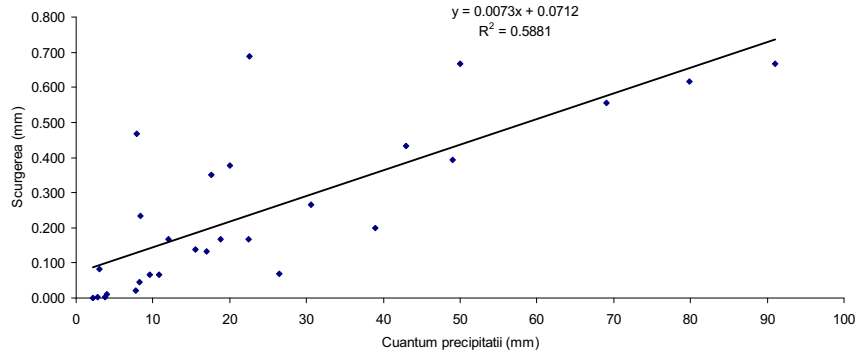


Fig. 8. 37 Dependența corelațională dintre scurgere și cantumul precipitațiilor, pentru suprafața experimentală nr. 2. The correlation between the runoff factor and the total amount of rainfall on the experimental area no 2

S-a studiat și dependența corelațională dintre volumul scurgerii și intensitatea maximă a precipitațiilor prin (fig. 8.38), în final reținându-se ecuația de regresie caracterizată prin $R^2 = 0,760$, care se prezintă astfel:

$$S = 56.974 \cdot [1 - e^{(3.388 \cdot I)}]$$

în care: S este volumul scurgerii (l), I – intensitatea maximă a ploii (mm/minut).

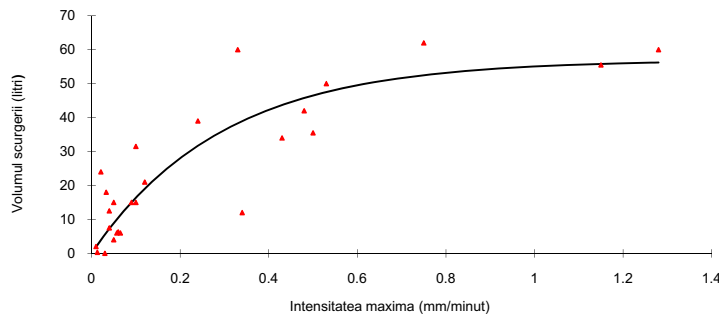


Fig. 8. 38 Dependența corelațională dintre volumul scurgerii și intensitatea maximă a evenimentelor pluviiale pentru suprafața experimentală nr. 2. The correlation between drained volume and the maximum rainfall intensity recorded on the experimental area no 2

8.3.4. Sinteza rezultatelor privind scurgerea de suprafață pe versant, în interiorul pădurii

Ca și în cazul retenției, scurgerea de suprafață pe versant în interiorul pădurii a fost analizată pentru arborete de fag și arborete de amestec (fag cu salcâm).

Pentru că la suprafețele experimentale 1 și 2 nu s-a studiat variația scurgerii pe clase de precipitații (datorită numărului mic de date, în special la clase de precipitații peste 30 mm), compararea rezultatelor s-a realizat la nivel lunar, pentru perioada comună de înregistrări (fig. 8.39).

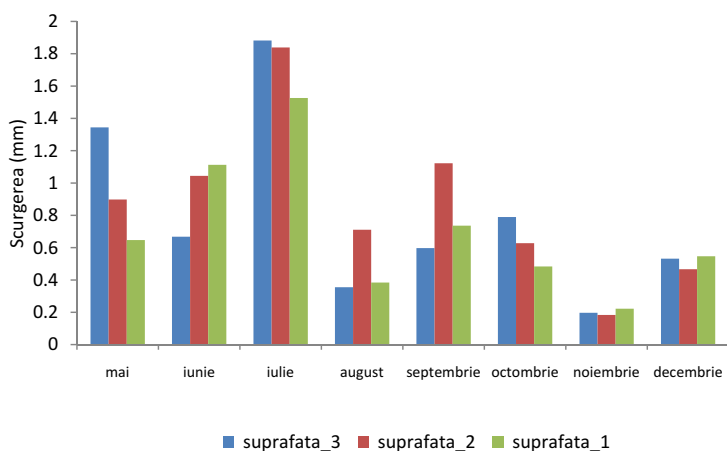


Fig. 8.39 Scurgerea de suprafață la nivel lunar, înregistrată în cele 3 suprafețe experimentale. Monthly values for the runoff factor recorded on the three experimental areas

Pentru lunile mai, iulie și octombrie, cele mai mari valori ale scurgerii s-au înregistrat în suprafața experimentală nr. 3, urmată în ordine de suprafețele 2 și 1. Pentru luna iunie, trendul a fost invers.

În lunile august și septembrie, valorile scurgerii înregistrate în suprafața nr. 2 au ieșit foarte mult în evidență față de cele înregistrate în celelalte suprafețe.

În lunile noiembrie și decembrie, scurgerea a înregistrat valori aproximativ egale pentru cele trei suprafețe experimentale.

După cum era de așteptat, scurgerea a înregistrat valori mari în sezonul de vară, a scăzut în sezonul de toamnă și a realizat un minim în sezonul de iarnă.

Pentru a surprinde mai ușor variația lunară a scurgerii, am recurs la redarea acestora prin intermediul coeficientului de variație, în paralel cu procentul lunar al precipitațiilor înregistrate în interiorul pădurii și cu scurgerea medie (fig. 8.40).

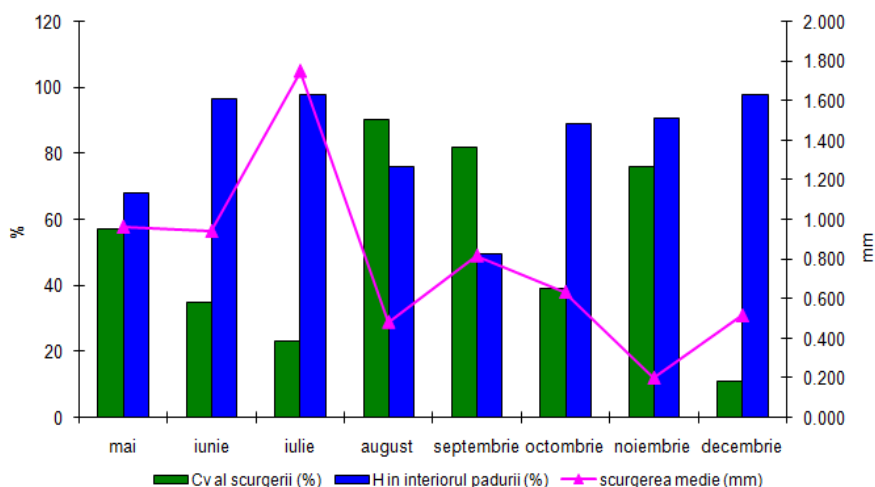


Fig. 8.40 Coeficientul de variație al scurgerii, procentul precipitațiilor înregistrate în interiorul pădurii și scurgerea medie. The variation of the runoff factor, the percent of rainfall and the average runoff recorded on the forested experimental areas

Pentru lunile în care valoarea coeficientul de variație al scurgerii este sub pragul de 40 %, trendul de variație al scurgerii este unul crescător. Pentru coeficienți de variație peste procentul de 40 %, trendul de variație al scurgerii medii este descrescător. Cu alte cuvinte, la coeficienți de variație peste 40 % valorile scurgerii prezintă un ecart mai mare față de medie, în comparație cu valorile scurgerii corespunzătoare unor coeficienți de variație sub 40 %.

Variabilitatea scurgerii poate fi explicată prin influența mai multor factori (Amatya et al. 2009, Bosch et al. 1999):

- unii ce caracterizează precipitațiile (cuantumul și intensitatea);
- alții ce apar ca rezultat al interacțiunii dintre precipitații și sol (indicele precipitațiilor anterioare și umiditatea solului);
- și unii ce apar ca rezultat al interacțiunii vegetației forestiere cu precipitațiile (retenția și evapotranspirația).

Pentru a se evidenția această influență comună, s-a recurs la o sinteză a datelor ce au fost prezentate pe parcurs.

Astfel, între scurgerea de suprafață și cuantumul precipitațiilor există o dependență corelațională exprimată pe baza unor ecuații de regresie ce s-au stabilit pentru fiecare suprafață în parte (fig.8.41.).

Pentru suprafețele 1 și 2, ecuațiile determinate sunt de formă liniară (crește cantitatea de precipitații crește și scurgerea de suprafață); deși liniile de regresie nu prezintă diferențe mari în ceea ce privește panta acestora, totuși ele sunt decalate pe verticală, decalajul putând fi pus pe seama caracteristicilor arborilor din

cuprinsul suprafețelor (vârstă, consistență, clasă de producție etc.) și a caracteristicilor terenului (pantă, rugozitate etc.).

La suprafața nr.3, valorile estimate pe baza ecuației de regresie (exponențiale) sunt superioare celor aferente suprafețelor 1 și 2, pentru precipitații cuprinse în intervalul 10-40 (mm), iar pentru cantități sub 10 mm aceste valori sunt inferioare celor determinate la suprafețele 1 și 2.

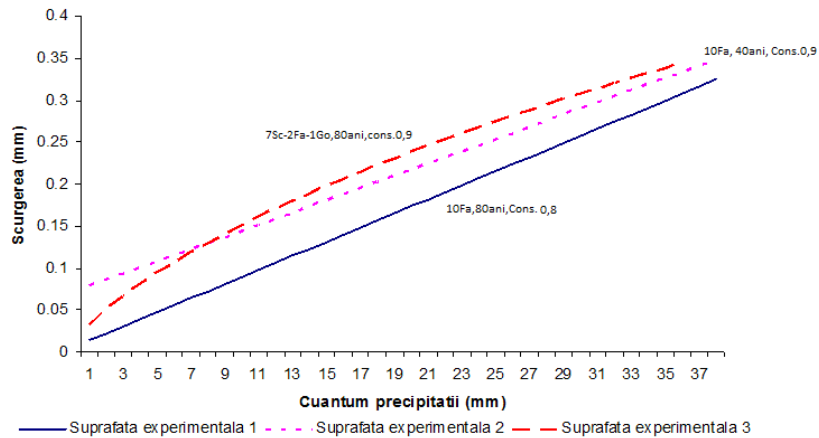


Fig. 8.41 Dependenta corelatională dintre scurgerea de suprafață și cantumul precipitațiilor pentru toate cele 3 suprafețe experimentale. The correlation between the runoff factor and the total amount of rainfall registered on the three experimental areas

O dependență corelatională a fost găsită și între volumul scurgerii pe de o parte și intensitatea maximă a precipitațiilor pe de altă parte; și această dependență a fost pusă în evidență prin testarea mai multor ecuații de regresie, cea de tip exponențial surprinzând cel mai bine această legătură (fig. 8.42).

