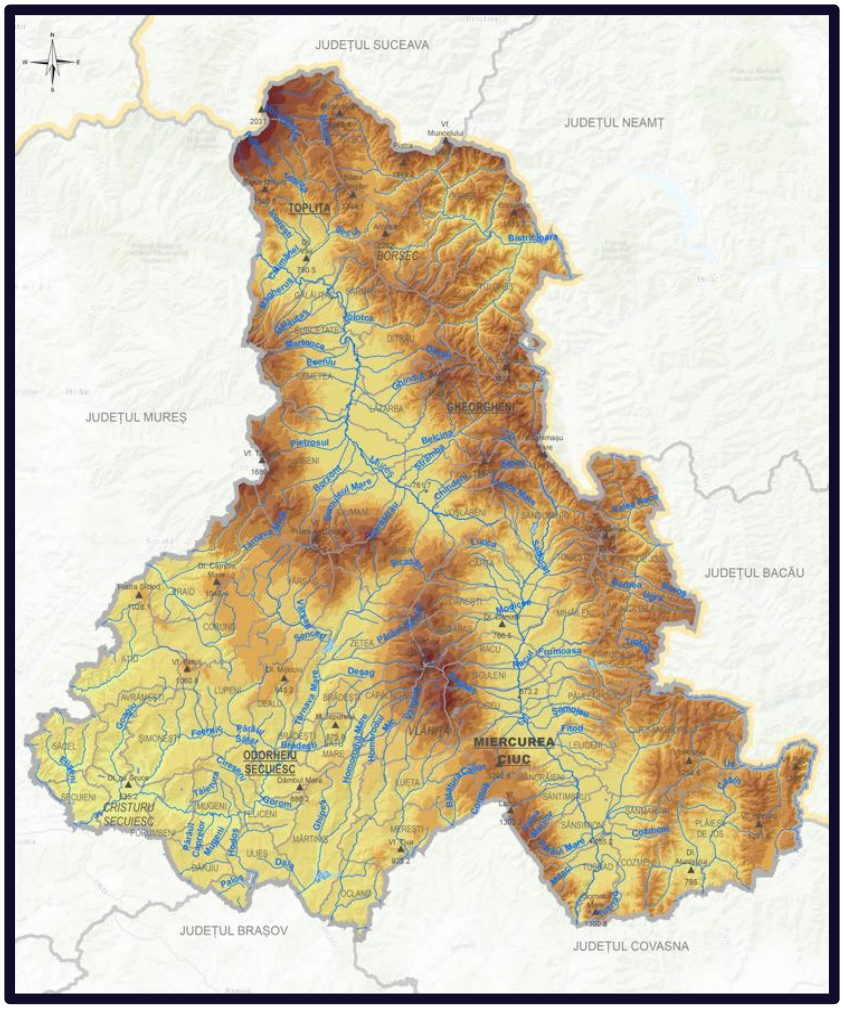


Plan de Amenajare a Teritoriului Județean HARGHITA

FAZA I - ANALIZA ȘI DIAGNOZA DEZVOLTĂRII SPAȚIALE ȘI ELABORAREA STUDIILOR DE FUNDAMENTARE

Volumul 1 – Studii de fundamentare

Cadrul natural și peisajul, condiții geotehnice și hidrogeologie, climatice, pedologice și ecologice (SF1)

AUGUST 2023

Beneficiar:
JUDEȚUL HARGHITA PRIN CONSILIUL JUDEȚEAN HARGHITA

Contractant general:
SC AEDILIS PROIECT SRL

FOAIE DE GARDĂ

TITLU LUCRARE:	**Reactualizarea Planului de Amenajare a Teritoriului Județean (PATJ) HARGHITA**
FAZA 1	**Analiza și diagnoza dezvoltării spațiale și elaborarea studiilor de fundamentare**
Studiu de fundamentare	**Cadrul natural și peisajul, condiții geotehnice și hidrogeologie, climatice, pedologice și ecologice** (SF 1 - NAT)
CONTRACT NR.: **PROIECT NR.:**	112303/03.02.2023 AED- 008- 2023
BENEFICIAR:	**JUDEȚUL HARGHITA PRIN CONSILIUL JUDEȚEAN HARGHITA**
CONTRACTANT GENERAL:	SC AEDILIS PROIECT SRL
COORDONATOR PROIECT:	Dr. arh. Gabriel PASCARIU
COORDONATOR STUDIU:	Dr. geogr. urb. Iuliu VESCAN
ELABORATORI STUDIU:	Geograf-urbanist dr. Sorin FILIP (Cap. I, Cap. II - subcap. 2.1, 2.2, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, Cap. III, IV, V, VI) Geograf dr. Gheorghe ȘERBAN (Cap. I, Cap. II - subcap. 2.1, 2.4, Cap. III, IV, V, VI) Geograf dr. Traian TUDOSE (Cap. I, Cap. II - subcap. 2.3, Cap. III, IV, V, VI) Dr. ing. Păunița Iuliana BOANCĂ Geograf dr. Ioan FODOREAN (Cartografie și GIS)
MANAGEMENT PROIECT:	Arh. urb. Dan Florin FLORUȚ Ing. Codruța RADU Ec. Dalina ROMAN
DATĂ ELABORARE:	August 2023

Cuprins

Lista tabelelor din text **4**

Lista figurilor din text **5**

Lista cartogramelor **8**

Lista acronimelor utilizate în text **9**

1. Delimitarea obiectivului studiat **10**

1.1. Obiectivele studiului de fundamentare 10

1.2. Metodologie și surse de date utilizate 10

2. Analiza critică a situației existente **12**

2.1. Structura geologică (și resursele subsolului) și hidrogeologică (resursele de apă) **12**

2.1.1. Unitățile litologice și resursele minerale 12

2.1.2. Resursele subsolului 18

2.1.3. Caracteristici geofizice ale substratului 21

2.1.4. Hidrogeologia și resursele de ape subterane 24

2.2. Relieful și unitățile fizico-geografice **45**

2.2.1. Zona montană 45

2.2.2. Zona deluroasă 64

2.3. Clima și potențialul climatic **66**

2.3.1. Temperatura aerului 67

2.3.2. Precipitaţiile atmosferice 85

2.3.3. Vântul 99

2.3.4. Potențialul climatic (valorificarea resurselor climatice: solar și eolian) 102

2.4. Hidrografia și rețeaua hidrografică **105**

2.4.1. Organizarea reţelei hidrografice 105

2.4.2. Scurgerea lichidă 107

2.4.3. Scurgerea de aluviuni în suspensie 124

2.4.4. Lacurile 125

2.5. Solurile și factorii edafici **129**

2.5.1. Factorii edafici 129

2.5.2. Clase și tipuri de sol 130

2.5.3. Modul de utilizare a terenurilor și distribuția terenurilor agricole 136

2.5.4. Lucrările de îmbunătățiri funciare 137

2.6. Condițiile ecologice: flora și fauna **137**

2.7. Fondul forestier și vegetal **150**

2.8. Peisajele naturale **158**

3. Evidențierea disfuncționalităților, amenințărilor și priorități de intervenție **164**

3.1. Componenta meteo-climatică și hidrică **164**

3.2. Componenta biotică și edafică **165**

4. Propuneri de eliminare/diminuare a disfuncționalităților și amenințărilor **167**

4.1. Componenta meteo-climatică și hidrică **167**

4.2. Componenta biotică și edafică **168**

5. Prognoze, scenarii sau alternative de dezvoltare **170**

5.1. Componenta meteo-climatică și hidrică **170**
5.2. Componenta biotică și edafică **174**
6. Sinteză studiu / concluzii **175**
Referințe bibliografice **178**
ANEXE **181**

Lista tabelelor din text

Tabel nr. 1: Resursele de roci utile din județul Harghita și distribuția lor la nivel de UAT 18
Tabel nr. 2: Caracteristicile corpurilor de apă subterană 25
Tabel nr. 3: Elemente, parametri şi frecvenţe de monitorizare în programul de supraveghere şi operaţional - ape subterane 33
Tabel nr. 4: Subunitățile montane din județul Harghita 59
Tabel nr. 5: Depresiunile intramontane din județul Harghita 64
Tabel nr. 6: Temperatura medie multianuală (TMm) şi tendinţa acesteia (°C/an), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022) 68
Tabel nr. 7: Temperatura medie multianuală a maximelor (TXm), temperatura maximă absolută (TXx) şi tendinţa acestora (°C/an), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022) 69
Tabel nr. 8: Temperatura medie multianuală a minimelor (TNm), temperatura minimă absolută (TNn) şi tendinţa acestora (°C/an), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022) 71
Tabel nr. 9: Temperatura medie lunară multianuală la suprafaţa solului, la staţiile meteorologice din Jud. Harghita (2002-2021) 98
Tabel nr. 10: Bilanţul hidric aferent unităților morfologice majore din Județul Harghita 118
Tabel nr. 11: Clasele de bonitate a terenurilor agricole din județul Harghita 136
Tabel nr. 12: Distribuția fondului forestier pe tipuri de proprietate la data de 31.12.2022 150
Tabel nr. 13: Evoluția suprafeței forestiere aflate în proprietatea statului, la nivel de ocoale silvice din județul Harghita, în perioada 2018 – 2022 151
Tabel nr. 14: Suprafețe forestiere afectate de doborâturi de vânt în păduri administrate de Direcția Silvică Harghita, în anul 2020 154
Tabel nr. 15: Suprafața afectată de dăunători în anul 2020 154
Tabel nr. 16: Evoluția suprafețelor afectate de incendii de pădure în județul Harghita, la nivel de ocol silvic, în perioada 2018-2022 155
Tabel nr. 17: Evoluția suprafețelor reîmpădurite (ha) în județul Harghita, la nivel de ocol silvic, în perioada 2018-2022 155
Tabel nr. 18: Lungimea drumurilor auto de exploatare forestieră în administrarea Direcției Silvice Harghita, la nivel de ocol silvic, în anul 2022 156
Tabel nr. 19: Lista pădurilor virgine din județul Harghita 157
Tabel nr. 20: Ponderea suprafeței tipurilor de peisaj pe teritoriul județului Harghita 163
Tabel nr. 21: Disfuncționalități legate de componenta hidrografică 164
Tabel nr. 22: Propuneri de eliminare sau diminuare a disfuncționalităților legate de resursele de apă 167

Lista figurilor din text

Figura nr. 1 Poziționarea județului Harghita în raport cu principalele sisteme de falii din centrul și estul României 13
Figura nr. 2: Harta geologică – legenda/petrografia 15
Figura nr. 3 Ponderea zonelor seismice pe teritoriul județului Harghita 23
Figura nr. 4: Localizarea județului Harghita în raport cu zonele seismice de pe teritoriul României 23
Figura nr. 5: Amplasarea surselor de ape minerale de la Borsec 39
Figura nr. 6: Amplasarea surselor minerale de la Băile Tușnad 43
Figura nr. 7: Ponderea treptelor hipsometrice în județul Harghita 45
Figura nr. 8: Profil transversal prin Defileul Mureșului, amonte de localitatea Vâgani 50
Figura nr. 9: Configurația morfologică a compartimentului vulcanogen-sedimentar din M. Gurghiu 51
Figura nr. 10: Configurația morfologică a aparatului vulcanic Șumuleu Mare 52
Figura nr. 11: Configurația morfologică a compartimentului nordic și central din M. Harghita 53
Figura nr. 12: Profil transversal prin Defileul Oltului de la Tușnad, între vârfurile Pilișca Mare și Ciomatul Mare 55
Figura nr. 13: Profil transversal prin Depresiunea Drăgoiasa 59
Figura nr. 14: Profil transversal prin Depresiunea Bilbor 60
Figura nr. 15: Profil transversal prin Depresiunea Borsec 60
Figura nr. 16: Profil transversal prin sectorul de defileu de la Subcetate 62
Figura nr. 17: Profil transversal prin Pasul Izvorul Mureșului 63
Figura nr. 18: Profil transversal prin sectorul de defileu de la Jigodin 63
Figura nr. 19: Temperatura medie anuală (TMm) şi tendința acesteia (linia întreruptă), la stațiile meteorologice din județul Harghita (1961-2022) 68
Figura nr. 20: Temperatura medie anuală a maximelor (TXm) şi tendinţa acesteia (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022) 69
Figura nr. 21: Temperatura maximă anuală (TXx) şi tendinţa acesteia (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022) 70
Figura nr. 22: Temperatura medie anuală a minimelor (TNm) şi tendinţa acesteia (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022) 71
Figura nr. 23: Numărul anual al valurilor de căldură (HWN) şi tendinţa acestora (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022) 72
Figura nr. 24: Numărul anual al valurilor de frig (CWN) şi tendinţa acestora (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022) 74
Figura nr. 25: Numărul anual al zilelor de vară (SU25) şi tendinţa acestora (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022) 75
Figura nr. 26: Numărul anual de zile tropicale (TXGE30) şi tendinţa acestora (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din judeţul Harghita (1961-2022) 76
Figura nr. 27: Numărul anual de zile caniculare (TXGE35) la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022) 77
Figura nr. 28: Frecvenţa anuală a zilelor foarte calde (TX90p) şi tendinţa acestora (linia întreruptă) la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022) 78
Figura nr. 29: Frecvenţa anuală a nopţilor calde (TN90p) şi tendinţa acestora (linia întreruptă) la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022) 79
Figura nr. 30:Frecvenţa anuală a zilelor răcoroase (TX10p) şi tendinţa acestora (linia întreruptă) la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022) 80
Figura nr. 31: Numărul anual de zile foarte reci (ID) şi tendinţa acestora (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022) 81
Figura nr. 32: Numărul anual de zile cu îngheţ (FD) şi tendinţa acestora (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2021) 82

Figura nr. 33: Frecvenţa anuală a nopţilor reci (TN10p) şi tendinţa acestora (linia întreruptă) la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022) 83
Figura nr. 34: Lungimea sezonului de vegetaţie (GSL) şi tendinţa acestuia (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022) 84
Figura nr. 35: Suma temperaturilor eficiente pentru vegetaţie (GDDgrow10) şi tendinţa acesteia (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022) 85
Figura nr. 36: Suma precipitaţiilor anuale şi tendinţa acestora (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022) 86
Figura nr. 37: Precipitaţiile medii lunare multianuale la staţiile meteorologice din judeţul Harghita (1961-2022) 87
Figura nr. 38: Numărul anual de zile consecutive fără precipitaţii semnificative (CDD) şi tendinţa acestora (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din judeţul Harghita (1961-2022) 88
Figura nr. 39 Numărul anual de zile consecutive cu precipitaţii semnificative (CWD) şi tendinţa acestora (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din judeţul Harghita 89
Figura nr. 40: Cantitatea anuală de precipitaţii cumulată în zilele cu precipitaţii semnificative (PRCPTOT) şi tendinţa acesteia (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022) 90
Figura nr. 41: Numărul anual de zile cu precipitaţii abundente (R10) şi tendinţa acestora (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022) 91
Figura nr. 42: Numărul anual de zile cu precipitaţii foarte abundente (R20) şi tendinţa acestora (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din judeţul Harghita (1961-2022) 92
Figura nr. 43: Cantitatea maximă de precipitaţii cumulată într-o zi (Rx1day) şi tendinţa aferentă (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022) 93
Figura nr. 44: Cantitatea maximă de precipitaţii cumulată în 3 zile (Rx3days) şi tendinţa aferentă (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din judeţul Harghita (1961-2022) 94
Figura nr. 45: Cantitatea maximă anuală de precipitaţii cumulată în zilele foarte umede (R95p) şi tendinţa aferentă (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din judeţul Harghita (1961-2022) 95
Figura nr. 46 Cantitatea maximă anuală de precipitaţii cumulată în zilele extrem de umede (R99p) şi tendinţa aferentă (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din judeţul Harghita (1961-2022) 96
Figura nr. 47: Grosimea medie lunară (stânga) şi grosimea maximă lunară absolută (dreapta) a stratului de zăpadă, la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (2003-2022) 97
Figura nr. 48: Numărul de zile mediu lunar cu strat de zăpadă, la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (2003-2022) 97
Figura nr. 49: Numărul de zile mediu lunar cu temperatura suprafeţei solului (Ts) mai mică sau egală cu 0°C, la staţiile meteorologice din Jud. Harghita (2003-2022) 99
Figura nr. 50: Frecvenţa medie anuală (%) a vântului pe direcţii, la staţiile meteorologice din Jud. Harghita (1973-2022) 100
Figura nr. 51: Frecvenţa medie anuală (%) a situaţiilor cu calm, la staţiile meteorologice din Jud. Harghita (1973-2022) 101
Figura nr. 52: Viteza medie lunară a vântului la staţiile meteorologice din Jud. Harghita (1973-2022) 101
Figura nr. 53: Viteza medie anuală a vântului la staţiile meteorologice din Jud. Harghita (1973-2022) 102
Figura nr. 54: Densitatea puterii medii a vântului la înălţimea de 50 m (W/m2), pentru 10 % din suprafeţele cu vântul cel mai intens, din Jud. Harghita 104
Figura nr. 55: Densitatea puterii medii a vântului la înălţimea de 100 m (W/m2), pentru 10 % din suprafeţele cu vântul cel mai intens, din Jud. Harghita 104
Figura nr. 56: Încadrarea Județului Harghita în tipurile de regim hidric din România. 1, Limită de provincie climatică (CE, central-european; EE, est-european); 2, limită de tip major; 3, limită de tip minor; 4, alimentare nivală; 5, alimentare pluvială; 6, alimentare subterană (Qi, debit mediu zilnic; Qm, debit mediu anual); PcC, tipuri de regim conform textului 123
Figura nr. 57 Ponderea claselor de sol în totalul suprafeței administrative a județului Harghita. Notă: clasele cu ponderi subunitare nu au fost reprezentate (histisoluri, vertisoluri, salsodisoluri) 133

Figura nr. 58: Harta geobotanică – legenda 149
Figura nr. 59: Ponderea suprafețelor ocupate cu principalele asociații vegetale pe teritoriul județului Harghita 149
Figura nr. 60: Ponderea suprafețelor de pădure după tipul de proprietate la data de 31.12.2022..... 150
Figura nr. 61: Contextul morfologic de poziționare a pădurii virgine de la Tinovul Luci (M. Harghita) 156
Figura nr. 62: Contextul morfologic de poziționare a pădurii virgine Delhia (M. Gurghiu) 156
Figura nr. 63: Contextul morfologic de poziționare a pădurii virgine de la Fagu Mare (M. Gurghiu)..... 157
Figura nr. 64: Dinamica temperaturii medii multianuale a aerului (°C) în intervalul 2001-2030, față de intervalul de referință 1961-1990..... 171
Figura nr. 65: Dinamica precipitațiilor medii multianuale (%) în intervalul 2001-2030, față de normala climatologică standard 1961-1990 172

Lista cartogramelor

Cartograma nr. 1: Harta geologică 14
Cartograma nr. 2: Distribuția resurselor minerale 20
Cartograma nr. 4: Zonarea intensității seismice pe teritoriul județului Harghita 22
Cartograma nr. 5: Apele subterane din Județul Harghita 26
Cartograma nr. 6: Tipurile de ape minerale din Județul Harghita 35
Cartograma nr. 7: Altimetria județului 46
Cartograma nr. 8: Zonele geomorfologice 47
Cartograma nr. 9: Altitudinea medie a subunităților de relief 48
Cartograma nr. 10: Valoarea altitudinii medii în cadrul unităților administrativ-teritoriale din județul Harghita 49
Cartograma nr. 11: Permeabilitatea rocilor în Județul Harghita 108
Cartograma nr. 12 Textura solurilor în Județul Harghita 109
Cartograma nr. 13: Densitatea de drenaj a apei în Județul Harghita 111
Cartograma nr. 14: Înălțimea medie a stratului lichid scurs în Județul Harghita 113
Cartograma nr. 15: Coeficientul scurgerii lichide medii în Județul Harghita 114
Cartograma nr. 16: Precipitațiile medii multianuale în Județul Harghita 116
Cartograma nr. 17: Evapotranspirația medie multianuală în Județul Harghita 117
Cartograma nr. 18: Indicele de ariditate pe teritoriul Județului Harghita 120
Cartograma nr. 19: Scurgerea lichidă minimă în lunile de vară pe teritoriul Județului Harghita 122
Cartograma nr. 20: Scurgerea medie specifică de aluviuni în suspensie (erodarea solului de către apă) pe teritoriul Județului Harghita 126
Cartograma nr. 21 Apele de suprafață și rețeaua hidrometrică din Județul Harghita 127
Cartograma nr. 22: Harta pedologică 131
Cartograma nr. 23: Harta modului de utilizare a terenurilor 134
Cartograma nr. 24: Ponderea terenurilor agricole la nivel de UATB 135
Cartograma nr. 25: Suprafața acoperită cu lucrări de desecare 138
Cartograma nr. 26: Suprafața acoperită cu lucrări de combatere a eroziunii solului 139
Cartograma nr. 27: Harta geobotanică a județului Harghita 148
Cartograma nr. 27: Distribuția spațială a fondului forestier 152
Cartograma nr. 28: UATB după ponderea suprafețelor împădurite 153
Cartograma nr. 29: Peisaje geografice 160

Lista acronimelor utilizate în text

ABA – Administrația Bazinală de Apă

ANCPI – Agenția Națională de Cadastru și Publicitate Imobiliară

ANIF - Agenția Națională Pentru Îmbunătățiri Funciare

ANM – Administrația Națională de Meteorologie

ANRM - Agenția Națională a Resurselor Minerale

CWD – Cold Wave Duration (durata unui val de frig)

CWF – Cold Wave Frequency (durata cumulată a valurilor de frig)

CWN - Cold Wave Number (numărul anual al valurilor de frig)

DEM – Digital Elevation Model (Model digital de elevație)

ECF - Excess Cold Factor (factorul de frig în exces)

HWD – Heat Wave Duration (durata unui val de căldură)

HWF – Heat Wave Frequency (durata cumulată a valurilor de căldură)

HWN – Heat Wave Number (numărul anual al valurilor de căldură)

IGR - Institutul Geologic al României

INS - Institutul Național de Statistică

ISR – Institutul Român de Standardizare

ROCADA – ROmanian ClimAtic DAtaset

RUSLE – Revised Universal Soil Loss Equation

SGA – Sistemul de Gospodărire a Apelor

UATB – Unitate Administrativ Teritorială de Bază

1. Delimitarea obiectivului studiat

1.1. Obiectivele studiului de fundamentare

Studiul de fundamentare are ca obiectiv principal analiza critică a cadrului natural și evidențierea acelor caracteristici care au relevanță în activitatea de amenajare a teritoriului. Conform art. 3 din Legea 350/2001, activitatea de amenajare a teritoriului trebuie să fie globală și funcțională, în care este necesar să se țină cont de caracteristicile cadrului natural. Acesta are rol ambivalent, prin aspectele de favorabilitate și prin cele de restrictivitate influențând cantitativ și calitativ modul în care componenta antropică este prezentă în teritoriu, modul în care se valorifică anumite resursele dar și modul în care se adaptează la constrângerile naturale.

În același timp, identificarea caracteristicilor cadrului natural (substrat geologic, relief, climă, hidrografie, vegetație, faună, soluri), inclusiv ale peisajelor geografice, vizează asigurarea unei gestionări adecvate, punerea în valoare a patrimoniului natural, în scopul valorificării sustenabile (Legea 350/2001, art. 9, art. 13); totodată, acest studiu de fundamentare se constituie ca și punct de plecare pentru realizarea studiilor și a demersurilor privind identificarea, delimitarea și stabilirea teritoriilor cu valoare remarcabilă și a teritoriilor cu caracter de unicitate prin specificul peisagistic, conform legii (idem, art. 18).

1.2. Metodologie și surse de date utilizate

Realizarea studiului de fundamentare privind cadrul natural este un demers științific bazat pe o serie de metode după cum urmează:

- Metoda documentării bibliografice a fost utilizată preponderent în etapa pregătitoare, în scopul identificării celor mai relevante aspecte care să fie cuprinse în cadrul studiului. Sursele bibliografice utilizate sunt foarte diverse: tratate de specialitate, teze de doctorat, cărți, capitole din cărți, articole științifice, citate conform normelor în vigoare; informația relevantă din cadrul acestora acoperă atât componenta analitică cât și cea metodologică. La acestea se adaugă date statistice și rapoarte oferite de diverse instituții; de precizat că în cazul datelor cu privire la fondul forestier doar o parte din datele solicitate au fost obținute de la Direcția Silvică Harghita, în condițiile în care din fondul forestier județean, mai puțin de jumătate este administrată de către această structură a Regiei Naționale ROMSILVA, iar restul se află în administrarea unor entități private. O categorie aparte de surse de documentare a fost reprezentată de hărți de diferite tipuri, la diferite scări. Pentru a prelua informația de pe suportul cartografic analogic/tipărit, aceste hărți au fost scanate și georeferențiate, iar ulterior informația necesară și relevantă a fost vectorizată/digitizată, asociindu-i-se atribute care să permită o reprezentare diferențiată și o analiză integrată.

Au fost utilizate date statistice și informații din rapoarte de specialitate cât mai actuale și relevante pentru specificul studiului efectuat. Principalele surse de date brute sunt reprezentate de instituții cum sunt:

- Agenția Națională a Resurselor Minerale
- Agenția Națională Pentru Îmbunătățiri Funciare – Filiala Teritorială de Îmbunătățiri Funciare Harghita
- Regia Națională a Pădurilor - ROMSILVA prin Direcția Silvică Harghita
- Agenția Națională de Cadastru și Publicitate Imobiliară (ANCPI)
- Administrația Națională "Apele Române", prin Administrațiile Bazinale de Apă Mureș, Olt și Siret și filialele acestora în teritoriu la nivel județean - Sistemele de Gospodărire a Apelor, precum și Institutul Național de Hidrologie și Gospodărirea Apelor
- Administraţia Naţională de Meteorologie

- Institutul Național de Statistică, prin baza de date online.

Principalele surse cartografice de date, fie în format analog fie în format digital sunt reprezentate de:

- Modelul digital de elevație - DEM, conform ANCPI
- Harta Topografică a României, sc. 1:25.000
- Harta Geologică a României, sc. 1:200.000
- Harta Geobotanică a României, sc. 1:1.000.000
- Harta Solurilor României sc. 1:200.000,
- Atlasul Cadastrului Apelor din România
  - Metoda observaţiei, desfăşurată prioritar în teren, a avut ca scop identificarea aspectelor morfostructurale și funcționale ale diverselor componente.
  - Metoda analitică a avut ca scop examinarea detaliată a structurii și relațiilor în subsistemele cadrului natural, punându-se accent pe analiza sistemică; ea a fost combinată cu metoda dialectică, în vederea înțelegerii raporturilor de tip cauză-efect manifestate între componentele naturale, pe de o parte și între acestea și componenta antropică pe de altă parte.
  - Metoda sintezei a permis selectarea și esențializarea informațiilor, în vederea evidențierii trăsăturilor definitorii ale componentelor naturale în raport cu specificul documentațiilor de amenajare a teritoriului
  - Metoda cartografică a fost utilizată pentru a reprezenta distribuția spațială a diferitelor elemente și caracteristici definitorii pentru cadrul natural. În acest sens a fost folosită cartografierea digitală, rezultatul fiind concretizat într-un set de cartograme care oferă informații cantitative și calitative cu privire la aspectele specifice analizate.

Prelucrarea datelor s-a realizat utilizând o serie de softuri specializate: ArcGIS 10.x, QGIS, USACE HEC, Corel Draw 8.x, Google Earth și a unor aplicații din pachetul Microsoft Office (Excel), rezultând hărți tematice, cartograme, grafice și tabele sintetice.

2. Analiza critică a situației existente

2.1. Structura geologică (și resursele subsolului) și hidrogeologică (resursele de apă)

Teritoriul administrativ al județului Harghita este amplasat într-un context geologic complex atât din punct de vedere structural cât și petrografic. Astfel, cea mai mare parte a teritoriului (81,43%) - partea centrală, nordică, estică și sud-estică a județului - se suprapune pe unități structurale aparținând orogenului carpatic, iar restul (18,57%) – partea sud-vestică a județului, se suprapune pe unitatea structurală de bazin sedimentar – bazinul transilvănean. Vârsta acestor structuri și evoluția lor geologică este extrem de complexă, începând din Proterozoicul superior până în Cuaternar, timp în care s-au derulat mai multe faze de evoluție orogenică, cu încrețiri ale scoarței terestre, erupții vulcanice, faze de sedimentare și de eroziune.

O caracteristică importantă este legată de prezența unui sistem de falii cu orientare nord-sud, nord-vest – sud-est și est-vest, dintre care se remarcă faliile G8, G9 și G13, care au avut un rol major în producerea erupțiilor vulcanice din Neogen (Săndulescu, 1984, Ciupagea *et al*., 1970).

2.1.1. Unitățile litologice și resursele minerale

Evoluția complexă și îndelungată a scoarței terestre face ca pe teritoriul județului Harghita să fie prezente toate cele trei mari clase de roci – sedimentare, metamorfice și magmato-vulcanice.

2.1.1.1. Rocile sedimentare

Sunt larg răspândite în cadrul subunităților de relief aparținând bazinului sedimentar transilvănean dar și în cadrul subunităților de orogen.

Pentru compartimentul de orogen (munții Girgeu, Hășmaș, Ciuc, Nemira și Perșani), o primă entitate petrografică relevantă prin extensiune și vechime este reprezentată de brecia de Hăghimaș, componentă a pânzei bucovinice, constituită dintr-un complex petrografic cimentat în cadrul unui liant detritic destul de redus fracție petrografică, în care sunt prezente micașisturile, gnaisele, granodioritele, șisturile și cuarțitele fără o sortare evidentă și cu aspect angular; de regulă elementele petrografice constituente au dimensiuni variate (de la fracțiuni centimetrice până la cele decimetrice) și o dispunere haotică în masa rocii (Mureșan, 1970). Deasupra acesteia sunt prezente calcare de vârstă triasică dispuse în stive groase, la care se adaugă calcare, gresii, radiolarite și jaspuri de vârstă jurasică.

De asemenea, este caracteristică prezența unui complex petrografic aparținând flișului intern, de vârstă cretacică (gresii, marne, argile), bine reprezentat în partea estică a Munților Ciuc, în Munții Nemira și M. Bodoc. Principala caracteristică a acestei formațiuni este friabilitatea ridicată și susceptibilitatea la eroziune atunci când roca subiacentă este dezgolită de învelișul vegetal protector.

Structura zonei orogenice sedimentare este complicată de prezența unor depozite aparținând pânzei transilvane de Hăghimaș în care se regăsesc entități petrografice precum calcarele de Stramberg (de vârstă tithoniană) și calcare roșii ori calcare cenușii-verzui (de vârstă cretacic-inferioară). De asemenea, sunt prezente entități petrografice aparținând pânzei de Ceahlău.

O serie de particularități prezintă formațiunile sedimentare din Munții Perșani, unde sunt prezente depozite aparținând pânzei transilvane de Hăghimaș și wildflișului cretacic. Este vorba despre calcare și dolomite (unde au facilitat dezvoltarea formelor carstice de suprafață și de adâncime), conglomerate (în care galeții sunt prinși într-un liant carbonatic, gresii calcaroase,

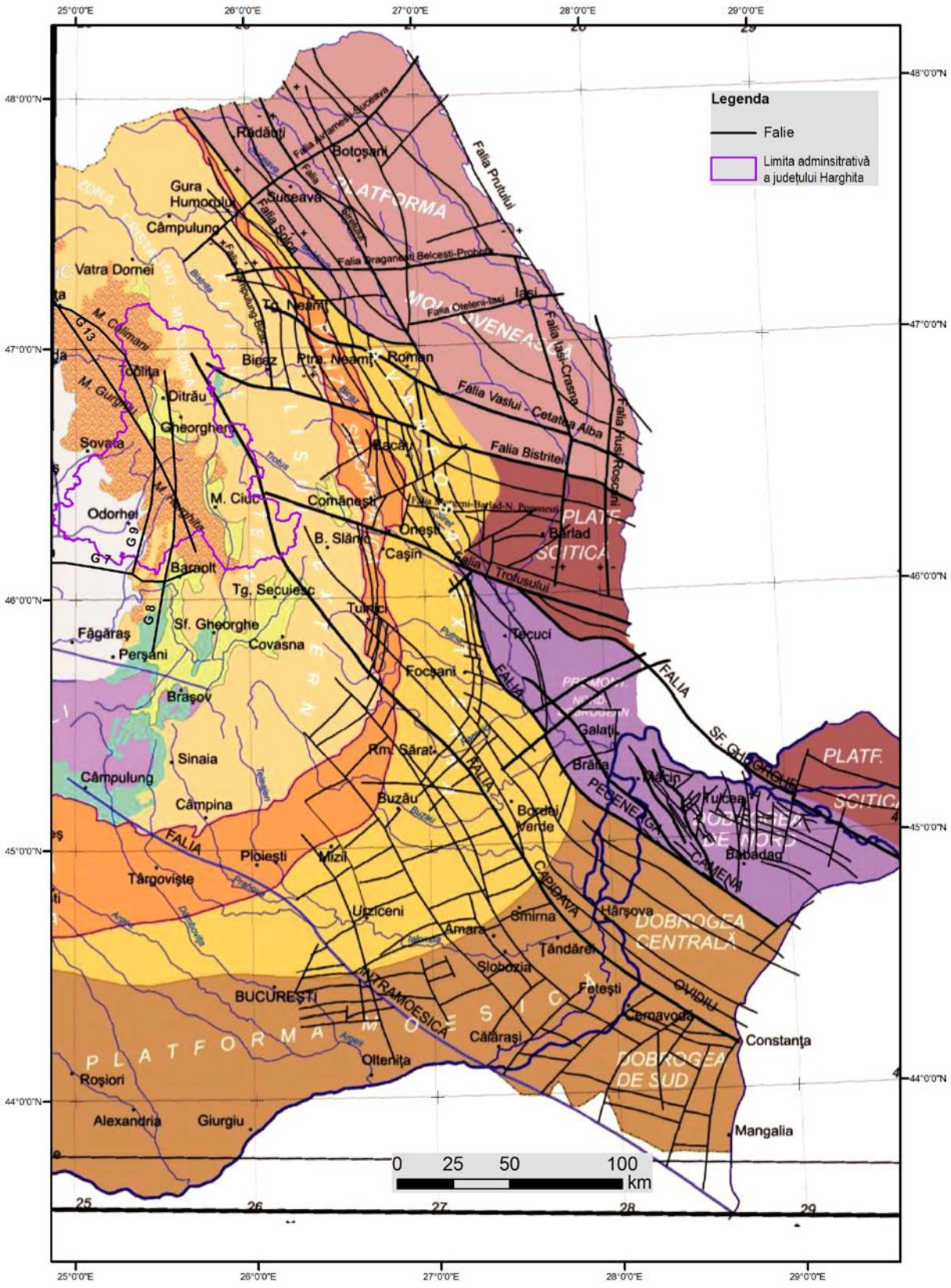
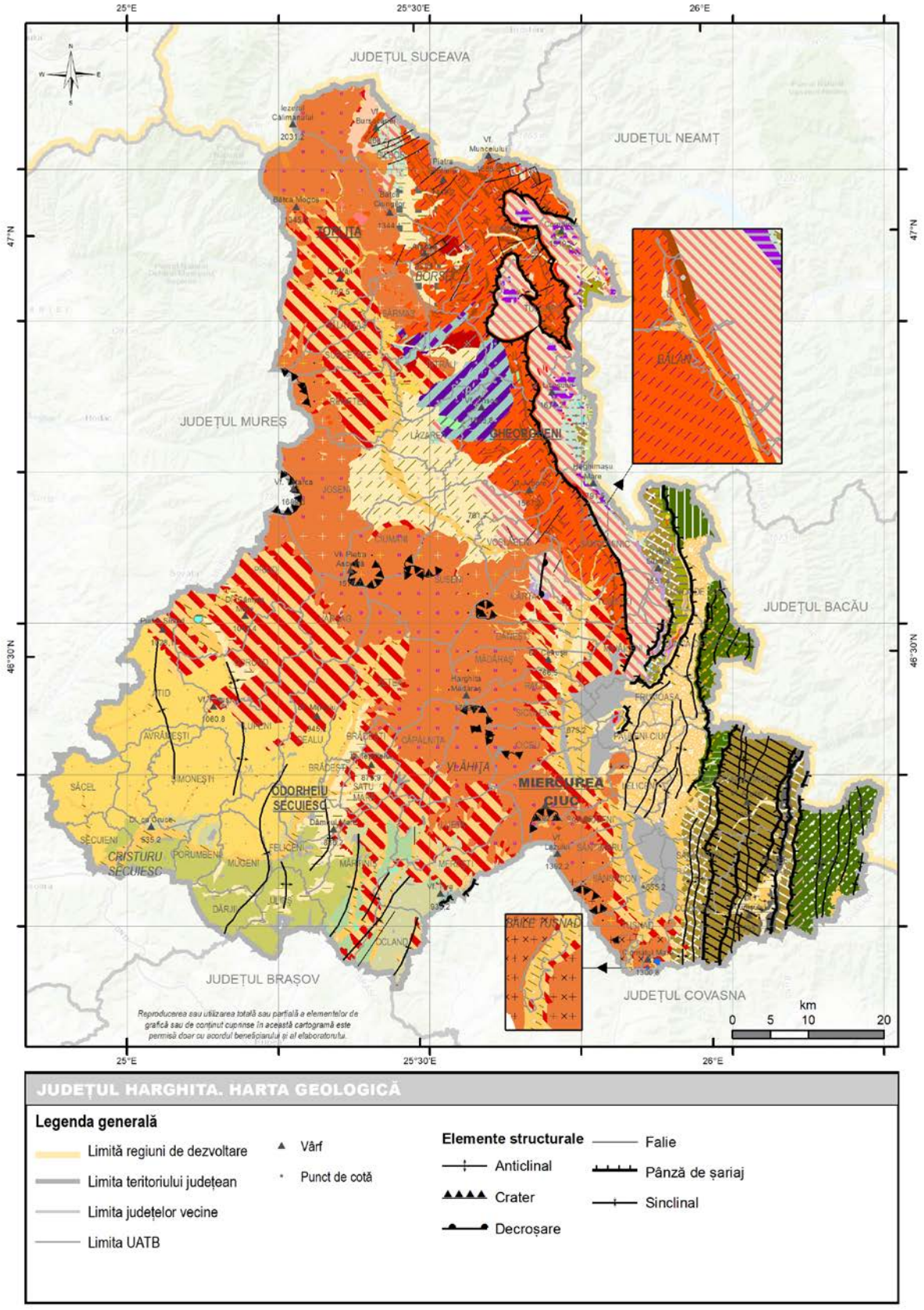


Figura nr. 1: Poziționarea județului Harghita în raport cu principalele sisteme de falii din centrul și estul României

Sursa: Diaconescu M., 2017, Ciupagea D. et al., 1970



Cartograma nr. 1: Harta geologică

Sursa: Harta geologică a României, scara 1:200.000, Institutul Geologic al României, 1968

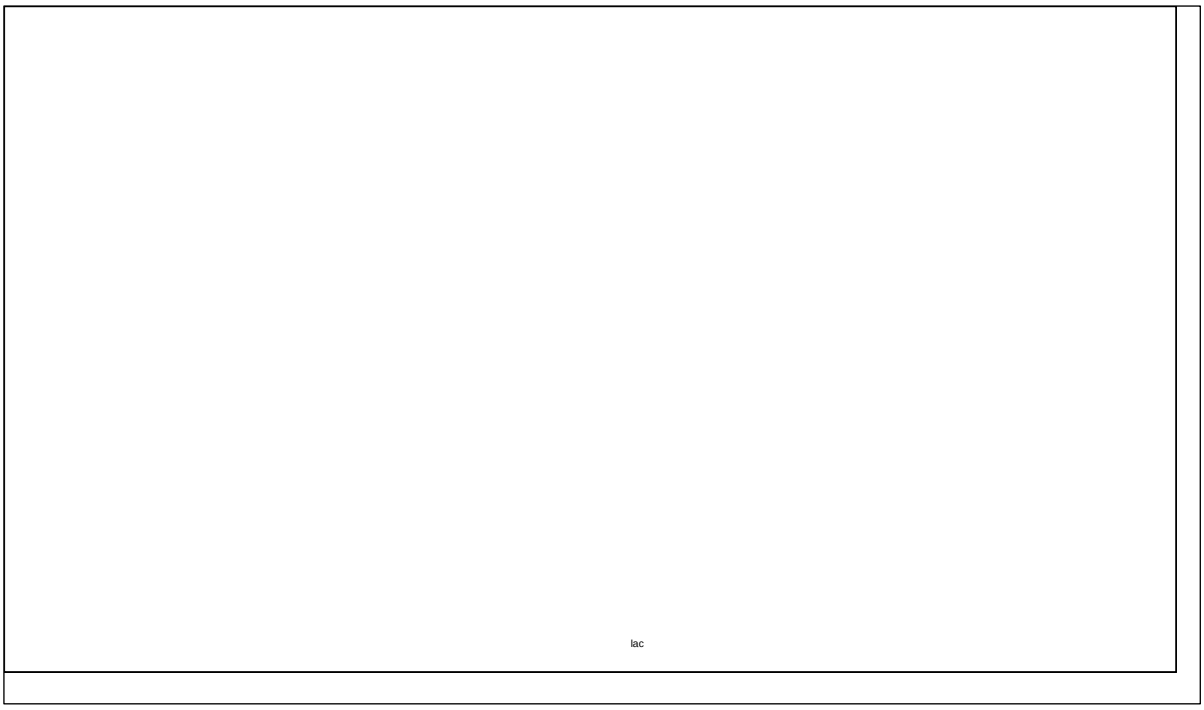


Figura nr. 2: Harta geologică – legenda/petrografia

Sursa: Harta geologică a României, scara 1:200.000, Institutul Geologic al României, 1968

maronocalcare - strate de Bistra), formațiunea vulcanogen – sedimentară (legată de prezența structurilor vulcanice din vecinătate) , precum și gresii, marne și argile de vârstă sarmațiană.

Complexul petrografic prezent în partea sud-vestică al județului (Subcarpații Târnavelor, Subcarpații Homoroadelor, Dealurile Târnavelor, Depresiunea Sovata – Praid) este reprezentat de roci sedimentare necimentate și cimentate cum sunt nisipurile, pietrișuri, argilele marnoase, marne, conglomerate și tufuri vulcanice, formațiunea vulcanogen – sedimentară, la care se adaugă formațiunea de sare. Aceasta din urmă are o localizare mai punctuală, fiind prezentă în cadrul unei structuri particulare – cutele diapire.

Orizontul salifer are vârstă badeniană și se caracterizează de o plasticitate ridicată, precum și de o ușoară inversiune a densității; astfel, în raport cu stratele din acoperiș sau din bază, caracterizate de valori ale densității care în general sunt cuprinse între 2,3-2,5 g/cm, orizontul salifer are densitatea de 2,1 – 2,2 g/cm^3. Sub presiunea orizonturilor din acoperiș orizontul salifer a migrat spre periferia bazinului de sedimentare, acolo unde încărcarea era mai redusă, producând aglutinarea sub forma unor masive de sare care străpung orizonturile aflate deasupra (fenomenul de diapirism). Din punct de vedere structural, formarea și masivului de sare generează fie o boltire largă a stratelor din acoperiș, fie o boltire scurtă (cute diapire) care este asociată cu generarea unor sinclinale de compensație în imediata apropiere. Ridicarea masivului de sare generează o potențare a fenomenelor erozionale exercitate asupra rocilor din acoperiș, care sunt parțial sau total îndepărtate, lăsând expus la zi, pe mici suprafețe, orizontul salifer. Fenomenul este completat de posibila erodare a părții superioare a masivului de sare de către apele freatice, producându-se îndepărtarea componentelor mai solubile și rămânerea în loc a celor insolubili, cu generarea așa-numitului cap-rock, a cărui grosime poate atinge câteva sute de metri; ulterior, prin redistribuirea maselor de sare în partea superioară a masivului are loc o rearanjare a orizonturilor geologice, în cadrul unui proces secundar de tectonizare (Irimuș I., 1998). Din punct de vedere structural, diapirismul se constituie ca și principală trăsătură a

cutelor majore din Depresiunea Transilvaniei și este influențat de volumul masivului de sare și de caracteristicile orizonturilor din acoperiș (grosime, grad de cimentare, plasticitate).

Ca poziționare spațială, în raport cu Bazinul Transilvaniei, cutele diapire prezente în județul Harghita fac parte din zona cutelor diapire estice, cu două subzone: cea nordică, care face parte din aliniamentul Șieu – Sovata – Praid (HR) – Odorheiul Secuiesc (HR), având orientare generală nord-vest – sud-est și cea sudică, care face parte din aliniamentul Lueta (HR) – Rupea, având orientare generală nord-est – sud-vest (Ilie M.D., 1958, 1966). Ele sunt structurate sub forma unor anticlinale diapire: Văleni (HR) – Hălmeag, Mărtiniș (HR) – Rupea, Merești (HR) – Jimbor – Mercheașa – Homorod și Lueta (HR) – Merești (HR) – Ocland (HR), la care se adaugă masivul de sare de la Praid (HR) (Irimuș, 1998).

În raport cu suprafața topografică orizontul de sare se află la adâncimi variabile: 10 m în interfluviul dintre Homorodul Mic și Homorodul Mare, 22 m la Eliseni (la limita dintre Dealurile și Subcarpații Târnavelor), 945 m la Ocna de Sus și 1480 m la Praid (Depresiunea Sovata - Praid) (Ciupagea *et al.*, 1970), ; uneori acoperișul orizontului salifer a fost erodat astfel că acesta apare decopertat, la zi (la Praid).

Asociat activității eruptive care a pus în loc structurile vulcanice Gurghiu – Harghita, sunt și tufurile vulcanice de vârstă sarmațiană și sarmato-pliocenă, rezultate în urma depunerii cenușilor vulcanice în apele lacului transilvan (Mutihac V., Mutihac G., 2010).

Un complex petrografic cu caracteristici aparte este asociat mediului depozițional constituit în depresiunile intracarpatice.

Pe de o parte este vorba despre depresiunile Drăgoiasa, Bilbor și Borsec, unde sunt prezente roci sedimentare de vârstă pliocenă: conglomerate, gresii, marne și argile dar și orizonturi cărbunoase (cărbune xiloid) subțiri și discontinue de vârstă pliocen sup. – pleistocen (Mutihac *et al.,* 2004).

Pe de altă parte, în depresiunile Giurgeu și Ciuc, fundamentul sedimentar pliocen este foarte asemănător cu cel din bazinul de sedimentare transilvănean, din care au făcut parte până la apariția structurilor vulcanice care le-au conturat și le-au închis spre vest; peste aceste roci sedimentare mio-pliocene s-au depus orizonturi de pietrișisuri, nisipuri și argile, între acestea intercalându-se local orizonturi cărbunoase ponțiene (Toplița, Suseni). Deasupra acestora sunt poziționate depozitele cuaternare din cadrul glacisurilor, piemonturilor și teraselor (pietrișuri, nisipuri, argile); grosimea depozitelor terigene este de cca 800 m în Depresiunea Giurgeu și cca. 1000 m în Depresiunea Ciuc.

2.1.1.2. Roci magmato-vulcanice

Prezența structurilor vulcanice Călimani – Gurghiu – Harghita induce prezența implicită a unei grupe aparte de roci – rocile vulcanice. Formele structurale sunt reprezentate prin curgeri de lavă în alternanță cu piroclastite, conferind un caracter de stratovulcani aparatelor vulcanice care sunt bine conservate și expresive morfologic. Desfășurarea erupțiilor s-a produs în două etape, diferențiate atât ca tip de manifestare cât și ca tipologie a rocilor rezultate.

Astfel, prima etapă a avut un caracter predominant exploziv, lavele având caracter acid și vâscozitate ridicată, astfel că produsele petrografice rezultate pot fi încadrate în categoria celor vulcanogen – sedimentare. Acestea sunt reprezentate prin material piroclastic andezitic acumulat în mediu depozițional subaerian sau subacvatic (la care se adaugă mici curgeri de lave), în alternanță cu orizonturi epiclastice, terigene, rezultate în perioadele de acalmie eruptivă, prin eroziunea vulcanitelor. Formațiunea vulcanogen-sedimentară cuprinde elemente

andezitice rulate, semirulate și colțuroase, cimentate într-un liant predominant tufogen, conferind întregului ansamblu petrografic un caracter friabil (Schreiber, 1994). Acest complex petrografic are o extensiune semnificativă în toate cele trei masive vulcanice, cu grosimi de până la 500 m (Mutihac *et al.*, 2004).

A doua etapă a avut un caracter predominant efuziv, cu lave având caracter mai bazic și vâscozitate mai redusă, rezultatul fiind concretizat în curgeri de lavă care alternează cu materiale piroclastice. Cele mai vechi vulcanite din cadrul acestor structuri vulcanice sunt constituite de dacitele de Drăgoiasa (în Munții Călimani), însă pe teritoriul județului mai este prezent un areal cu magmatite ofiolitice de vârstă mezozoică, poziționat în Munții Hășmaș. acest areal este constituit în facies de pillow-lawa (Grasu *et al.*, 2010). Mai recente sunt diferitele tipuri de andezite (andezite amfibolice, piroxenice, cuarțifere) de vârstă pliocen sup., iar cele mai noi sunt andezitele bazaltoide din Munții Harghita; se consideră că activitatea vulcanică s-a încheiat în Romanian.

Structural pot fi diferențiate curgeri de lave dar și corpuri subvulcanic. Piroclastitele sunt reprezentate prin brecii, microbrecii, aglomerate și cinerite fine, lapili, dispuse sub formă de orizonturi constituite din materiale predominant angulare, a căror grosime este cuprinsă între 10 și 100 m (Mutihac *et al.*, 2004).

Un aspect particular legat de rocile magmatice este asociat masivului sienitic de la Ditrău de vârstă Neojurasică, cu caracter intrusiv în cadrul rocilor metamorfice Precambriene și Cambriene din jurul său. Prezența sa este legată de existența faliei crustale majore G8, cu orientare nord-sud, la limita dintre zone eruptivă și cea metamorfică. Corpul intruziv are o structură complexă, cu prezența granitelor la exteriorul masivului și cu masa de sienite alcaline cu nefelin dispuse în centru. Petrografia, structura și geneza acestui masiv sienitic sunt de natură să îi asigure un caracter de unicitate la nivel național și european. Acest lucru este susținut, printre altele, și de existența unui petrotip specific – sienitul cu nefelin și sodalit denumit în literatura de specialitate "ditroit" (idem).

2.1.1.3. Roci metamorfice

Suprapunerea teritoriului județului Harghita peste compartimente aparținând munților Bistricioarei, Giurgeului și Hășmașului induce o largă extensiune a rocilor metamorfice. Cele mai bine reprezentate sunt șisturile cristaline care sunt acoperite mai mult sau mai puțin continuu de diferite entități petrografice sedimentare sau de curgeri de lave.

O primă grupă petrografică este reprezentată de șisturile cristaline prehercinice prezente în Munții Hășmaș (cristalinul de Hăghimaș – Rarău – Bretila). O primă grupare este cea a șisturilor cristaline mezometamorfice în facies amfibolic, afectate de retrometamorfism, acoperite direct de formațiunile sedimentare mezozoice. Cea de a doua grupare este reprezentată de șisturile cristaline epimetamorfice, cu răspândire mult mai largă; ele sunt reprezentate prin șisturi grafitoase, șisturi cloritoase, dolomite cristaline, gnaise, paragnaise, amfibolite, micașisturi (Săndulescu, 1975).

Cea de a doua grupă petrografică este reprezentată de șisturile cristaline hercinice (identificate ca șisturi cristaline de Tulgheș – filite, cuarțite, calcare cristaline), formate printr-o foarte slabă metamorfozare a șisturilor verzi, a unor roci sedimentare și magmatice de vârstă paleozoică.

Desigur, rocile metamorfice sunt regăsite și în fundamentul celorlalte subunități montane (inclusiv ca fundament al structurilor vulcanice și al bazinelor depresionare intramontane Giurgeu – Ciuc) și dar și în cele din bazinul de sedimentar transilvan, fiind intens faliat și dispus sub forma unor compartimente de tip horst/graben; în aceste condiții, fundamentul este

poziționat la adâncimi care variază destul de mult – de la 900-1000 m în ulucul depresionar intramontan, la cca. 3000 m în zona Praid (Ciupagea *et al*., 1970).

2.1.2. Resursele subsolului

Așa cum s-a arătat în analiza particularităților geologice, cea mai mare parte din teritoriul județului Harghita se suprapune pe zona lanțului eruptiv, pe zona cristalino-mezozoică și pe zona flișului, la care se adaugă un areal de extensiune mai redusă, care se suprapune pe compartimente aparținând bazinului sedimentar transilvan. În concordanță cu caracteristicile petrografice, structurale și paleoevolutive ale substratului, pe teritoriul județului Harghita sunt prezente o serie de resurse de subsol. După particularitățile lor, acestea pot fi grupate în următoarele categorii:

2.1.2.1. Roci utile și minereuri nemetalifere

În general, minereurile nemetalifere au o abundență ridicată în scoarța terestră (ex. argila, calcarul, sarea) și o valoare economică ceva mai redusă decât a altor resurse de subsol. De regulă, multe din minereurile nemetalifere sunt utilizate ca materie primă, prin prelucrarea lor rezultând produse cu importanță crescută pentru diferite ramuri economice și în special ramuri industriale. Astfel, în anumite ramuri industriale substanțele nemetalifere sunt utilizate în anumite procese tehnologice, iar altele sunt utilizate ca materie primă în industria materialelor de construcții. Specificul general al acestei grupe de resurse este faptul că în cele mai multe cazuri, utilitatea lor economică derivă din calitățile lor naturale intrinseci (ex. talcul - $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$ nu este folosit pentru a se extrage magneziul, ci se utilizează ca atare).

Una din cele mai reprezentative roci utile este reprezentată de andezit, regăsit într-o mare varietate mineralogică (andezite cu piroxeni, cu hornblendă, cu amfiboli, etc.). Principala utilizare a andezitelor este ca rocă de construcție civilă, industrială sau a infrastructurii de transport feroviar și rutier, în fundații, etc. Acestora li se adaugă diverse varietăți de calcare, inclusiv calcare cristaline și marmură, travertinul, caolinul, gresiile, marnele, pietrișurile și nisipurile. O notă aparte este reprezentată de prezența aragonitului (carbonat de calciu cristalizat în sistem rombic, rezultat în urma procesului de precipitare chimică din izvoare termale suprasaturate), la Corund, cu posibilă utilizare în confecționarea obiectelor de artă.

Conform diversității petrografice de la nivel județean, numărul rocilor utile este semnificativ, fiind distribuite în toate unitățile structurale, așa cum se poate observa în tabelul de mai jos.

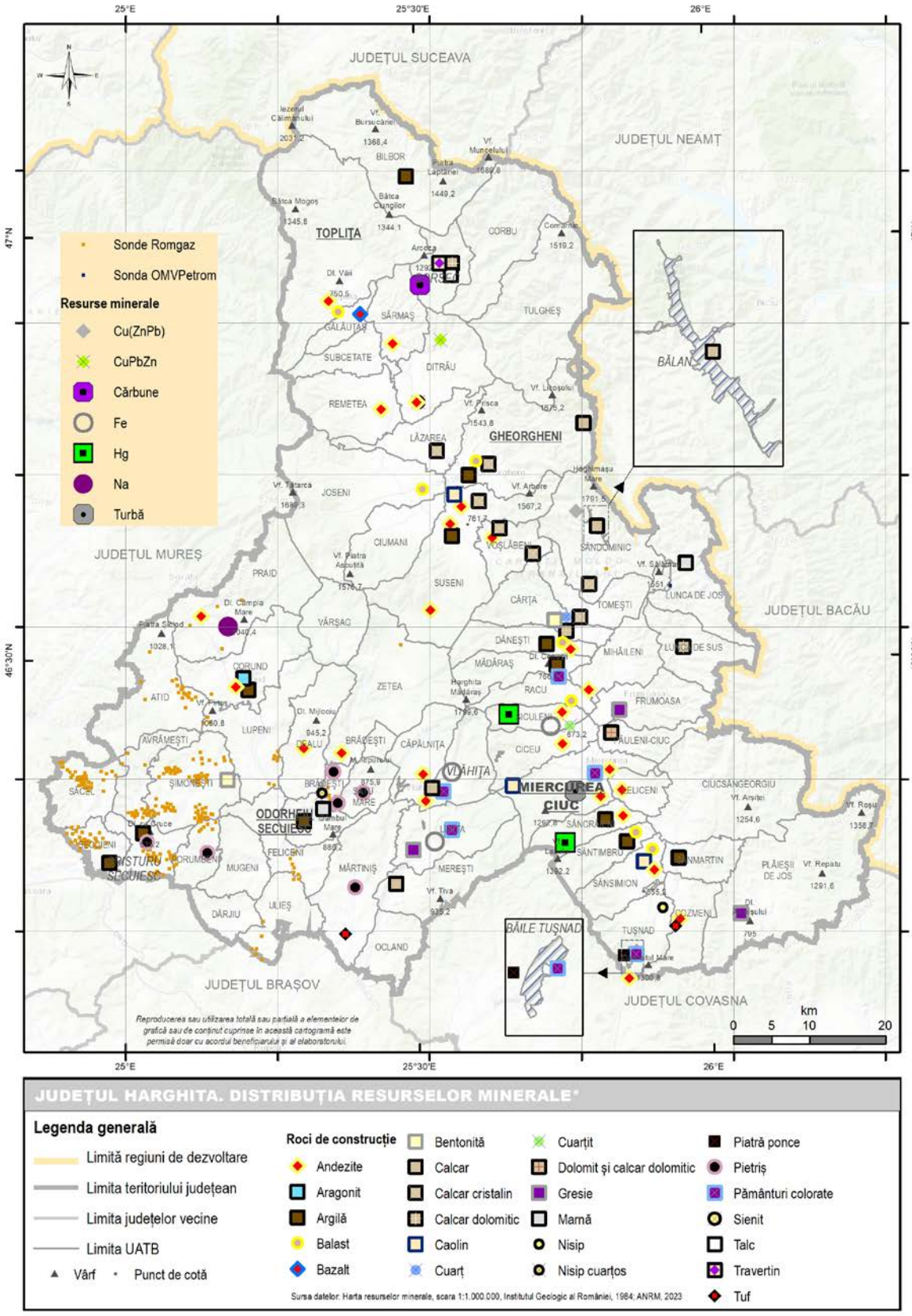
Tabel nr. 1: Resursele de roci utile din județul Harghita și distribuția lor la nivel de UATB

Roca utilă	UATB
Andezite	BĂILE TUȘNAD
	COZMENI
	SÂNSIMION
	SÂNCRĂIENI
	VLĂHIȚA
	MIERCUREA CIUC
	LELICENI
	CĂPÂLNIȚA
	MIERCUREA CIUC
	ZETEA
	DEALU
	CICEU
	SICULENI
	MIHĂILENI
	CORUND
	DĂNEȘTI
	PRAID
	SUSENI
	VOȘLĂBENI
	SUSENI
	SUSENI
	REMETEA
	DITRĂU

Roca utilă	UATB
	SĂRMAȘ
	TOPLIȚA
Aragonit	CORUND
Argilă	SECUIENI
	SÂNMARTIN
	SÂNTIMBRU
	CRISTURU SECUIESC
	ODORHEIU SECUIESC
	SÂNCRĂIENI
	CORUND
	MĂDĂRAȘ
	DĂNEȘTI
	SUSENI
	GHEORGHENI
	BILBOR
Balast	SÂNSIMION
	SÂNTIMBRU
	ODORHEIU SECUIESC
	RACU
	DĂNEȘTI
	JOSENI
	GHEORGHENI
	TOPLIȚA
	GĂLĂUȚAȘ
Bentonită	ȘIMONEȘTI
	CÂRȚA
Calcar	MEREȘTI
	VLĂHIȚA
	SÂNDOMINIC
	GHEORGHENI
Calcar cristalin	TOMEȘTI
	SÂNDOMINIC
	VOȘLĂBENI
	VOȘLĂBENI
	SUSENI
	GHEORGHENI
	LĂZAREA
Calcar dolomitic	LUNCA DE SUS
	CÂRȚA
	BORSEC
Caolin	SÂNSIMION
	MIERCUREA CIUC
	SUSENI

Roca utilă	UATB
Cuarț	CÂRȚA
Cuarțit	SICULENI
Dolomit și calcar dolomitic	PĂULENI-CIUC
Gresie	PLĂIEȘII DE JOS
	LUETA
	FRUMOASA
Marnă	ODORHEIU SECUIESC
	LUNCA DE JOS
Nisip	TUȘNAD
Nisip cuarțos	ODORHEIU SECUIESC
Pământuri colorate	TUȘNAD
	LUETA
	VLĂHIȚA
	MIERCUREA CIUC
	RACU
Piatră ponce	TUȘNAD
Pietriș	MĂRTINIȘ
	PORUMBENI
	CRISTURU SECUIESC
	BRĂDEȘTI
	SATU MARE
	BRĂDEȘTI
Sienit	DITRĂU
Talc	BORSEC
Travertin	BORSEC
Tuf	MĂRTINIȘ
	COZMENI

Sursa: Harta resurselor minerale, scara 1:1.000.000, Institutul Geologic al României, 1984



Cartograma nr. 2: Distribuția resurselor minerale

Sursa datelor: Harta resurselor minerale, Institutul Geologic al României, 1984, ANRM, 2023

Acestor resurse li se adaugă sarea, localizată în Subcarpații Târnavelor pe un aliniament orientat nord-sud, care se extinde de la Praid (dispusă sub forma unei structuri diapire a cărei dezvoltare pe verticală ajunge la aproape 1500 m) până la Sânpaul.

2.1.2.2. Resurse energetice

În cazul mineralelor purtătoare de energie (cărbuni, hidrocarburi) utilitatea lor economică derivă din utilizarea energiei acumulate în timpul formării lor.

Pe teritoriul județului Harghita sunt prezente câteva perimetre de exploatare a hidrocarburilor (gaze naturale), localizate pe teritoriul următoarelor UAT-uri: Atid, Avrămești, Brădești, Corund, Cristuru Secuiesc, Feliceni, Lupeni, Odorheiu Secuiesc, Porumbeni, Praid, Săcel, Sândominic, Secuieni, Șimonești, Ulieș și Zetea. Prezența lor se leagă de existența structurilor geologice în care ele sunt cantonate – domurile gazeifere, prezente în partea sud-vestică a județului.

Se adaugă zăcămintele de cărbune (cărbune xiloid, cu putere calorică redusă și dispunere în strate subțiri și discontinue) și turbă, prezente în arealele depresionare intramontane. Suprafețele ocupate de turbării este ridicată, însă valoarea lor energetică este foarte redusă.

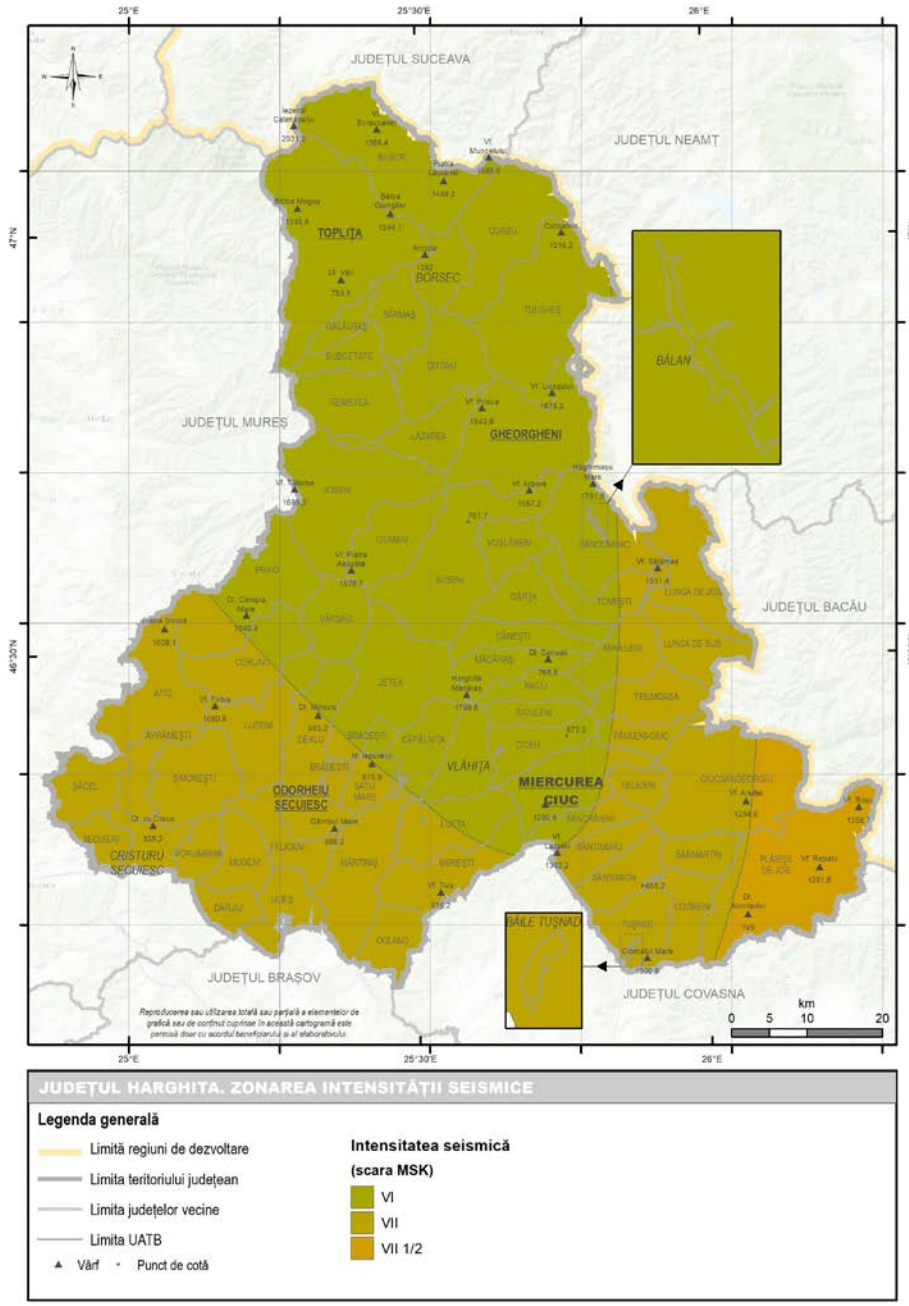
2.1.2.3. Resurse metalifere

Utilitatea lor derivă din folosirea metalului conținut de mineralul – resursă. Din această categorie fac parte cuprul (asociat spațial cu zonele de contact dintre zona vulcanică și cea sedimentară și combinat frecvent în zăcământ împreună cu plumbul și zincul) (prezent în UAT-urile Ditrău și Sândominic), mercurul (Sâncrăieni și Siculeni), dar mai ales fierul (siderite), prezent la Lueta, Vlăhița și Siculeni.

Cu privire la zăcămintele de fier de pe teritoriul județului Harghita, se remarcă faptul că ele sunt legate de procesele metalogenetice asociate ciclului alpin, ca rezultat al proceselor magmatice, originea mineralizațiilor ferifere fiind hidrotermal-metasomatică. Minereul sideritic – limonitic are un conținut de fier cuprins între 18 și 35% (Mihail, 1977).

2.1.3. Caracteristici geofizice ale substratului

Conform Zonării seismice – Macrozonarea teritoriului României (ISR 11100/1, 1993), teritoriul național se împarte în macrozone cu intensitatea seismică 6, 7, 8 și 9 grade, stabilite pe baza informațiilor ce acoperă o istorie seismică de aproximativ 1000 de ani (în special din ultimii 200 de ani) și pe înregistrări seismice realizate de Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Fizica Pământului. Conform SR 11100/1/1993 și Normativului P100/1/2013, macrozonarea sesimică se raportează la suprafața terenului liber, pentru condiții de teren mediu (pachet geologic superficial cu viteza de propagare a undelor S de 300-500m/s). Conform poziției geografice a județului Harghita în cadrul teritoriului național, pe suprafața județului sunt prezent zone aparținând la trei macrozone seismice: VI, VII, VII ½. În concordanță cu poziționarea teritoriului județean față de principalele linii tectonice (Falia Bistriței, Falia Trotușului, Falia Sfântu Gheorghe, Falia Capidava) și zone seismice din România, județul Harghita este caracterizat de existența unor zone cu seismicitate medie și medie-înaltă.