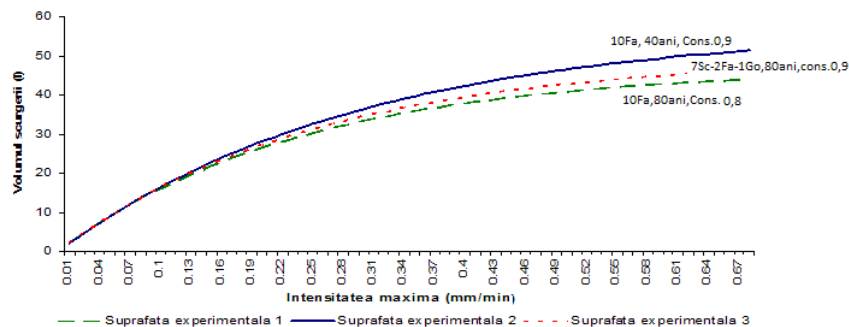


Fig. 8.42 Dependenta corelatională dintre volumul scurgerii și intensitatea maximă a ploii, pentru toate cele 3 suprafețe experimentale. The correlation between the drained volume and the maximum rainfall intensity recorded on the three experimental areas

Se observă că liniile de regresie pentru cele trei suprafețe experimentale (fig. 8.42) au o zonă de suprapunere, pentru intensități maxime cuprinse în intervalul 0,01 – 0,12 mm/minut. Peste acest interval, liniile de regresie capătă un spectru ușor divergent, ramura superioară corespunzând suprafeței experimentale nr. 2 iar cea inferioară suprafeței experimentale nr. 1.

Ținând cont că aria celor trei suprafețe este aproximativ egală, diferențele care apar între cele trei ecuații de regresie se pot datora pe de o parte pantei diferite a terenului în cuprinsul celor trei suprafețe (panta suprafeței 2 fiind cea mai mare) iar pe de altă parte caracteristicilor arboretului.

S-a studiat și dependența corelațională dintre scurgerea de suprafață și indicii precipitațiilor anterioare (I_{15}) pentru toate evenimentele comune înregistrate în perioada de cercetare (fig. 8.43), dar, numai la două dintre cele trei suprafețe experimentale, factorul I_{15} explică în proporție de aproximativ 30 % varianța totală a scurgerii.

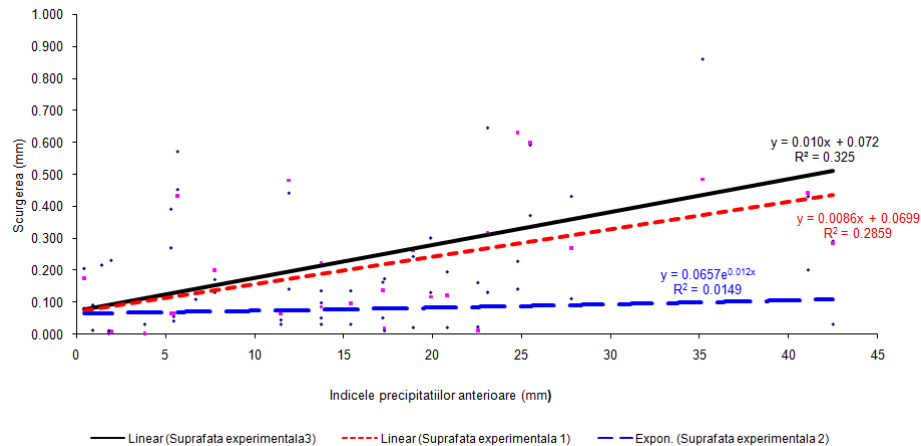


Fig. 8. 43 Dependența corelațională dintre scurgerea de suprafață și indicii precipitațiilor anterioare pentru toate cele trei suprafețe experimentale. The correlation between the runoff factor and the previous rainfall index recorded on the three experimental areas

În sfârșit, dacă în loc de scurgerea superficială (exprimată în mm) se ia în considerare volumul scurgerii lunare (în litri) și dacă în loc de factorul I_{15} se introduce abaterea standard a acestui termen, dependența corelațională este mult mai bine pusă în evidență: $R^2 = 0,86$ (fig. 8.44).

Se confirmă, astfel, rezultatele unor cercetări anterioare (Gaspar 1986, Constandache et al. 2006) potrivit cărora odată cu creșterea cantității de precipitații anterioare se reduce potențialul de acumulare a apei în sol și, deci, se mărește volumul scurgerii.

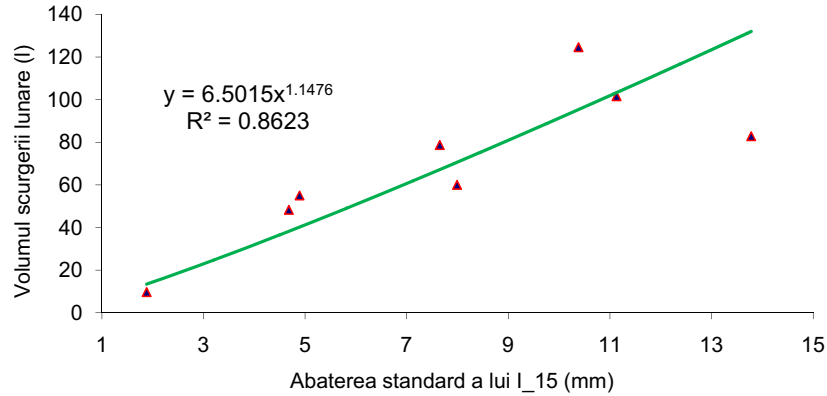


Fig. 8.44 Dependența corelațională dintre volumul scurgerii și abaterea standard a indicelui precipitațiilor anterioare. The correlation between the drained volume and the standard deviation of the previous rainfall index values

8.4. Scurgerea de suprafață pe versant, în afara pădurii

Interesul de a cuantifica procesul de scurgere și în afara pădurii este susținut, în cazul de față de trei argumente:

- pentru zona luată în cercetare (circa 2000 ha), categoriile de terenuri neforestiere (reprezentate de pajiști, livezi etc.) reprezintă un procent însemnat (aproximativ 30 %).

- „rolul hidrologic al pădurii în prevenirea și combaterea viiturilor torențiale se poate aborda la două niveluri: la nivel calitativ, prin examinarea comparativă a modului în care pădurea și respectiv celelalte categorii de teren din bazinele montane și colinare, intervin în procesul de scurgere, și la nivel cantitativ, prin cuantificarea efectelor hidrologice ale pădurii și ale celorlalte categorii hidrologice de teren” (Gaspar 2006).

- cercetările anterioare au demonstrat că fânețele bine întreținute și nepășunate prezintă un potențial hidrologic apropiat de cel al pădurii (Gaspar 2005, Untaru et al. 2005, Chengzhong et al. 2006, Turnbull et al. 2010).

Motivați de aceste argumente s-a recurs la amplasarea unei suprafețe experimentale în cuprinsul unei pajiști utilizată permanent ca fâneță (fig. 8.45).

Numărul evenimentelor pluviale înregistrate la această suprafață a corespuns cu cel folosit la cele trei suprafețe instalate în interiorul pădurii. Și de această dată s-a recurs la gruparea evenimentelor pe clase de precipitații; pentru fiecare clasă s-au calculat valorile medii ale scurgerii (l/m^2) și ale coeficientului de scurgere, precum și valorile maxime ale celor doi parametri (tabelul 8.12).



Fig. 8. 45 Suprafața experimentală nr. 4, amplasată în cuprinsul unei pajiști proprietate privată (foto: Tudose 2011). The experimental area no 4 located in a private meadow (photo: Tudose 2011)

După cum era de așteptat, scurgerea medie pe m^2 a crescut odată cu volumul precipitațiilor, valoarea cea mai mare ($0,506 l/m^2$) realizându-se la ploi de peste 40 mm. De remarcat că scurgerea maximă nu a depășit 1 litru/ m^2 la nici una din clasele stabilite, cu toate că în cazul pădurii, acest prag a fost depășit.

Pentru datele din tabelul 8.12 (grupate pe clase de precipitații) s-a stabilit corelația dintre scurgerea medie și quantumul precipitațiilor, valoarea cea mai mare a coeficientului de determinație (0,968) fiind obținută prin aplicarea regresiei de tip exponențial (fig. 8.46).

Pentru comparație, în fig. 8.46, se prezintă atât ecuația de regresie determinată pentru pajiște cât și pe cea determinată anterior pentru suprafața experimentală nr. 3 (aflată în imediata apropiere, dar în interiorul pădurii).

Se poate observa că, pentru cantități ale precipitațiilor situate sub pragul de 40 mm scurgerea înregistrată în cazul păturii erbacee este mai mică decât în cazul pădurii iar pentru cantități de precipitații situate peste acest prag scurgerea de suprafață înregistrată în cazul pajiștii o depășește pe cea din cadrul pădurii, creșterea fiind exponențială. Acest fenomen poate fi explicat pe de o parte prin diferențele de pantă între cele două suprafețe (în pădure panta medie este de 23° iar în fâneață de 18°), iar pe de altă parte prin densitatea mare a covorului vegetal din cuprinsul fâneaței.

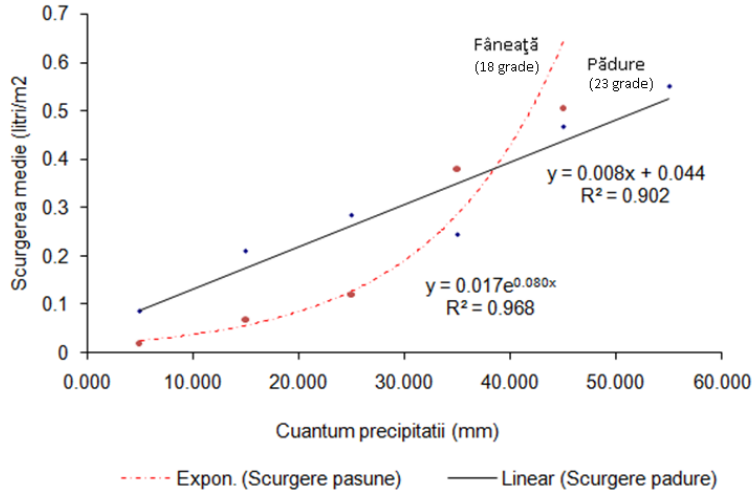


Fig. 8. 46 Corelația dintre scurgere și cuantumul precipitațiilor pentru suprafețele experimentale 3 (în interiorul pădurii) și 4 (în afara pădurii). The correlation between the runoff factor and the total amount of rainfall recorded on the experimental areas no 3 (forested land) and 4 (meadow)

O altă explicație poate fi aceea că la cantități mari de precipitații ierburile se apleacă înspre aval și formează un pat de alunecare pentru stratul de apă care se scurge (Gaspar 2006).

În continuare s-a verificat ponderea influenței a trei dintre cei mai importanți factori în declanșarea scurgerii de suprafață (indicele precipitațiilor anterioare, cuantumul și intensitatea precipitațiilor) cu ajutorul diagramei „Pareto” (fig. 8.47). Acest tip de diagramă permite separarea factorilor independenți în funcție de gradul influenței pe care o exercită fiecare dintre ei asupra factorului dependent (scurgerea de suprafață).

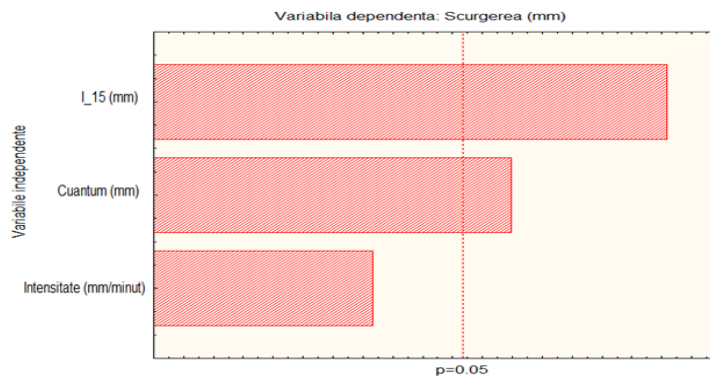


Fig. 8. 47 Analiza „Pareto” aplicată asupra scurgerii de suprafață înregistrată în suprafața experimentală nr. 4. Pareto analysis applied to the values recorded for the runoff factor on the experimental area no 4

A rezultat că cea mai mare influență asupra scurgerii o prezintă indicele precipitațiilor anterioare, urmat de quantumul precipitațiilor și de intensitatea acestora. Cel din urmă factor se observă că se află sub pragul probabilității de transgresiune de 5 %.