Cartograma nr. 3: Zonarea intensității seismice pe teritoriul județului Harghita

Sursa: Zonarea seismică – Macrozonarea teritoriului României, ISR 11100/1, 1993

Principalele zone seismice din proximitatea județului Harghita sunt (INCD-FP, 2023):

- VR (Vrancea) și EV (Est-Vrancea) este poziționată în zona de contact a trei unități tectonice – Placa Est-Europeana, subplaca Intra-Alpină și subbplaca Moesică, ceea ce îi conferă o complexitate ridicată. Cea mai intensă activitate este manifestată în cadrul a două domenii de adâncime: 80-100 km și 120-160 km. Cele mai puternice cutremure înregistrate în secolul XX s-au produs atât în domeniul superior (Mw 7,4 în anul 1977) și în cel inferior (Mw 7,7 în anul 1940). Conform datelor INCD – Fizica Pământului, rate de producere a cutremurelor puternice în această zonă este între 1 și 6 evenimente cu magnitudine peste 7 în interval de un secol. Față de județul Harghita, această zonă seismică se află la cca 160 km.

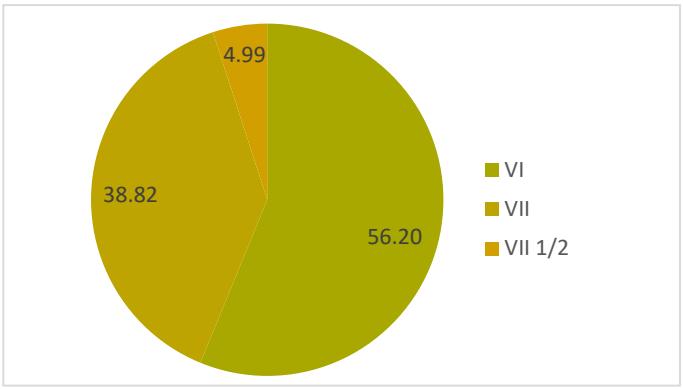


Figura nr. 4 Ponderea zonelor seismice pe teritoriul județului Harghita

Sursa: Zonarea seismică – Macrozonarea teritoriului României, ISR 11100/1, 1993

- FC (Făgăraș – Câmpulung) este poziționată în zona centrală și estică a Carpaților Meridionali. În cadrul acesteia sunt conturate două grupări de epicentre, una în est, una în vest, cea din urmă fiind caracterizată și de celele mai mari puternice șocuri crustale (cca. Mw 6, ultimul cutremur major s-a produs aici în anul 1916 – Mw 6,4). Față de județul Harghita, această zonă seismică se află la cca 140 km.

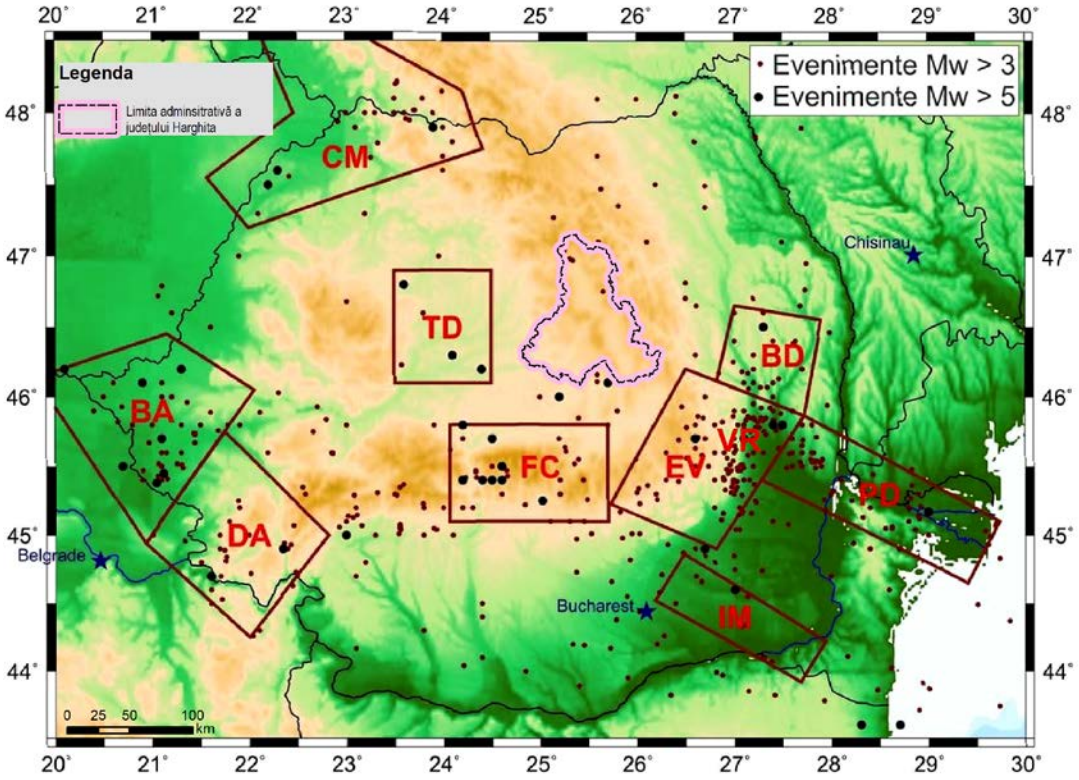


Figura nr. 3: Localizarea județului Harghita în raport cu zonele seismice de pe teritoriul României

Sursa: INCD-Fizica Pământului, 2023

- TD (Depresiunea Transilvaniei) caracterizată de lipsa aproape totală a activității seismice în prezent, dar cu raportarea pe baza unor documente istorice a câtorva cutremure cu Mw peste 5,5. Față de județul Harghita, această zonă seismică se află la cca 120 km.

- BD (zona Predobrogeană) este legată de existența faliei Sf. Gheorghe. Activitatea sesimică care caracterizează această zonă este moderată (Mw ≤5,3), în strânsă localizare cu falia menționată și cu câmpul extensional de deformare al acesteia. Față de județul Harghita, această zonă seismică se află la cca 135 km.

2.1.4. Hidrogeologia și resursele de ape subterane

„Apa subterană reprezintă apa acumulată în spaţiile dintre granule, aflate în conexiune, sau pe sisteme de fisuri, din diferite formaţiuni geologice. Aceasta formează acvifere, constituite din unul sau mai multe strate geologice cu o porozitate şi o permeabilitate suficientă care să permită fie o curgere semnificativă a apelor subterane, fie captarea unor cantităţi semnificative de apă" (ABA Mureș, Olt & Siret, 2022).

Identificarea şi delimitarea corpurilor de apă s-a făcut în concordanţă cu metodologia specifică de caracterizare a apelor subterane elaborată în cadrul INHGA, care a ţinut cont de prevederile Directivei Cadru a Apei 2000/60/EC.

Pe parcursul elaborării celui de-al doilea Plan de Management Bazinal al Administrațiilor Bazinale de Apă, a fost reactualizată delimitarea şi caracterizarea corpurilor de apă subterană prin includerea noilor date de cunoaştere (secţiuni hidrogeologice, grafice, hărţi ale utilizării terenurilor pentru fiecare corp de apă subterană în parte) rezultate din studiile elaborate din anul 2009 până în prezent.

Identificarea şi delimitarea corpurilor de apă subterană s-a făcut pe baza următoarelor criterii (ABA Mureș, Olt & Siret, 2022):

- geologic;
- hidrodinamic;
- starea corpului de apă:
  - chimică
  - cantitativă.

Delimitarea corpurilor de apă subterană s-a făcut numai pentru zonele în care există acvifere semnificative ca importanţă pentru alimentări cu apă şi anume debite exploatabile mai mari de 10 m^3/zi. În restul arealului, chiar dacă există condiţii locale de acumulare a apelor în subteran, acestea nu se constituie în corpuri de apă, conform prevederilor Directivei Cadru 2000/60 /EC.

Criteriul geologic, intervine nu numai prin vârsta depozitelor purtătoare de apă, ci și prin caracteristicile petrografice, structurale, sau capacitatea şi proprietăţile lor de a înmagazina apă. Au fost delimitate şi caracterizate astfel corpuri de apă de tip poros şi carstic-fisural (ABA Mureș, Olt & Siret, 2022).
Criteriul hidrodinamic acţionează în special în legătură cu extinderea corpurilor de apă. Astfel, corpurile de ape freatice au extindere numai până la limita bazinului hidrografic, care corespunde liniei de cumpănă a acestora, în timp ce corpurile de adâncime se pot extinde şi în afara bazinului.

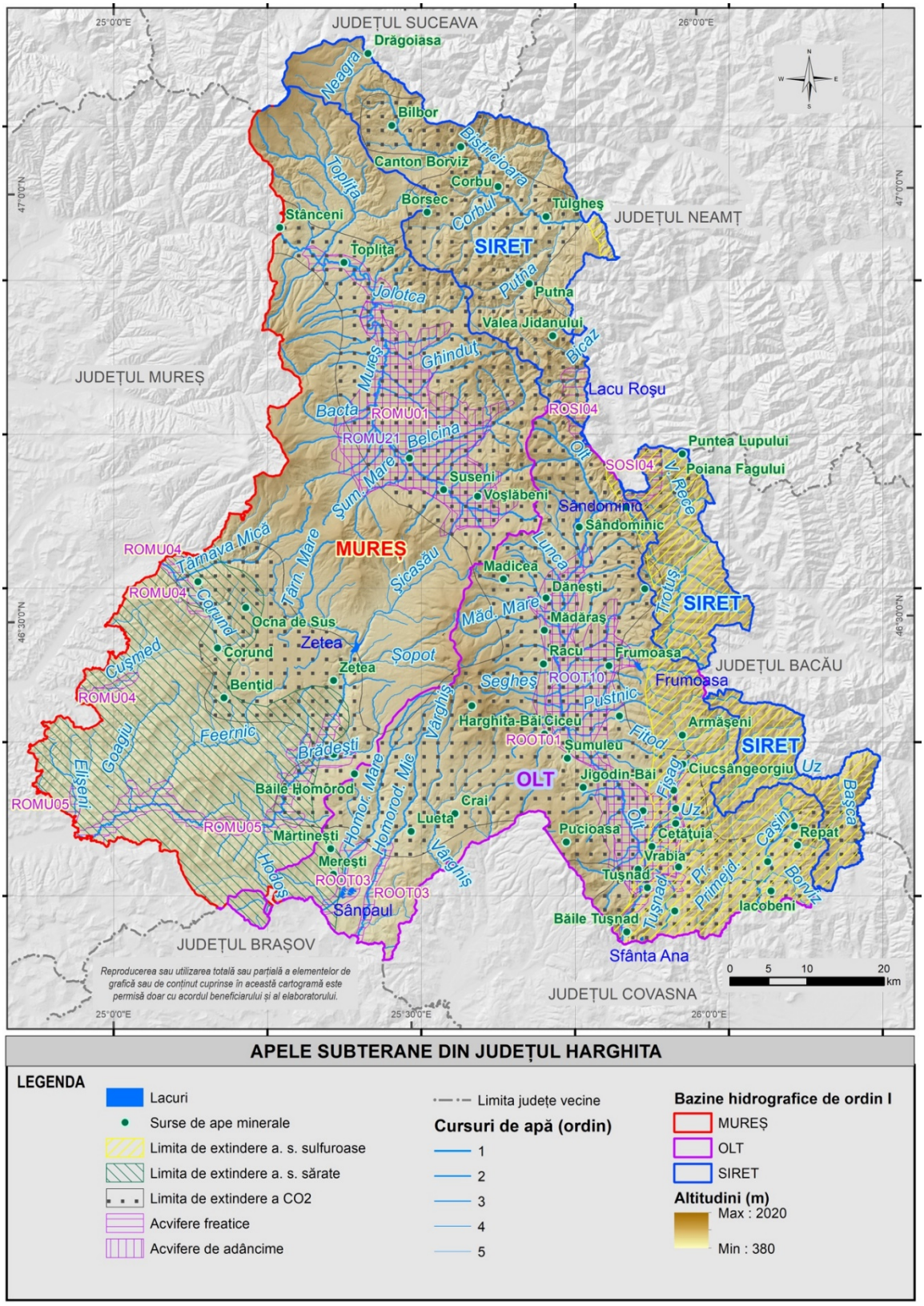
Starea corpului de apă, atât cea cantitativă cât şi cea calitativă, a constituit obiectivul central în procesul de delimitare, evaluare şi caracterizare a unui corp de apă subterană (ABA Mureș, Olt & Siret, 2022).

Tabel nr. 2: Caracteristicile corpurilor de apă subterană

Cod/nume	Suprafața totală (km^2)	Caracterizare geologică/hidrogeologică			Utilizarea apei	Surse de poluare	Grad de protecție globală	Transfrontalier/ țară
		Tip	Sub presiune	Grosime strate acoperitoare (m)				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ROMU01/ Depresiunea Gheorgheni	272	P	Nu	variabilă	PO, I	I, M	PM, PU, PVU	Nu
ROMU04/ Lunca şi terasele râului Târnava Mică	209	P	Nu	< 5	PO, I, A	I, M	PG	Nu
ROMU05/ Lunca şi terasele râului Târnava Mare	399	P	Nu	< 7	PO, I, A	I, M, D	PG	Nu
ROMU21/ Depresiunea Gheorgheni	312	P	Da	61,8-85,8	PO, I, A	M	PG, PVG	Nu
ROOT01 / Depresiunea Ciucului	276	P	Nu	5.0 - 10.0	P,I, AL	A	PM	Nu
ROOT03 / Munţii Perşani	264	F+K	Mixt	variabilă	P, AL,Z,I		PU, PVU	Nu
ROOT10 / Depresiunea Ciucului	306	P	Da	50.0-60.0	I,P		PG, PVG	Nu
ROSI04/ Munții Hăghimaş	160	F+K	Mixt	0/variabilă	-	-	PU, PVU	Nu

Sursa: ABA Mureș, Olt & Siret, 2022

Tip predominant: P-poros; K-karstic; F-fisural
Sub presiune: Da/Nu/Mixt
Utilizarea apei: PO - alimentări cu apă populaţie; IR - irigaţii; I - industrie; P - piscicultură; Z – zootehnie; A-agricultură; AL- alte utilizări
Surse de poluare: I - industriale; A - agricole; M - aglomerări
umane; Z - zootehnice, D – deșeuri
Gradul de protecţie globală: PVG - foarte bună; PG - bună; PM
- medie; PU - nesatisfăcătoare; PVU - puternic nesatisfăcătoare
Transfrontalier: Da/Nu



Cartograma nr. 4: Apele subterane din Județul Harghita

(Sursa: Harta topografică a României 1:25.000; Atlasul Geografic al României, 1980; Pricăjan, 1972; Pișota *et al.*, 1976; Makfalvi și Vifkori, 1979; Niță *et al.*, 2013).

Conform instituțiilor administratoare menționate, codul corpurilor de ape subterane (ex: ROMU01) are următoarea structură: RO = codul de ţară; MU= Administrația Bazinală de Apă Mureș; 01= numărul corpului de apă în cadrul acestei administrații.

Mai multe corpuri de apă subterană au fost delimitate în zonele de lunci şi terase ale diferitelor râuri aferente Județului Harghita, fiind dezvoltate în depozite aluvial – proluviale poros permeabile, de vârstă recentă, în special cuaternară. Fiind situate aproape de suprafaţa terenului, ele au nivel liber, după cum urmează (ABA Mureș, Olt & Siret, 2022).

2.1.4.1. Acviferele freatice

Corpul de apă subterană ROMU01- Depresiunea Gheorgheni. „În această depresiune intramontană, sedimentarului cuaternar îi aparţin depozitele aluvionare din luncă şi terase, constituite din nisipuri cu pietrişuri şi argile nisipoase, uneori şi cu bolovani (elemente de şisturi cristaline şi roci eruptive) în care a fost delimitat corpul de apă subterană freatică.

Grosimea acestor depozite este de 5-12 m, acoperite în zonele de terase cu depozite deluvial-proluviale: argile nisipoase sau nisipuri argiloase (ABA Mureș, 2022).

Întregul pachet de depozite holocen-pleistocen superioare care constituie acviferul freatic, repauzează pe formaţiunea vulcanogen – sedimentară (tufite, argile prăfoase nisipoase şi marne) de vârstă neogen – cuaternară.

Valorile conductivităţilor hidraulice (K) variază între 3 şi 35 m/zi, iar transmisivităţile între 30 şi 500 m2/zi.

Modulul mediu multianual al scurgerii subterane este de 3 – 7 l /sec/Km2 (ABA Mureș, 2022).

Acviferul din sectorul central al depresiunii, în legătură directă cu râul Mureş, este uşor ascensional, având o protecţie relativ bună, printr-un strat acoperitor puţin permeabil (argile şi silturi slab nisipoase) împotriva riscului poluării de la suprafaţă; în schimb acviferul cantonat în depozitele de terasă (proluvio-coluviale) care ocupă în proporţie de circa 60% întreaga depresiune, este cu nivel liber în care există un nivel mediu de protecţie naturală împotriva riscurilor de poluare de la suprafaţă, zona de aeraţie fiind constituită din nisipuri siltice şi silturi. Ca urmare, acest acvifer freatic poate fi considerat ca un corp acvifer cu o oarecare sensibilitate la poluare. Apa se încadrează în categoria bicarbonatată calcică-magneziană (ABA Mureș, 2022).

Resursele exploatabile sunt relativ reduse, astfel încât captările existente sau cele potenţiale ar trebui să fie optimizate şi monitorizate corespunzător, din punct de vedere tehnic, cantitativ şi calitativ.

Pe cursul superior al Mureşului, acviferul freatic este dezvoltat în depozitele aluvionare de luncă şi terasă, de vârstă pleistocen superior – holocenă, din Depresiunea Gheorgheni (ABA Mureș, 2022).

Din punct de vedere litologic, aceste depozite sunt alcătuite din nisipuri cu pietrişuri, uneori cu bolovăniş (elemente de şisturi cristaline şi roci eruptive), cu nivele de argile nisipoase. Grosimea acestora este de 5 – 12 m, iar în zonele de terasă sunt acoperite de depozite deluvial – proluviale, reprezentate prin argile nisipoase şi nisipuri argiloase.

Depozitele aluvionare repauzează peste formaţiunea vulcanogen- sedimentară de vârstă neogen – cuaternară.

Parametrii hidrogeologici au valori relativ scăzute, conductivitatea hidraulică variind între 3 şi 35 m/zi, iar transmisivitatea, între 30 şi 500 m2/zi (ABA Mureș, 2022).”

Corpul de apă subterană ROMU04 - Lunca şi terasele râului Târnava Mică. „Corpul de apă subterană freatică, de tip poros permeabil, este localizat depozitele aluvionare, de vârstă cuaternară, ale luncii râului Târnava Mică şi ale afluenţilor acesteia.

Caracterizarea acestui corp de apă a fost completată pe parcursul elaborării celui de-al 2-lea Plan de Management Bazinal (ABA Mureș, 2022).

Depozitele sunt alcătuite din nisipuri cu pietrişuri, mai rar bolovănişuri, cu nivele de argile şi argile nisipoase, cu aspect lenticular.

Orizontul acvifer are grosimi de 2-10 m, având un pat impermeabil alcătuit din marne şi argile, interceptat la adâncimi de 5-15 m. Cele mai mari grosimi, în jur de 10 m, se întâlnesc în regiunea Bălăuşeri-Bahnea-Seuca, în zonele centrale ale luncilor, sau în lunca din malul stâng al Târnavei Mari. Spre zonele marginale grosimile scad la 1-4 m.

Acoperişul stratului acvifer este reprezentat prin sol vegetal sau prin nivele de argile şi argile nisipoase siltice, cu grosimi de până la 5 m şi cu dezvoltare discontinuă (ABA Mureș, 2022).

Pe anumite sectoare depozitele aluvionare sunt colmatate, în proporţie variabilă, cu material fin, mâlos argilos.

Nivelul hidrostatic se găseşte la adâncimi de 1-5 m, orizontul acvifer freatic fiind în general cu nivel liber. Local, unde în acoperiş apar depozite argiloase siltice, nivelul este uşor ascensional.

Debitele specifice au valori de la sub 1 l/s/m, până la 5-6 l/s/m, iar coeficienţii de filtraţie de până la 40-50 m/zi. Valorile transmisivităţilor nu depăşesc 400-500 m2/zi.

Alimentarea corpului de apă se face în principal din precipitaţii, infiltraţia eficace având valori 31,5-63 mm/an (ABA Mureș, 2022).

Valea Târnavei Mici şi afluenţii acesteia drenează, în general, corpul de apă freatic. In imediata apropiere a râurilor nu este exclus ca mai ales în perioada de viituri, să aibă loc o inversare a fluxului subteran.

Depozitele aluvionare din lunca şi terasele râului Târnava Mică şi ale afluenţilor acesteia sunt alcătuite din nisipuri cu pietrişuri, mai rar bolovănişuri, la care se adaugă nivele de argile şi argile nisipoase, cu aspect lenticular.

Orizontul acvifer are grosimi de 2 – 10 m, având un pat impermeabil alcătuit din marne şi argile. Cele mai mari grosimi, în jur de 10 m, se întâlnesc în regiunea Bălăuşeri – Bahnea – Seuca, în zonele centrale ale luncilor sau în lunca din malul stâng al Târnavei Mici. Spre zonele marginale grosimile scad la 1 – 4 m. Acoperişul stratului acvifer este reprezentat prin sol vegetal sau prin nivele de argile şi argile nisipoase siltice, cu grosimi de până la 5 m şi cu dezvoltare discontinuă (ABA Mureș, 2022).

Pe anumite sectoare depozitele aluvionare sunt colmatate, în proporție variabilă, cu material fin, mâlos argilos.

Nivelul hidrostatic se găsește la adâncimi de 1 – 5 m, acviferul freatic fiind, în general, cu nivel liber. Local, acolo unde în acoperiș apar depozite argiloase siltice, nivelul este ușor ascensional.

Debitele specifice au valori de la sub 1 l/s/m până la 5 – 6 l/s/m, iar conductivitatea hidraulică de până la 40 – 50 m/zi. Valorile transmisivităţilor nu depăşesc 400 – 500 m2/zi (ABA Mureș, 2022).

Din punct de vedere chimic, apele sunt, în general, de tipul bicarbonato – sulfato (sau bicarbonato – cloro – sulfato) calcico – magneziene şi uneori sodo – calcice sau cloro - sodice.

Apele din componența acestui corp subteran sunt bicarbonatat-calcice- clorosodice-sulfatat magneziene. Ținând cont că alimentarea corpului de apă se face din acvifere cu geologie foarte variată probabil că chimismul corpului de apă este mult mai variat (ABA Mureș, 2022)."

Corpul de apă subterană ROMU05 - Lunca şi terasele râului Târnava Mare. „Corpul de apă subterană freatică, de tip poros permeabil, este localizat în depozitele de luncă şi terasă, de vârstă cuaternară, ale râului Târnava Mare şi ale afluenților acesteia.

Caracterizarea acestui corp de apă a fost completată pe parcursul elaborării celui de-al 2-lea Plan de Management Bazinal (ABA Mureș, 2022).

Orizontul acvifer freatic este cantonat în depozite cu granulometrie variată. In general, în sectorul din amonte de Mediaş se întâlnesc mai mult pietrişuri şi bolovănişuri în masă de nisipuri, în timp ce în aval de Mediaş predomină nisipurile. Local apar intercalaţii de argile şi argile nisipoase cu aspect lenticular.

Caracteristic este faptul că, pe anumite sectoare, depozitele aluvionare sunt colmatate, în proporţie variabilă, cu material fin, mâlos argilos.

Grosimea depozitelor variază de la 2 m la peste 10 m, cele mai mari valori întâlnindu-se în zona Mediaş. Ele se dezvoltă imediat sub solul vegetal, sau au în acoperiş un complex argilos siltic, având în general grosimi până la 7 m (ABA Mureș, 2022).

Patul stratului acvifer este alcătuit din marne sau argile, întâlnindu-se la adâncimi de la 3 la 16 m.

Nivelul hidrostatic se găsește la adâncimi de 1-5 m, orizontul acvifer fiind în general cu nivel liber. Local, unde în acoperiș apar depozite argiloase siltice, nivelul este ușor ascensional.

Debitele specifice au valori de la sub 1 l/s/m până la 4-5 l/s/m, coeficienții de filtrație au mărimi de ordinul zecilor de m/zi, iar transmisivităţile variază intre 200-400 m2/zi (ABA Mureș, 2022).

Alimentarea corpului de apă subterană se face în principal din precipitații, valoarea infiltrației eficace fiind de 31,5-63 mm/an.

Valea Târnavei Mari şi afluenții acesteia drenează, în general, corpul de apă freatic. In imediata apropiere a râurilor nu este exclus ca mai ales în perioada de viituri, să aibă loc o inversare a fluxului subteran.

Din punct de vedere chimic, apele subterane freatice sunt, cel mai frecvent, de tipul bicarbonato – sulfato (sau bicarbonato – cloro – sulfato) calcico – magneziene şi, uneori, sodo – calcice sau chiar cloro – sodice. Variaţia caracterului chimic al apelor este de la bicarbonatat calcic la sulfatat calcic sau clorosodic. Condițiile geologice şi hidrogeologice oferă condițiile generale existenţei unui corp de apă bicarbonatat calcică." (ABA Mureș, 2022).

Corpul de apă subterană ROOT01 - Depresiunea Ciucului. „Corpul de apă subterană ROOT01 Depresiunea Ciucului este freatic, de tip poros permeabil. Depresiunea Ciucului a rezultat pe de o parte prin înălţarea, datorită fenomenelor tectonice, a cristalinului din stânga Oltului, iar pe de altă parte, prin scufundarea unor compartimente şi aglomerarea rocilor eruptive şi a produselor vulcanice ale lanţului muntos Harghita.

În compartimentul nordic (Mădăraş) din lunca râului Olt, acviferul freatic (cu nivel liber) este constituit din depozite aluviale (nisipuri şi pietrişuri) cu granulometrie grosieră, puţin rulate.

Acestea se dezvoltă de la suprafaţă, având grosimi ce nu depăşesc 4 m, ceea ce le face vulnerabile la poluare (ABA Olt, 2022).

Nivelul piezometric se situează la adâncimi de 0,5-1,5 m. Transmisivităţile sunt de ordinul a 150-400 m2/zi, iar debitele specifice de aproximativ 3 l/s/m.

În compartimentul median al depresiunii (Miercurea Ciuc), depozitele aluvionare prezintă grosimi de 5-8 m. Nivelul piezometric mediu multianual se situează la 1-2 m adâncime. Potenţialul acvifer este de 1-3 l/s/m, pentru o conductivitate medie de 50 m/zi şi o transmisivitate de 350-400 m2/zi (ABA Olt, 2022).

În compartimentul sudic al depresiunii (Tuşnad) acviferul freatic se prezintă neuniform atât din punct de vedere al grosimii, pe ambele maluri ale Oltului, cât şi al compoziției litologice. În luncă depozitele permeabile cu grosime în jur de 5 m, sunt constituite din pietriș, și nisip, mai rar bolovăniș, iar în cuprinsul teraselor, unde grosimea cumulată a stratelor poate depăși 20 m, sunt formate din pietrișuri, nisipuri, nisipuri argiloase cu pietriș sau din nisipuri în masa cărora sunt prinse bucăţi de gresii sau marne. Nivelul piezometric este situat la adâncimi de 0,7-1,4 m în zona de luncă şi de circa 20 m în terase. Transmisivitatea are valori cuprinse între 50 m2/zi şi 400 m2/zi, acviferul având debite specifice de aproximativ 2 l/s/m. Apele corpului de apă sunt de trei tipuri: bicarbonat calcice, bicarbonatat magneziene şi sulfatat calcice.” (ABA Olt, 2022).

Corpul de apă subterană ROOT03 - Munţii Perşani. „Corpul de apă subterană din Munţii Perşani este mixt (freatic şi de adâncime), de tip fisural-carstic, fiind acumulat în conglomeratele şi calcarele cretacice din alcătuirea cuverturii post- tectonice Perşani.

Modulul scurgerii subterane a fost estimat la 3-5 l/s/km2, infiltraţia eficace la 94,5-157,5 mm/an, gradul de protecţie fiind nesatisfăcător. Conglomeratele şi calcarele acvifere sunt local neacoperite, local acoperite cu diferite tipuri genetice de depozite cuaternare (deluviale, fluviale, aluviale, eluviale, coluviale etc.) (ABA Olt, 2022).

Tipul de alimentare al corpului din Munții Perșani este pluvio-nival.

Descărcarea apelor subterane se realizează spre valea Oltului prin izvoare cu debite de 10 – 20 l/s.

Apele provenite din conglomerate şi calcare cretacice sunt bicarbonat calcice, mai mult sau mai puţin magneziene” (ABA Olt, 2022).

Corpul de apă subterană ROSI04 - Munţii Hășmaș. „În Munţii Hășmaș este acumulat acest corp de apă subterană de tip fisural-carstic, dezvoltat în depozite triasice, jurasice şi cretacice. Aceste depozite au fost afectate de orogeneza alpină, care a determinat formarea unui mare sinclinal, orientat N-S, în cadrul căruia apar ondulaţii axiale şi transversale. În general, depozitele triasic-cretacice sunt străbătute de numeroase falii şi fisuri care, alături de planele de stratificaţie şi golurile carstice, constituie căi de acces şi de circulaţie a apelor meteorice în masa rocilor (ABA Siret, 2022).

Succesiunea formaţiunilor mezozoice din Munţii Hășmaș este reprezentată prin: depozite triasice (dolomite şi calcare dolomitice, cu conglomerate şi gresii cuarţitice în bază), depozite jurasic inferioare (calcare şi gresii), depozite jurasic medii (conglomerate, gresii, calcare), depozite jurasic superior-cretacic inferioare (calcare) şi depozite cretacice (conglomerate, gresii şi marne, cu intercalaţii de calcare recifale la diferite nivele).

Izvoarele care se întâlnesc pe suprafaţa corpului de apă subterană, apar din depozitele triasic-cretacice au debite cuprinse între 0,5 şi 500 l/s. Apele subterane sunt bicarbonatat-calcice-magneziene şi au pH-ul cuprins între 7,3 şi 7,6 , duritatea totală între 10,5 şi 14 grade germane, mineralizaţia totală între 224,63 şi 319 mg/l, iar reziduul fix între 230 şi 300 mg/l (ABA Siret, 2022).

În Munţii Hăşmaşului îşi au obârşia Oltul (în partea de vest) şi Bicazul, în partea de est a acestora. Cel mai important, prin suprafaţa drenată şi prin debit, este râul Bicaz. La obârşie, acesta are numeroşi afluenţi: pe partea dreaptă, pârâul Hăşmaş şi pârâul Bicăjel; pe partea stângă: pârâul Licaş, pârâul Suhard, pârâul Cupaşelor şi pârâul Lapoş. De exemplu, pârâul Bicăjel, cu debit mediu în timpul verii de circa 1 m3/s, îşi adună apele din izvoarele „Trei Fântâni" şi „Izvorul Cald", în proporţie de cel puţin 50% (ABA Siret, 2022).

Dolomitele triasice, deşi sunt puţin solubile, datorită faliilor şi fisurilor permit acumularea apei, pe care o cedează prin izvoare. Debitul unor asemenea izvoare cu temperaturi de 7-8°C variază între 0,5-20 l/s (exemplu izv. Stânei de pe Pârâul Calului al cărui debit ajunge la 20 l/s). În masa calcarelor neojurasice şi eocretacice sunt descrise o serie de izvoare, după cum urmează (ABA Siret, 2022):

Izvorul Melekviz de tip exurgenţă şi resurgenţă, cu un debit de cca. 0,3 m3/s şi temperatura constantă a apei de 7°C;

Izvoarele Trei Fântâni, situate în Depresiunea Bicăjelului, se varsă prin trei emergenţe, au un debit de 0,5 m3/s şi temperatura apei de 6,5°C;

Izvorul Rece cu debite cuprinse între 5-15 l/s, are o temperatură a apei de 7-9°C;

Izvoarele din Hăşmaşul Negru şi Poiana Albă au debite în jur de 3-5 l/s şi temperatura apei în jur de 6 şi 7,5°C.

Există o constanţă a chimismului apelor din acest corp şi cu un caracter bicarbonatat calcic al acestora" (ABA Siret, 2022).

2.1.4.2. Acviferele de adâncime

Corpul de apă subterană ROMU21 - Depresiunea Gheorgheni. „Corpul de apă subterană de adâncime a fost pus în evidenţă în cadrul Depresiunii Gheorgheni, unde sub depozitele aluvionare şi proluvial-deluviale se dezvoltă o serie de sedimente care aparţin formaţiunii vulcanogen-sedimentare de vârstă neogen - cuaternar, constituită predominant din piroclastite andezitice şi, subordonat, produse terigene, depuse alternativ subacvatic şi subaerian. La anumite niveluri s-au evidenţiat şi curgeri de lavă, cu grosimi până la câţiva metri (ABA Mureș, 2022).

Formaţiunea vulcanogen-sedimentară are grosimi (în centrul depresiunii) de peste 700 m, aşa cum o dovedesc forajele geologice executate la Suşeni (703 m adâncime), Remetea (446 m adâncime), Nord Topliţa (313 m adâncime) şi Zencani (260 m adâncime).

Spre partea sud-estică a depresiunii, formaţiunea vulcanogen–sedimentară trece lateral la depozite terigene originare din rama cristalină. Forajul executat în centrul oraşului Gheorgheni indică pe o grosime de 60 m de la suprafaţă o alternanţă de nisipuri şi pietrişuri, cu argile şi argile nisipoase; de la 60 m până la 152 m predomină argilele, iar nisipurile şi pietrişurile fiind foarte rare. Cu totul sporadic s-au întâlnit şi strate subţiri de gresii (ABA Mureș, 2022).

În forajele hidrogeologice executate la Sărmaș și Ditrău, corpul de adâncime a fost interceptat în intervalul 61,8 – 276,62 m și este constituit din 8 – 10 strate acvifere, localizate în depozite vulcanogen – sedimentare. Debitul a oscilat între 0,6 l/s (pentru o denivelare de 31,5 m) la Sărmaș și 9,5 l/s (pentru o denivelare de 34,6 m) la Ditrău" (ABA Mureș, 2022).

Corpul de apă subterană ROOT10 - Depresiunea Ciucului. „Corpul de apă subterană este unul de adâncime, de tip multistrat, cu depozite granulare fine sau grosiere, cu nivel piezometric sub presiune (ascensional sau artezian).

În compartimentul de nord (Mădăraș) sunt puse în evidenţă 3 orizonturi acvifere, respectiv un orizont acvifer superior în formaţiuni vulcanogene, altul mediu în formaţiuni sedimentare şi unul inferior în formaţiuni cristaline (ABA Olt, 2022).

Complexul acvifer superior pus în evidenţă pe intervalul de adâncime 60-195 m se află sub presiune, nivelul piezometric ascensional fiind situat la 30 m adâncime, iar debitul ce se poate obţine este de 6 l/s pentru o denivelare de 20 m şi o transmisivitate redusă (35 m2/zi).

Complexul acvifer mediu este situat între 240-500 m, grosimea orizonturilor acvifere totalizând 170 m. Nivelul piezometric este situat la adâncimea de 34 m, iar transmisivitatea este de 60 m2/zi. Potenţialul acvifer nu depăşeşte 6 l/s pentru o denivelare de 18 m (ABA Olt, 2022).

Complexul acvifer situat la adâncimea de 500-585 m se manifestă artezian, transmisivitatea lui este de 200 m2/zi, capacitatea lui de debitare fiind de 30 l/s pentru o denivelare de 65 m, ceea ce reprezintă un debit specific de numai 0,5 l/s/m.

Din punct de vedere chimic, apele din primele complexe acvifere sunt potabile, in timp ce complexul inferior are un caracter de apa carbogazoasa (de tip alcalin cu CO_2) (SGA Harghita, 2023).

În compartimentul sudic al depresiunii (Sâncraieni) au fost puse în evidenţă două complexe acvifere: unul superior cantonat în formaţiuni vulcanogene şi altul inferior în depozite cretacice (marno-calcare cu diaclaze de calcit şi marne cenuşii cu intercalaţii de calcare grezoase).

Complexul acvifer superior, situat pe intervalul de adâncime cuprins între 50-75 m, prezintă un nivel piezometric situat la adâncimea de 4 m, transmisivitatea fiind de 20 m2/zi iar potenţialul de debitare de 5 l/s pentru o denivelare de 22 m (q = 0,25 l/s/m) (ABA Olt, 2022).

Complexul acvifer inferior, captat pe intervalul de adâncime cuprins între 90-125 m, prezintă un nivel piezometric ascensional situat la 5 m adâncime. Transmisivitatea este de 300 m2/zi, iar debitul rezultat la probele de pompare este de 6 l/s pentru o denivelare de 4 m. **Apa este sulfuroasă şi cu conţinut foarte ridicat de fier, ceea ce o face improprie alimentărilor cu apă pentru populaţie.** Rezultă că acviferul de adâncime din compartimentul sudic al Depresiunii Ciucului nu poate constitui o sursă de alimentare cu apă potabilă (SGA Harghita, 2023).

Acviferul cu nivel sub presiune, de medie adâncime, se dezvoltă până la adâncimea de aproximativ 70 m, fiind localizat în depozite de vârstă romanian superior – pleistocenă.

Acest acvifer este exploatat prin mai multe foraje executate în zonă (inclusiv forajele captării Sânsimion) şi este constituit din două sau trei orizonturi acvifere (ABA Olt, 2022).

Din punct de vedere litologic, depozitele ce cantonează acviferul de medie adâncime sunt alcătuite, în principal, din nisipuri cu pietrișuri, având granulometrii diferite, la care se adaugă, subordonat, nisipuri, de la fine până la grosiere, şi bolovănișuri. Orizonturile poros – permeabile sunt separate de nivele argiloase, de cele mai multe ori siltice şi/sau nisipoase.

Secţiunea hidrogeologică executată în zona Sânsimion arată frecvente variaţii laterale de facies, în sensul variaţiei grosimii nivelurilor argiloase, uneori până la efilare şi a variaţiei

granulometriei nivelurilor detritice, prin trecerea de la nisipuri la pietrişuri şi la bolovănişuri, în cadrul aceluiaşi orizont (îndinţări de facies) (ABA Olt, 2022).

O caracteristică foarte importantă a acviferului de medie adâncime este faptul că acesta se manifestă artezian, nivelul piezometric măsurat în forajele care captează acest acvifer (sub adâncimea de 2 – 22 m) situându-se, la execuţia forajelor, la aproximativ +4 m deasupra suprafeţei terenului.

Nivelul piezometric este artezian, la execuţia forajelor s-a situat la aproximativ +4,5 m deasupra cotei terenului. Filtrele sunt poziţionate pe intervalele de adâncime 21,5 – 36,5 m, 39,36 – 43,85 m şi 50 – 51 m. Debitul obţinut la pompările experimentale a fost de 22,2 l/s, pentru o denivelare de 1,5 m.

În Depresiunea Ciuc singura captare mai importantă existentă se află la Miercurea Ciuc, fiind constituită din 21 de puţuri, care exploatează orizonturile acvifere situate între 20-50 m adâncime. Volumul de apă captat este de 2418 mii m^3/an." (SGA Harghita, 2023).

2.1.4.3. Monitorizarea cantitativă a apelor subterane

„Programele de monitorizare a apelor subterane trebuie să furnizeze o imagine cât mai exactă asupra stării apei subterane în fiecare bazin hidrografic, pentru a detecta prezența tendințelor concentrațiilor de poluanți induse antropic pe termen lung. Acestea includ programe de monitorizare cantitativă și programe de supraveghere și operaționale a stării chimice" (ABA Mureș, Olt & Siret, 2022).

Tabel nr. 3: Elemente, parametri şi frecvenţe de monitorizare în programul de supraveghere şi operaţional - ape subterane

Elemente	Parametri	Frecvenţa*	
		Program supraveghere	Program operaţional
Elemente cantitative	H	2-120/an	2-120/an
	Q	2-12/an la (1-12) izvoare	2-12/an la (1-12) izvoare
Elemente fizico-chimice	oxigen	1-2/ an	2/an
	pH	1-2/an	2/an
	conductivitate	1-2/an	2/an
	azotaţi	1-2/an	2/an
	amoniu	1-2/an	2/an
	alcalinitate	1-2/an	2/an
	alţi nutrienţi (azotiţi, ortofosfaţi)	1-2/ an	2/an
	substanţe prioritare şi substanţe prioritar periculoase	1-2/ an	2/an
	poluanţi specifici neprioritari	1-2/ an	2/an
	alţi poluanţi şi parametri (inclusiv ionii majori)	1-2/ an	2/an

*Frecvenţa măsurătorilor de nivel la forajele reţelei hidrogeologice naţionale pentru apele freatice este funcţie de rezultatele analizei regimului de variaţie al acestora (la 3, 6 sau 15 zile).
Pentru forajele de adâncime frecvenţa măsurătorilor de nivel va fi trimestrială.
Pentru captările de apă potabilă frecvenţa va fi de 4 ori/an, monitorizându-se parametrii prevăzuţi de Legea 458/2002 privind calitatea apei potabile.

(Sursa: ABA Mureș, Olt & Siret, 2022)

„Monitorizarea cantitativă a corpurilor de apă subterană are ca scop principal validarea caracterizării şi a procedurii de evaluare a riscului de a nu atinge starea cantitativă bună, realizate în conformitate cu Art. 5 al DCA, la nivelul tuturor corpurilor de apă subterană. Pentru evaluarea stării cantitative a corpurilor de apă subterană, anual se efectuează observaţii şi măsurători ale nivelului hidrostatic (în cazul acviferului freatic) şi ale nivelului piezometric (în cazul acviferelor de adâncime) în forajele aparţinând Reţelei Hidrogeologice Naţionale." (ABA Mureș, Olt & Siret, 2022)

„Programul de monitorizare chimică este necesar pentru:

- validarea evaluărilor de risc: suplimentarea şi validarea procedurii de caracterizare şi evaluare a riscului de neatingere a stării chimice bune a apei subterane;
- clasificarea corpurilor de apă subterană: confirmarea stării tuturor corpurilor de apă subterană;
- furnizarea informațiilor pentru evaluarea tendințelor pe termen lung ale concentrațiilor poluanților, atât ca rezultat al variației condițiilor naturale, cât și ca rezultat al activităților antropice.

Programul de supraveghere se aplică în cazul tuturor corpurilor de apă subterană. În măsura în care, ca urmare a analizei realizate în cadrul programului de supraveghere, au rezultat depășiri la unii indicatori de poluare, corpul de apă fiind la risc de neatingere a stării bune, forajul respectiv va intra într-un program operațional (ABA Mureș, Olt & Siret, 2022).

Monitoringul operațional se concentrează asupra corpului de apă subterană ca întreg. Un program de monitorizare operațional este necesar pentru a se stabili:

- starea chimică a tuturor corpurilor sau grupurilor de corpuri de apă subterană determinate ca fiind la risc de a nu atinge starea bună
- prezența oricărei tendințe crescătoare pe termen lung a concentrației oricărui poluant induse antropogen

Poate fi, de asemenea, utilizat pentru a evalua eficienţa programelor de măsuri implementate pentru a restabili starea bună a unui corp de apă subterană sau inversarea tendinţelor crescătoare ale concentraţiilor poluanţilor" (ABA Mureș, Olt & Siret, 2022).

2.1.4.4. Apele minerale din Județul Harghita

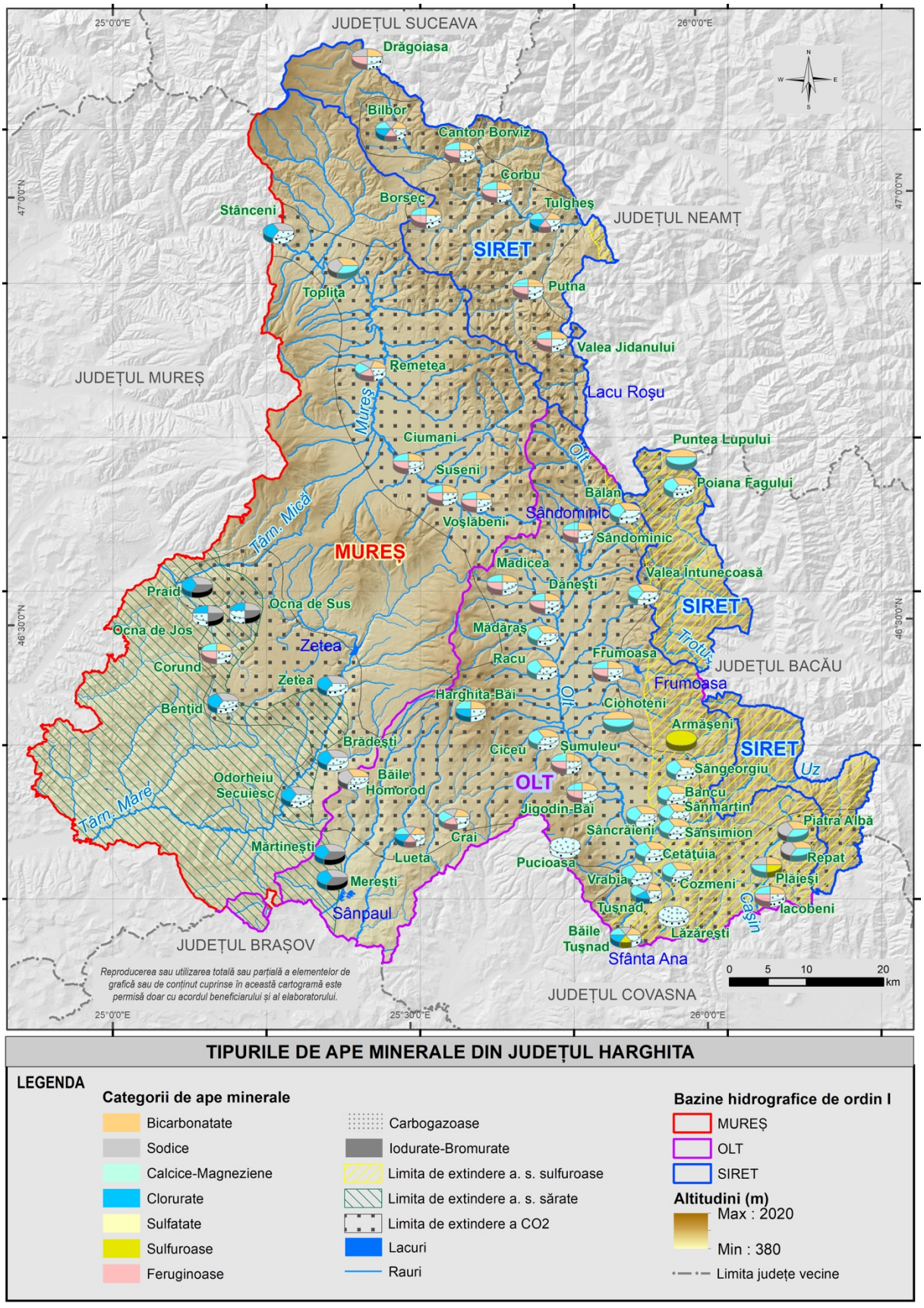
Datorită alcătuirii geologice complexe (vulcanic, cristalin și sedimentar) a județului Harghita teritoriul acestuia dispune de o largă gamă de ape minerale. Se identifică ape de tipul celor carbogazoase, alcaline, feruginoase, clorosodice, iodurate, sulfuroase sulfatate etc.

2.1.4.4.1. Categorii de ape minerale

Pe teritoriul județului sunt prezente trei categorii de ape minerale (Pricăjan, 1972; Pișota *et al.,* 1976; Makfalvi și Vifkori, 1979; Niță *et al.,* 2013):

Apele minerale sărate, sunt caracterizate de prezența ionilor de clor și sodiu, uneori și ai potasiului, bromului și iodului sau a borului, și prezintă în general, concentrații ridicate ale acestora (20-290 g/l). Unele ape sărate sunt legate de spălarea unor masive de sare din arealul subcarpatic, altele de spălarea unor săruri reziduale din formațiunile miocenului Carpaților Orientali. Ele apar și în unele areale ce limitează marginea flișului Carpaților orientali sau în zonele periferice ale bazinului transilvan unde în afara cutelor diapire pot însoți și zăcămintele de gaz metan (Pricăjan, 1972).

Mineralizarea acestor ape se produce fie prin spălare directă de către apele superficiale a aflorimentelor depozitelor salifere, fie prin levigarea acestor depozite în adâncime de către



Cartograma nr. 5: Tipurile de ape minerale din Județul Harghita

Sursa: Harta Topografică a României 1:25000, 1978-1982; Atlasul Geografic al României, 1980; Pricăjan, 1972; Pișota *et al*., 1976; Makfalvi și Vifkori, 1979; Niță *et al*., 2013.

apele subterane. De asemenea, apele minerale sărate apar și în depozite cuaternare situate direct pe depozitele de sare sau breccia sării (Pișota *et al.*, 1976).

Localizarea lor atât de consacrată pe teritoriul Județului Harghita vizează arealele de boltiri diapirice aferente ulucului depresionar Sovata - Praid - Corund, precum și în Bazinul Homoroadelor, fiind valorificate în diverse scopuri încă de la sfârșitul secolului XIX și începutul secolului XX, mai rudimentar sau mai avansat. Ca locații efective de prezență a apelor sărate pot fi menționate Localitățile Praid, Ocna de Jos, Ocna de Sus, Bențid, Zetea, Brădești, Odorheiu Secuiesc, Mărtinești, Merești etc (Pricăjan, 1972).

Apele minerale sulfuroase, au o răspândire mai restrânsă și sunt legate genetic de sulfații formațiunilor gipsifere din Miocenul Carpaților Orientali, din cele ale flișului și din cele ale cristalinului din aceeași grupă montană (Pricăjan, 1972). Prezența lor este mult mai rară comparativ cu celelalte două categorii majore de ape minerale (sărate și carbogazoase).

Apele minerale carbogazoase, reprezintă manifestări postvulcanice ale masivelor eruptive ale Călimanilor, Gurghiului și Harghitei. De altfel, există veritabile aureole mofetice dezvoltate pe larg la periferia acestor masive eruptive. În interiorul acestor aureole mofetice, apele minerale de diferite tipuri hidrochimice acumulate în formațiuni petrografice capătă caracter general carbogazos prin dizolvarea dioxidului de carbon. Datorită acestei caracteristici, ele primesc, adesea, un caracter mixt (carbogazoase sărate, carbogazoase sulfuroase etc.).

De altfel, cele mai multe locații indicate ca dispunând de resurse de ape minerale, semnalează prezența apelor carbogazoase (Pricăjan, 1972; Pișota *et al*., 1976; Makfalvi și Vifkori, 1979; Niță *et al.*, 2013).

Zona Subcarpatică, prevulcanică, alături de versantul Vestic al lanțului vulcanic, dispune de ape carbogazoase pe locațiile Ocna de Jos, Ocna de Sus, Corund, Bențid, Zetea, Brădești, Odorheiu Secuiesc, Căpâlnița, Băile Homorod, Vlăhița, Lueta și Crai, aflate în combinații hidrochimice în funcție de specificul local (bicarbonatate calcice, uneori clorurate, feruginoase). Același tipar se identifică și în alte areale cu particularități postvulcanice, precum și la nivel de bazine intramontane (conturul Masivului Ciomatu - Băile Tușnad, depresiunile Giurgeu și Ciuc - Ciumani-Suseni, Miercurea Ciuc, Sâncrăieni, Tușnad sat) (Pricăjan, 1972).

Zona cristalin-mezozoică oferă cele mai multe și bogate surse de ape carbogazoase din România, în general, și din județ, în particular, cu manifestări de origine mofetică. Apar două tipuri de zăcăminte, unele acumulate sub formă de complexe acvifere în fisurile rocilor masive (fisuri tectonice și zone de fisurație intensă din părțile superficiale alterate ale rocilor) - cazul izvoarelor din bazinul Bistricioarei, în special Tulgheș, cu debite reduse și altele în nivelele carstificate ale calcarelor cristaline dolomitizate - cazul zăcămintelor de la Borsec, Bilbor și, parțial, de la Mădăraș, cu debite însemnate și depuneri de tuf calcaros (Pișota *et al.*, 1976).

O particularitate a apelor din acest tip de zonă litologică este chimismul slab sau moderat, cu specific bicarbonatat calcic și feruginos (valorile ultimului parametru merg foarte sus - 0,04 g/l).

Zăcămintele bogate de la Borsec, Bilbor și Mădăraș au ape bicarbonatate calcice magneziene, cu mineralizații de 3-7 g/l, o concentrație de CO_2 de 2,4-3,1 g/l și un conținut redus de fier, la care se adaugă debite bogate (1-10 l/s) (Pricăjan, 1972).

Zona flișului, prezintă dizolvări ale CO_2 în diferitele tipuri hidrochimice (bicarbonatate calcice, clorosodice, sulfuroase sau sulfatate). Mineralizația totală a acestor ape este ridicată (1-5 g/l), cu o prezență cvasi-permanentă a caracterului clorosodic și debite de 0,1-1 l/s. Pentru Județul Harghita aceste particularități se evidențiază îndeosebi în extremitatea estică, în zona de contact cristalin-fliș, fliș-eruptiv sau în arealele cu dezvoltare extensivă a flișului (Pricăjan, 1972).

2.1.4.4.2. Apele minerale aferente aureolei mofetice a eruptivului Călimani-Gurghiu-Harghita

Referindu-ne la o zonă cu final mai recent de activitate vulcanică la scara geologică (1,8-5 milioane de ani - Cuaternarul inferior), un aspect, important de luat în considerare, este caracterul ușor termal al apelor minerale din județ.

În jurul zonei de eruptiv, apele pot avea și această caracteristică, identificându-se resurse de ape mezo- și hipotermale la Toplița (26°C), Miercurea Ciuc și Jigodin (18-21°C), Tușnad-sat în foraj și Tușnad-Băi (21°C), Corund (19°C), Praid (40°C), Băile Homorod (20°C) etc.

Manifestările solfatariene apar în Masivul Ciomatu, la Turia și la băile Pucioasa- Sântimbru, în partea se Sud a masivului Harghita (Pricăjan, 1972). Aceste emanații își lasă chimic amprenta în apele subterane din formațiunile eruptive, cristaline, de fliș și chiar sedimentare (miocene), atât în zona montană, cât și în cea subcarpatică, acolo unde ele există.

Pentru că emanațiile de CO_2 legate de sursele magmatice se resimt la zeci de km de acestea, folosind liniile de fracturare și fisurare a scoarței, în cadrul zonei de eruptiv menționate, numărul de izvoare minerale carbogazoase este mult mai mic decât în celelalte zone petrografice din județ. Eruptivului propriu-zis îi aparțin zăcămintele înșirate pe malul drept al Oltului, acumulate în depozite în depozite piroclastice la Madicea, Racul, Mădăraș-Ciuc, Miercurea Ciuc și Jigodin, precum și ivirile ce apar pe toți afluenții Oltului între Jigodin și Bixad. Acestora li se adaugă zăcământul de la Tușnad, acumulat în pachetul de piroclastite din stânga Oltului (Pricăjan, 1972).

Pe versantul vestic al Munților Harghita se identifică zăcămintele de la Vlăhița, Băile Homorod, Băile Crai, Lueta și Herculian, acumulate în aglomerate andezitice la adâncimi relativ mici (Pișota *et al*., 1976).

În afara zonei de eruptiv, apar zeci sau sute de iviri naturale de ape minerale, care pun în evidență existența unor importante și variate zăcăminte hidrominerale în formațiunile cristaline, de fliș cretacic, miocene, pliocene și cuaternare.

În zona cristalino-mezozoică, apele minerale carbogazoase au mineralizații reduse (maximum 4-5 g/l), cu un CO_2 în cantități variabile (0,7-2,5 g/l). Sunt de menționat aici cele 20 de surse de la Tulgheș, cele 15 de la Bilbor, unele cu debite de peste 2 l/s. Cel mai important zăcământ din acest areal este, însă, cel de la Borsec, localizat în calcarele dolomitice unde 18 surse naturale și foraje oferă o apă minerală de cea mai bună calitate, cu CO_2 liber de peste 2,5 g/l. Tot în zona calcarelor cristaline, sursele cu apă de calitate se continuă de la Mădăraș spre Voșlobeni și Izvorul Mureșului, fiind mascate de depozite geologice mai noi (Pricăjan, 1972).

În formațiunile de fliș, zăcămintele de ape minerale au o varietate chimică deosebită. În zona flișului intern, se găsesc cele mai multe surse de ape minerale, evidențiindu-se, chiar, o zonalitate a lor, în funcție de structura petrografică de circulație. Un aliniament de surse minerale se situează pe versantul vestic al Munților Bodoc, cu locațiile Ciuc-Sângeorz, Bancu, Sânmartin, Cosmeni, Lăzărești etc. Un al doilea aliniament vizează locațiile Piatra Albă, Repat, Plăiești, Iacobeni etc. În aceste formațiuni, debitele surselor variază de la 0,5 la 2,5 l/s.

În zona miocenă și pliocenă a Subcarpaților, în depozitele permeabile, apar mineralizații ridicate ale apelor și impregnări cu CO_2, pe o fâșie continuă de 10 km în vestul eruptivului. Locații mai semnificative pot fi menționate la Praid, Corund, Odorheiu Secuiesc, Lueta etc. (Pricăjan, 1972).

În bazinele intracarpatice, în depozite pliocene și cuaternare, sunt acumulate cantități importante de ape minerale, impregnate natural cu CO_2 (Pricăjan, 1972). Ele apar natural sau în urma forării și se identifică pe locațiile de pe linia Mureșului (Remetea, Ciumeni, Joseni,

Voșlobeni), pe linia Oltului (Mădăraș, Miercurea Ciuc, Jigodin, Sâncrăieni, Vrabia, Tușnad) etc.

2.1.4.4.3. Apele minerale aferente județului Harghita pe zone geografice

Apele minerale din zona mofetică a eruptivului Călimani-Gurghiu-Harghita se pot grupa pe bazine hidrografice, depresiuni sau bazinete intramontane etc. (Pricăjan, 1972).

A. Sectorul nordic al zonei mofetice, prezintă interes prin bazinul Bistricioarei, unde aproape fiecare afluent al acesteia are izvor cu apă minerală.

Sursele din zona Tulgheș (circa 30 de iviri de ape minerale), apar pe o serie de pârâuri (Bălajului, Rezu Mare, Diacul, Cibi, Mar, Bradului, Barașeului, Azod, Huian, Borviz etc.). Arealul fiind unul al cristalinului, sursele sunt foarte puțin generate de strate acvifere și mai mult de unele complexe acvifere localizate în fisurile rocilor masive (fisuri tectonice sau de alterație). Suprafețele de contact din interiorul cristalinului, precum și suprafețele de contact dintre fliș și cristalin au un rol esențial în circulația apei (Pricăjan, 1972).

Alimentarea apelor subterane din această zonă se face de pe suprafețe cu fisuri tectonice mari (origine vadoasă) sau prin alimentare locală, din depozite cuaternare, mineralizarea fiind, în acest caz, mai redusă. Prezența bromului în apele din vecinătatea flișului, are legătură cu circulația apei prin această categorie de roci. Temperaturile apelor minerale variază între 7 și 12°C, iar conținutul chimic indică o predominanță a calciului în detrimentul magneziului, cu CO_2 liber (combinații ale acizilor slabi cu baze alcalino-teroase). Pe lângă caracterul bicarbonatat calcic, se mai semnalează prezența frecventă a fierului (concentrații de până la 0,01-0,04 g/l), sodiului (1,05-0,8-0,002 g/l), manganului (0,004-0,001 g/l) (Pricăjan, 1972).

Destule surse minerale apar datorită traversării depozitelor cuaternare sau a celor proluviale din luncile râurilor de către apa în circulația sa, provenită din structurile cristaline.

Cele mai interesante surse sunt cele de pe Pârâul Prisecani și Pârâul cu Pește, ambele oferind și debite consistente, precum și ape bicarbonatate, calcice, feruginoase (3,6 g/l mineralizare și 2 g/l CO_2), respectiv carbogazoasă, bicarbonatată, sodică, calcică, magneziană (3,5 g/l mineralizare și 1,4 g/l CO_2 (Pricăjan, 1972).

Sursele de apă minerală din zona Borsec (Perla Carpaților), cunoscute și valorificate parțial din Evul Mediu, încântă turistul, dar și potențialul investitor, alături de conifere seculare, Vârful Făget, 7 Izvoare, Poiana Zânelor, masivul de tuf calcaros (travertin) cu cariera abandonată și Grota Ursilor (Pișota *et al*., 1976). Apa carbogazoasă identificată în 15 surse naturale și 5 foraje, are un gust plăcut și o bună stabilitate chimică.

Structura geologică a Depresiunii omonime este una complexă, regăsindu-se șisturile cristaline, calcarele cristaline și aglomeratele andezitice, care formează rama și soclul depresiunii, alături de calcare (roca magazin predominantă pentru apele minerale) și depozitele pliocene marno-grezoase și cele cuaternare (mai ales travertin), care acoperă consistent soclul. De altfel aceste tufuri calcaroase, aflate în conexiune directă cu apele minerale) au o extindere deosebită (1 km^2) și o grosime considerabilă în unele locuri (peste 60 m). Au și fost exploatate în una dintre cele mai mari cariere de travertin de la noi, situată în aval de Poiana Zânelor, multe construcții urbane din România beneficiind de placarea cu rocă ornamentală de Borsec (Pricăjan, 1972).

În acest areal cu ape minerale, aflat sub aureola mofetică post-vulcanică a eruptivului Călimanilor, există două categorii principale de acvifere.

Apele subterane din calcarele cristaline dolomitice, roci predominante în versantul nord-vestic al bazinului. Prin aceste structuri acvifere, pline de goluri și fisuri, apele subterane înregistrează o circulație foarte bună. Aceste ape își au originea prin infiltrații din bazinul pârâului Nadeș.



AMPLASAREA SURSELOR MINERALE DE LA BORSEC

LEGENDA

Cursuri de apă (ordin)

ORDIN

5

6

7

Foraje pentru apă minerală

Izvoare minerale

Limita de extindere a CO2

Figura nr. 5: **Amplasarea surselor de ape minerale de la Borsec**

Sursa date: Google Earth, 2023, Pricăjan, 1972; Pișota *et al*., 1976; Makfalvi și Vifkori, 1979; Niță *et al*., 2013

De-a lungul axei longitudinale a bazinetului Borsec-Băi se identifică o serie de surse minerale (7 Izvoare, Lobogo, Principal, Republica, Oșaroș, Horia, Cloșca, Crișan etc.).

Apele subterane mineralizate cu CO_2 cantonate în tuful calcaros. Dezvoltarea depozitelor de travertin de la Borsec este una deosebită, după cum s-a menționat anterior. Aceasta este pusă pe seama migrației și precipitării la rece a carbonatului de Calciu ($CaCO_3$) adus de către apa subterană, carbonat provenit din calcarele cristaline dolomitice descrise, deja (Pricăjan, 1972).

O caracteristică a filoanelor de circulație a apelor din blocurile de tuf calcaros este precipitarea carbonatului și colmatarea/închiderea lor, ceea ce explică dispariția unor izvoare (ex. Kosuth) și apariția apei în vecinătatea fostei surse. Atât capacitatea acviferului din tuful calcaros, cât și debitul filoanelor care transportă apa minerală la zi sunt inferioare resursei din calcarele cristaline dolomitice (Pișota *et al.,* 1976).

Dintre sursele apărute pe structura de tuf calcaros amintim: Kosuth 1 și 2, Petofi, Izvorul de picioare, Izvorul Carierei, izvorul Străvechi, linia de pe Rigola Borviz etc.

Conform datelor, apele de la Borsec sunt bicarbonatate, calcice, magneziene, cu mineralizație totală între 3,5 și 7 g/l și concentrație de CO_2 liber cuprinsă între 1,5 și 2,5 g/l, iar prezența fierului în cantități mici le conferă o pretabilitate excelentă pentru consumul uman (Pricăjan, 1972).

Sursele de apă minerală din zona Bilbor, au caracteristici apropiate de cele de la Borsec, întrucât și bazinetul de la Bilbor este din punct de vedere geologic similar. Aici apare o structură sedimentară constituită dintr-o alternanță de argile cenușii-vinete cu nisipuri, cu intercalații de argilă cărbunoasă și un strat de cărbune xiloid de 2,7 m grosime. În Nord-est, aceste sedimente se suprapun peste calcare cristaline iar în Vest peste depozitele de piroclastite (Pișota et al., 1976).

Cele 15 surse de apă minerală cunoscute se concentrează pe o suprafață relativ restrânsă, pe versanți sau structuri morfologice diferite: Izvorul Șașcă, Izvorul Hangan, Izvorul lui Stan Ion etc. (Bâtca Bilborului); Truță și Gh. Raită (Piciorul Bilborului); Izvorul Albu (versantul vestic); Izvoarele Vâlcănești (versantul nordic); Izvorul de pe Pârâul Borvizului; Izvoarele CFI Borviz de pe Valea Bistricioarei (Pricăjan, 1972).

Încadrarea hidrochimică a apelor minerale de la Bilbor este în categoriile celor bicarbonatate, calcice, magneziene, carbogazoase, cu un conținut ridicat de CO_2 liber (2,57-2,31 g/l).

Debitul mediu al surselor de la Bilbor variază între 0,1 și 0,225 l/s, mai bogat în cazul izvorului Șașcă și în partea estică a mamelonului de travertin (Cantonul Borviz).

B. Linia Mureșului, prezintă interes prin aparițiile de surse de apă minerală, facilitate de structura de pachete sedimentare consistente aferente Depresiunii Giurgeului (depozite pliocene și cuaternare constituite din piroclastite în alternanță cu depozite aluvionare) și contactului acesteia cu eruptivul Călimani-Gurghiu-Harghita și cu structura cristalino-mezozoică și de contact, aflate în aureola mofetică menționată (Pricăjan, 1972).

Depresiunea Giurgeului este un bazin intramontan de evidentă subsidență între structurile geologice menționate. Componența geologică detaliată a acesteia relevă existența șisturilor cristaline pe rama estică, continuate cu un masiv sienitic în Nord-Est și cu aceleași calcare cristaline până în sud, la Mădăraș. Rama vestică a depresiunii este organizată pe lave andezitice în jumătatea sudică și pe o fâșie îngustă de piroclastite în jumătatea nordică. Piroclastitele închid depresiunea în extremitatea nordică și calcarele cristaline în cea sudică (Pișota *et al.,* 1976).

De-a lungul cursului Mureșului există o cvasi-continuă apariție la zi a CO_2, care mineralizează parțial și apele freatice și generează mofete la Remetea, Joseni, Ciumani, Mureș-sat, Voșlobeni etc.

La Remetea refulările de tip mofetic, pe lângă ieșiri în unele pivnițe, produc efective barbotări cu CO_2 liber în apa râului, iar la Ciumani, pe lângă aceste ieșiri naturale în cursul de apă, întregul acvifer freatic este mineralizat cu CO_2 liber, ceea ce oferă posibilități de valorificare multiplă în perimetrul localității (Pricăjan, 1972).

În sudul Depresiunii Giurgeului, de asemenea, acviferele freatice sunt mineralizate cu același gaz în localitățile Mureș-sat, Chileni și în zona de luncă a localității Voșlobeni, în condițiile contiguității calcarelor cristaline. Acest lucru conferă posibilități importante de valorificare, datorită debitelor și hidro-chimismului specific.

Pe baza analizelor efectuate se poate stabili caracterul apelor din zonele menționate, care este unul bicarbonatat, calcic, magnezian și carbogazos, cu excepția unui foraj executat în Ciumani, unde s-a identificat și o ușoară nuanță clorosodică a apei (Pricăjan, 1972).