Influența comună a primilor doi factori (indicele precipitațiilor anterioare și quantumul precipitațiilor) este bine evidențiată în fig. 8.48. Ca și în cazul scurgerii determinate în interiorul pădurii, scurgerea de suprafață atinge maximum în momentul în care un quantum mare al precipitațiilor se asociază cu un indice mare al precipitațiilor anterioare.

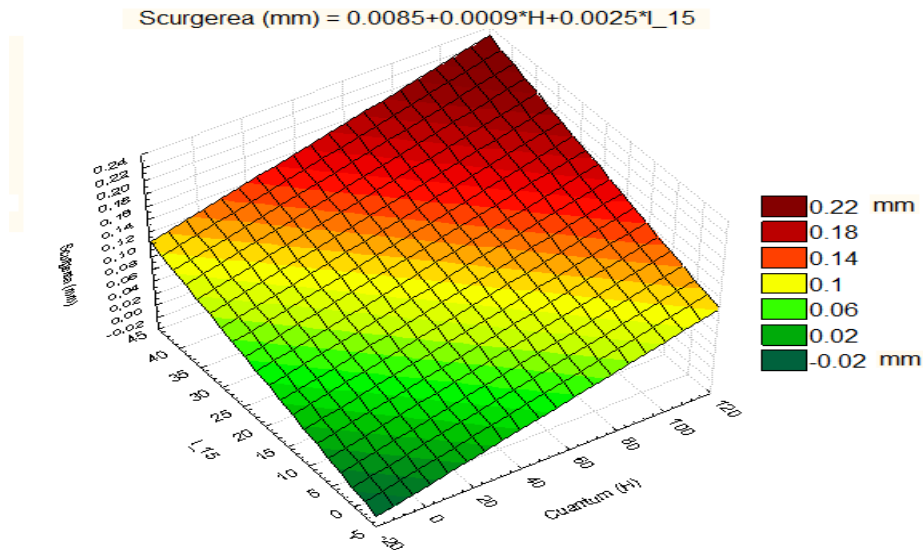


Fig. 8. 48 Variația scurgerii după un plan de regresie, în funcție de quantumul precipitațiilor și de indicele precipitațiilor anterioare, pentru suprafața experimentală nr. 4. The relation between the runoff factor, the total amount of rainfall and the previous rainfall index – the experimental area no 4

Variabilitatea scurgerii înregistrate la suprafața experimentală 4 mai poate fi pusă și pe seama ratei de infiltrație a apei în sol, determinată în mod indirect cu ajutorul ecuației descrisă la § 5.4.3, cu specificarea că toți termenii ce definesc această ecuație provin din măsurători.

Intensitatea precipitațiilor influențează în mod direct rata de infiltrație a apei în sol (Teller 1968, Haan et al. 1994, Andz D. Ward și Stanley W. Trimble). Între rata de infiltrație medie (mm/minut) și intensitatea medie a precipitațiilor (mm/minut), pentru toate evenimentele înregistrate, legătura corelativă a fost pusă în evidență cel mai bine cu ajutorul regresiei de tip liniare pentru care valoarea coeficientul de determinație explică peste 79 % din influența variabilei independente asupra celei dependente (fig. 8.49).

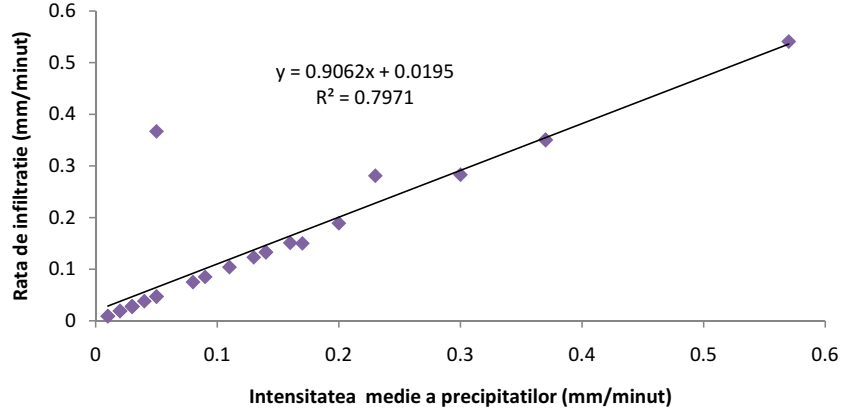


Fig. 8. 49 Dependența corelațională dintre rata de infiltrație și intensitatea medie a precipitațiilor. The correlation between the infiltration rate and the average rainfall intensity

S-a observat că între rata de infiltrație și durata evenimentului pluvial există o legătură corelativă de tip exponențial, dar negativă (fig. 8.50), exprimată cu relația:

$$R_i = 11,61 \cdot e^{-0,13 \cdot t}$$

în care R_i este rata de infiltrație în cm/oră, iar t este durata precipitațiilor în ore.

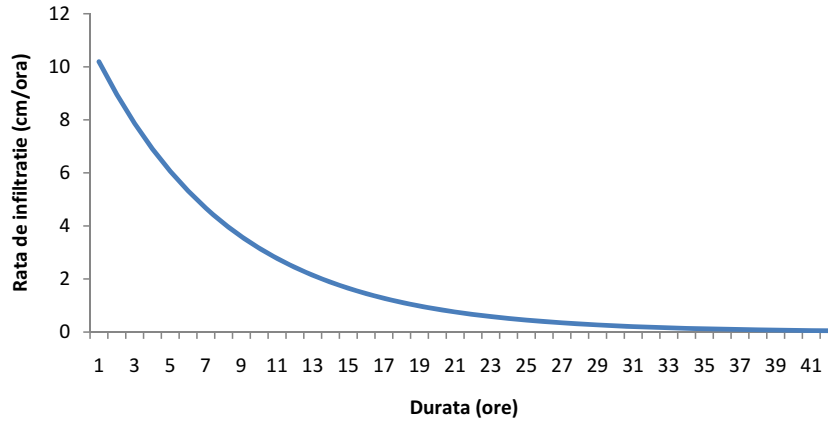


Fig. 8. 50 Curba de infiltrație a apei în sol pentru suprafața experimentală 4. Infiltration curve – the experimental area no 4

Deci, capacitatea de absorbție a solului este maximă în primele ore de la începerea ploii după care începe să scadă și să crească volumul scurgerii de suprafață.

Cu ajutorul programului ArcMap a fost posibilă o distribuție a valorilor ratei de infiltrație la nivel de celulă (cu suprafața de 0,06 m²). Prin această reprezentare s-a obținut harta digitală a distribuției ratei de infiltrație la nivelul suprafeței experimentale nr. 4 (fig. 8.51).

Comparând harta digitală a ratei infiltrației cu cea a pantei suprafeței, s-a evidențiat mai bine influența pe care panta o exercită asupra infiltrației și implicit asupra scurgerii de suprafață.

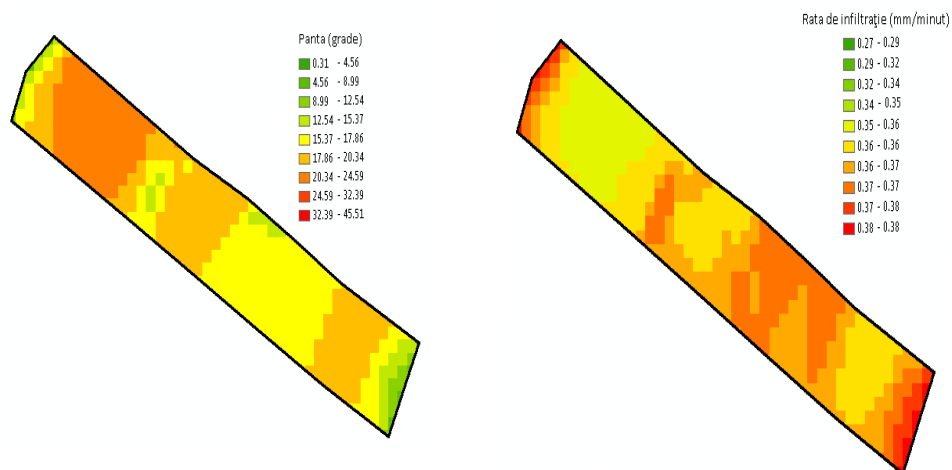


Fig. 8. 51 Rasterul pantei și rasterul ratei de infiltrație, pentru suprafața experimentală nr. 4. The slope and the infiltration rate for the experimental area no 4

9. CONCLUZII, RECOMANDĂRI PRACTICE ȘI CONTRIBUȚII PERSONALE

9.1. Concluzii

9.1.1. Concluzii privind comportarea și efectul lucrărilor

9.1.1.1. Concluzii privind comportarea lucrărilor

De la data execuției (1984) și până astăzi, lucrările de amenajare a rețelei hidrografice torențiale din bazinul superior al râului Cârčinov au fost supuse unor factori distructivi cu acțiune lentă dar de durată, precum și acțiunii unor viituri torențiale. Pe lângă factorii naturali amintiți, au intervenit și factori de natură umană, exprimați prin deficiențe de proiectare și de executare a lucrărilor, precum și lipsa operațiunilor de întreținere.

Avariile s-au produs cu precădere în bieful aval al lucrărilor ca urmare a nerealizării pantei de aterisare și a lipsei totale a dinților disipatori de energie.

Deși sistemele de lucrări realizate s-au bazat pe principiul susținerii reciproce a lucrărilor, totuși, din cauza supraevaluării capacității de retenție (în special în două bazine importante: Valea lui Anghel și Valea lui Șipot, s-au declanșat, aici, intense procese erozionale la nivelul albiilor dar și de subminare și sufoziune a lucrărilor hidrotehnice transversale.

Dintre cele 58 de lucrări hidrotehnice transversale identificate cu ocazia parcurgerii terenului, un număr de 15 sunt scoase parțial din funcțiune și alte 5 sunt scoase total din funcțiune.

Evenimentele care au contribuit la scoaterea parțială din funcțiune a lucrărilor sunt: (i) ruperile - 7 lucrări, (ii) decastrările - 2 lucrări, (iii) sufoziunile - 2 lucrări, (iv) subminările - 4 lucrări.

Sub raport tipologic au fost scoase parțial din funcțiune 5 traverse (21 %), 6 praguri (43 %) și 4 baraje (20 %).

Evenimentul care a provocat scoaterea totală din funcțiune a lucrărilor a fost cel caracterizat prin „îngroparea lucrărilor” și a fost identificat la 5 lucrări transversale.

La nivelul părților alcătuitoare, cu cea mai mare frecvență de afectare s-au identificat: radierul (afectat în 71 cazuri), urmat de corp zonă deversată (65 de cazuri) și aripa dreaptă (52 de cazuri).

Pe total, numărul cumulat al lucrărilor afectate (indiferent de natura avariilor) este de 279, iar numărul cumulat al părților de lucrare afectate este de 491.

Rezultă că, în medie, la fiecare lucrare cercetată au fost afectate circa 1,8 părți de lucrare.