Mineralizația totală a apelor din depresiune variază între 0,41 (Mureș-sat) și 1,6 g/l (Remetea-Băi). Concentrația de CO_2 liber variază între 0,7 g/l în Ciumani și 1,7 g/l la Remetea în puț de exploatare. Ca tip hidrochimic, apele din depresiune se aseamănă mult cu cele de la Borsec (Pișota *et al.*, 1976).

C. Linia Oltului, pe teritoriul Județului Harghita este una dintre cele mai bine reprezentate în România, în ce privește potențialul hidromineral. Atât în bazinul Ciucului superior, cât și în cel al Ciucului inferior sau de-a lungul defileului de la Tușnad, ivirile de ape minerale carbogazoase sunt extrem de frecvente (Pricăjan, 1972).

Depresiunea Ciucului superior este un bazin intramontan ceva mai înalt și mai vălurit, din punct de vedere morfologic. Ape minerale carbogazoase, feruginoase cu concentrație sub 1 g/l și cu caracter hipotermal (circa 21°C) sunt puse în evidență în toate localitățile din vecinătatea municipiului Miercurea Ciuc, în structurile de depozite cuaternare.

În afara municipiului, localitățile Racu, Toplița-Ciuc și Jigodin sunt remarcate prin prezența surselor de apă minerală. Debitele la sursă sunt sub 0,1 l/s, conținutul de fier destul de ridicat și CO_2 liber în concentrație de sub 0,8 g/l.

În zona de alterare a lavelor andezitice de la Harghita-Băi mofetele puternice mineralizează apele subterane acumulate la nivele permeabile, conferindu-le proprietăți terapeutice pentru cură externă, ca și în cazul localităților Dănești și Jigodin. Debitele sunt sub 0,2 l/s la izvoarele din Dănești și are un caracter carbogazos bicarbonatat și puternic feruginos (Pricăjan, 1972).

Aureola mofetică a eruptivului Harghitei se extinde mult spre Est în bazinul Ciucului superior, pătrunzând adânc în formațiunile flișului. Rezultatul este existența surselor de apă minerală carbogazoasă clorurată de la Lunca de Sus.

Tot în bazinul Ciucului superior, la Mădăraș, în perimetru zăcământului de siderit, au fost identificate surse de apă minerală din aceeași categorie carbogazoasă bicarbonatată și puternic feruginoasă, cu caracter hipotermal, într-un puternic complex acvifer, disociat în trei strate acvifere de adâncime: un strat acvifer superior dezvoltat în complexul vulcanogen, unul mediu dezvoltat în calcarele cristaline și unul inferior dezvoltat în șisturile cristaline (Pricăjan, 1972).

Capacitatea de debitare a acviferelor de adâncime variază în funcție de granulația piroclastitelor și de gradul de fisurare a rocilor carbonatice cristaline. Cu excepția șisturilor cristaline și a tufurilor andezitice, în celelalte structuri apar debite importante ale surselor (34,3 l/s în sondă),

însoțite de emanații de CO_2 și, uneori, H_2S. Concentrația de CO_2 liber este foarte ridicată (3,1 g/l) (Pișota *et al*., 1976).

În Depresiunea Ciucului inferior după faza tectono-vulcanică de individualizare a eruptivului din Vestul bazinului, subsidența permanentă a facilitat colmatarea lui cu depozite fluviatile deltaice, provenite atât din eruptivul din Vest, cât și din flișul din Est, care închid bazinul pe cele două laturi (Pricăjan, 1972).

Trei aliniamente de ape minerale, orientate pe direcție Nord-Sud, au fost identificate: aliniamentul estic, cu surse minerale ivite pe fiecare vale ce coboară versantul vestic al Munților Bodoc, între Armășeni și Lăzărești; aliniamentul central, care urmărește cursul Oltului, unde apar și cele mai multe izvoare; aliniamentul vestic, cu surse de apă minerală, pe văile ce drenează versanții vestici ai eruptivului Harghitei.

Aliniamentul estic, este caracterizat, la rândul lui, de două tipuri de ape minerale: sulfuroase (Armășeni), cu debit de 0,09 l/s, cu o linie de apariții; carbogazoase, uneori sulfuroase, de la Silard, Meneșag și complexul Ciuc-Sângeorgiu și Turia. În cadrul complexului menționat pot fi amintite numeroase locații de apariție a surselor din a doua categorie: Ciuc-Sângeorgiu (carbogazoase calcice magneziene), Bancu (carbogazoase bicarbonatate calcice magneziene feruginoase - 60 l/h), Sânmartin (aceleași caracteristici hidro-chimice și debite de 50 și 60 l/h), Ciocani (carbogazoase ușor sulfuroase bicarbonatate alcaline calcice magneziene), Cozmeni (60 l/h și ape bicarbonatate, calcice, magneziene sulfuroase), Lăzărești cu două locații (pârâul Tușnad, 17 surse carbogazoase, bicarbonatate, calcice, magneziene, sulfuroase, uneori clorosodice cu 40-100 l/h și puternice barbotări cu CO_2 liber și, uneori, H_2S; pârâul Hipatac, cu 5 surse minerale, 60-100 l/h, ape bicarbonatate calcice magneziene, uneori sulfuroase, uneori ușor clorosodice) (Pricăjan, 1972).

Din cauza complexității petrografice cu ponderi importante ale sedimentarului, inclusiv fliș, depozite cuaternare, de la periferia vestică a Munților Bodoc, s-au format importante depozite deluvial-proluviale, care permit infiltrarea masivă a apei meteorice și diluarea celor minerale existente. În formațiunea de fliș, apar frecvent, în surse și mofete umede sau uscate degajări importante de H_2S.

Ionul Fierului se află, și el, în concentrații ridicate (0,01-0,07 g/l), Sodiul este prezent la apele care apar din fliș - spălarea gresiilor (Lăzărești), Calciul înregistrează concentrații de 0,25-0,6 g/l, iar Magneziul 0,08-0,1 g/l, din același complex grezos menționat în cazul Calciului (Pricăjan, 1972).

Aliniamentul central, dezvoltat cvasi-integral în lunca Oltului, din dreptul localității Sâncrăieni până la ieșirea din județ, este caracterizat de apariția masivă a surselor minerale, precum și de barbotări cu CO_2 liber în apa râului, la contactul morfologic dintre luncă și penultima terasă a acestuia. Valorificarea multora dintre ele este dificilă sau imposibilă, întrucât se situează în limitele ariei inundabile, frecvent, a Oltului.

Zăcământul de ape minerale de la Sâncrăieni este unul special și de capacitate, fiind format într-un acvifer freatic din depozitele cuaternare aferente teraselor și luncii Oltului și din trei strate acvifere de adâncime cuprinse în orizonturile permeabile ale Pliocenului, Eruptivului și în partea superioară a Cretacicului inferior. Orizonturile succesive exploatate se desfășoară sub adâncimea de 5 m, între 14 și 44 m, între 47 și 75 m și între 91 și 97 m (Pricăjan, 1972).

Aliniamentul vestic, include sursele apărute pe afluenții de dreapta ai Oltului, care drenează versantul vestic al Munților Harghita. Structura de piroclastite face posibilă acumularea unor cantități apreciabile de ape subterane minerale, cu un conținut ridicat de fier, cu valorificare dificilă în consum.

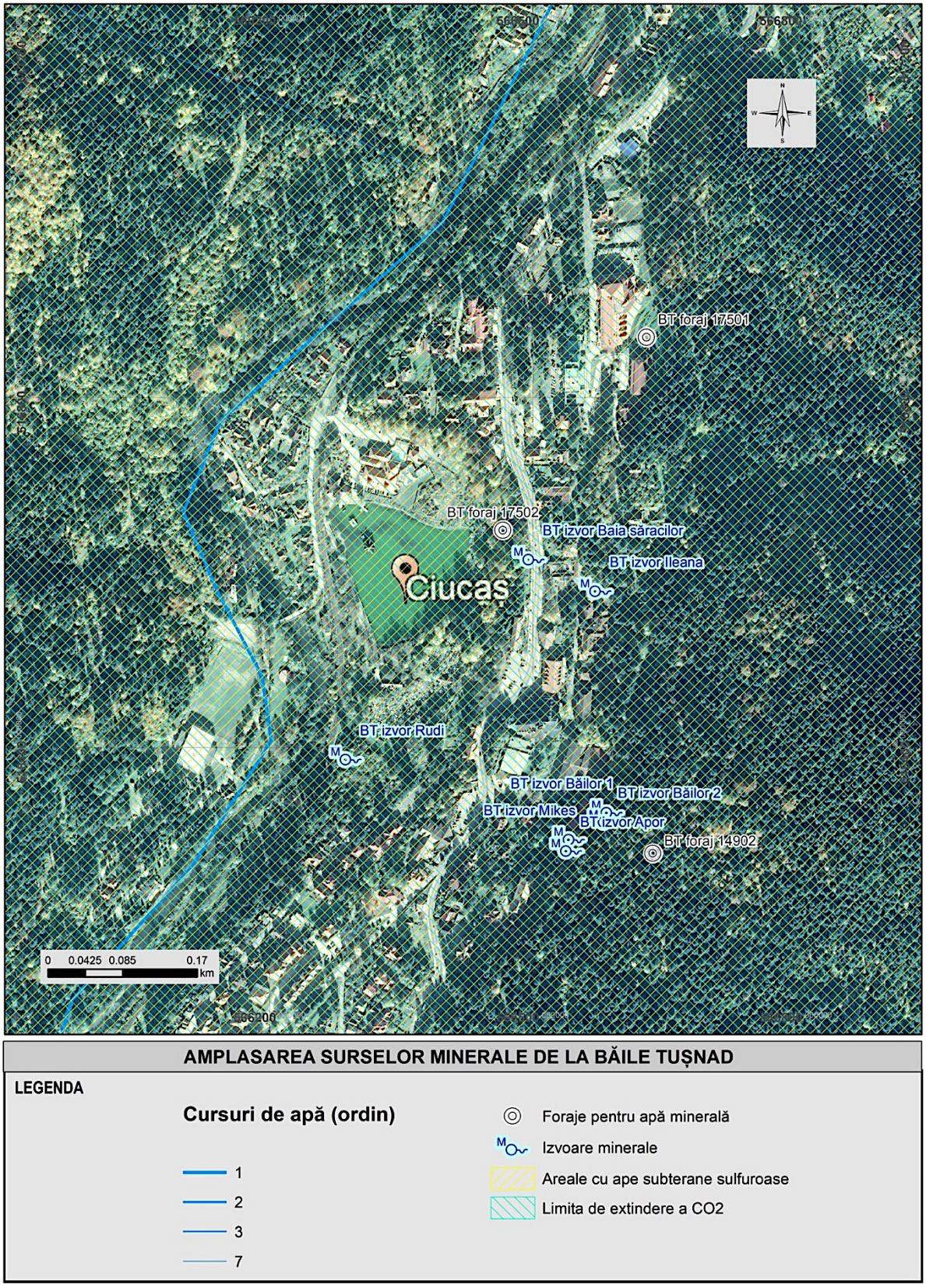


Figura nr. 6: Amplasarea surselor minerale de la Băile Tușnad

Sursa date: Google Earth, 2023; Pricăjan, 1972; Pișota *et al*., 1976; Makfalvi și Vifkori, 1979; Niță *et al*., 2013

Localitatea Pucioasa-Sântimbru este una reprezentativă pentru caracteristicile menționate, având izvoare cu ape carbonatate și manifestări ale mofetelor și solfatarelor folosite și pentru cură balneară. Mineralizațiile sunt scăzute, cu un total mediu de 0,17 g/l, iar CO_2 liber se află la valori de 0,13 g/l (Pricăjan, 1972).

Băile Tușnad, amplasat în zone de defileu a Oltului reprezintă o altă locație de excepție, atât din punct de vedere peisagistic, cât și al apelor minerale.

Gazul carbonic generat de eruptivul harghitean impregnează în mod natural apele subterane, care capătă și o mineralizare mai ridicată datorită formațiunilor de fliș cretacic situat sub formațiunile vulcanogene de cuvertură și dă izvoare cu ape carbogazoase și mofete de CO2 uscat.

Apele minerale din izvoarele situate la Vest de Olt sunt carbogazoase, bicarbonatate, calcice, cu o mineralizare redusă (0,2 g/l), derivată dintr-o circulație subterană activă scurtă.
Apele minerale de la est de Olt sunt ușor clorosodice, cu o mineralizare superioară (5 g/l) și un caracter mezotermal.
Zăcământul de ape minerale carbogazoase de la Tușnad-Băi se exploatează prin mai multe surse (Stănescu, Ileana, Mikeș, Apor, Rudi și izvorul Băilor Calde (Pricăjan, 1972).

D. Zona vestică a aureolei mofetice, este delimitată prin ivirile de ape minerale carbogazoase de la Praid, Corund, Odorheiu Secuiesc și Homorod.

Bazinetul Praid-Corund, din Subcarpații Transilvăneni, găzduiește ape carbogazoase în cele două locații, la care se adaugă cele de la Ocna de Jos, unde apar sub formă de izvoare naturale. La Praid, acestea au și un dublu caracter clorosodic și termal.

La Odorheiu Secuiesc, în sudul localității, apare o linie de izvoare clorosodice, ivite din nisipuri miocene și cu interferențe ale depozitelor de gaz degradate, având și caracter calcic, magnezian, bromurat, iodurat și uneori bicarbonatate și sulfuroase, ceea ce confirmă efectul aureolei vulcanice a eruptivului harghitean (Pricăjan, 1972).

În nordul aceluiași municipiu, se află sursele de la Băile Seike, cu ape minerale din depozite sarmațiene, cu caracter clorosodic și conținut variabil de gaze (metan). De asemenea, la caracterul hidrochimic se mai adaugă cele de bicarbonatate, calcice, magneziene și un conținut de CO_2 liber de 0,21 g/l (Pișota *et al.,* 1976).

La Homorod, pe versantul estic al Munților Harghita, există surse de apă minerală carbogazoasă, clorosodică, feruginoasă, cu o mineralizare totală de 2,4 g/l., iar debitele se situează în jurul valorii de 0,1 l/s, cu ape mineralizate din depozitele de piroclastite. Sodiul este legat de Miocenul Transilvan, având proporție ridicată (Pricăjan, 1972).

E. Apele sărate muriatice periferic Transilvane, sunt date de acele saramuri (soluții haline) constituite, în general, pe arealele de apariție a diapirului salifer la zi sau în vecinătatea suprafeței topografice. Ele se regăsesc în structurile sofisticate ale Subcarpaților Transilvăneni, la periferia imensului bazin omonim intracarpatic.

Sursele de la Homorod apar sub forma unor izvoare de tipul clorosodic, sulfatat și bicarbonatat, fiind însoțite uneori de manifestări de tip vulcani noroioși (specifice arealelor cu manifestări gazeifere).

Apele minerale de la Sărata Odorheiului Secuiesc, provin din nisipuri miocene fine, care au o cuvertură de conglomerate de vârstă pliocenă. Caracterul hidrochimic al apelor este clorosodic, calcic, magnezian, bromurat, iodurat, uneori bicarbonatat și sulfuros.

Apele minerale de la Praid, au un caracter hidrochimic clorosodic, iodurat, bromurat și termal, fiind interceptate ape cu temperaturi de 50°C în foraje de mare adâncime (Pricăjan, 1972).

2.2. Relieful și unitățile fizico-geografice

Așa cum s-a arătat în cadrul analizei substratului geologic, teritoriul județului Harghita se suprapune pe structuri aparținând orogenului carpatic și bazinului depresionar transilvan. Relieful asociat acestor unități structurale poartă amprenta factorului petrografic, a celui structural, precum și a factorilor modelatori care au acționat asupra substratului.

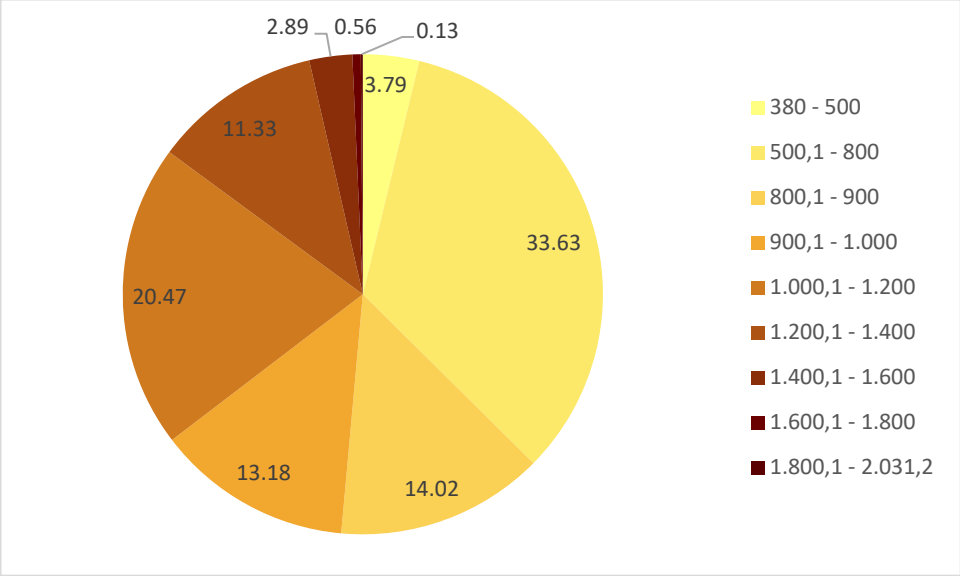


Figura nr. 7: Ponderea treptelor hipsometrice în județul Harghita

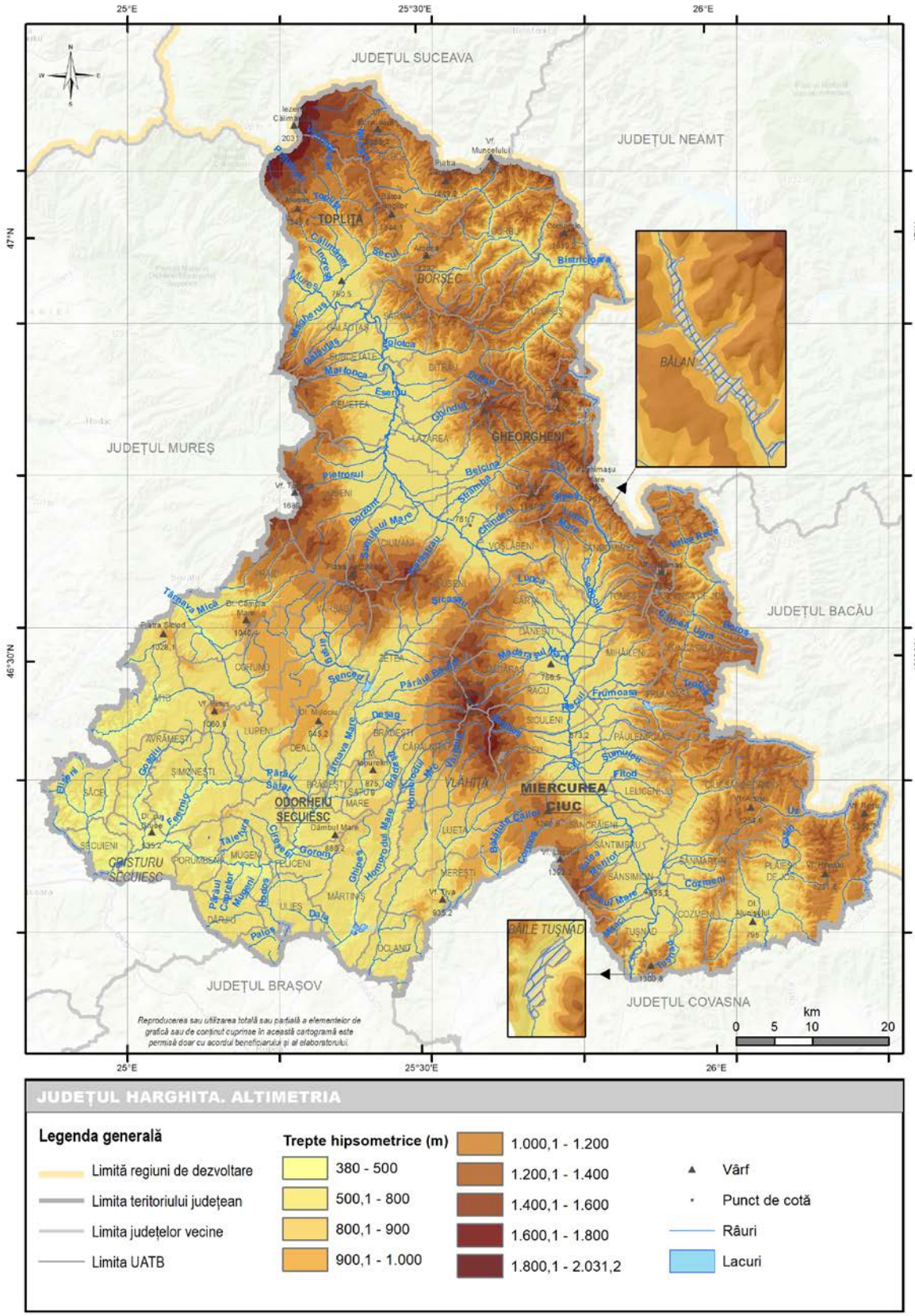
Sursa: Autorii

Analiza ponderii treptelor hipsometrice relevă faptul că treapta cu cea mai consistență pondere este cea cuprinsă între 500 și 800 m altitudine (33,63%); pe poziția secundă din punct de vedere al ponderii se situează treapta de 1000 și 1200 m altitudine, care ocupă 20,47% din teritoriul județului, după care urmează cu ponderi comparabile treptele de 800 -900 (14,02%), respectiv 900 – 1000 m (13,18%) și treapta de 1200-1400 m (11,33%); celelalte trepte hipsometrice au ponderi sub 4%. Astfel, se constată faptul că 62,58% din teritoriul județului este încadrat în treapta altimetrică de peste 800 m, în timp ce treptele altimetrice cuprinse între 380 și 800 m altitudine dețin 37,42% din teritoriu. Altitudinea medie a reliefului în județ este de 914,3 m

Caracteristicile rezultate din interferența condiționărilor menționate și din distribuția treptelor altimetrice permit delimitarea a două mari unități fizico-geografice: zona montană și zona deluroasă.

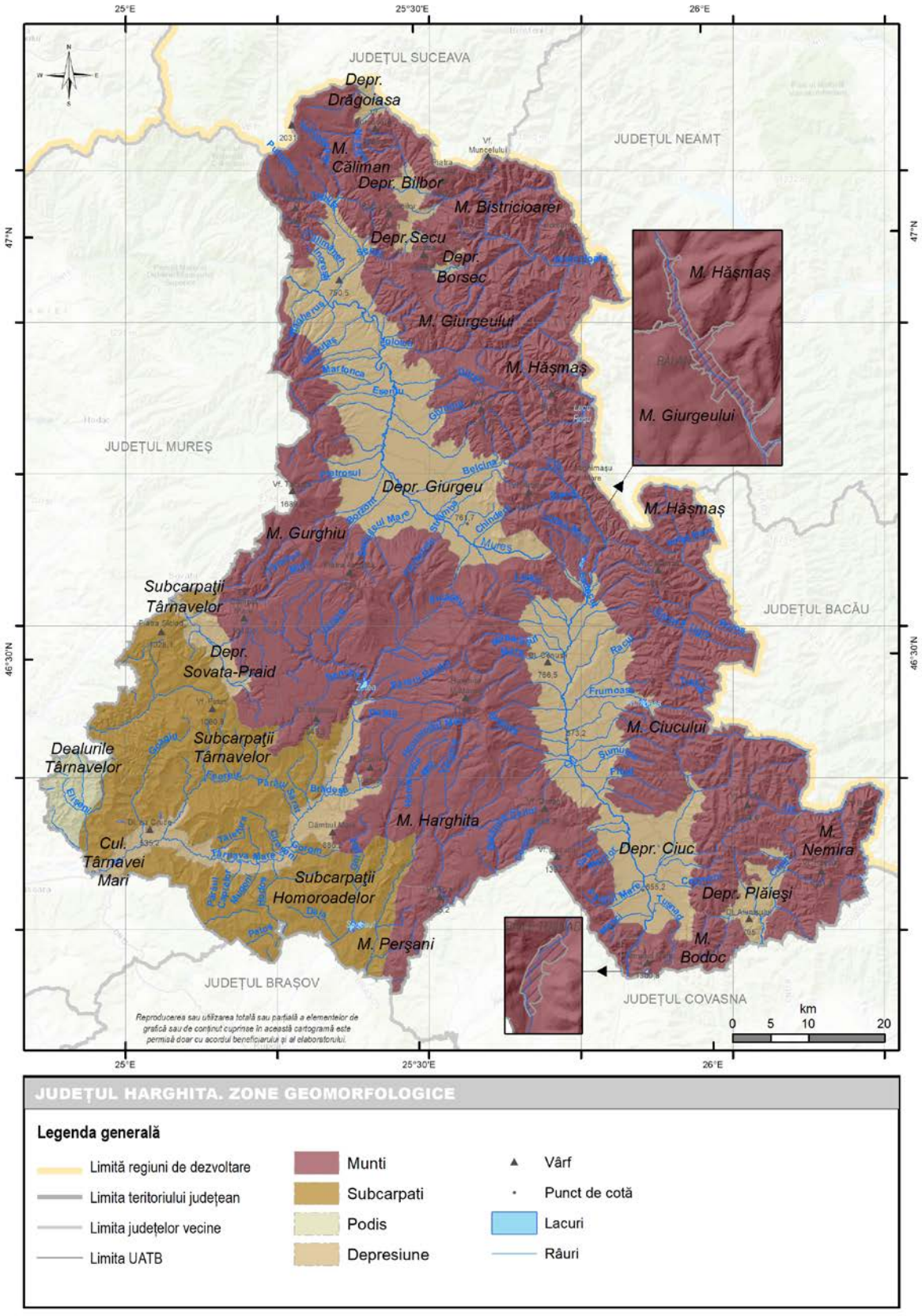
2.2.1. Zona montană

Aceasta cuprinde subunitățile de relief care se suprapun orogenului carpatic, începând de la compartimentul montan vestic – lanțul vulcanic Căliman – Gurghiu – Harghita, continuând cu subunitățile montane din partea central-estică a județului (munții Bistricioarei, Giurgeului,



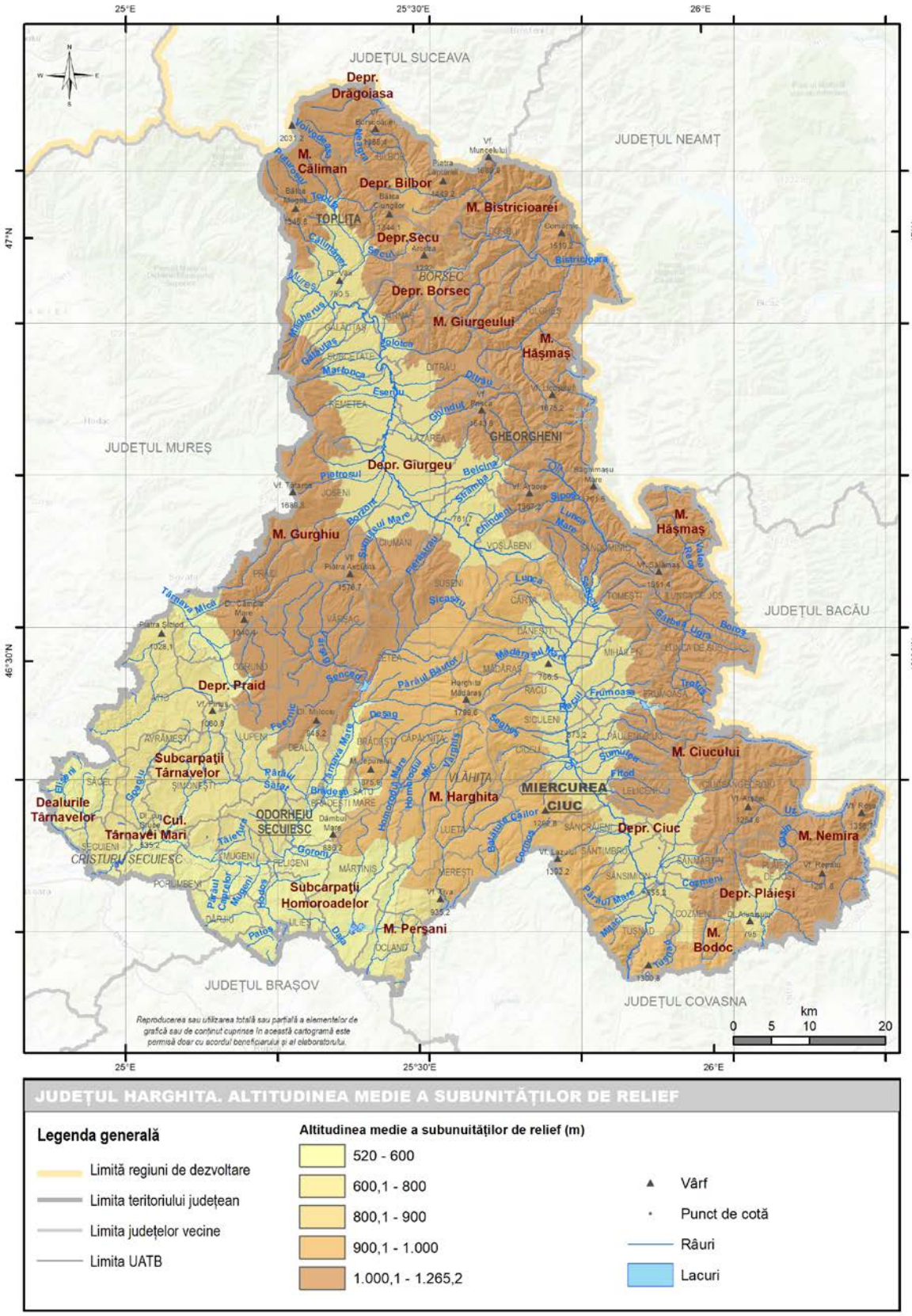
Cartograma nr. 6: Altimetria județului

Sursa: Autorii



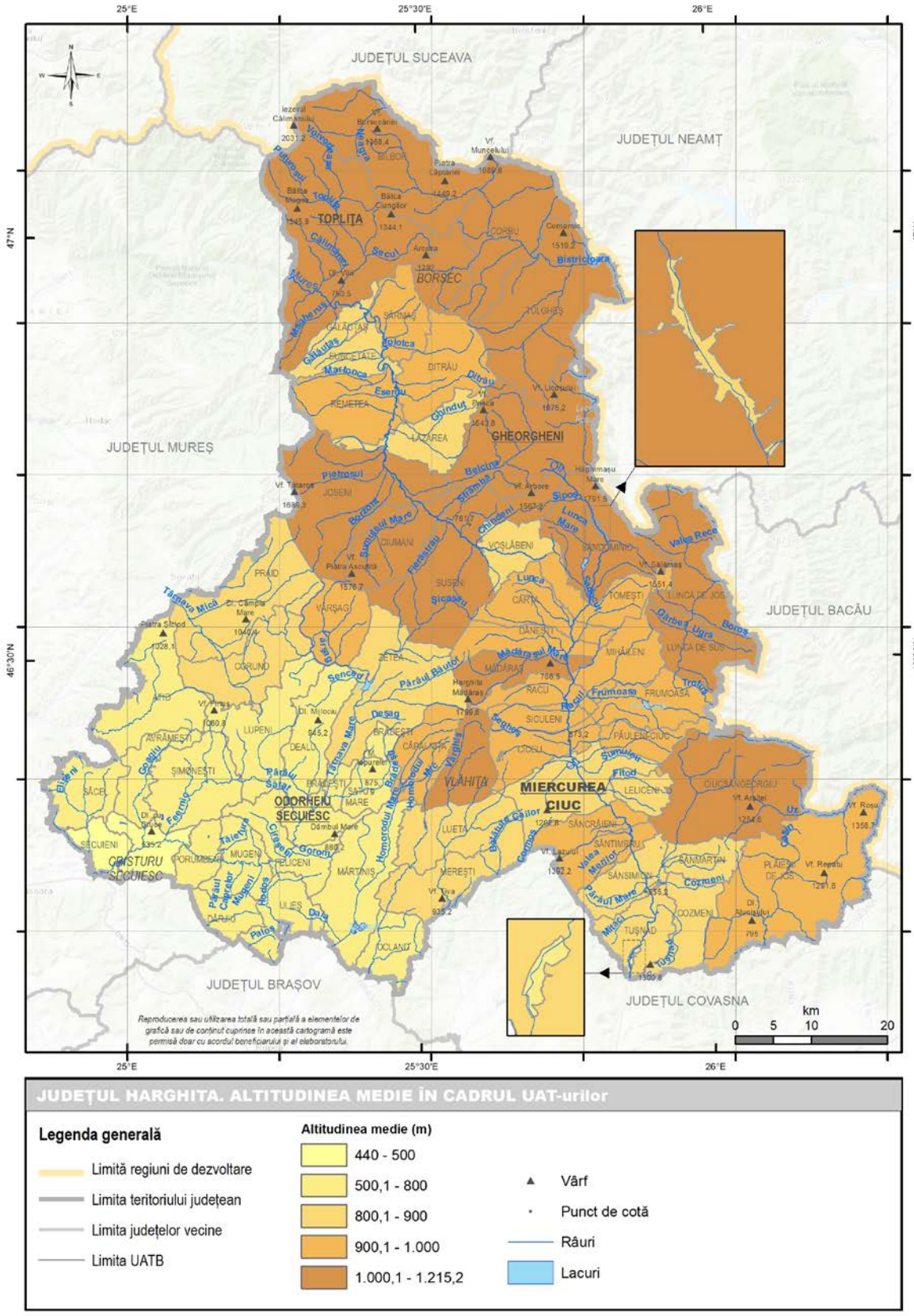
Cartograma nr. 7: Zonele geomorfologice

Sursa: Autorii



Cartograma nr. 8: Altitudinea medie a subunităților de relief

Sursa: Autorii



Cartograma nr. 9: Valoarea altitudinii medii în cadrul unităților administrativ-teritoriale din județul Harghita

Sursa: Autorii

Hășmaș, Ciucului, Nemira), depresiunile intramontane Giurgeu, Ciuc, Drăgoiasa, Bilbor, Borsec, Plăieși, precum și compartimentele nordice ale munților Perșani și Bodoc, din sudul județului.