Din analiza în detaliu a celor mai frecvente avarii, s-au desprins următoarele:

A. PRIVIND AVARIILE CARE AFECTEAZĂ SIGURANȚA ȘI DURABILITATEA LUCRĂRILOR

- Fisurile s-au manifestat cu cea mai mare pondere în cazul corpului zonei deversate (21 %) și au fost mai frecvente în cazul barajelor (42 %), urmate de praguri (30 %). În funcție de lungimea lor, fisurile au prezentat intensitate slabă în 60 cazuri, mijlocie în 27 cazuri, puternică în 10 cazuri.

- Rupurile s-au manifestat cu ponderea cea mai mare în cazul barajelor (53 %), și s-au localizat cu frecvența cea mai mare (30 %) la partea 9.15 (pintenul terminal în zona radierului). În 11 cazuri (37 %), evenimentul s-a manifestat cu o intensitate foarte mare.

- Degradările prin erodare s-au manifestat într-un procent mare asupra pragurilor (50 %). Partea 9.10 (radierul) a prezentat cea mai mare frecvență de afectare, urmată de partea 9.8 (deversorul) și partea 9.4 (corp zonă deversată) ambele cu frecvențe de manifestare egale (15 %). Cuplând cele două criterii de analiză (proporția suprafeței afectate și adâncimea pe care s-a manifestat degradarea), s-a dedus pe ansamblu un grad de manifestare a avariei relativ redus.

B. PRIVIND AVARIILE CARE AFECTEAZĂ FUNCȚIONALITATEA LUCRĂRILOR

- Instalarea haotică a vegetației s-a manifestat într-un procent de 100 % la baraje, de 75 % la traverse și de 71 % la praguri. La nivelul părților alcătuitoare, s-au identificat: zona amonte de lucrare cu frecvența de 21 % (30 de cazuri), zona aval de lucrare cu frecvența de 18 % (25 de cazuri), zona corp zid pinten cu frecvența de 15 % (21 de cazuri) și radierul cu o frecvență de 10 % (14 cazuri).

- Colmatarea radierului s-a identificat la 5 praguri (34 % din totalul pragurilor) și la 14 baraje (70 % din totalul barajelor). Prin cuplarea suprafeței colmate cu adâncimea stratului de aluviuni, s-a găsit un grad de manifestare de la mijlociu la mare, explicabil dacă avem în vedere că nu s-a intervenit cu operațiuni de decolmatare nici după viiturile torențiale mai însemnate.

- Adâncirea albiei a fost identificată la un număr de 16 lucrări din totalul de 58, fiind afectate 9 traverse (38 %), 6 praguri (43 %) și 1 baraj (5 %). În funcție de volumul de pământ dislocat și transportat și de înălțimea stratului dislocat, a rezultat o manifestare cu intensitate de la mică spre mijlocie a acestui eveniment.

9.1.1.2. Concluzii privind efectul lucrărilor

Cercetarea a pus accent pe efectul de consolidare a rețelei hidrografice torențiale.

Aterisamentele formate (sau aflate în curs de formare) se extind pe o lungime (Lat) de 840 m, acoperă o suprafață (Sat) de 1,5 ha și stochează un volum de aluviuni (Wat) de 5 614 mii m³.

În ceea ce privește distribuția în valoare procentuală a celor trei caracteristici (Lat, Sat și Wat) pe cele 9 văi torențiale amenajate s-a observat o detașare evidentă a Văii Perilor urmată de Valea Mălăeși și Valea Purcăreții.

În raport cu înălțimea lucrărilor, cea mai bună reprezentare o dețin clasele 0,3-0,6 m și 1,2- 1,5 m. Pentru prima clasă (0,3-0,6), Sat și Lat se detașează considerabil de Wat, iar pentru clasa 1,2-1,5 m Wat se detașează net față de Lat și Sat.

Influența hotărâtoare a înălțimii este demonstrată și de faptul că, în categoria lucrărilor de mică înălțime, lungimea aterisată (Lat) și suprafața aterisată (Sat) sunt prevalente asupra volumului aterisat (Wat), în timp ce în categoria barajelor Wat este prevalent.

Tendința generală de variație a mediilor Lat, Sat și Wat, pe clase de înălțimi, a fost surprinsă cel mai bine de funcția polinomială.

Capacitatea de retenție disponibilă la lucrările executate este de aproximativ 5800 m³, detașându-se din acest punct de vedere două văi: Șipot (cu aproximativ 1900 m³) și Anghel (circa 1400 m³).

Cei trei indicatori ai capacității unitare de retenție directă au prezentat următoarele valori:

- o medie de 166 m³ și un coeficient de variație de 66 % pentru retenția medie unitară pe orizontala lucrărilor (R_y^{1m});
- o medie de 12 m³ cu un coeficient de variație de 108 % pentru retenția medie unitară pe verticala lucrărilor (R_l^{1m});
- o medie de circa 11 m³ și un coeficient de variație de 55 % pentru retenția medie unitară pe suprafața paramentului ($R_p^{1m^2}$).

9.1.2. Concluzii desprinse din clasificarea hidrologică a terenurilor

La nivelul bazinului studiat terenurile cu bonitate hidrologică ridicată sunt foarte slab reprezentate (numai 1 %) în timp ce terenurile cu bonitate hidrologică redusă și scăzută cumulează împreună un procent considerabil (35 %). S-au remarcat cu bonitate hidrologică scăzută (categoria D) următoarele bazine: Talpei (56 ha – 48 %), Drogiși (47 ha – 28 %), Rotăriei (7 ha – 26 %) și

Purcăreții (16 ha – 20 %).

Bonitatea hidrologică a terenurilor, exprimată de categoria/subcategoria din care acestea fac parte, a stat la baza determinării indicatorului de sinteză care caracterizează scurgerea de suprafață (coeficientul de scurgere).

Valoarea medie bazinală a coeficientului de scurgere este de 0,380, ceea ce corespunde clasei a 3 - a (coeficient de scurgere mare). La nivel de bazinete se detașează Valea Talpei, care se încadrează în clasa 4 (coeficient de scurgere foarte mare). Restul de 8 bazinete sunt încadrate în clasa 3 (coeficient de scurgere mare).

Prin exprimarea gradului de torențialitate al scurgerii lichide (K_{tor}) au rezultat valori de la 0,44 la 0,70 ceea ce arată că bazinetele din zona luată în studiu se înscriu în clasele 3 (torențialitate puternică) și 4 (torențialitate foarte puternică).

Dintre cele 9 bazinete componente luate în studiu un număr de șapte (Anghel, Mălăeși, Purcăreții, Șipot, Perilor, Drogiși și Hotarului) prezintă torențialitate puternică, iar două dintre acestea (Rotăriei și Talpei) se remarcă printr-o torențialitate foarte puternică. Pe ansamblu, bazinul superior al râului Cârčinov prezintă un coeficient de torențialitate egal cu 0,513 și se poziționează pe scara propusă în cadrul acestei cercetări la clasa „torențialitate puternică”.

Cu ajutorul gradului de torențialitate s-a realizat o prioritizare a viitoarelor intervenții în cadrul bazinului superior al râului Cârčinov, în prima urgență fiind încadrate bazinetele a căror rețea hidrografică nu prezintă lucrări de corectare a torențiilor, acțiunea de amenajare urmând să fie declanșată în ordinea gradului de torențialitate. Acolo unde s-au identificat bazinete cu grade de torențialitate egale s-a acordat prioritate celor care periclitează obiective importante (Satul Valea Mare).

În cazul bazinelor cu rețeaua hidrografică parțial amenajată, etapizarea în timp a continuării acțiunii s-a realizat în funcție de gradul de torențialitate și de capacitatea de retenție disponibilă a lucrărilor existente pe rețeaua hidrografică.

Concluziile desprinse în urma clasificării terenurilor de pe versanții bazinului și a cartării bazinetelor pe grade de torențialitate pot fi rezumate după cum urmează:

1. Chiar dacă bazinul superior al râului Cârčinov prezintă un procent de împădurire relativ ridicat (70 %), totuși acest bazin prezintă un grad de torențialitate ridicat, fapt demonstrat și de ultimele viituri și inundații care s-au produs de-a lungul timpului în spațiul acestui bazin (1979; 2005).

2. Starea necorespunzătoare sub raport hidrologic a terenurilor de pe versanți – rezultat al defrișării și gospodăririi iraționale din trecut – întrețin starea de torențialitate a acestui bazin, confirmându-se existența histerezisului hidrologic

torențial și aprecierile făcute de-a lungul timpului de unii specialiști (Munteanu 1975, Heroiu, Illyes 1980, Gaspar 2005).

Iată de ce, măsurile care privesc gestionarea durabilă a pădurilor din această zonă a țării trebuie să fie fundamentate în mod prioritar pe baze hidrologice, obiectiv ce nu poate fi atins decât prin dezvoltarea viitoare a cercetării științifice experimentale.

9.1.3. Concluzii rezultate din cercetările hidrologice experimentale

9.1.3.1. Concluzii privind precipitațiile

- Precipitațiile preluate de la stația hidrologică Voinești

Pentru anii caracteristici luații în analiză, frecvența zilelor cu precipitații a variat de la un an la altul și de la un anotimp la altul, zilele în care cantitatea de precipitații este capabilă să declanșeze scurgeri de suprafață fiind în număr de 7 (circa 5 %).

Între valoarea medie lunară a indicelui precipitațiilor anterioare și cuantumul precipitațiilor înregistrate la nivel lunar există o foarte strânsă dependență corelațională, panta dreptelor de regresie care exprimă această dependență prezentând o creștere de la anul secetos la anul ploios.

- Precipitațiile din măsurători proprii

Pentru intervalul mai 2009 - decembrie 2010, durata cumulată a căderilor de precipitații a fost de aproximativ 300 ore, 71 % dintre acestea fiind de scurtă durată.

Frecvența cea mai mare a intensității precipitațiilor (80 %) s-a întâlnit la clasa 0,01-0,21 (mm/minut).

După criteriul propus de Hellman, 8 evenimente pluviale au prezentat caracter torențial și două evenimente s-au încadrat la ploi torențiale cu caracter excepțional.

În raport cu durata, exprimată pe clase, intensitatea medie a evenimentelor pluviale acesteia prezintă o variație de tip putere, regresia stabilită exprimând peste 90 % din influența totală asupra variabilei dependente.

9.1.3.2. Concluzii privind retenția în coronament

Pentru precipitații ce au variat de la 2,5 mm la peste 50 mm, procentul de apă interceptat în coronament a variat între 8 și 27 % în arboretul de fag de 40 ani (consistență 0,9), între 7 și 26 % în arboretul de fag de 70 ani (consistență 0,8) și între 9 și 28 % în arboretul de fag și salcâm 80 ani (consistență 0,8).

Diferențele procentuale între specii, pentru aceeași clasă de precipitații, au fost de la 22 % până la 1 %, iar diferențele datorită consistenței nu au depășit 17 procente în nici una din clasele stabilite.

Pe baza unor ecuații de regresie de tip exponențial, stabilite în urma unor cercetări anterioare și adaptate condițiilor existente în cadrul cercetării de față, s-a stabilit că: la ploi mai mari de 50 mm, cantitatea de apă interceptată, a fost de 6,2 mm pentru arboretul de fag de 40 de ani (consistență 0,9), de 6,5 mm pentru arboretul de fag cu vârsta 70 de ani (consistență 0,9) și de 10,5 mm pentru arboretul de fag cu salcâm în vârstă de 80 ani (consistență 0,8).