Munții Călimani reprezintă, în ansamblul lor, cel mai înalt masiv vulcanic de pe teritoriul României. Teritoriul județului Harghita se suprapune doar pe compartimentul sud-estic al acestora, pe o suprafață de 261,7 km^2, ceea ce reprezintă 3,94% din suprafața județului.

Pe teritoriul județului se regăsește compartimentul estic al structurii vulcanice, de vârstă postlevantină. Andezitele cu piroxeni, au o răspândire largă în compartimentul nordic, unde s-au dezvoltat bazinele hidrografice Tomnatec, Pârâul Sec, Voivodeasa, Pârâul Porcului și Puturosul, care sunt dispuse radiar-divergent pe flancul estic și sud-estic al structurii vulcanice. Tot acest flanc este dominat de un segment de culme ce face parte din culmea principală a masivului, pe limita administrativă a județului fiind poziționate, dinspre sud spre nord vârfurile Răchitiș (2021 m), Bradul Ciont (1899 m), Iezerul Căliman (2031 m) (pe marginea estică a calderei vulcanice), apoi o serie de vârfuri cu altitudini care descresc treptat de la cca 1900 m, spre 1594 m în Muntele Bucinișul și 1300-1400 m în culmea care flanchează spre nord valea Tomnaticul.

În partea sudică a masivului, unde este dezvoltat bazinul hidrografic Călimănel, se constată o creștere a diversității petrografice, fiind prezente andezite, andezite cu amfiboli, dar și suprafețe extinse acoperite de formațiunea vulcanogen-sedimentară. Aparatul vulcanic central este bine conturat la altitudini de 1900-2031 m, și este continuat la altitudini mai joase de un platou de curgeri de lave și aglomerate vulcanice mai bine conturat morfologic la altitudini cuprinse între 1300-1500 m. Diferențele petrografice sunt marcate prin rupturi în panta versanților și în profilul longitudinal al râurilor (inclusiv sub forma unor cascade – Cascada Lomășița), în condițiile în care de regulă duritatea rocilor este mai mare în cadrul curgerilor de lavă și mai redusă în cadrul aglomeratelor vulcanice. Prin diferențele de caracteristici fizico-chimice ale fracțiunilor constituente, aglomerate vulcanice au permis dezvoltarea unui relief de eroziune diferențiată și chiar a unor morfologii pe care unii autori le-au încadrat în categoria formelor pseudo-carstice.

În partea sud-estică a masivului, din bazinul superior al râului Neagra spre sud se desfășoară o culme relativ unitară, cu altitudini ce descresc dinspre nord (vf. Măgura, 1503 m) spre sud (Bâtca Ciungilor, 1344 m), în care dominante sunt andezitele cu piroxeni, la care se adaugă, spre vest, andezite bazaltoide. O notă aparte este dată de prezența unui structuri vulcanice bine conturate morfologic (vf. Hurducașului, 1269 m), constituită din bazalte.

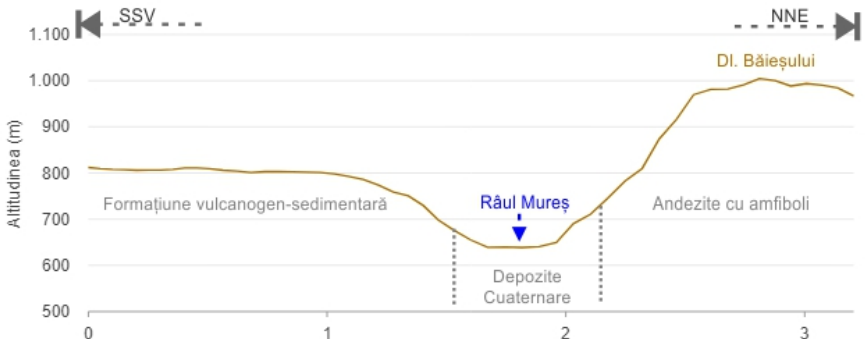


Figura nr. 8: Profil transversal prin Defileul Mureșului, amonte de localitatea Vâgani

Sursa: Autorii

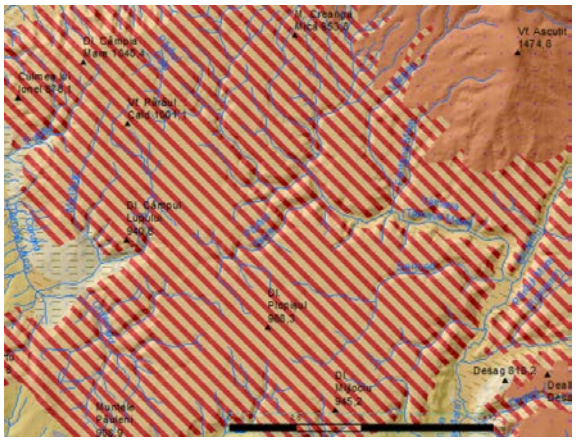


Figura nr. 9: Configurația morfologică a compartimentului vulcanogen-sedimentar din M. Gurghiu

Sursa: Autorii

Diversitatea morfologică este completată de prezența, la altitudini de peste 1800 m a unor forme de nivație – cuvete, văi - (rezultate prin acțiunea îndelungată a zăpezii) (Sîrcu, 1964, Naum, 1970), unii autori încadrându-le chiar în categoria reliefului glaciar (Someșan, 1932, Bojoi, 1986, Mândrescu, 2006). Totodată, prin dezagregarea piroclastitelor au rezultat mase considerabile de grohotișuri. Poziționate la baza versanților și în treimea inferioară a acestora, în diferite grade de fixare cu vegetație.

Față de structura vulcanică poziționată mai la sud – M. Gurghiu, Munții Călimani sunt bine delimitați prin valea Mureșului, care formează un sector de defileu din care pe teritoriul județului este localizat doar un scurt sector (aval Toplița – aval Vâgani), cu lungime de cca. 3 km, adică sub 10% din lungimea totală a defileului, în partea dinspre amonte al acestuia.

Munții Gurghiului continuă mai la sud de Defileul Mureșului seria structurilor vulcanice. Acest complex structural vulcanic se extinde în sud-est până la aliniamentul format de Târnava Mare – valea Șicasău – Pasul Șicaș (1000 m) – valea Senetea; spre est, Munții Gurghiului se învecinează cu Gepresiunea Giurgeului, iar în sud cu Subcarpații Târnavelor. Pe teritoriul județului Harghita, se situează doar o porțiune din întregul masiv, pe o suprafață de 772,9 km^2, ceea ce reprezintă 11,65% din suprafața administrativă.

Din punct de vedere petrografic se constată o diversitate destul de ridicată; în imediata vecinătate a văii Mureșului este prezent un areal dominat de formațiunile vulcanogen-sedimentare, mai frieabile, fapt ce explică și altitudinile mai coborâte (Dl. Mărșineț – 1100 m, Vf. Tăuleților – 1104 m). Spre sud, în bazinele văilor Măgheruș și Zăponea, se succed andezitele cu amfiboli (panoniene), după care încep să fie dominante andezitele cu amfiboli, andezitele cu amfiboli și piroxeni; sub forma unei arii de discontinuitate petrografică se conturează valea Eseniu unde sunt din nou prezente formațiuni vulcanogen-sedimentare, fapt marcat în relief sub forma unei zone cu altitudini mai mici, unde este amplasat și Pasul Bafta – 1129 m, care facilitează legătura cu bazinul superior al văii Gurghiu, de pe versantul vestic al masivului (din jud. Mureș). Diversitatea petrografică este completată de prezența unor areale insulare de andezite bazaltoide, așa cum este cazul structurilor poziționate între văile Eseniu și Limbuș, puse în loc în urma unor erupții tardive.

Mai la sud de valea Bafta se conturează un sector de dominanță a andezitelor cu piroxeni, fapt ce semnalează o evoluție unitară a acestui sector și o proveniență a magmelor din același ciclu eruptiv. Spre limita vestică a județului se poziționează o serie de vârfuri care fac parte din acest sector: Drăgușa (1360 m), Tătarca (1689,3 m) și Frăsileasa (1627 m). Acestea fac parte din cupolele vulcanice mai bine conturate la altitudini de 1500 – 1700 m, în timp ce la altitudini de 800-1300 m este prezentă treapta platourilor constituite din curgeri de lave și piroclastite.

La sud de valea Borzont se conturează un alt areal în care alternează structurile vulcanice constituite din andezite cu amfiboli (vf. Borzonț – 1496 m, Muntele Rotund -1434 m, vf. Fagul Mic – 1232 m), andezite cu piroxeni și andezite cu amfiboli și piroxeni (vf. Piatra Ascuțită – 1576 m, vf. Pădurea Cetății – 1520 m, Poiana Șumuleu – 1553 m), acestea din urmă regăsite în

cadrul unui aparat vulcanic bine păstrat - Șumuleu Mare, craterul fiind străpuns complet doar spre nord de către râul omonim, care prezintă în interiorul craterului o foarte bine dezvoltată rețea hidrografică radiar – convergentă.

În partea sud-estică a masivului Gurghiu se conturează un sector de dominanță a andezitelor cu piroxeni, unde s-au dezvoltat bazinele hidrografice Botu și Soboșa (afluenți de dreapta ai râului Sicașău). Și în acest sector morfologia de ansamblu se prezintă etajat, cu conturarea unor resturi din partea superioară a conurilor vulcanice, poziționate altitudinal la peste 1500 m (ex. vf. Amza – 1694 m), sub care este prezent platoul constituit din curgeri de lave, fragmentat de afluenții Sicașăului între care s-au păstrat interfluvii cu altitudini de 1200 – 1500 m (vf. Liban – 1226 m, vf. Stânca Țiganilor – 1335 m)

Compartimentul sud-estic al Munților Gurghiu este caracterizat de larga extensiune a formațiunilor vulcanogen – sedimentare în care s-au dezvoltat bazinele hidrografice ale Târnavei Mici și Târnavei Mari. După un scurt sector superior sculptat în diferite varietăți de andezite, aceste râuri și afluenții lor ajung în sectorul vulcanogen-sedimentar, desfășurat în general la altitudini de până la 1300 m (Muntele Bogdan – 1297 m). Platoul vulcanogen-sedimentar prezintă o suprafață structurală foarte bine conservată, cu o înclinare generală spre bazinul depresionar transilvan, fapt remarcat și în configurația rețelei hidrografice.

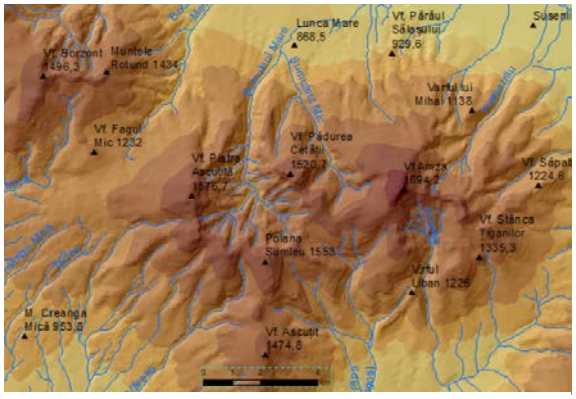


Figura nr. 10: Configurația morfologică a aparatului vulcanic Șumuleu Mare

Sursa: Autorii

Munții Harghita se constituie ca un ultim sector al structurilor vulcanice prezente pe teritoriul județului Harghita, unde se regăsesc pe o suprafață de cca. 1026 km^2, ceea ce reprezintă 15,46% din teritoriul administrativ. Aceștia se extind din nord-vest, de la aliniamentul Târnava Mare – valea Șicasău – Pasul Șicaș (1000 m) – valea Senetea, continuat apoi spre nord cu contactul petrografic cu Depresiunea Giurgeu și cursul superior al Mureșului. Spre nord-vest limita spre Munții Giurgeului este dată de văile Gheorghe Matei și Sadocuț, iar spre est contactul cu Depresiunea Ciuc este marcat atât morfologic, cât și petrografic, trecându-se de la domeniul andezitic la cel al formațiunilor vulcanogen – sedimentare. În sud-est, limita spre M. Bodoc este constituită de râul Tușnad.

Culmea principală are o configurație destul de unitară, rezultată din alăturarea unor aparate vulcanice destul de bine conservate, între care există mici înșeuări. Conurile vulcanice nu sunt însă întotdeauna bine individualizate, astfel că delimitarea aparatelor vulcanice este destul de dificilă (Schreiber, 1994); Rețeaua hidrografică a erodat neuniform structurile vulcanice, generând pe alocuri aliniamente cu altitudini mai coborâte pe baza cărora se pot individualiza câteva sectoare după cum urmează.

Sectorul nordic, extins până la văile Mădărașul Mare (pe versantul estic) și Pârâul Băutor (pe versantul vestic) este caracterizat de existența unor varietăți destul de numeroase de roci andezitice (cu amfiboli, cu amfiboli și piroxeni), regăsite în cadrul unor structuri cu morfologie tipică (con, crater) mai bine păstrată.

Astfel, conul Răchitiș, 1152 m, cu morfologie tipică, bine păstrat, constituit din curgeri de lavă puse în loc în cadrul unei singure faze eruptive.

Una din cele mai bine păstrate structuri este cea a vulcanului Ostoroș – 1383 m, cu structură tipică de stratovulcan poligenetic (foarte complexă), rezultat în urma unor erupții de tip central, care au fost explozive la început (generând complexul piroclastic inferior și un edificiu dacitic prezent în partea nordică) și cu caracter efuziv ulterior care a pus în loc un con de mari dimensiuni constituit din andezite cu hornblendă și piroxeni. Morfologia a fost complicată de o a treia fază eruptivă tot cu caracter exploziv, în urma căruia s-a format un nivel de piroclastite ce au fost apoi acoperite de curgeri de lave mai noi generate într-o penultimă ultimă fază efuzivă. Ciclul eruptiv s-a finalizat cu o ultimă fază explozivă, generând un al doilea orizont piroclastic (Peltz S., Peltz Margareta, 1964).

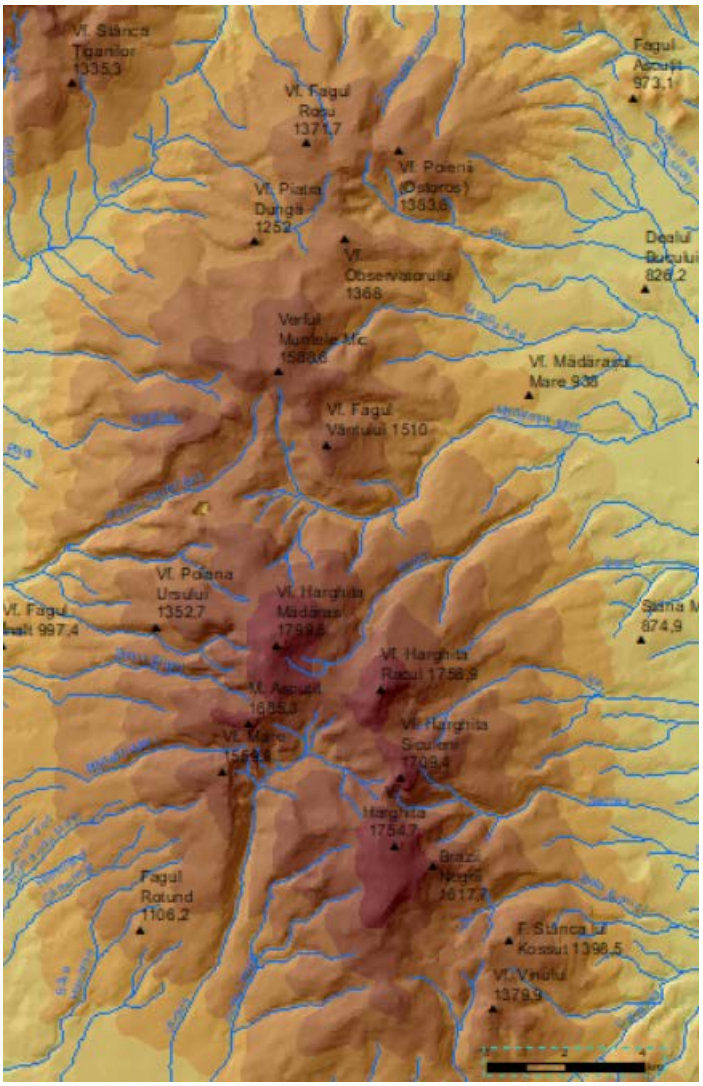


Figura nr. 11: Configurația morfologică a compartimentului nordic și central din M. Harghita

Sursa: Autorii

Rezultatul succesiunii ciclurilor eruptive efuzive și explozive, precum și modelarea subaeriană au condus la constituirea unei morfologii în care se evidențiază un con vulcanic de dimensiuni mari care domină platoul vulcanic și glacisurile bazale. Pârâul Loc drenează craterul prin partea estică a sa.

Conul Muntele Mic – 1589 m, are la rândul său o structură complexă, rezultată în urma succesiunii a trei faze eruptive care au pus în loc andezite cu piroxeni și hornblendă, andezite piroxenice și intercalații de tufuri vulcanice cu brecii. În cadrul acestei structuri marginea craterului se păstrează doar pe o mică porțiune.

Sectorul central, extins spre sud până la aliniamentul văilor opuse Chirui (pe versantul vestic) și Capolnaș (pe versantul estic) între care este poziționat Pasul Vlăhița (980 m). Aici morfologia este destul de expresivă, cu prezența unor resturi de cratere care au fost erodate și drenate și care se asociază spațial și care mențin cele mai mari înălțimi din cadrul masivului – vf. Harghita Mădăraș (1800 m), vf. Harghita – 1754 m, vf. Harghita Siculeni – 1709 m, Muntele ascuțit – 1685 m. Petrografia acestui sector este caracterizată de dominanța andezitelor cu piroxeni, cărora li se adaugă andezitele cu amfiboli și piroxeni. Se conturează însă și un compartiment destul de extins, poziționat în vestul sectorului montan unde, bazinele mijlocii ale văilor Șopot, Deșag, Brădești, Homorodul Mare, Homorodul Mic, Vârghiș, Chirui, sunt adâncite în formațiunea vulcanogen sedimentară, care prezintă o suprafață structurală destul de uniformă, cu înclinare spre sud-vest; acestea acoperă orizonturi sedimentare mio-pliocene

(conglomerate, marne, argile, nisipuri) (Peltz, 1970) care atunci când sunt lipsite de acoperișul vulcanogen-sedimentar contribuie la generarea unei morfodinamici accentuate, caracterizate de ravenație, torențialitate și alunecări de teren.

Cea mai reprezentativă structură vulcanică din acest sector este constituită de conul Harghita. Specificul acestuia derivă din faptul că este rezultatul unei succesiuni de erupții policentrice decalate temporal. Dintre acestea s-au păstrat două cratere: Filio și Harghita. Primul este într-un stadiu mai avansat de eroziune (drenat de pârâul Șopot), fiind astfel mai puțin evident în relief, al doilea are o morfologie tipică (fiind flancat și de alte cratere secundare – Harghita Mădăraș și Harghita Racu) bine conservată, chiar dacă este erodat dinspre exterior de râul Vârghiș, (Rădulescu, 1964). Morfologia tipică a acestui aparat vulcanic este completată de existența unor elemente rezultate în urma proceselor erozionale, așa cum este cazul văilor de tip barranco și a interfluviilor de tip planeză, mai evidente pe versantul sud-vestic al masivului.

Conul Arotaș , cu altitudinea maximă de 1398 m (Vf. Stânca lui Kossut) este drenat de un afluent de stânga (Feiseu) al râului Capolnaș. Are o structură rezultată în urma mai multor faze eruptive care au pus în loc andezite cu hornblendă și piroxeni și andezite cu hipersten, dominante (Schreiber, 1994).

Cel de al treilea sector se extinde până la Olt și este caracterizată de îngemănarea structurilor vulcanice constituite din andezite cu piroxeni, andezite cu amfiboli și piroxeni, dar și cu prezența unor sectoare destul de estinse în care sunt prezente andezitele cu amfiboli și biotit. Chiar dacă altitudinile sunt sensibil mai scăzute decât în sectorul anterior (ex. vf. Aladar – 1379 m, Dl. Lat – 1424 m, vf. Pilișca Mare – 1374 m), morfologia vulcanică tipică este bine reprezentată.

Unul din aparatele vulcanice de mari dimensiuni este Luci, cu un crater bine conturat în partea sa nordică și vestică, drenat de râul Cormoș; marginea craterului a fost erodată și în partea estică de către Valea Mare care însă nu a atins zona centrală a acestuia. Specificul morfogenetic derivă dintr-o probabilă prăbușire produsă în interiorul craterului, formându-se astfel o calderă de prăbușire, fapt susținut de existența piroclastitelor pe fundul acesteia.

Conul Pilișca este doar parțial regăsit pe teritoriul județului Harghita. Totuși aici se pot identifica o parte din craterul care a fot în cea mai mare parte erodat, în prezent fiind drenat de un afluent al Oltului (pârâul Băieșilor). Din punct de vedere genetic, este rezultatul mai multor faze eruptive care au pus în loc andezite cu piroxeni, andezite cu hornnblendă și aglomerate vulcanice (Lazăr, Arghir, 1964).

În partea stângă a Oltului este prezentă o asociere de structuri vulcanice de dimensiuni mici, dintre care se remarcă vulcanul Ciomatul Mare (1300 m) al cărui crater este păstrat integral, nefiind erodat și astfel având o organizare hidrică de tip endoreic, context în care aici este păstrat și singurul lac de crater – Lacul Sfânta Ana. Morfogeneza craterului este foarte complexă, implicate fiind atât procesele eruptive propriu-zise, explozive și efuzive, dar și un proces de prăbușire a zonei centrale a craterului în urma golirii cuptorului magmatic prin erupțiile care au generat conurile secundare; în fapt însă, partea centrală este constituită din două cratere gemene – Sfânta Ana și Mohoș, în a căror geneză se găsesc procese diferite: explozie și împrejmuire în cazul Mohoș, împrejmuire și prăbușire în cazul Sfânta Ana. Totodată, un alt element de originalitate este dat de manifestarea unor emanații de gaze, care se încadrează în categoria fenomenelor cu caracter postvulcanic (Schreiber, 1994). Versantul vestic al aparatului vulcanic (situat pe teritoriul județului Harghita) este caracterizat de existența unor planeze, care cresc complexitatea morfologică a acestuia (idem)

Petrografic, se remarcă faptul că atât structura Pilișca cât și cele din stânga Oltului sunt dominate de andezitele cu piroxeni și amfiboli de vârstă cuaternară.

În ansamblu, morfologia Munților Harghita este caracterizată de prezența a două compartimente: compartimentul platourilor de aglomerate vulcanice, cu pronunțat caracter

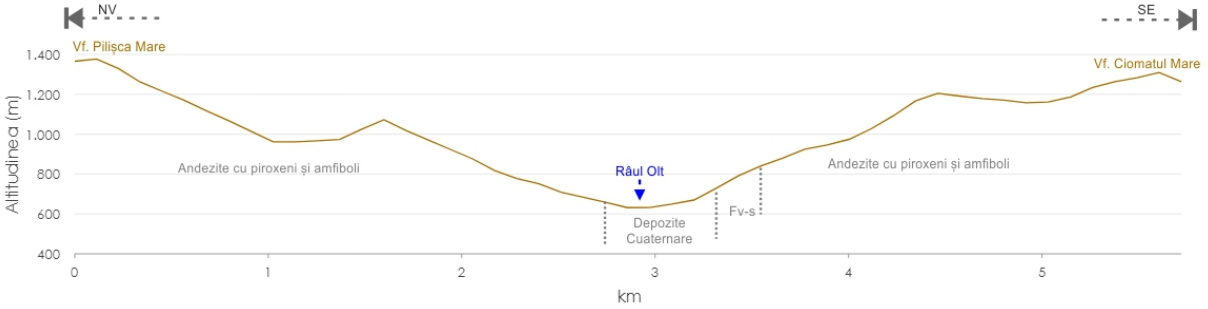


Figura nr. 12: Profil transversal prin Defileul Oltului de la Tușnad, între vârfurile Pilișca Mare și Ciomatul Mare

Sursa: Autorii

tabular, poziționat la altitudini de 750 – 1000 m, deasupra căruia se conturează un compartiment al conurilor și măgurilor vulcanice care atinge altitudinea maximă de 1800 m, caracterizat de dominanța suprafețelor înclinate pe flancurile conurilor și în craterele păstrate parțial sau total. Varietatea petrografică a condus la aspecte morfologice în care diferența de duritate (alături de alte proprietăți fizico-chimice) a generat aspecte morfologice particulare, mai ușor de observat între curgerile de lave și piroclastite (ex. pe versantul sudic al masivului Ciomatu Mare) dar mai greu de identificat în cazul altor tipuri de contacte, mascate de regulă prin fâșii de glacisuri coluvio-deluviale (idem).

Din punct de vedere petrografic se remarcă faptul că, în nord-estul masivului, este prezent un compartiment constituit din roci cristaline aparținând pânzei de Hăghimaș, mai bine reprezentate aici fiind calcarele cristaline. Morfologia acestui compartiment este caracterizată de aspectul rotunjit al culmilor și versanți cu profil rectiliniu, văi înguste și adânci.

Munții Bistricioarei ocupă un areal cu suprafața de 243,6 km^2 din nord-vestul județului (3,67% din suprafața administrativă). Din punct de vedere petrografic caracteristica generală este dată de dominanța rocilor metamorfice - șisturile cristaline ale seriei de Tulgheș, larg răspândite în partea centrală a acestei subgrupe montane. În partea nordică (bazinul superior al Bistricioarei și Borcutului) dar mai ales în sud-estul acestui compartiment montan (bazinele rîurile Făgețelul, Alunul, Prisăcani, Putna, Marcul, Pintic), sunt dominante micașisturile și paragnaisele, la care se adaugă, pe areale mai mici, cu distribuție insulară, calcare și dolomite. Tot cu caracter insular se constituie mici areale cu roci flișoide, poziționate peste cristalin: culmea Comarnic, Piatra Runcului; aici sunt prezente gresii calcaroase, gresii masive și granoclaste, generând variații locale ale peisajului geomorfologic.

Morfologia reflectă fidel acest context petrografic, astfel că dominante sunt culmile rotunjite, cu aspect masiv din care se ramifică interfluvii secundare despărțite de văi adânci, cu versanți convecși sau drepți; pe alocuri se profilează culmi mai semețe flancate de sectoare de defileu și abrupturi structurale asociate flancurilor pânzei de șariaj din partea sudică. Culmile au în general altitudini cuprinse între 1200 și 1500, remarcându-se o clară profilare a suprafețelor de nivelare poziționate la 1000-1100 m (suprafața Plaiuri), 1200-1400 m (suprafața Bâda) și la 1500-1600 m (suprafața Poiana Ciungi) (Velcea, Savu, 1982). Doar izolat sunt sectoare montane care depășesc 1600 m (vf. Țibleșu Mare – 1665 m). Se conturează o serie de nuclee

orografice cum ar fi Culmea Lespezilor (vf. Vamanu – 1418 m), Smida Boului (1468 m), Creasta Harlagia (1587 m), Țibleșu Mare (1665 m), Bâtca Mazovești (1377 m), Bâtca Arsurilor (1384 m), Comarnic (1519 m), Piatra Runcului (1215 m), bine conturate de rețeaua hidrografică organizată sub formă radiar – divergentă în raport cu acestea.

Munții Giurgeului sunt poziționați la est de depresiunea omonimă pe care o mărginesc pe o lungime care în linie dreaptă depășește 45 de km. Pe teritoriul județului, această subunitate se extinde pe o suprafață de cca. 621 km^2 (9,36% din suprafața județului).

Modul de organizare a rețelei hidrografice și văile care fragmentează spațiul montan, precum și caracteristicile petrografice permit delimitarea unui compartiment nordic (până la aliniamentul valea Jolotca – Pasul Țengheler (1040 m) – valea Putna, a unui compartiment central (până la aliniamentul valea Belcina – Pasul Pângărați (Bicaz) (1255 m) - valea Bicaz și a unuia sudic, extins până în zona de confluență a râului Sadocuț cu Oltul.

Compartimentul nordic este caracterizat de o mare diversitate petrografică, rezultată din faptul că o bună parte din rocile cristaline și sedimentare aflate în partea vestică au fost acoperite de curgerile de lavă și piroclastite provenite din aparatele vulcanice poziționate mai spre nord-vest (Călimani). Diversitatea petrografică este completată de existența unor areale în care sunt prezente fie mase calcaroase, fie corpuri igneice. Din categoria rocilor igneice fac parte sienitele și sienitele nefelinice prezente în zona Ditrău, puse în loc într-un context tectonic de tip rift continental de vârstă mezozoică.

Morfologia este în concordanță cu petrografia; se conturează o serie de nuclee orografice principale bine individualizate de rețeaua hidrografică care are orientare generală est-vest. Și în această subunitate montană este caracteristică existența suprafețelor de nivelare, mai ales a nivelului de 1200 - 1400 m altitudine. Altitudinile maxime sunt caracteristice în partea centrală - vf. Prișca (1543,8 m) și vf. Pietrosu (1507 m) și în sud – vf. Muntele Negru (1538 m).

Se remarcă și existența unor înșeuări care facilitează comunicarea între bazinele hidrografice din estul și din vestul subunității montane (Pasul Covaci Peter/Trecătoarea Oltului – 1224 m, Șaua Tătar – 1315 m, Șaua Arama Neagră – 1290 m, Șaua Loc – 1245 m, Șaua Șipoș – 1191 m, Șaua Licheneu – 1194 m, Șaua Groapa Pisicii – 1265 m, Pasul Chiozrez – 1245 m, Pasul Creanga – 1105 m), cu precizarea că în cea mai mare parte a lor, sunt străbătute doar de drumuri comunale, forestiere sau poteci.

Morfologia relativ uniformă, masivă, dezvoltată pe rocile cristaline și igneice, este diversificată de prezența unui areal carstic dezvoltat într-o masă de calcar cristalin (în care sunt prezente și intruziuni dolomitice) din Muntele Șipoș; corpul calcaros este bine individualizat dar cu dimensiuni relativ mici (cca 10 km lungime, 2 km lățime și o grosime de cca 200 m), fapt reflectat și în dezvoltarea limitată a formelor endocarstice. Cel mai reprezentativ element al morfologiei carstice este reprezentat de Peştera Şugău, cu o lungime de 1021 m şi o etajare a nivelelor carstice; speleotemele comune (stalactice, stalagmite) sunt completate de existența helictitelor, precum și de cristalizări ale carbonatului de calciu sub formă de aragonit (varietate anhidră).

Munții Hășmaș sunt prezenți doar parțial pe teritoriul județului, unde ocupă o suprafață de 272 km^2, reprezentând cca 4% din suprafață. Sunt poziționați la marginea estică a județului, pe o lungime care în linie dreaptă atinge cca 35 km. Petrografia acestei subunități montane este diversă, fiind prezente atât roci metamorfice (șisturi cristaline ale seriei de Tulgheș, roci porfiroide, micașisturi și paragnaise), cât și sedimentare - calcare și dolomite; pe areale mai restrânse sunt prezente și roci flișoide șistoase și grezoase, marne). Morfologia este una diversă,

relieful petrografic fiind destul de expresiv în sectoarele de roci cristaline, de fliș (complexul petrografic flișoid, în care se regăsesc roci cu fracțiune argiloasă au favorizat deplasări masive de mase materiale pe versant, așa cum a fost și cazul celei care a dus la bararea râului Bicaz și formarea Lacului Roșu), dar mai ales zone arealele calcaroase.

Prezența numeroaselor zone calcaroase (calcare dolomitice, calcare de Stramberg), calcare grezoase a permis dezvoltarea formelor de relief scpecifice, exo- endocarstice (ex. Avenul Licaș, Peștera Suhard). Se conturează câteva areale carstice, cum sunt Danțurașu, Licaș – Danțurașu Mic, Cupaș, Suhard și culmea principală – Hășmaș. Aceasta din urmă, cu poziționare extrem-estică pe teritoriul județului, mai unitară și mai înaltă (vf. Hășmașu Mare – 1791,5 m, Pitara Ascuțită – 1707 m), este dublată de un aliniament secundar de culmi poziționate mai spre vest cu altitudini cuprinse între 1200 și 1600 m (vf. Licoș – 1675 m, vf. Lumaș – 1488,5 m, Vf. Mediaș – 1504 m, Piatra Lumaș – 1607 m, separate de văi cu orientare est-vest. De remarcat că la traversarea culmii principale de către rețeaua principală de văi sunt prezente sectoare de îngustare (chei, defileu), poziționate pe lungimi variabile și pe teritoriul județului (Cheile Bicazului, Cheile Cupașului, etc.). Fracturarea masei calcaroase și dispunerea sub formă de klippe a influențat tipul de carst dezvoltat și morfologia acestuia. Este bine reprezentat carstul de tip platou (cu doline având o densitate destul de redusă), iar flancurile abrupte, de natură structurală, expun roca la zi, luând naștere abrupturi calcaroase, cu câmpuri de lapiezuri și litoclaze (Cocean *et al*., 2013). Așa se explică și frecvența mare a toponimelor expresive și aceste sens: Pietrele Potcoavei, Piatra Roșie, Piatra Lunaș, Piatra Ascuțită, vf. Stâncilor, Poarta de Piatră, etc.).

Munții Ciucului sunt poziționați în partea central-estică a județului, având o conformație alungită pe direcție nord-sud (cca 50 de km între extremități). Subunitate montană aparținând Grupei Centrale a Carpaților Orientali, Munții Ciucului mărginesc spre est depresiunea omonimă. Pe teritoriul județului, această subunitate se extinde pe o suprafață de cca. 713 km^2 (10.75% din suprafața județului).

Pe baza caracteristicilor petrografice și a celor morfologice pot fi delimitate trei sectoare: un sector nordic (până în bazinul superior al Trotușului), un sector dominat de roci cristaline, la care se adaugă, în partea estică, roci flișoide; un sector central dominat de rocile flișoide (strate de Sinaia), la care se adaugă mici areale de roci vulcanice genetic legate de aparatele eruptive din Munții Harghita; mai spre sud de aliniamentul văilor Toplița și Ciobănuș se individualizează un sector sudic, dominat de roci aparținând flișului curbicortical (șistos-grezos). Pe areale foarte mici, în toate celei trei sectoare sunt prezente areale calcaroase care nu generează modificări semnificative de peisaj.