9.1.3.3. Concluzii privind scurgerea de suprafață pe versant, în interiorul pădurii

Scurgerea medie pe m^2 în interiorul pădurii a crescut odată cu volumul precipitațiilor, valoarea cea mai mare (0,551 litri/ m^2) realizându-se la ploi de peste 50 mm, confirmându-se astfel concluziile evidențiate în cadrul altor cercetări (Abagiu et al. 1973, Ileana et al. 2011).

Scurgerea maximă pe m^2 a depășit 1 litru chiar la ploi din clasa 10 – 20 mm, iar pentru ploi de peste 50 mm valoarea acesteia a depășit 2 litri pe m^2 .

Coeficienții de scurgere maximi, determinați pe clase de precipitații, au pus în evidență influența intensității ploii asupra scurgerii, valoarea maximă (0,117) realizându-se la precipitații de la 0 la 10 mm, cu toate că scurgerea maximă s-a obținut la precipitații de peste 50 mm.

Pe baza rezultatelor obținute s-au determinat ecuații de regresie de tip exponențial, pe de o parte, dintre scurgerea de suprafață și cuantumul precipitațiilor, dintre volumul scurgerii și intensitatea precipitațiilor, iar pe de altă parte ecuații de regresie liniare între volumul scurgerii și abaterea standard a indicelui precipitațiilor anterioare lunare.

9.1.3.4. Concluzii privind scurgerea de suprafață pe versant, în afara pădurii

În pajiștea cercetată, scurgerea maximă nu a depășit 1 litru/ m^2 chiar pentru precipitații de peste 40 mm, cu toate că în cazul pădurii, acest prag a fost depășit în valoare dublă. Pentru precipitații situate peste acest prag scurgerea de suprafață înregistrată în cazul pajiștitii o depășește pe cea din cadrul pădurii, creșterea fiind exponențială.

Cu ajutorul analizei Pareto a rezultat că cea mai mare influență asupra scurgerii o prezintă indicele precipitațiilor anterioare, urmat de cuantumul precipitațiilor și de intensitatea acestora.

Tot pe baza acestei analize s-au determinat ecuații de regresie dintre rata de infiltrație a apei în sol și intensitatea precipitațiilor pe de o parte iar pe de altă parte între rata de infiltrație și durata precipitațiilor.

Comparând harta digitală a ratei infiltrației cu cea a pantei suprafeței, a fost surprinsă mai bine influența pe care panta o exercită asupra infiltrației și implicit asupra scurgerii de suprafață

9.2. Recomandări practice

9.2.1. Recomandări privind proiectarea, executarea și monitorizarea lucrărilor de amănajare a rețelei hidrografice torențiale

- Datorită instabilității substratului litologic se impune ca adâncimea de încastrare/fundare și adâncimea pintelui terminal al radierului să fie mărite, în special în cazul barajelor izolate, iar proiectele de execuție să aibă în vedere prevederea atât a dinților disipatori de energie, cât și a pintelui terminal pentru cele două ziduri de gardă ale radierului.

- Dat fiind că, în unele cazuri, panta de proiectare a fost adoptată cu valori mai mici decât panta reală de aterisare (ceea ce a condus la folosirea unui număr de lucrări mai mare decât cel necesar și, implicit, la îngroparea multor anexe de lucrări), se impune să se renunțe la adoptarea empirică a pantei de proiectare și să se treacă la folosirea metodelor de prognoză elaborate în acest scop (Lucia Otlăcan 1989, Gaspar 1999a, 1999b).

- La stabilirea necesarului de noi lucrări să se țină seama de capacitatea de retenție rămasă disponibilă la lucrările hidrotehnice existente în cuprinsul bazinului superior al râului Cârcinov.

- Este necesară proiectarea de canale de evacuare pe Valea lui Anghel, Valea lui Șipot, Valea Perilor și Valea Talpei, la contactul acestor văi cu satul Valea Mare, deoarece majoritatea caselor din această zonă sunt situate în imediata apropiere a albiei.

Printre intervențiile care trebuie avute în vedere ca primă urgență le menționăm pe cele din tabelul 9.1.

Tabelul 9. 1 Lucrările la care se prevăd reparații în prima urgență. Urgent repairs required on the following works

| Refacerea radierului | Subzidirea pintelui terminal | Refacerea zonelor afectate de subminări |
|---|--|---|
| Literale reprezintă codul văii iar cifrele simbolurile lucrărilor | | |
| va12B, vco1B, vm3B, | va12B,va13B, vaco1B,vm2B vm3B,vpu2B | vm3B,va16B, vs2EB,vs3EB, vs10B |

9.2.2. Măsuri silvice necesare pentru creșterea potențialului hidrologic al terenurilor de pe versanți

Rezultatele obținute în urma clasificării hidrologice a terenurilor de pe versanți, alături de cele desprinse din cercetările hidrologice cu caracter experimental, îndreptățesc să se susțină adoptarea și aplicarea următoarelor măsuri silvice cu rol de a potența reconstrucția echilibrului hidrologic pe un teritoriu puternic afectat de histerezisul torențial (Giurgiu 2008):

- Stoparea totală a defrișărilor mai ales că, în urma acestor acțiuni produse recent, s-au declanșat și reactivat alunecări de teren, confirmându-se astfel adevărul potrivit căruia în fâgete, după tăiere „componentele subterane se descompun rapid și apare pericolul alunecărilor de teren”;
- Creșterea gradului de acoperire cu vegetație prin completarea golurilor și prin lucrări de refacere a consistenței, în arborete cu eficiență hidrologică scăzută (bazinetele: Talpei, Drogiși, Rotăriei și Purcăreții);
- Adoptarea de intensități de intervenție de la moderat la forte pentru curățiri și primele rărituri, în vederea dezvoltării coroanelor și creșterii, în acest fel, a cantității de biomasă foliară direct implicată în procesele de interceptie a precipitațiilor;
- Menținerea arboretelor la structuri aproape de cele naturale (pluriene și relativ pluriene, amestecate și formate din specii locale, conduse la vârste mari) mai ales în cuprinsul bazinetelor unde coeficientul de torențialitate prezintă valori ridicate (bazinetele Talpei și Drogiși);
- Excluderea tehnologiilor neecologice de exploatare bazate pe utilaje grele care provoacă răvășirea albiilor și mărește turbiditatea apelor;
- Evitarea depozitelor lemnoase și a resturilor de exploatare în cuprinsul rețelei hidrografice, în vederea prevenirii efectelor distructive ale flotanților, așa cum s-a pus în evidență la marea inundație din data de 21 iunie 1979: „La ora 18 au început să apară pe gârlă arbori și construcții, poduri, bușteni etc.” (manuscris Heroiu).

9.3. Contribuții personale

Cercetarea științifică desfășurată având un pronunțat caracter aplicativ, contribuțiile personale se regăsesc încorporate atât în sinteza stadiului actual al cunoștințelor și în sistematizarea preocupărilor referitoare la amenajarea torenților din bazinul hidrografic Cărcinov, cât și în rezultatele cercetărilor proprii derulate pe direcțiile celor trei obiective fixate prin teza de doctorat.

Dintre contribuțiile care prezintă caracter de noutate menționăm:

- Baza de date creată în programul Microsoft Access, care oferă largi posibilități de interogare a datelor și care facilitează analiza evenimentelor comportamentale produse în perioada de funcționare a lucrărilor de amenajare a rețelei hidrografice torențiale.

- Baza de date creată în programul Arc Map care facilitează clasificarea hidrologică a terenurilor de pe versanți (la nivel de unitate amenajistică) și cartarea pe grade de torențialitate (la nivel de bazinet).

- Metodologia concepută pentru cuplarea rezultatelor cercetărilor privind comportarea și efectul lucrărilor de pe rețeaua hidrografică amenajată, cu rezultatele desprinse din clasificarea hidrologică a terenurilor de pe versanți și din cartarea pe grade de torențialitate la nivel de bazinet, în vederea încadrării pe urgențe și priorități a viitoarelor intervenții cu lucrări de corectare a torenților.

- Primele cercetări hidrologice experimentale organizate în acest bazin, prin suprafețe experimentale amplasate atât în interiorul cât și în afara pădurii.

- Modelarea sub forma unor ecuații de regresie a corelațiilor existente și dovedite statistic:

- între indicele precipitațiilor anterioare și cuantumul precipitațiilor;

- între retenția (în coronament), pe de o parte, și unele caracteristici ale precipitațiilor și ale arboretelor, pe de altă parte;

- între scurgerea de suprafață pe de o parte și unele caracteristici ale precipitațiilor (intensitate, cuantum, durată etc.) și indicele precipitațiilor anterioare pe de altă parte.

- Analiza comparativă privind scurgerea de suprafață în interiorul și în afara pădurii.

Toate aceste contribuții pot fi implementate de către autoritatea publică centrală care răspunde de silvicultură atât în acțiunea de amenajare a bazinului hidrografic torențial (proiectare, cercetare, monitorizare), cât și în ceea ce privește fundamentarea măsurilor silvice necesare pentru creșterea potențialului hidrologic al terenurilor împădurite de pe versanții bazinului.

10. DISEMINAREA REZULTATELOR ȘI DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE

10.1. Diseminarea rezultatelor

Diseminarea rezultatelor s-a realizat atât prin participarea și susținerea de comunicări în cadrul conferințelor, simpozioanelor seminariilor etc. cât și prin publicarea de articole în baze de date recunoscute CNCSIS.

COMUNICĂRI SUSȚINUTE:

TUĐOSE N.C., 2007. Cu privire la torențialitatea bazinului hidrografic Cărcinov. Sesiunea de comunicări științifice studențești. Secțiunea Amenajarea Pădurilor. Universitatea Transilvania din Brașov. Conducător științific Prof. dr. ing Ioan Clinciu.

CLINCIU I., NIȚĂ M., TUĐOSE N.C., CIULIANU A., 2009. Torrential watershed management – Romanian experience. Seminario hidrologia. Escuela tecnica superior de ingenieros de montes. Universidad Politecnica de Madrid.

TUĐOSE N.C., NIȚĂ M., CLINCIU I., 2010. Result of monitoring torrent control hydrotechnical structures in the Carcinov River Watershed. The 1st Forum Carpaticum, Integrating Nature and Society Towards Sustainability - Krakow, Poland.

TUĐOSE N.C., CLINCIU I., 2010. Hydrological research on forested lands in the upper Cărcinov watershed. The Biennial International Symposium “Forest and Sustainable Development”. Brașov , 17th -18th October.

PUBLICAȚII SUB FORMĂ DE ARTICOLE:

TUĐOSE N.C., CLINCIU, I., 2010. Research concerning the effect of the torrential hydrographic network management works in the upper watershed Carcinov river. Bulletin of the Transilvania University of Brașov .Vol. 3 (52). ISSN - 2065-2135.

TUĐOSE N.C., CLINCIU I , 2010. Hydrological research on forested lands in the upper Cărcinov watershed. The Biennial International Symposium “Forest and Sustainable Development”. În curs de publicare.

TUĐOSE N., NIȚĂ M., CLINCIU I., 2010. Result of monitoring torrent control hydrotechnical structures in the Carcinov River Watershed (extended abstract). Conference Proceedings of the 1st Forum Carpaticum, Integrating Nature and Society Towards Sustainability - Krakow, Poland. ISBN: 978-83-88424-54-0

TUĐOSE N., NIȚĂ M., CLINCIU I., 2011. Result of monitoring torrent control hydrotechnical structures in the Carcinov River Watershed (Post conference book). În curs de publicare în SpringerLink.