Între cele trei sectoare se remarcă și diferențe morfologice și orografice. Astfel, în sectorul nordic este bine conturată o culme principală cu orientare nord-sud, din care se ramifică interfluvii secundare atât spre vest cât și spre est; sectorul central este caracterizat de o asociere de culmi cu orientare generală est-vest separate de afluenți de dreapta ai Trotușului sau de afluenți de stânga ai Oltului; sectorul sudic este caracterizat de existența unor noduri orografice puse în evidență de modul în care este organizată rețeaua hidrografică orientată spre trei direcții principale, conform integrării în bazinele văilor Uz, Cașin și Olt. Principalele văi (Trotuș, Sulița, Ciobănaș, Uz), prin caracterul lor transversal generează un aspect fragmentat al spațiului montan, cu o accesibilitate relativ facilă, susținută și de prezența unor pasuri (Pasul Tarcău – 1297 m, Pasul Uz – 1083 m, Pasul Apa Lină – 1024 m)

În ciuda acestor diferențieri orografice, Munții Ciucului sunt caracterizați de o relativă uniformitate hipsometrică, fără mari diferențieri între cele trei sectoare. Altitudinea maximă

este înregistrată în compartimentul nordic (1551 m – Vf. Sălămaș),, cu o ușoară tendință de scădere a altitudinilor spre sud, cea mai mare parte a vârfurilor constituindu-se ca martori erozionali care fac parte din suprafața de nivelare poziționată între 1200-1400 m.

În partea de sud-est a județului Harghita este poziționat un areal montan care face parte din *Munții Nemira*, care se regăsesc aici pe o suprafață de cca. 171 km^2, ceea ce reprezintă 2,6% din teritoriul administrativ. Din punct de vedere petrografic, cea mai extinsă entitate este cea a flișului grezos (facies de Tarcău), fliș șistos – grezos și fliș calcaros, la care se mai adaugă gresii calcaroase și gresii masive granoclaste. Friabilitatea mai ridicată a acestui complex petrografic se reflectă și în altitudinile ceva mai mici decât în subunitatea montană de la nord-vest (M. Ciucului). Orografic și structural se constată existența unei culmi principale cu orientare nord-sud (ce mărginește spre este Depresiunea Plăieși), care menține cele mai mari altitudini (ce descresc spre sud) - 1455 m (vf. Bobișca), 1291 m (vf. Repatu), 1190 m (vf. Smochinei) - și a uneia secundare poziționată mai spre est, având o orientare asemănătoare și altitudini puțin mai scăzute - vf. Roșu (1358 m), vf. Fântânii (1232 m) care domină sub formă de martori erozionali suprafața de nivelare de 1000-1200 m; ambele culmi corespunde unor anticlinale. Spre vest și spre est față de culmea principală se ramifică interfluvii secundare cu altitudini ce scad până spre 900 m, separate de afluenții râurilor Cașin, Bașca și Apa Lină; ultimele două separă culmea principală de cea secundară, corespunzător unei zone de sinclinal.

Munții Perșani sunt prezenți pe teritoriul județului Harghita prin compartimentul nordic – Munții Vârghișului, care ocupă doar o mică suprafață (56 km^2, ceea ce reprezintă mai puțin de 1% din teritoriul administrativ), continuând spre sud Munții Harghita). Față de aceștia se deosebesc însă atât prin caracteristicile petrografice cât și cele morfologice. Astfel, se constată o largă extensiune a rocilor sedimentare cimentate (gresii, conglomerate, tufuri dacitice) la care se adaugă nisipuri și argile. În plus, pentru bazinul văii Vârghiș, specificul este dat de prezența calcarelor, sub diferite varietăți: calcare noduloase, calcare oolitice, calcare roșii, calcare brecioase, etc., pe seama cărora s-a dezvoltat un expresiv relief carstic de suprafață (Cheile Vârghișului), cât și de adâncime, estins atât în partea stângă a bazinului hidrografic (M. Perșani) (ex. Peștera Tatarlik, cât și în dreapta (M. Harghitei, unde se și află trei peșteri foarte apropiate una față de alta: Peștera Mare de la Merești – cu o lungime de 1578 m, Peștera Merești și Peștera Grajdul Cailor); formele endocarstice de tip grotă/pelteră sunt foarte numeroase în arealul carstic al Cheilor Vârghișului, numărul total al acestora fiind apreciat la cca. 110 (Cocean, 1995, Cocean *et al*., 2013). Vecinătatea cu structurile vulcanice situate mai la nord are ca și manifestare existența unor areale de prezență a formațiunii vulcanogen-sedimentare care acoperă formațiunile sedimentare din bază și care se transpun morfologic și structural în cadrul unor culmi de tip mesas.

Munții Bodoc. Și această subunitate montană este prezentă doar pe un mic areal pe teritoriul județului Harghita, unde ocupă o suprafață de 50 km^2 (sub 1% din teritoriul administrativ). Alături de masivul Ciomatu Mare, compartimentul nordic al Munților Bodoc închide spre sud și sud-est Depresiunea Ciuc. Față de structura vulcanică cu care se învecinează spre vest diferențele petrografice sunt semnificative, în condiișe în care Munții Bodoc sunt alcătuiți predominant din roci aparținând complexului de fliș șistos și grezos (gresii calcaroase, gresii masive granoclaste, marne, argile) dar și flișului curbicortical. Cele două complexe petrografice sunt regăsite în cadrul a două culmi principale cu orientare nord-sud. Structura de ansamblu este de tip concordant, cu anticlinale care corespund culmilor și văi de sinclinal (Drumul Carului, Pârâul Primejdios) care fragmentează spațiul montan. Altitudinile maxime nu depășesc 1200 m.

O notă aparte din punct de vedere petrografic este remarcată în partea vestică, unde o parte din bazinul văii Făgetul este caracterizată de prezența formațiunii vulcanogen-sedimentare care acoperă rocile sedimentare de tip flișoid. În ciuda durității mai ridicate, aglomeratele și piroclastitele vulcanice au fost erodate în mare parte, datorită nivelului de bază aflat în imediata proximitate (râul Olt).

Tabel nr. 4: Subunitățile montane din județul Harghita

Denumirea	**Suprafața (km)**	**Ponderea din teritoriul administrativ (%)**	**Altitudinea maximă pe teritoriul județului**	
			Altitudinea (m)	Denumirea
Munții Bistricioarei	243,57	3,67	1689,8 m	Vf. Muncelului
Munții Bodoc	50,91	0,77	1137,4 m	Vf. Lăzărești
Munții Căliman	261,70	3,94	2031 m	Vf. Iezerul Călimanului
Munții Ciucului	713,29	10,75	1551,4 m	Vf. Sălămaș
Munții Giurgeului	620,93	9,36	1567,2 m	Vf. Arborelui
Munții Gurghiu	772,89	11,65	1694,2 m	Vf. Amza
Munții Harghita	1025,99	15,46	1799,6 m	Vf. Harghita Mădăraș
Munții Hășmaș	272,31	4,10	1791,5 m	Vf. Hășmașu Mare
Munții Nemira	171,22	2,58	1455,6 m	Vf. Bobișca
Munții Perșani	56,27	0,85	1013,7 m	Vf. Merca

Sursa: Autorii

Depresiunile intramontane Drăgoiasa – Bilbor – Borsec sunt poziționate în partea nordică a județului, remarcându-se prin dimensiunile reduse dar și printr-o clară conturare morfologică. Ele au luat naștere în urma constituirii structurilor vulcanice de care sunt mărginite spre vest.

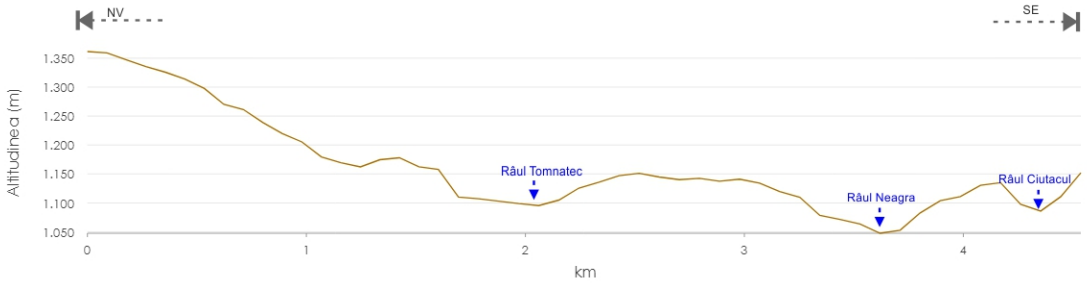


Figura nr. 13: Profil transversal prin Depresiunea Drăgoiasa

Sursa: Autorii

Suplimentar, evoluția lor a fost marcată de o etapă de sedimentare în urma cărora au fost depuse roci sedimentare cum ar fi nisipuri, argile, gresii, travertin, între care se intercalează pe alocuri și strate de cărbuni cu grad redus de incarbonizare, cu grosimi mici (de ordinul zecilor de centimetri) și cu caracter discontinuu. O altă caracteristică este dată de existența unui sistem de falii care a contribuit la conturarea acestor depresiuni dar care intervine și în raport cu fenomenele postvulcanice și circulația apelor subterane, precum și de existența reliefului fluviatil, cu elementele specifice (lunci, terase, care au contribuit la creșterea favorabilității pentru amplasarea localităților și a căilor de comunicație.

Cea mai nordică – *Depresiunea Drăgoiasa* (cca. 11 km^2, este drenată de bazinul superior al văii Neagra și are o altitudine medie de 1143 m. Mai spre sud este poziționată *Depresiunea Bilbor*. Specificul acesteia derivă din faptul că are două compartimente: cel principal – Bilbor (cca. 23 km^2), cu altitudini de 880-1000 m (altitudinea medie este de 934 m) este drenat de afluenții din bazinul superior al râului Bistricioara; cel secundar – Secu, mai redus ca suprafață (cca. 10 km^2) având o altitudine medie aproape identică cu primul sector (936 m), fiind drenat de afluenții din bazinul superior al râului omonim, parte a bazinului hidrografic Mureș. Ambele sunt bine conturate de rama montană învecinată, iar sectoarele dinspre aval sunt marcate de îngustări morfologice ale văilor Bistricioara și respectiv Secu. Comunicarea între cele două compartimente se face prin Pasul Răchitiș (950 m).

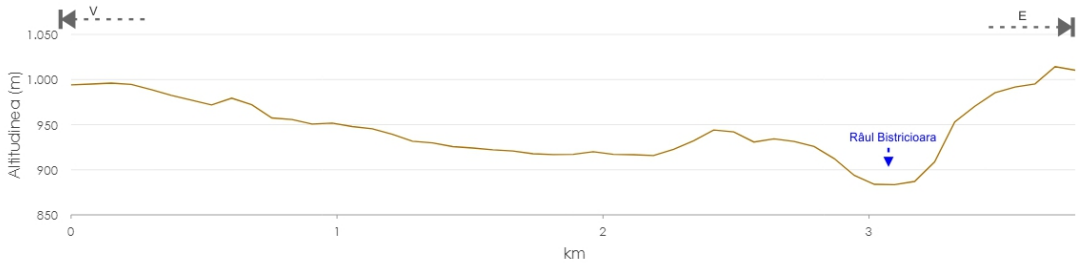


Figura nr. 14: Profil transversal prin Depresiunea Bilbor

Sursa: Autorii

Cel mai sudic compartiment micro-depresionar din nordul județului este reprezentat de *Depresiunea Borsec*. Aceasta are o suprafață de cca. 16 km^2 și este drenată de Valea Vinului. Altitudinile din cadrul acestei depresiuni se situează în ecartul 800-1020 m (valoarea medie altitudinală este de 912 m). Pe lângă deschiderea naturală a Văii Vinului spre este, accesibilitatea dinspre vest este asigurată și de existența pasurilor Creangă (Borsec) (1105 m), care facilitează legătura cu partea nordică a Depresiunii Giurgeu, și Chiozrez (1245 m) care facilitează legătura spre partea centrală a aceleiași depresiuni. O notă particulară derivă din

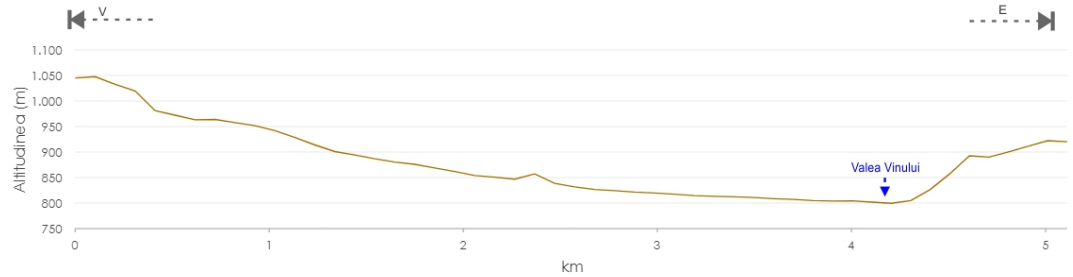


Figura nr. 15: Profil transversal prin Depresiunea Borsec

Sursa: Autorii

existența calcarelor metamorfice în rama depresiunii, fapt ce a permis dezvoltarea unor morfologii exo-și endocarstice (grote și peșteri de mici dimensiuni – Peștera Grota Ursilor, Peștera cu Gheață, etc.); acumularea compușilor carbonatici rezultați din disoluția calcarelor au condus la formarea unor acumulări de travertin.

În partea sud-estică a județului, la poalele Munților Ciucului și Nemira este poziționată o altă depresiune – *Depresiunea Plăieşi (Caşin)*. Aceasta are o suprafață de cca 50 km^2, fiind drenată de râul Cașin. Rocile sedimentare mai susceptibile la eroziune, prezente în subunitățile montane periferice au permis o modelare eficientă a reliefului fluviatil care este bine reprezentat, sub

forma unui bazinet de obârșie în care adâncirea rețelei fluviatile a condus la modelarea unui sistem de terase în care mai bine evidențiate morfologic sunt cele de ±40 m și ±100 m altitudine relativă. Altitudinile sunt cuprinse între 680 m la ieșirea Cașinului din depresiune și 900 m în partea nord-vestică, iar valoare medie altitudinală este de 735 m. Spre Depresiunea Ciuc accesibilitatea este facilitată de prezența pasului Cașin (870 m), în timp ce spre sud (spre Depresiunea Brașov) accesibilitatea este facilitată de valea Cașinului.

Una din cele mai importante caracteristici ale reliefului din județul Harghita este dată de prezența unui aliniament depresionar median, cu orientare nord-sud, constituit din două depresiuni: Giurgeului în partea nordică și Ciucului în partea sudică. Geneza acestora este complexă, fiind rezultatul combinării factorilor tectonici (mișcări de coborâre a scoarței terestre, în contextul existenței unui sistem fractural constituit de faliile G8, G9 și G13 de la contactul bazinului depresionar transilvan cu orogenul carpatic), eruptivi (care au generat structurile vulcanice, delimitând arealul depresionar față de bazinul sedimentar transilvănean din care au făcut parte) și erozivi, manifestați mai ales prin procese erozionale și acumulative care au definitivat morfologia și au diversificat-o sub raport genetic și tipologic.

Depresiunea Giurgeu are formă asimetrică, fiind alungită pe direcție nord-sud pe cca 60 km, în timp ce pe direcție est-vest lățimea este de 23 km; pe axa sud-nord, depresiunea este străbătută de râul Mureș, care primește afluenți din rama montană periferică. Suprafața depresiunii este de 617 km^2, ceea ce reprezintă cca 9% din teritoriul administrativ.

Din punct de vedere petrografic, în cadrul depresiunii sunt larg răspândite rocile sedimentare cuaternare (nisipuri, pietrișuri, argile nisipoase). Fundamentul cristalin este poziționat la adâncimi de 500 - 1000 m (Geografia României, vol. III, 1987); la Ditrău, în foraj au fost intersectate orizonturi de nisipuri, tufuri, aglomerate vulcanice, gresii și argile până la adâncimea de 446 m, după care a fost intersectat masivul constituit din sienite și hornblendite (Harta geologică a României, sc. 1:200.000, Foaia Toplița, 1968).

Altitudinea variază în ecartul 640 – 1000 m (cu o valoare medie de 790 m), în condițiile în care relieful se prezintă sub forma etajată, rezultate în urma proceselor acumulativ-erozionale realizate de Mureș și afluenții săi:

- lunca, cu sectoare de înmlăștinire și de meandrare a râului Mureș; dominante sunt aici depozitele argilo-nisipoase;
- terasele, alcătuite din nisipuri și pietrișuri rulate care semnalează o origine petrografică de factură vulcanică și metamorfică; acestea sunt acoperite de depozite deluvial-proluviale constituite din argile nisipoase și nisipuri argiloase. Grosimea depozitelor de terasă este cuprinsă între 5 și 15 m. Acestea sunt dispuse sub forma unor trepte cu altitudini relative de 4 - 5 m, 12 - 15 m, 25 - 30 m, 35 - 40 m, și 60 - 70 m (Geografia României, vol. III, 1987);
- piemonturile, poziționate la contactul cu subunitățile montane învecinate; în cadrul lor sunt prezente orizonturi de pietrișuri, nisipuri și argile.

O diversificare mai mare a morfologiei este specifică în nordul depresiunii unde sunt prezente suprafețe structurale dezvoltate în formațiunea vulcanogen-sedimentară a căror duritate mai ridicată a permis menținerea acestora sub formă de platouri ușor înclinate dinspre nord (±950 m) spre sud (±700 m) în cazul celor poziționate la contactul cu Munții Călimani, și cu înclinare dinspre vest (±1000 m) spre est (±700 m) în cazul celor poziționate la contactul cu munții Gurghiu. Intersectarea acestor formațiuni vulcanogen-sedimentare a condus la formarea unor sectoare de îngustare a văii Mureșului, așa cum este cea din aval de localitatea Subcetate, unde valea capătă aspect de defileu.

Tot o nuanță de diversificare morfologică este indusă de prezența unor conuri de dejecție (agestre) constituite la debușarea în spațiul depresionar a unor râuri care coboară dinspre munții Giurgeului, așa cum este cazul râurilor Ditrău și Belcina; aspectele de favorabilitate ale acestuia din urmă au fost valorificate pentru amplasarea orașului Gheorgheni.

De asemenea, periferic și pe suprafețe reduse sunt prezente areale în care caracterul sedimentar al complexului petrografic depresionar este perturbat de existența unor entități petrografice legate genetic de spațiul montan învecinat, așa cum este cazul masivului sienitic din Munții Gheorgheni care se prelungește printr-o apofiză spre vest până aproape de localitatea Hodoșa, cazul micașisturilor care apar în sud-estul depresiunii (Valea Strâmbă), cazul marmurei (calcar metamorfic) de la Lăzarea, ori cazul dolomitelor de la Voșlăbeni.

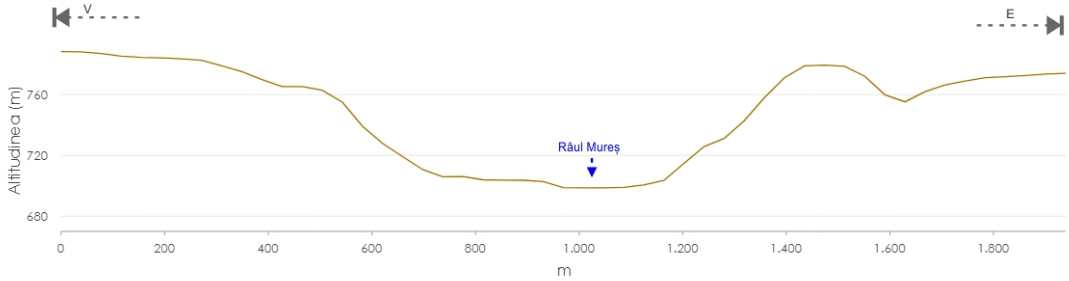


Figura nr. 16: Profil transversal prin sectorul de defileu de la Subcetate

Sursa: Autorii

În ciuda existenței unor sectoare montane de proximitate care contribuie la o foarte bună individualizare a acestei depresiuni, accesibilitatea sa este una destul de bună cu diversele regiuni din vecinătate. Astfel, spre Depresiunea Transilvaniei accesibilitatea este facilitată chiar de valea Mureșului, prin sectorul de defileu desfășurat între Toplița (HR) și Deda (MS), dar și printr-o serie de pasuri și trecători care traversează subunitățile montane vulcanice: trecătoarea Bucin (1273 m, în bazinul superior al râului Borzontul Mic), Pasul Șicaș (Liban) (1004 m, în bazinul superior al râului Senetea), Pasul Bafta (1130 m, în bazinul superior al râului Eseniu). Spre Depresiunea Ciuc accesibilitatea este facilitată prin Pasul Izvorul Mureșului (Greci) (891 m); dinspre bazinul râului Belcina spre bazinul hidrografic Olt comunicarea se face prin intermediul Pasului Olt (Covacipeter) (1224 m), iar spre bazinul râului Bicaz comunicarea se face prin Pasul Pângărați (1255 m). Spre est accesibilitatea este facilitată prin Pasul Ditrău (Țengheler) (1225 m) spre bazinul Trotușului; spre depresiunea Borsec comunicarea este facilitată de Pasul Chiozrez (1245 m).

Depresiunea Ciuc are o configurație spațială alungită pe direcție nord-sud pe cca 50 km, în timp ce pe direcție est-vest aceasta are o lățime maximă de 15 km. Pe axe nord-sud depresiunea este drenată de râul Olt, care primește afluenți din spațiul montan învecinat (Munții Ciucului la est), Munții Bodoc (la sud-est), Munții Harghita (la sud, vest și nord). Suprafața depresiunii este de cca. 490 km^2 ceea ce reprezintă cca 7% din teritoriul administrativ al județului.

Fundamentul depresiunii este constituit din șisturi cristaline, calcare triasice și jurasice și fliș cretacic, fiind poziționat la adâncimi de 50 - 800 m. Acestea este fracturat de câteva falii dintre care mai importante sunt cele cu direcție vest-est, care au facilitat și apariția la zi a rocilor magmato-vulcanice care constituie corpurile bazaltice de la Racu și Jigodin (Harta geologică a României, sc. 1:200.000, Foaia Odorhei, 1968).

Din punct de vedere petrografic, este caracteristică o mare asemănare cu Depresiunea Giurgeu, având o geneză și o evoluție comune. Astfel, în cadrul depresiunii umplutura sedimentară levantină și pleistocenă este constituită dintr-o alternanță de aglomerate vulcanice, cinerite, microconglomerate, nisipuri și marno-argile la care se adaugă, în partea superioară, un orizont de nisipuri și pietrișuri rulate cu având o grosime de 10-30 m. Distribuția lor în cadrul depresiunii reflectă evoluția stadială a acesteia. Astfel, zona centrală este caracterizată de prezența pietrișurilor, nisipurilor și argilelelor cu caracter aluvionar din luncă și terase, după care spre periferie este prezentă formațiunea vulcanogen sedimentară ce acoperă parțial depozitele structurii piemontane. Resturi ale acesteia din urmă sunt foarte bine păstrate în sectorul Nicolești – Bârzava – Delnița, remarcând prezența secvenței petrografice cristaline care confirmă proveniența acestor materiale din spațiul montan imediat învecinat de la est, dar și în sud, la poalele Munților Ciomatu. Formarea acestui sector piemontan este legată în cea

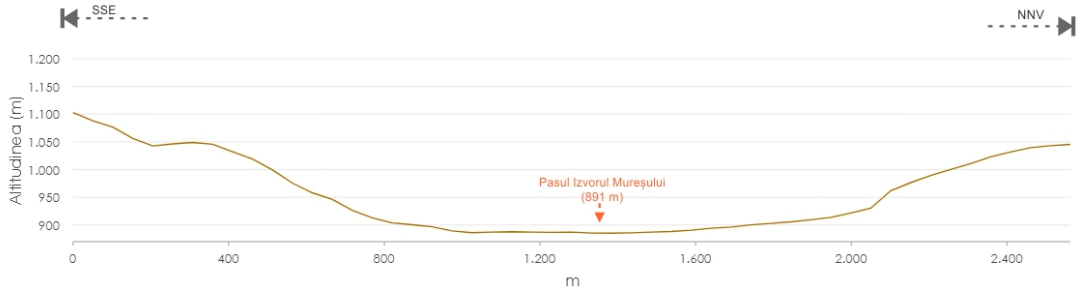


Figura nr. 17: Profil transversal prin Pasul Izvorul Mureșului

Sursa: Autorii

mai mare parte de râul Tușnad care a transportat materialele din cadrul structurii vulcanice și le-a depozitat la contactul cu spațiul depresionar.

În ceea ce privește formațiunea vulcaogen-sedimentară, este de remarcat faptul că cea mai mare extensiunea a sa este în compartimentul nordic unde contribuie la menținerea unor altitudini mai ridicate și a unei morfologii de tip monoclinal sub forma unor suprafețe structurale cu planitate mai ridicată care se desfășoară atât pe dreapta, cât și pe stânga Oltului, la altitudini care în general sunt cuprinse între 700 și 900 m, valoare medie altitudinală fiind de 730 m. Spre aval, elementele specifice ale acestui complex petrografic încep să dispară de pe stânga Oltului, astfel că în aval de Racu ele se mai pot întâlni doar la contactul cu Munții Harghita.

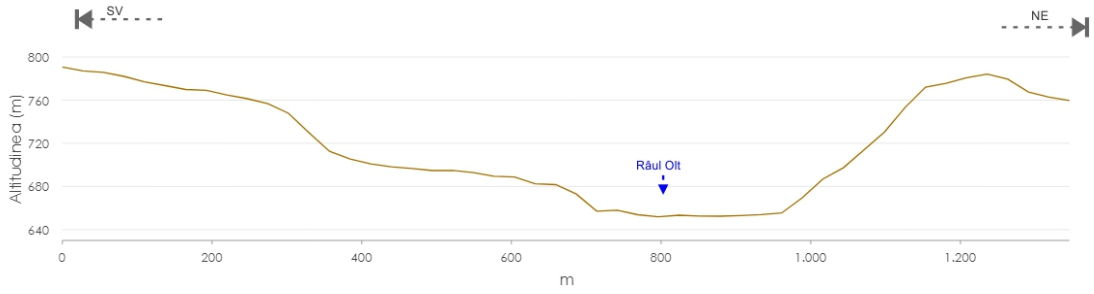


Figura nr. 18: Profil transversal prin sectorul de defileu de la Jigodin

Sursa: Autorii

La fel ca și în compartimentul depresionar al Giurgeului, și aici morfologia este etajată, altitudinile fiind cuprinse în ecartul 640 – 960 m. Sunt prezente treptele de luncă, terase (cu

altitudini relative de 2 - 5 m, 8 - 12 m, 15 - 22 m și 18 - 40 m) și a celei piemontane marginale Tövissi, 1977). Treptele de terasă sunt dezvoltate frecvent în structurile piemontane, astfel că podul teraselor este puțin fragmentat și cu pânză freatică poziționată la adâncime.

Depresiunea Ciucului prezintă o compartimentare generată de prezența sectoarelor de îngustare morfologică (defileu) de la Racu și Jigodin unde Oltul s-a adâncit în rocile bazaltice și în cuvertura vulcanogen-sedimentară care le acoperă. În raport cu acestea se conturează compartimentul depresionar Ciucul Superior (Mădăraș), Ciucul Mijlociu (Miercurea Ciuc) și Ciucul Inferior (Tușnad). În cadrul ultimelor două sectoare, manifestarea mișcărilor de subsidență a condus la formarea unor areale înmlăștinire, unele cu fenomene de turbificare (Mădăraș, Ciceu – Miercurea Ciuc, Sânsimion – Tușnad).

Accesibilitatea Depresiunii Ciucului este facilitată de prezența unor pasuri și trecători. Astfel, pentru legătura spre vest, cu Depresiunea Transilvaniei este de menționat Pasul Vlăhița (1000 m) și Pasul Fertău (1310 m, în zona de obârșie a bazinelor hidrografice Mădăraș și Ivo). Spre est, legăturile pot fi realizate prin Pasul Cașin (870 m) spre Depresiunea Plăieși, Pasul Uz (1085 m) spre Valea Uzului, Pasul Ghimeș (1195 m) dinspre valea Frumoasa spre bazinul Trotuș, Pasul Tarcău (1295 m) dinspre bazinul Olt spre cel al Trotușului, prin văile Noșcolat și Iavardi. Spre Depresiunea Giurgeu legătura este facilitată de Pasul Izvorul Mureșului (891 m), iar spre Depresiunea Brașov legătura este facilitată de valea Oltului prin Defileul Tușnad.

Tabel nr. 5: Depresiunile intramontane din județul Harghita

Denumirea	Suprafața (km^2)	Ponderea din teritoriul administrativ (%)	Altitudinea medie (m)
Depresiunea Drăgoiasa	10,93	0,16	1142,8
Depresiunea Bilbor	22,81	0,34	933,6
DepresiuneaSecu	9,89	0,15	936
Depresiunea Borsec	15,98	0,24	911,7
Depresiunea Giurgeu	617,15	9,30	789,6
Depresiunea Ciuc	488,60	7,36	730,2
Depresiunea Păieși	49,69	0,75	735,4

Sursa: Autorii

2.2.2. Zona deluroasă

Compartimentul sud-vestic al județului este caracterizat de existența unor subunități de relief care s-au format în cadrul bazinului sedimentar transilvănean (Depresiunea Transilvaniei). Este vorba despre subunități aparținând Podișului Transilvaniei și zonei marginale a depresiunii. Din punct de vedere petrografic nota dominantă este dată de larga extensiune a rocilor sedimentare, cu o alternanță a stratelor în care, prezența argilelor a favorizat larga extensiune a alunecărilor de teren. Trecerea de la zona aglomeratelor vulcanice la depozitele nisipoase și marnoase de vârstă pannoniană este marcată și și configurația generală orografică dar și în profilul longitudinal al râurilor care se prezintă ca o linie ușor concavă, marcată din loc de rupturi de pantă (Mac, 1972). Prin prezența orizontului de sare și a particularităților sale tectonice, cea mai mare parte a acestui compartiment face parte din unitățile geomorfologice cutate diapiric, masivele de sare care străpungând bolta anticlinalelor. (Irimuș, 1998).

Relieful acestui compartiment este caracterizat de o scădere generală dinspre est spre vest, de larga extensiune a proceselor de versant (ravenație, torențialitate, alunecări de teren) şi de o foarte expresivă dezvoltare a reliefului fluviatil în care terasele sunt prezente sub forma unui complex de trepte cu altitudini de 2-3 m, 6-12 m, 15-22 m, 30-40 m, 50-55 m, 70-75 m, 90-110 m.

În cadrul zonei marginale se înscrie un sector de dealuri submontane cunoscute ca Subcarpații Transilvaniei, care se extind între valea Mureșului la nord și valea Oltului la sud. Pe teritoriul județului Harghita sunt prezente areale din două subunități: Subcarpații Târnavelor și Subcarpații Homoroadelor.

Subcarpații Târnavelor ocupă o suprafață de cca. 612 km^2, ceea ce reprezintă 9% din teritoriul administrativ. Substratul este alcătuit dintr-o alternanță de roci sedimentare necimentate și cimentate de vârstă neogenă. În partea estică a subunității acestea (argile nisipuri, pietrișuri, tufuri, gresii), sunt acoperite, pe mici areale, de formațiunea vulcanogen sedimentară care le-a conservat în raport cu factorii erozivi. Îndepărtarea acestei formațiuni petrografice și adâncirea rețelei hidrografice (Corund, Praid, Târnava Mică) la contactul dintre Munții Gurghiu și Depresiunea Transilvaniei a generat mici bazinete depresionare - Depresiunea Praid, în care au fost decopertate și structurile diapire, până la dezvelirea completă a orizontului salifer pe unele porțiuni (Muntele de sare, 556 m), astfel că, sub acțiunea agenților erozionali se formează o morfologie pseudo-carstică (lapiezuri, microdoline, etc.). Contactul orizontului salifer cu pânza freatică a generat fenomene de disoluție și formarea unor cavități/grote de tip pseudocarstic. Adâncirea râului Corund cu cca 150 – 160 m față de interfluviile învecinate a imprimat un caracter de culoar depresionar pentru acest sector depresionar, a cărui continuitate este perturbată doar punctual de sectoare de îngustare (Dl. Sării – 570 m, amonte de confluența Corundului cu Târnava Mică).

Rezistența mai mare a formațiunii vulcanogen-sedimentare în raport cu factorii erozivi a permis și menținerea un or suprafețe structurale bine conservate, fapt reflectat și în altitudinile care, în acest sector de contact, au valori de 700-1000 m (Firtuș – 1060 m, Piatra Șiclod – 1028, Aramei/Rez – 933 m, Păuleni – 908 m, Codaciu – 852 m). Suprafețele structurale conservate pe interfluvii sunt flancate de margini cu înclinare ridicată, afectate de procese gravitaționale (surpări, rostogoliri), iar partea inferioară a acestora este afectată de alunecări de teren.

În restul compartimentului, datorită dominanței rocilor sedimentare cu friabilitate mai ridicată altitudinile scad, în general dinspre est spre vest, până la valori de 500-550 m în cadrul interfluviilor, iar pe văi valorile sunt mai reduse 350-380 m.

Aspectul orografic general este constituit din existența unui aliniament de culmi principale separate uneori de spațiul montan prin bazinete depresionare submontane sculptate de văile subsecvente. Spre vest de acest aliniament interfluvial principal, sunt prezente o serie de depresiuni intracolinare cum este cazul celor de la Goagiu și Eliseni, marcând trecerea spre subunitățile de podiș (Podișul Târnavelor). Se adaugă bazinetele depresionare prezente pe valea Cușmed: Crișeni și Atid (la confluența cu râul Firtuș).