NIȚĂ M.D., TUĐOSE N.C., CLINCIU I., (2011). Estimating and mapping torrentiality risk in small forested watersheds. Bulletin of the Transilvania University of Brasov. În curs de publicare

CLINCIU I., TUĐOSE N.C., PETRITAN C.I., NIȚĂ M.D., 2010. The typology, frequency and magnitude of some behaviour events in case of torrential hydrographical management works in upper Tarlung watershed. Annals of Forest Research. ISSN - 1844-8135. Volume 53 (2), pages 161-174.

10.2. Direcții viitoare de cercetare

Continuarea cercetărilor trebuie realizată pe cele trei obiective urmărite în cadrul tezei, cu accent pe cel de al treilea obiectiv: „Cercetări hidrologice experimentale în terenuri forestiere și neforestiere”. Ca direcții și aspecte de dezvoltare a cercetărilor propunem următoarele:

- Extinderea numărului de suprafețe experimentale destinate pentru cercetarea retenției și scurgerii de suprafață pe versant, în alte tipuri de arborete existente în cuprinsul bazinului (gorunete, salcâmete pure, molidișuri și pinete în afara arealului);

- Cercetarea retenției în cadrul unei suprafețe experimentale să se bazeze pe înregistrări pluviometrice efectuate în mai multe puncte reprezentative din interiorul acesteia;

- Să se cerceteze și dinamica temporală a scurgerii de suprafață pe versant, în interiorul și în afara pădurii, la scara fiecărei suprafețe experimentale;

- Să se aprofundeze cercetările inițiate cu privire la infiltrația apei pe profilul solului (la 10 cm și la 20 cm), corelat cu umiditatea acestuia și cu indicele precipitațiilor anterioare, în cadrul suprafeței experimentale nr. 4.

- Să se inițieze cercetări cu privire la scurgerea pe trunchi la principalele specii forestiere întâlnite în cadrul bazinului.

RESEARCH REGARDING THE SCIENTIFIC BASE FOR TORRENT CONTROL IN THE UPPER CÂRCINOV CATCHMENT (ARGEŞ WATERSHED)

Summary

The thesis focused on the three research areas: the behaviour and the effect of the management works of the torrential hydrographical network, the hydrological classification of lands and the experimental hydrological research in forested and non-forested lands.

The first line of research included the covering of the terrain, the identification of behavioural events and the database querying. The results showed that out of 58 works, 15 were partially disabled and 5 were totally out of service. Existing siltations extend over 840 m in length, cover an area of 1.5 ha and store a volume of 5,614 m³ of sediments.

The second line of research revealed that only 1 % of the analyzed lands represent lands with high hydrological reliability, while 35 % represent lands with medium and low hydrological reliability. Using the ArcMap software results showed that the degree of torrentiality of liquid flow (K_{tor}) had values in the range 0.44 – 0.70, which classifies the watersheds under research as class 3 (strong torrentiality) and 4 (very strong torrentiality). Based on the degree of torrentiality and the available retention capacity, a new prioritization of interventions has been suggested, proposing new torrent control works in the watershed (i.e. three catchments have been assigned as “emergency”: Talpei, Hotarului and Drogişului).

The last research direction was based on data obtained from measurements in the experimental plots, located both inside and outside the forest. The analysis resulted in the modelling of several regression equations that confirmed the correlation between the canopy retention and some of the characteristics of rainfall and stands. These equations also confirmed the correlation between slope runoff and characteristics of rainfall such as intensity, amount, duration, previous rainfall index, etc.

BIBLIOGRAFIE

- Abagiu P., Munteanu A., Gaspar R., 1972. Cercetări asupra rolului hidrologic al pădurii în bazine hidrografice mici. In: Ceres Publishing House, București, pp. 359-391.
- Abagiu P., Munteanu S.A., Gaspar R., 1973. Cercetări asupra rolului hidrologic al pădurii în bazinele hidrografice mici. *Analele Icas. Seria I. Vol. 29.* pp 353 – 392.
- Abagiu P., Munteanu S.A., 1974. Contribuții la studiul retenției în litiera arboretelor de molid. *Analele Icas. Seria I. Vol 31.* pp. 147 – 158.
- Abagiu P., Bumbu B., Munteanu S.A., 1979. Scurgerea de suprafață în bazine mici împădurite. În *Buletinul Informativ al Academiei de Științe Agricole și Silvici, București*, pp. 137-144.
- Abagiu P., 1979. Cu privire la capacitatea de retenție a pădurii. În *Buletinul Informativ al Academiei de Științe Agricole și Silvici, București*, pp. 161-168.
- Abagiu P., Munteanu S., Bumbu G., Moja G., Lazăr N., 1980. Determinarea parametrilor hidrologici ai pădurii în raport cu modul de gospodărire, scurgerea de suprafață și interceptia în coronament, în arborete de fag și molid. *I.C.A.S., Seria a II-a.*
- Arghiriade C., Abagiu P., Ceucă G., 1960. Contribuții la cunoașterea rolului hidrologic al pădurii. *Studii și cercetări I.C.F. Editura Agrosilvică, București.*
- Arghiriade C., 1968. Cercetări privind capacitatea de retenție a apei în culturile tinere de protecție de pe terenurile degradate. *Centrul de Documentare Tehnică pentru Economia Forestieră, București.*
- Adorjani A., Davidescu Ș., Corina Gancz, 2008. Combaterea eroziunii solului și amenajarea bazinelor hidrografice torențiale în patrimoniul silvic al României. *Silvologie VI. Editura Academiei Române București*, pp. 169-191.
- Albu A., 2009. Relația climă vegetație în Dobrogea de Sud. Teză de doctorat. *Universitatea din București. Facultatea de Geografie.*
- Aussenac G., 1968. Interception des Précipitations par le Couvert Forestier. In: *Annals of Forest Science*, volume nr. 3, pp 135-156. Cenușă et al. 2002: Cercetări privind influența pădurii montane în modelarea principalilor parametrii meto-climatici (temperatură, umiditate atmosferică, precipitații). In: *Annals of Research* volume 45 No. 1. București, pp.179-186.
- Abraham J., Messing I., Seguel S., Casanova M., 2002. Measurement of surface water runoff from plots of two different sizes. *Hydrological Processes* vol. 16, pp. 1467-1478.
- Aston A. 1979. Rainfall interception by eight small trees. *Journal of Hydrology* 42(3-4): 383–396.
- Aydemir H., 1974. Recherches sur les influences de la foret et de l'aménagement des bassins versants. *Fao. Groupe de travail de l'aménagement des bassins versants. Ankara*, 6 p.
- Amatya D., Callahan T., Trettin C., Radecki-Pawlik A., 2009. Hydrologic and water quality monitoring on Turkey Creek watershed, Francis Marion National Forest, SC. In *ASABE Annual International Meeting, Reno, Nevada, 21–24 June 2009, Paper No. 095999. St. Joseph, Mich: ASABE.*
- Amemiya T., 1980. Selection of regression. *International Economic Review*, pp. 331-354.
- Barbu I., Popa I., 2005. Variabilitatea spațio-temporală a coeficientului de variație al precipitațiilor în România. *Analele ICAS, Vol. 48*, pp. 3-20.
- Boș N., 1982. *Fotogrametrie forestieră. Editura Universității din Brașov.*
- Boboc C., 1987. *Proiect de diplomă. Universitatea Transilvania Brașov. P. 130.*
- Burch H., Forster F., Schleppi P., 1996. Zum Einfluss des Waldes auf die Hydrologie der

Flysch Einzugsgebiete des Alptals. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 147(12): 925–937.

Bosch D., Sheridan J., Davis F., 1999. Rainfall characteristics and spatial correlation for the Georgia coastal plain. Transactions of the ASAE 42(6): 1637–1644.

Badoux A., Witzing J., Germann F.P., Kienholz H., Luscher P., Weingartner R., Hegg C., 2006. Investigation on the runoff generation at the profile and plot scale, Swiss Emmental. Hydrological Processes, vol. 20, pp. 377-394.

Cosandey C., Robinson M., 2000. Hydrologie Continentale. Armand Colin: Paris.

Clinciu I., 1983. Contribuții la studiul morfometriei și hidrologiei bazinului hidrografic torențial Bârsa Superioară. Teză de doctorat. Universitatea din Brașov.

Clinciu I., 2001. Corectarea torenților, Editura Universității Transilvania. Brașov, 2001.

Clinciu I., Chițea G., Păcurar V., Petrițan C., Lupașcu F., Vasilescu M., Ababei B., Coman D., Vasile T., 2003. Comportarea lucrărilor de amenajare a rețelei hidrografice torențiale din bazinul superior al Târlungului („Amonte de acumulare Săcele”). Contract de cercetare nr. 33253, cod CNC SIS 600, p. 42.

Clinciu I., Chițea G., Păcurar V., Petrițan C., Lupașcu F., Indreica A., Coman D., Dutcă I., Vasile T., 2004. Efectul lucrărilor de amenajare a rețelei hidrografice torențiale din bazinul superior al Târlungului („Amonte de acumulare Săcele”). Contract de cercetare nr. 33369, cod CNC SIS 600, p. 45.

Clinciu I., Gaspar R., 2005. Comportarea lucrărilor hidrotehnice de amenajare a torenților, o problemă de actualitate a cercetării științifice. Revista Pădurilor nr. 5, pp. 36-43.

Clinciu I., Gaspar R., 2006. Cercetări privind funcționalitatea lucrărilor hidrotehnice transversale. Revista Pădurilor nr. 5, pp. 3-9.

Clinciu I., Tamaș Ș., 2006. Increase of afforestation degree in the large watersheds of rivers, a sustainable solution for flood mitigation – a case study for Romania. În Fores and water in a changing environment. Beijing, China, 8-10 August, pp. 122-127.

Clinciu I., 2006. Pădurea și regimul apelor, de la primele abordări ale înaintașilor la recente preocupări de exprimare cantitativă și de zonare a riscului de viituri și inundații. Silvologie, Vol. V – Pădurea și regimul apelor. Editura Academiei Române, București, pp. 107 – 154.

Clinciu I., Gaspar R., 2006. Cercetări privind funcționalitatea lucrărilor hidrotehnice transversale. Revista Pădurilor nr. 5, pp. 3-9.

Clinciu I., Petrițan C., Niță D., 2010a. Monitoring of the hydrotechnical torrent control structures: a statistical approach, Environmental Engineering and Management Journal, 9, 1699-1707.

Clinciu I., Tudose N., Petrițan C., Niță M., 2010b. The typology, frequency and magnitude of some behaviour events in case of torrential hydrographical management works in upper Tarlung watershed. Annals of Forest Research. Volume 53 (2), pp. 161-174.

Constandache C., Nistor Sanda, 2006. Eficiența lucrărilor de împădurire a terenurilor degradate din bazinul Putnei-Vrancei în prevenire și combaterea inundațiilor. Revista Pădurilor nr. 3, pp. 41-47.

Constandache C., Untaru E., Munteanu F., 2002. Cercetări privind evoluția proceselor torențiale și de degradare a terenurilor în bazine hidrografice torențiale din Vrancea, în vederea optimizării tehnologiilor de amenajare hidrologică și antierozională. Analele ICAS, pp. 171-178.

Constandache C., Păcurar V., Ivan V., Sandală Nistor, Munteanu F., 2010. Eficiența funcțională a culturilor forestiere instalate pe terenuri degradate și măsuri necesare pentru sporirea acesteia. Revista Pădurilor nr. 1, pp. 26-31

- Cenușă R., Teodosiu M., Popa C., 2002. Cercetări privind influența pădurii montane în modelarea principalilor parametri meteo-climatici (temperaturi, umiditate atmosferică, precipitații). *Analele Icas*, vol. 45 (1), pp. 179-186.
- Chang M., 2003. *Forest Hydrology: An Introduction to Forest and Water*, CRC Press: Boca Raton.
- Chen C. L., 1983. 'Rainfall intensity-duration-frequency formulas', *J. Hydr. Engrg.*, ASCE, 109(12), 1603-1621.
- Constantinescu M., Goldstein M., Haram V., Solomon S. – Hidrologie, Editura Tehnică. București, 1956.
- Ciortuz I., 1967. Cercetări experimentale privind scurgerea elementară și infiltrația pe strate de Sinaia. În *Revista Pădurilor* nr. 8, București.
- Ciortuz I., 1968. Cercetări privind influența structurii și a intensității ploilor torențiale asupra scurgerii elementare. *Buletinul Institutului Politehnic Brașov*, vol. 10.
- Ciortuz I., 1968. Cercetări experimentale privind scurgerea elementară în fâgete. *Buletinul Institutului Politehnic Brașov*, vol. 10.
- Ciortuz I., 1970. Cercetări experimentale comparative privind scurgerea și eroziunea pe diferite formațiuni geologice. *Buletinul Institutului Politehnic Brașov*.
- Ciortuz I., Păcurar, V.D., 1998. *Curs de hidrologie și hidrogeologie*. Universitatea Transilvania Brașov.
- Chițea G., Petrița, C., Chițea C., 2010. *Elemente de statistică*. În: Editura Lux Libris. Brașov.
- Conesa-Garcia C., Lopey-Bermudez, Garcia-Lorenzo R., 2007. Bed stability variations after check dam construction in torrential channels (South-Est Spain). *Wiley InterScience*, vol. 32, pp. 21652184.
- Conesa-Garcia C., Garcia-Lorenzo R., 2008. Effectiveness of check-dams in the control of general transitory bed scouring in semiarid catchment areas (South-East Spain), *Water and Environment Journal*, pp. 1-14.
- Conesa-Garcia C., Garcia-Lorenzo R., 2009. Local scour estimation at check dams in torrential streams in South East Spain. *Journal copilation Swedish Society for Anthropology and Geography*, vol. 3, pp. 159-177.
- Cao Hongxia, Willem Vervoort R., Seth Dabney M., 2011. Variation in curve numbers derived from plot runoff data for New South Wales (Australia). *Hydrological Processes*, Wiley Online Library.
- Chengzhong P., Shangguan Z., 2006. Runoff hydraulic characteristics and sediment generation in sloped grassplots under simulated rainfall conditions. *Journal of Hydrology*, pp. 178-185.
- Diaconu C., 1971. *Râurile României*. Monografie hidrologică. Institutul de Meteorologie și Hidrologie București.
- Djorovic M., 1977. Use of runoff plots to evaluate soil loss. *FAO Conservation Guide, guidelines for watershed management*. Roma, pp. 143-146.
- Dragotă C., Micu M., Micu D., 2008. The relevance of pluvial regime for landslides genesis and evolution. Case-study (Muscel basin (Buzău Subcarpathians), Romania). În: *Present environment and sustainable development*. Nr.2. pp. 1-16.
- Drobot R., Chendeș V., 2008. Metodologia simplificată pentru identificarea bazinelor generatoare de viituri rapide. În: *Silvologie*, Vol. VI. Noi concepții și fundamente științifice. Editura Academiei Române, București, pp. 265 – 282.
- Dulu Ana., 200.: *Baze de date Access*. Editura Andreco Educațional, 61 p.
- Engler A., 1919. Einfluss des Waldes auf den Stand der Gewässer. *Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen* 12: 1–626.

Florescu I., Nicolescu N.V., 1996. *Silvicultură*. Vol I. Studiul pădurii. Editura Lux-Libris, Brașov, 210 p.

Gaspar R., 1967. Contribuții la determinarea gradului de torențialitate a bazinelor hidrografice și a eficienței hidrologice a lucrărilor de corectare a torenților. *Revista pădurilor* nr.8, pp. 410 – 414.

Gaspar R., Abagiu P., Costin A., 1972. Cercetări asupra relațiilor dintre pădure și viiturile torențiale. *Revista pădurilor* nr. 10, București.

Gaspar R., 1975. Cercetări privind eficiența hidrologică a lucrărilor de corectare a torenților. Universitatea Transilvania din Brașov. Teză de doctorat, 367 p.

Gaspar R., Untaru E., 1979. Cercetări asupra scurgerii de suprafață în bazine hidrografice mici parțial împădurite. În *Buletinul Informativ al Academiei de Științe Agricole și Silvicultură*, București, pp. 183-191.

Gaspar R., 1988. Metoda de evaluare a scurgerii de suprafață generată de ploi în bazine hidrografice mici. În: *Revista Pădurilor* No. 3, pp. 150-157.

Gaspar R., 1999a. Cuantificarea proceselor erozionale din bazine mici predominant forestiere (II)- Metoda „Încercării Limită” (M.I.L.) de evaluare a producției de aluviuni care au căsărit albiile și malurile aferente din bazine hidrografice mici predominant forestiere (partea I). *Revista Pădurilor* nr. 5, pp. 35-38.

Gaspar R., 1999b. Cuantificarea proceselor erozionale din bazine mici predominant forestiere (II)- Metoda „Încercării Limită” (M.I.L.) de evaluare a producției de aluviuni care au căsărit albiile și malurile aferente din bazine hidrografice mici predominant forestiere (partea II). *Revista Pădurilor* nr. 6, pp. 24-27.

Gaspar R., 2002. Determinarea rapidă a debitului maxim al viiturilor torențiale în bazinele mici, forestiere. *Revista Pădurilor* nr. 6.

Gaspar R., 2003. Rolul pădurii în prevenirea și combaterea viiturilor torențiale din bazine hidrografice mici. *Revista Pădurilor*, nr. 5, pp. 16-22.

Gaspar R., 2004. Metoda Potențialului de acumulare (M.P.A.) de evaluare a scurgerii în bazine hidrografice mici. *Revista Hidrotehnică*, 49, 11 – 12, p. 13 - 25.

Gaspar R., 2006. Rolul pădurii în prevenirea și combaterea viiturilor torențiale din bazinele hidrografice mici. *Silvologie*. Editura Academiei Române București vol. V, pp. 155-167.

Gaspar R., Clinciu I., 2006. Cercetări privind procesele erozionale din bazine hidrografice mici, reprezentative, predominant forestiere, parțial amenajate cu lucrări de corectare a torenților. *Silvologie*. Editura Academiei Române București vol. V, pp. 216-231.

Gaspar R., Clinciu I., 2007. Cercetări privind gradul de torențialitate al unor B.H. mici, predominant forestiere, parțial amenajate cu lucrări de corectare a torenților. *Revista Pădurilor*, nr.2, pp. 9-17.

Giurgiu V., 1972. *Metode ale statisticii matematice aplicate în silvicultură*. Editura Ceres, București, 565 p.

Giurgiu V., 2008. Cu privire la gestionarea durabilă a pădurilor din bazinele hidrografice torențiale. *Silvologie* VI. Editura Academiei Române. București, pp. 353-371.

Godt J.W., Baum R.L., Chleborad A.F., 2006. Rainfall characteristics for shallow landsliding in Seattle, Washington, USA. *Earth Surface Processes and Landforms* 31: 97–110.

Guzzetti F., Peruccacci S.M., Rossi M., Stark C.P., 2007. Rainfall thresholds for the initiation of landslides in central and southern Europe. *Meteorology and Atmospheric Physics* 98: 239–267.

Guzzetti F., Peruccacci S.M., Rossi M., Stark C.P., 2008. The rainfall intensity-duration control of shallow landslides and debris flows: an update. *Landslides* 5: 3–17.

Garczynski F., 1980. Influence du taux de boisement sur le régime hydrologique dans trois régions des U.S.A. (correlations multiples). FAO. International Symposium on the Influence of Man on the Hydrological Regim. Helsinki 14 p.

Garczynski F., 1981. Régularisation du régime hydrologique par la forêt en fonction de la taille du bassin. FAO. Symposium sur les corrections torrentielles et les activités industrielles et touristiques Grenoble-France, 6 p.

Gerritis A. M. J., Pfister L., Savenije G. H. H., 2010. Spatial and temporal variability of canopy and forest floor interception in a beech forest. În: Hydrological processes. 24, pp. 3011-3025.

Hammad A.H.A., Børresen T., Haugen L.E., 2006. Effects of rain characteristics and terracing on runoff and erosion under the Mediterranean. Soil & Tillage Research 87: 39–47.

Hormann G., Branding A., Clemen T., Herbst M., Hinrichs A., Thamm F., 1996. Calculation and simulation of wind controlled canopy interception of a beech forest in Northern Germany. Agricultural and Forest Meteorology 79(3): 131–148.

Horton R.E., 1919. Rainfall interception. Monthly Weather Review 47(9):603–623.

Hershfield D. M., 1961. 'Rainfall frequency atlas of the United States for durations from 30 minutes to 24 hours and return periods from 1 to 100 years', Technical paper. U.S. Dept of Commerce, Weather Bureau, Washington, D.C.

Heroiu T., Illyes I., 1980. Cu privire la torențialitatea bazinului hidrografic Cărcinov- Județul Argeș. Revista Pădurilor nr.6, pp. 365-369.

Hancock R.G., Willgoose R.G., 2004. An experimental and computer simulation study of erosion on a mine tailings dam wall. Wiley InterScience nr. 29, pp. 457-475.

Hadri H., 1979. Effets de l'utilisation du sol sur l'hydrologie des bassins versants. FAO. Session du Groupe de Travail sur l'Aménagement des Bassins Versants de Montagne. Roma, 11 p.

Haan T.C., Barfield B.J., Hayes C.J., 1994. Design Hydrology and Sedimentology for Small Catchments. Academic Press. INC, 588 p.

Ileana B., La Torre Torres, Devendra M., Amatya Ge Sun and Timothy J. Callahan, 2011. Seasonal rainfall–runoff relationships in a lowland forested watershed in the southeastern USA. În Hydrological Processes.

Jolliffe I.T., (2002). Principal Component Analysis, Second Edition. Springer, New York.

Jobson J. D., 1999. Applied Multivariate Data Analysis: Volume 1: Regression and Experimental Design. Springer Verlag, New York.

Keim R.F., Skaugset A.E., Weiler M., 2006. Storage of water on vegetation under simulated rainfall of varying intensity. Advances in Water Resources 29: 974–986.

Kunkle S.H., 1975. An introduction to forest hydrology. FAO. Forest Conservation and Wildlife Branch Forest Resources Division, Roma, 37 p.

Kothyari U. C. and Grade R. J., 1992. 'Rainfall intensity-duration-frequency formula for India', J. Hydr. Engrg., ASCE, 118(2), 323-336.

Kronfellner G., 1967. Breaks in check-dams for torrent control and their causes. European Forestry Commission Working Party on Torrent Control, Protection from Avalanches and Watershed Management, România, 11-22, September.

Lazăr N., Gaspar R., 1994. Cercetări privind stabilitatea, rezistența și funcționalitatea lucrărilor hidrotehnice de amenajare a torențiilor. ICAS București.

Lazăr N., 1984. Contribuții la studiul torențiilor din bazinul hidrografic Sebeș-Alba. Monografie morfohidrologică. Teză de doctorat, Universitatea Transilvania din Brașov.

Lopez-Vicente M., Navas A., 2009. Predicting soil erosion with RUSLE in Mediterranean agricultural systems at catchment scale. Soil Science 174, pp. 272–282.

Lupașcu F., Clinciu I., 2009. Unele rezultate ale cercetărilor privind comportarea lucrărilor de amenajare a rețelei hidrografice torențiale din bazinul superior al Someșului Mic. *Proceedings of Forest Sustainable Development*, Brașov. p 565.

Lupașcu F., Clinciu I., 2009. Unele rezultate ale cercetărilor privind efectele lucrărilor de amenajare a rețelei hidrografice torențiale din bazinul superior al Someșului Mic. *Revista Pădurilor* nr. 2, pp. 3-10.

Lupașcu F., 2009. Cercetări privind comportarea și efectul lucrărilor de amenajare a rețelei hidrografice torențiale din bazinul superior al Someșului Mic. *Universitatea Transilvania din Brașov. Teză de doctorat*, 214 p.

Leahu I., 2001. *Amenajarea Pășurilor*. Editura Didactică și Pedagogică. București, 616 p.

Leyton, L., 1970. Current trends and problems in forest hydrology. Ninth session of the working party on torrent control, protection from avalanches and watershed management. Munich of Germany, 13 p.

Leidiane Leão de Oliveira¹, Rafael Ferreira Da Costa, Francisco de Assis S. de Sousa, Antonio Carlos Lôla da Costa, Alan Pantoja Braga 2008. Precipitação efetiva e interceptação em Caxiuanã, na Amazônia Oriental. vol. 38(4) 2008: 723 – 732.

Miller J. F., Frederick R. H. and Tracey R. J., 1973. *Precipitation-frequency atlas of the conterminous western United State'*, NOAA Atlas 2. National Weather Service, Silver Spring, MD.

Miță P., Mătreacă Simona, 2008. Rolul diferit pe care-l are pădurea în cazul diverselor faze de regim ale scurgerii apei. *Silvologie* volume VI, Editura Academiei Române, București, pp. 239-263.

Miță P., 1979. Contribuții privind influența pădurii asupra scurgerii maxime. *Buletinul informativ al Academiei de Științe Agricole și Silvicultură* nr.8, pp. 145-159

Mertens J., Raes D., Feyen J., 2002. Incorporating rainfall intensity into daily rainfall records for simulating runoff and infiltration into soil profiles. *Hydrological Processes* 16: 731–739.

Miță P., Muscanu M., Niculescu R., Vlad D., Crângașu Ș., Niță E., Barbuc M., Popovici F., Ciobanu V., 1996. Representative basins in Romania. *Research Achievements*. National Institute of Meteorology and Hydrology, Bucharest.

Munteanu S.A., 1975 Premise fundamentale în problema amenajării bazinelor hidrografice torențiale. În *Revista Pădurilor* nr. 4.

Martin-Vide J.P., Andreatta A., 2009. Channel degradation and slope adjustment in steep streams controlled through bed sills. *Wiley InterScience* nr.34, pp. 38-47.

Marcu M., 1975. *Meteorologie și climatologie forestieră. Lucrări practice*. Universitatea Transilvania din Brașov, 112 p.

Moțoc M., Mircea S., 2005. Unele probleme privind formarea viiturilor și eroziunea în bazinele hidrografice mici. Editura Universitară București

Marcu M., Viorela Huber, Chițea G., 2006. Cercetări privind distribuția spațio-temporală a precipitațiilor în regiunea montană (Munții Brașovului). *Silvologie* V. Editura Academiei Române. București, pp. 190-205.

Mircea S., Vasilescu C., Adriana Mircea, 1992. Observații asupra modului de comportare a lucrărilor hidrotehnice transversale executate pe formațiunile torențiale din b.h. Olănești, *Buletin Științific, Seria E, Vol 34, U.S.A.* București.

Mircea S., Vasilescu C., Adriana Mircea, 1992. Observații privind comportarea lucrărilor executate în scopul stabilizării alunecărilor în b.h. Olănești, *Buletin Științific, Seria E, Vol 35, U.S.A.* București.

Mircea S., 2002. Formarea, evoluția și strategia de amenajare a ravenelor. Editura Bren București.

Mircea S., 2008. Eroziunea în adâncime în bazine hidrografice torențiale mici, cu folosințe predominant agricole, și impactul acesteia asupra mediului. *Silvologie VIII*. Editura Academiei Române. București, pp. 199-214.

Nicolescu N.V., 2003. *Silvicultură*. Silvotehnică. Editura Universității Transilvania din Brașov, 103 p.

Oprea V., Manea A., Frigură G., Mirică I., 1996. Studiul de sinteză privind amenajarea bazinelor hidrografice torențiale: Inventarul lucrărilor executate între anii 1950-1992, comportarea și efectul lor, propuneri pentru continuarea acțiunii. Vol. I, *Memoriu Tehnic*. Manuscris, I.C.A.S., 103 p.

Oprea V., Marineață Vasilica, Frigură G., Manea A., Lascăr Lidia, Ternoveschi Z., Botez Elena, Dobre G., Zolotovici G., 1982. Studiu de amplasament privind ameliorarea terenurilor degradate și corectarea torenților din bazinul hidrografic Cărcinov (zona forestieră). I.C.A.S București, 21 p.

Otlacan Lucia, 1989. Metode și lucrări de disipare a energiei scurgerii concentrate pe formațiuni ale eroziunii în adâncime. Teză de doctorat. Institutul Agronomic „Nicolae Bălcescu”. București.

Păcurar V.D., 2001. Cercetări privind scurgerea și eroziunea în bazine hidrografice montane prin modelare matematică și simulare. Universitatea Transilvania din Brașov. Teză de doctorat, p. 380.

Păcurar V., 2005. O nouă metodă de cartare hidrologică a terenurilor forestiere utilizând sistemele de informații geografice. *Revista pădurilor nr.*, pp. 28 – 30.

Păcurar V., 2002. A method for runoff analysis and water divides determination using the digital elevation models. *Bulletin of the Transilvania University of Brașov*, vol. 9(44).

Păcurar V., 2005. Utilizarea sistemelor de informații geografice în modelarea și simularea proceselor hidrologice. Editura Lux Libris Brașov, 152 p.

Preda, 1987. Proiect de diplomă. Universitatea Transilvania Brașov, p.

Pleșca GH., 1968. *Lucrări practice de meteorologie*. Editura didactică și pedagogică, București, 234 p.

Platagea M., 1974. Caracteristicile de calcul ale ploilor torențiale necesare în determinarea debitelor maxime pe versanți și în bazine hidrografice mici de pe teritoriul României. În *Revista Hidrotehnica*, nr. 2.

Parsons A.J., Stone P.M., 2006. Effects of intra-storm variations in rainfall intensity on inter-rill runoff and erosion. *Catena* 67: 68–78.

Puggelli A., 1964. Sur l' influence du couvert végétal – bois et tapis d' herbes sur la conservation du sol et la regimination des eaux. FAO, Grecia , Raport, 10 p.

Rutter A.J., Morton A.J., Robins P.C., 1975. A predictive model of rainfall interception in forests. Part II. Generalization of the model and comparison with observations in some coniferous and hardwood stands. *Journal of Applied Ecology* 12: 367–380.

Savenije H.H.G., 2004. The importance of interception and why we should delete the term evapotranspiration from our vocabulary. *Hydrological Processes* 18: 1507–1511.

Staelens J., Schrijver D., Verheyen K., Verhoest E. C., 2006. Spatial variability and temporal stability of throughfall water under a dominant beech (*Fagus sylvatica* L.) tree in relationship to canopy cover. În *Journal of Hydrology*. 330, pp. 651-662.

Sândica D., 2007. Combaterea eroziunii solului și amenajarea bazinelor hidrografice torențiale în patrimoniul silvic din spațiul hidrografic Argeș - Vedea”. ICAS București.

Târziu D., Spârchez GH., 1997. *Elemente de Geologie și geomorfologie*. Editura Lux Libris. Brașov.

- Târziu D., 2006. Pedologie și stațiuni forestiere. Editura Silvodel, Brașov.
- Tamaș Ș., Clinciu I., 2004. Cercetări privind posibilitățile de utilizare a GIS în fundamentarea hidrologică a proiectării lucrărilor de amenajare a bazinelor hidrografice torențiale Contract de cercetare nr.99-2004 Beneficiar Regia Națională a Pădurilor București.
- Tamaș Ș., Clinciu I., 2006. Cercetări privind posibilitățile de utilizare a GIS în fundamentarea hidrologică a proiectării lucrărilor de amenajare a bazinelor hidrografice torențiale Contract de cercetare nr.99-2004 Beneficiar Regia Națională a Pădurilor București.
- Tamaș Ș., Tereșneu C., 2010. Concepte și tehnici ale sistemelor de informații geografice. Editura Lux Libris. Brașov, 268 p.
- Teller L.H., 1968. Cursurile internaționale postuniversitare în materie de Hidrologie. Institutul de Cercetări, Studii și Proiectări Silvice, pp. 1-20.
- Tudose N.C., 2010. Comportarea și efectul lucrărilor de amenajare a rețelei hidrografice torențiale din bazinul superior al Râului Cârčinov. Raport elaborat în cadrul programului de cercetare științifică. Universitatea Transilvania din Brașov, 80 p.
- Tudose N.C., 2010. Clasificarea hidrologică a terenurilor forestiere din bazinul superior al Râului Cârčinov. Raport elaborat în cadrul programului de cercetare științifică. Universitatea Transilvania din Brașov, 49 p.
- Tudose N.C., 2011. Cercetări hidrologice experimentale în terenuri forestiere și neforestiere din bazinul superior al Râului Cârčinov. Raport elaborat în cadrul programului de cercetare științifică. Universitatea Transilvania din Brașov, 68 p.
- Untaru E., Costandache C., Roșu C., 2008. Efectul culturilor forestiere instalate pe terenuri erodate în raport cu evoluția acestora în timp. În: Silvologie, Vol. VI. Noi concepții și fundamente științifice. Editura Academiei Române, București, pp. 137 – 164.
- Untaru E., Costandache C., Nistor Sanda, 2006. Împădurirea terenurilor degradate și prevenirea inundațiilor. În: Silvologie V, Editura Academiei Române, pp 232-242.
- Viville D., Biron P., Granier A., Dambrine E., Probst A., 1993. Interception in a mountainous declining spruce stand in the Strengbach catchment (Vosges, France). *Journal of Hydrology* 144: 273–282.
- Wang A., Diao Y., Pei T., Jin C., Zhu J., 2007. A semi-theoretical model of canopy rainfall interception for a broad-leaved tree. *Hydrological Processes* 21(18): 2458–2463.
- Weinmeister W., 2003. Faehigkeiten des Waldes zur Verminderung von Hochwasser und Erosionsschaeden. In *Hochwasserschutz im Wald. Berichte aus der Bayrischen Landesanstalt fuer Wald und Forstwirtschaft (LWF)* 40; 15–29.
- Ward Andy D., Trimble Stanley W., 2004. *Environmental Hzdrology*, second edition. Lewis publishers is an imprint of CRC Press LLC, 475 p.
- XU Z.X., Zhang W.H., Wang Q.G., Peng Y., Zhang Y.O., 2005. A laboratory study on the relative stability of the check-dam system in the loess plateau, China. *Wiley InterScience*, nr.17, pp. 629-644.