Subcarpații Homoroadelor ocupă o suprafață de 352 km^2 (cca. 5% din teritoriul administrativ). Sunt situați la sud de Târnava Mare, ca o continuare a structurilor cutate simplu – anticlinal – sinclinal și a cutelor diapire, parțial acoperite de formațiunea vulcanogen – sedimentară. Aceasta este mai bine conservată în partea sud-estică a subunității. În sectorul respectiv, acest complex petrografic acoperă interfluviile și rocile sedimentare de vârstă volhinian-bessarabiană (argile, gresii, nisipuri, conglomerate, tufuri dacitice), protejându-le de factorii erozivi. În aceste

condiții altitudinile acestui sector sud-estic sunt cuprinse între 650 și 850 m (ex. Dl. Cetății – 836 m, Dl. Fagului – 829 m, Dl. Juva – 766 m), poziționate pe interfluviul dintre căile Homorodul Mare și Homorodul Mic. Cele două râuri s-au adâncit semnificativ, conturând un sector depresionar (Depresiunea Homoroadelor) din care, pe teritoriu județului, este prezent doar sectorul din amonte, lobat pe cele două râuri, până în zona localităților Ocland (pe Homorodul Mic) și Mărtiniș (pe Homorodul Mare).

În restul subunității dominante sunt formațiunile sedimentare în care alternează argilele, marnele, gresiile, conglomeratele, nisipurile între care se interpune și orizontul de sare. Văile au profile transversale diverse, fie simetrice fie asimetrice (subsecvente), în condițiile în care uneori anticlinalele au fost erodate mai accentuat, rezultând astfel inversiuni de relief, cu depresiuni de tip butonieră, situate pe axul de anticlinal.

Relieful fluviatil este și aici bine dezvoltat, mai ales ca rezultat al acțiunii Târnavei Mari, care a generat un culoar de vale – Culoarul Târnavei Mari, foarte bine marcat în relief, extins în amonte până la Subcetate. Culoarul are o suprafață de 158 km^2, ceea ce reprezintă 2,3% din suprafața județului. Pe lângă sectoarele care se încadrează în forma generală de culoar, unde sunt bine conturate elementele morfologiei fluviatile (luncă, terase), mai sunt prezente sectoare de lărgire morfologică, constituite sub forma unor bazinete depresionare: bazinetul Cristuru Secuiesc (la confluența cu văile Feernic și Goagiu), bazinetul Odorheiu Secuiesc (la confluența Târnavei Mari cu o serie de alfuenți atât de stânga cât și de dreapta, a căror acțiune erozivă cumulată a generat o lărgire semnificativă a văii dar și un aspect lobat pe unele direcții).

Morfologia de detaliu este completată prin prezența glacisurilor la contactul dintre terase și versanți, a conurilor de dejecție și a unei procesualități geomorfologice active, favorizată de rocile friabile.

O notă particulară din punct de vedere geomorfologic este dată de existența vulcanilor noroioși (ex. la Filiaș, arealul respectiv fiind declarat rezervație geologică), explicată printr-o conjugare a factorilor geologici în care rolul-cheie revine componentei argiloase, apei, dar mai ales gazelor cantonate în structurile domale.

Dealurile Târnavei Mari sunt prezente pe teritoriul județului doar pe un mic areal din partea vest-sud-vestică (limita spre Subcarpații Târnavelor fiind constituită de văile Eliseni și Soimușul Mic), a cărui suprafață este de 60 km^2. Petrografic, acest areal este dominat de argilele marnoase și nisipurile panoniene, pe alocuri fiind prezente gresiile și tufurile vulcanice. Altitudinile maxime (680 m – Dl. Șoimuș, 641 m – Dl. Răchiței, 620 m - Dl. Pazniculuiui) sunt înregistrate în martorii erozionali care se conturează deasupra suprafeței de nivelare poziționate la 550 – 600 m. Structural acest sector se suprapune în cea mai mare parte pe domul Eliseni, erodat de râul omonim, rezultând astfel un relief monoclinal expresiv (cueste, butoniere de anticlinal) pe care se suprapun morfologii fluviatile (terase), forme de eroziune liniară (ravenație) și alunecări de teren.

2.3. Clima și potențialul climatic

Capitolul analizează fenomenele naturale extreme, prezente la nivelul Judeţului Harghita, a căror manifestare spaţială poate avea efecte negative asupra componentelor naturale şi antropice. Din perspectivă climatică, analiza s-a concentrat pe temperaturile şi precipitaţiile extreme, completată cu o serie de fenomene meteorologice care, prin simpla lor prezenţă, au efect negativ asupra mediului şi generează, de cele mai multe ori, pagube.

Prezentul studiu se axează pe analiza principalelor elemente climatice şi a fenomenelor meteorologice, măsurate/ înregistrate la cele 5 staţii meteorologice din judeţ: Topliţa (687 m altitudine), Joseni (750 m altitudine), Miercurea Ciuc (661 m altitudine), Odorhei (523 m altitudine) şi Bucin (1282 m altitudine) (Codul SYNOP, 2017: 259f). Pentru a pune în evidenţă riscurile climatice, s-au utilizat indici ai temperaturii şi precipitaţiilor extreme, stabiliţi de Echipa de Experţi pentru Indici Specifici pe Sectoare de Activitate (Experts Team on Sector-Specific Climate Indices, ET-SCI) (Alexander şi Harold, 2016). Indicii au fost calculaţi cu aplicaţia ClimPACT2 (Alexander şi Nichols, 2016).

Pentru fiecare element meteorologic s-au calculat sume şi medii lunare, anuale şi multianuale, precum şi valorile extreme, iar detectarea tendinței de evoluție a variabilelor climatice s-a realizat utilizând testul Mann-Kendall combinat cu panta Sen.

În privinţa perioadei luate în analiză, aceasta diferă în funcţie de disponibilitatea surselor de date. Astfel, pe baza datelor gridate ROCADA (1961-2013) (Bârsan şi Dumitrescu, 2015), respectiv a datelor puse la dispoziţie de Administraţia Naţională de Meteorologie (2003 – 2022), s-au calculat indicii temperaturii aerului şi ai precipitaţiilor atmosferice, respectiv s-a calculat temperatura la suprafaţa solului; pentru umezeala relativă, nebulozitate şi durata de strălucire a Soarelui, s-au folosit datele bazei ROCADA (Bârsan şi Dumitrescu, 2015); stratul de zăpadă s-a analizat pe baza datelor transmise de Administraţia Naţională de Meteorologie (2003 – 2022); analiza lunară a vântului (pe direcţii cardinale şi viteză), respectiv a fenomenelor meteorologice cu un grad ridicat de risc (ceaţă, oraj, grindină, viscol, vijelie, polei şi chiciură) s-a realizat folosindu-se seturile de date puse la dispoziţie de Administraţia Naţională de Meteorologie (1978 – 2022).

2.3.1. Temperatura aerului

Se caracterizează printr-o mare variabilitate spaţială, fiind influenţată de circulaţia maselor de aer, intensitatea radiaţiei solare, etc, precum şi de factorii locali (trăsăturile reliefului, natura suprafeţei subiacente, activităţile antropice etc).

2.3.1.1. Indici ai temperaturii aerului

2.3.1.1.1. Temperatura medie a aerului

Temperatura medie anuală prezintă o variaţie relativ restrânsă în cadrul unităţii analizate, de la 6,4°C, în zona centrală a Depresiunii Gheorgheni (Joseni), până la 8,6°C în partea de vest a acestuia (Odorhei), zona montană înaltă, adiacentă, caracterizându-se prin valori termice mai coborâte. Prezenţa culoarelor de vale şi a arealelor depresionare, favorizează, cu precădere în perioada rece a anului, stagnarea aerului rece şi înregistrarea unor temperaturii medii multianuale mai coborâte, în raport cu zona montană cu altitudini mijlocii. Astfel, se explică diferenţa termică medie anuală considerabilă între Joseni (6,4°C) şi Bucin (5,9°C, cota 1282 m), în contextul unei diferenţe de nivel între cele două puncte de observaţie de 532 m.

Tendinţa temperaturii medii a aerului prezintă valori pozitive în întreaga unitate, cuprinse între 0,013 şi 0,038°C/an, tendinţele fiind statistic semnificative, creşterea fiind mai pronunţată în zonele joase, cu o frecvenţă mai redusă a inversiunilor termice (Topliţa).

Tabel nr. 6: Temperatura medie multianuală (TMm) şi tendinţa acesteia (°C/an), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022)

Staţia meteorologică	Joseni	Miercurea Ciuc	Odorhei	Topliţa	Bucin
TMmed	6,4	6,7	8,6	6,8	5,9
tendinţa	*0,034*	*0,024*	*0,037*	*0,038*	*0,013*

Italic: tendinţe statistic semnificative

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bârsan, 2015) şi ANM (2023)

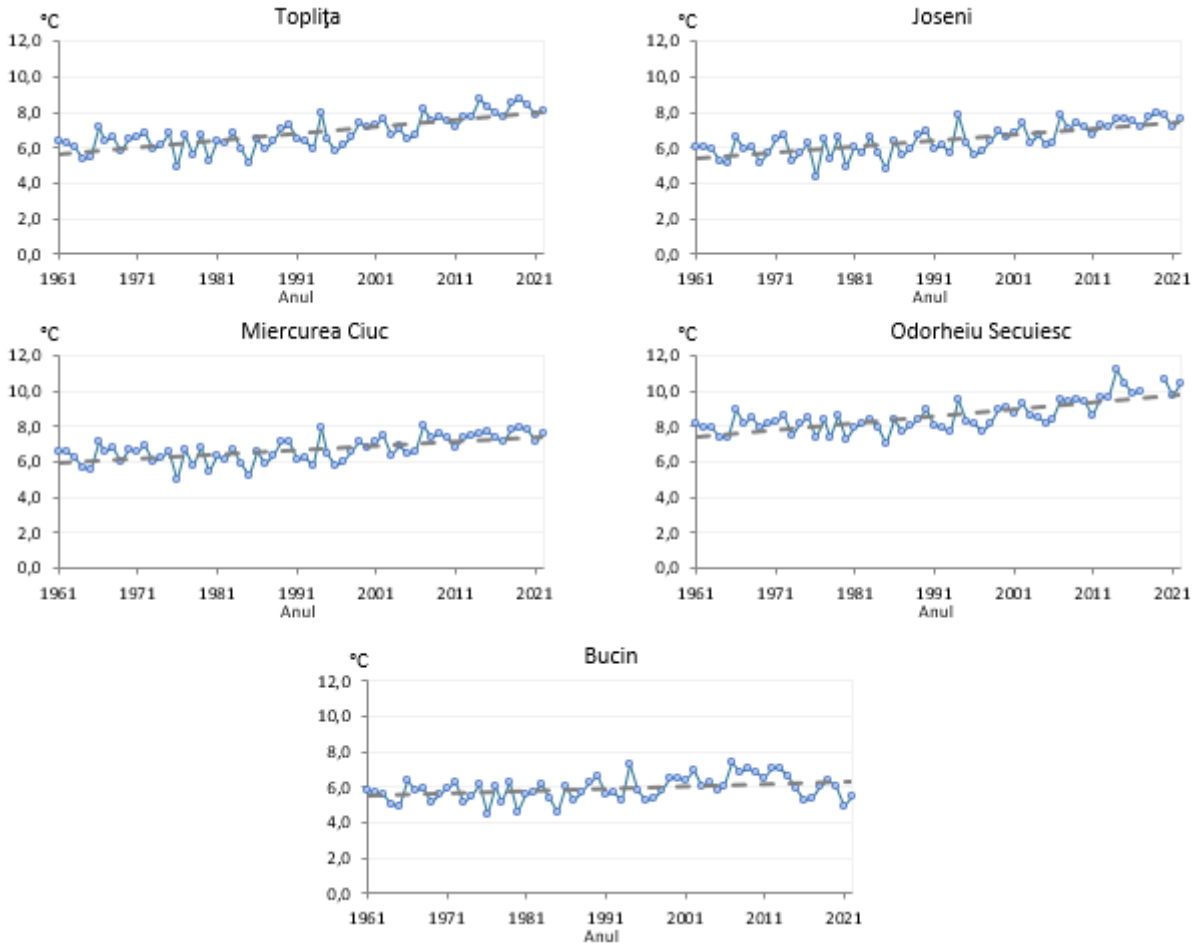


Figura nr. 19: Temperatura medie anuală (TMm) şi tendinţa acesteia (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din judeţul Harghita (1961-2022)

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bîrsan, 2015) şi ANM (2023)

2.3.1.1.2. Temperatura maximă a aerului

Din perspectiva temperaturii maxime a aerului, de interes sunt două elemente ale acesteia: temperatura medie multianuală a maximelor (TXm), care rezultă din valorile termice maxime zilnice şi temperatura maximă absolută (TXx), respectiv valoarea cea mai ridicată a temperaturii aerului înregistrată în perioada analizată (1961-2022).

Valoarea temperaturii medii multianuale a maximelor scade pe măsura creşterii altitudinii, de la 14,4°C, în zona joasă de relief din vestul judeţului (Odorhei), la 10,5°C, în zona montană cu altitudini mijlocii (Bucin), fiind mult mai coborâtă pe creste. Valorile medii anuale prezintă tendinţă generală de creştere la scara întregii unităţi abordate, mai pregnantă în zonele joase de relief, respectiv mai redusă în zona montană), aceasta fiind statistic semnificativă.

Tabel nr. 7: Temperatura medie multianuală a maximelor (TXm), temperatura maximă absolută (TXx) şi tendinţa acestora (°C/an), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022)

Staţia meteorologică	Joseni	Miercurea Ciuc	Odorhei	Topliţa	Bucin
TXm	12,3	12,7	14,4	12,7	10,5
tendinţa TXm	0,035	0,037	0,036	0,044	0,0069
TXx	35,7	35,8	37,7	36,6	30,1
tendinţa TXx	0,032	0,037	0,047	0,059	0,0017

Italic: tendinţe statistic semnificative

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bârsan, 2015) şi ANM (2023)

Temperatura maxima absolută (TXx) depăşeşte, în zona joasă de relief a judeţului, pragul zilei tropicale (35°C), fiind un parametru care scoate în evidenţă capacitatea de încălzire a aerului ca urmare a prezenţei maselor de aer foarte cald, venite din sudul sau sud-estul Europei. Valorile extreme sunt mai reduse în arealele depresionare şi scad în zona montană mijlocie, până în jurul valorii de 30°C, la Bucin. Pe fondul creşterii frecvenţei maselor de aer tropical care afectează şi unitatea analizată, cu precădere vara, tendinţa valorilor termice maxime anuale este de creştere, mai pronunţată în zonele joase de relief, depăşind în medie 0,04°C/an.

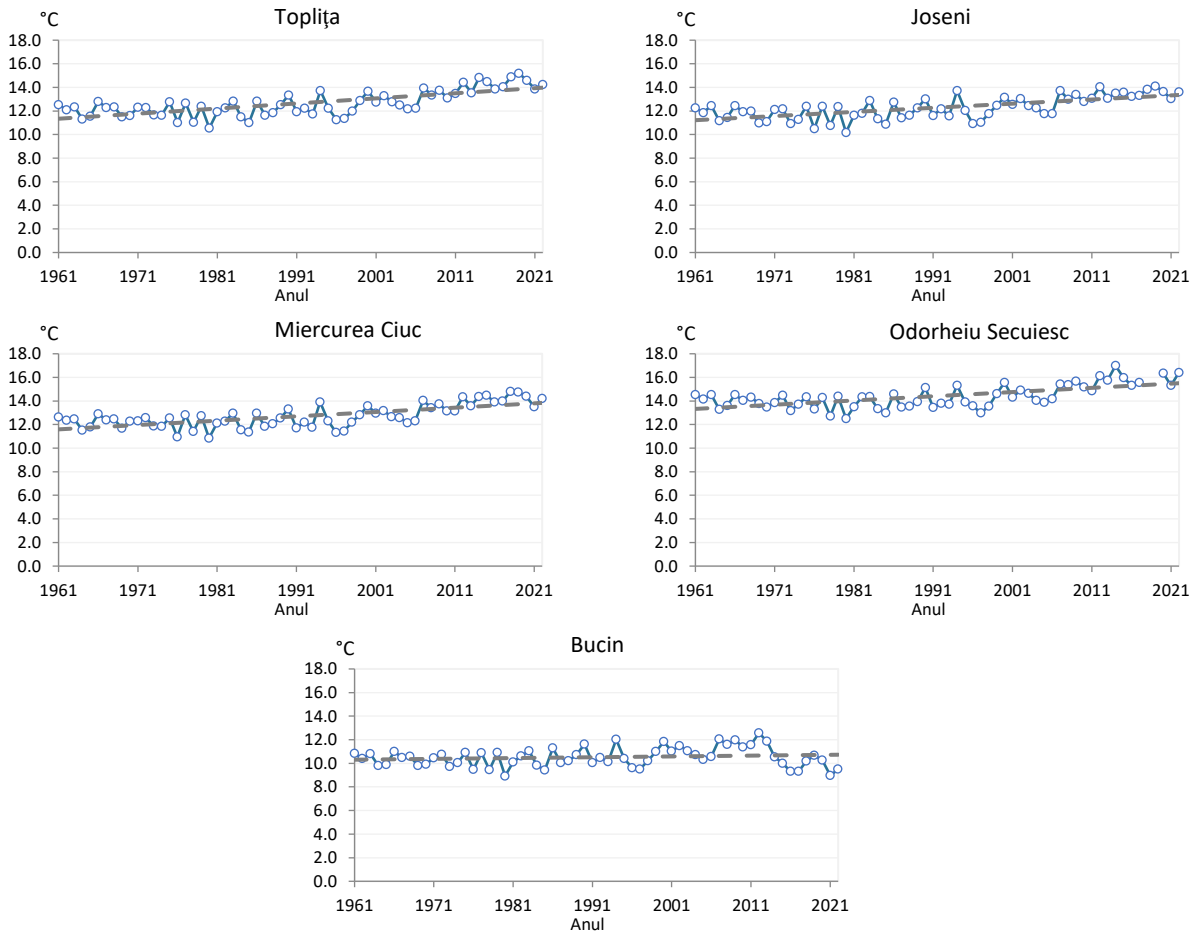


Figura nr. 20: Temperatura medie anuală a maximelor (TXm) şi tendinţa acesteia (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022)

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bîrsan, 2015) şi ANM (2023)

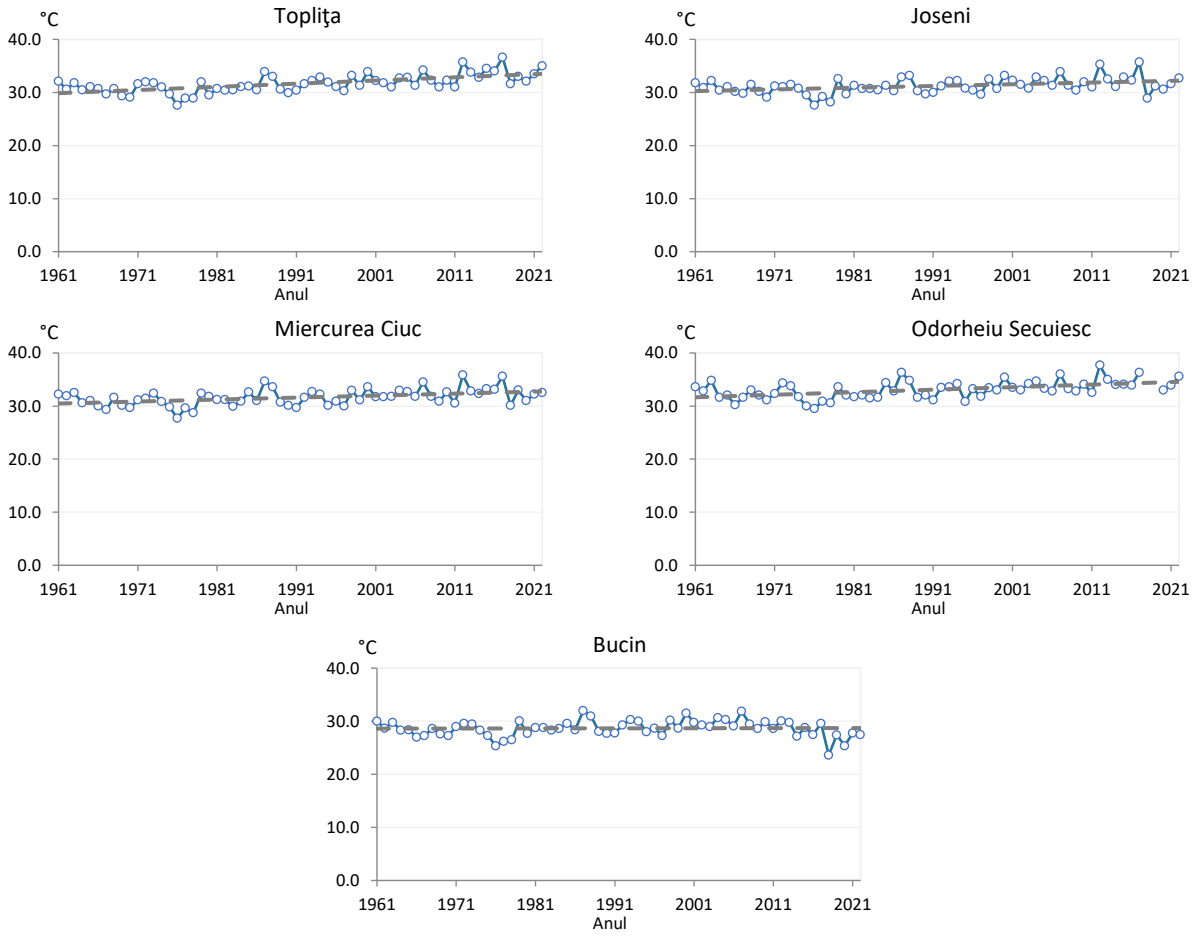


Figura nr. 21: Temperatura maximă anuală (TXx) şi tendinţa acesteia (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022)

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bîrsan, 2015) şi ANM (2023)

2.3.1.1.3. Temperatura minimă a aerului

Din perspectiva valorilor termice minime ale aerului, interes practic îl reprezintă temperatura medie multianuală a minimelor (TNm), respectiv temperatura minimă absolută (TNn).

Temperatura medie multianuală a minimelor, determinată prin medierea valorilor zilnice cele mai coborâte ale temperaturii aerului, înregistrează valori pozitive în toată zona joasă a judeţului, cu cele mai ridicate valori în extremitatea vestică a judeţului (2,8°C la Odorhei), zonele depresionare, intramontane, remarcându-se prin valori medii minime coborâte, adevărate „lacuri de frig”. Frecvenţa ridicată a inversiunilor termice este pusă în evidenţă de valorile termice medii minime multianuale mai ridicate înregistrate la altitudini mijlocii (Bucin), în raport cu cele din zona joasă a reliefului depresionar. Tendinţa temperaturii medii minime anuale se caracterizează prin valori pozitive (valorile minime anuale sunt în creştere), creşterea acesteia fiind mai pronunţată în arealele mai puţin afectate de inversiunile termice. Similar temperaturii medii maxime anuale, tendinţele sunt semnificative la toate staţiile analizate, scoţând în evidenţă faptul ca procesul este susţinut.

Tabel nr. 8: Temperatura medie multianuală a minimelor (TNm), temperatura minimă absolută (TNn) şi tendinţa acestora (°C/an), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022)

Staţia meteorologică	Topliţa	Joseni	Miercurea Ciuc	Odorheiu Secuiesc	Bucin
TNm	1,0	0,5	0,7	2,8	1,3
Tendinţa TNm	*0,033*	*0,033*	*0010*	*0,037*	*0,020*
TNn	-33,7	-36,2	-34,8	-32,9	-30,5
Tendinţa TNn	*0,093*	*0,070*	0,032	*0,061*	*0,083*

Italic: tendinţe statistic semnificative

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bârsan, 2015) şi ANM (2023)

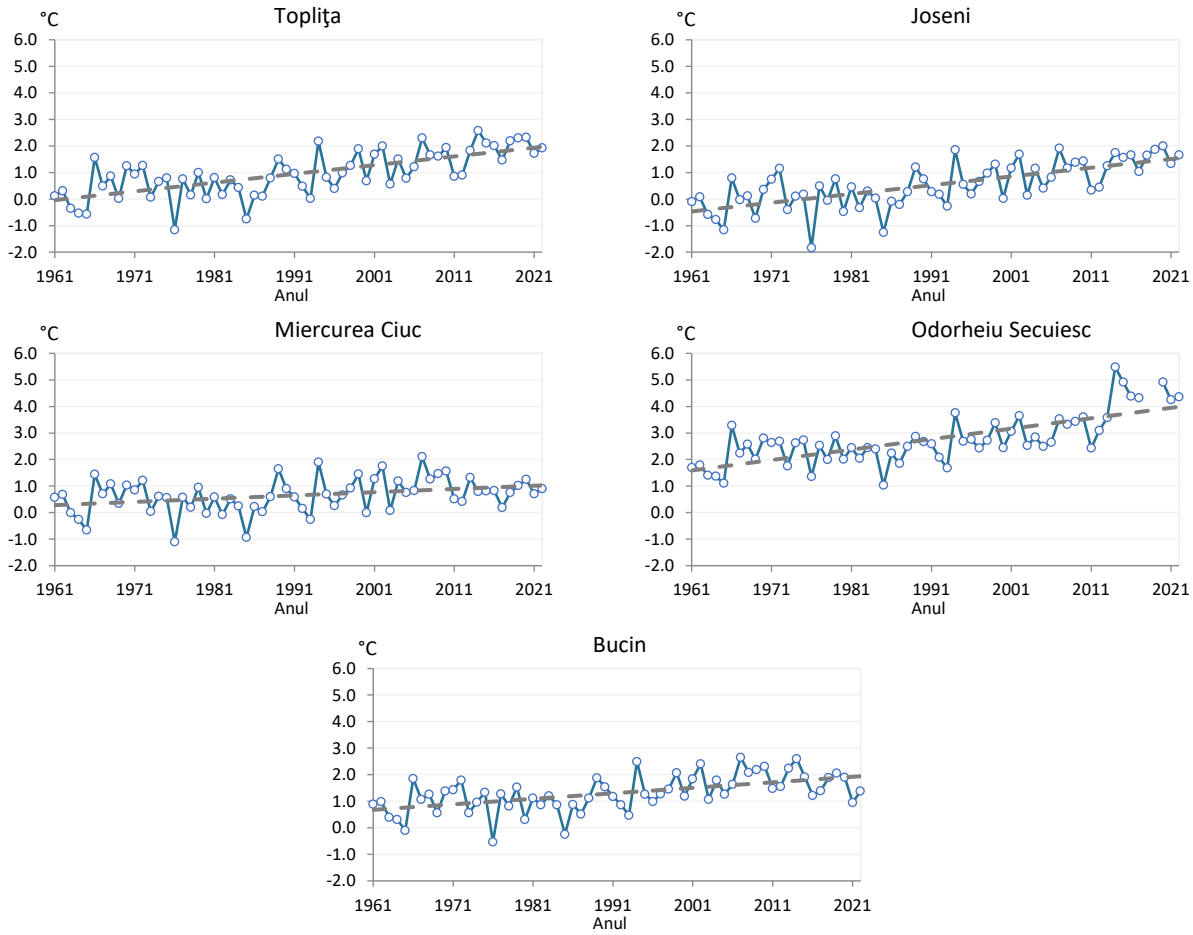


Figura nr. 22: Temperatura medie anuală a minimelor (TNm) şi tendinţa acesteia (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022)

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bîrsan, 2015) şi ANM (2023)

Temperatura minimă absolută, reprezentând valoarea cea mai coborâtă a temperaturii aerului, înregistrată în perioada analiză, s-a înregistrat în anotimpul rece, la toate staţiile meteorologice analizate, pe fondul prezenţei unor mase de aer foarte reci, provenite din nordul sau nord-estul continentului. Trăsăturile reliefului unităţii analizate contribuie la cantonarea aerului rece în zonele depresionare, facilitând apariţia inversiunilor de temperatură şi, implicit, înregistrarea unor valori de temperatură foarte coborâte în aceste zone. Astfel, cum reiese din analiza datelor statistice, valori minime absolute sub -30°C s-au înregistrat în arealele depresionare, în vreme ce în zona montană înaltă, acestea sunt mai ridicate.

Temperatura minimă anuală prezintă tendinţa de creştere pe suprafaţa întregului județ, aceasta fiind mai pronunţată decât temperatura maximă anuală. Concret, în ultima perioadă, invaziile de aer rece, înregistrate iarna, se caracterizează prin temperaturi mai puţin coborâte, decât cele din perioada 1960-1970.

2.3.1.1.4. Valurile de căldură

Valurile de căldură reprezintă fenomene meteorologice cu efecte negative asupra stării de sănătate a populaţiei (Croitoru et al., 2018) şi activităţii economice (Herbel et al., 2018). Având în vedere manifestările şi efectele generate, valurile de căldură, alături de cele de frig, fac parte din categoria indicilor temperaturii extreme stabiliţi de ET-SCI, cu implicaţii majore asupra multor domenii de activitate, printre care sănătate, agricultură şi siguranţă alimentară; resurse de apă şi turism (Alexander şi Harold, 2016).

Ţinând seama de abordările din literatura de specialitate (Perkins și Alexander, 2013), valul de căldură este considerat ca fiind prezent în situaţia în care timp de cel puţin 3 zile consecutive, Factorul de Căldură în Exces (Excess Heat Factor – EHF) este pozitiv. EHF este un element care ia în considerare caracteristicile climatice ale unităţii analizate şi capacitatea de aclimatizare a organismului uman la un eveniment (valorile termice pe parcursul a trei zile înainte de instalarea valului de căldură).

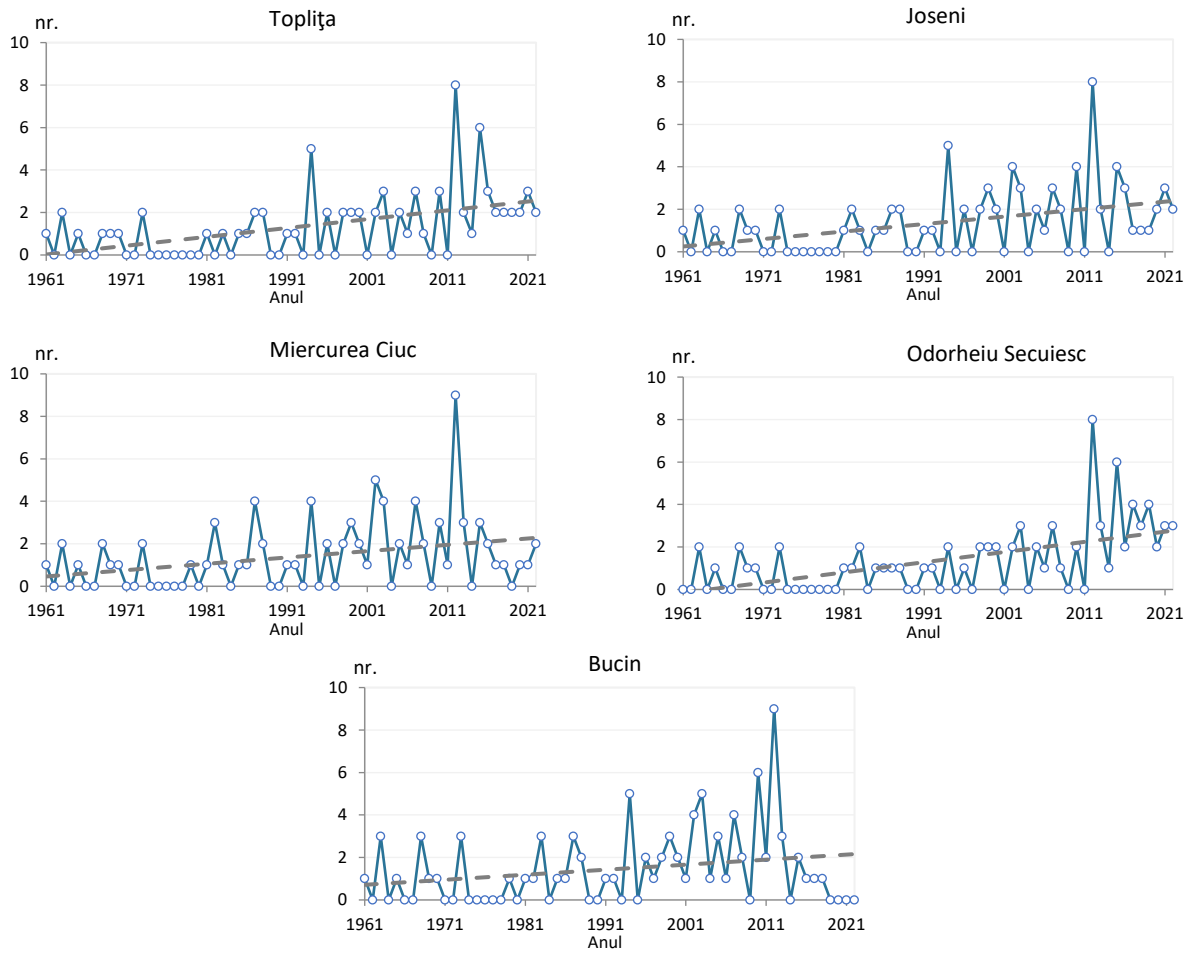


Figura nr. 23: Numărul anual al valurilor de căldură (HWN) şi tendinţa acestora (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022)

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bîrsan, 2015) şi ANM (2023)

În prezenta analiză a valurilor de căldură s-au luat în considerare 3 indicatori: numărul anual al valurilor de căldură (HWN), durata unui val de căldură (HWD) şi durata cumulată a valurilor de căldură (HWF).

Numărul anual al valurilor de căldură (HWN) în cadrul unităţii analizate nu depăşeşte 9 cazuri, remarcându-se o relativă omogenitate spaţială. Pentru întreaga perioadă analizată, numărul valurilor de căldură este situat între 80 (Topliţa) şi 89 (Bucin), cu menţiunea că, în zonele joase de relief, cu o frecvenţă mai redusă a inversiunilor termice (partea de nord şi sud-vest a judeţului), numărul valurilor de căldură înregistrate este cel mai redus (80 cazuri la Topliţa, 81 cazuri la Odorheiu Secuiesc). Pentru întreaga perioadă analizată, numărul mediu anual al valurilor de căldură este cuprins între 1.3 şi 1.4 cazuri, remarcându-se ani în care nu s-au înregistrat astfel de situaţii (cu precădere în perioada 1970-1980). Analiza mai relevă că cca. 25% din totalul valurilor de căldură s-au înregistrat în ultimii 8-12 ani, iar peste jumătate din acestea, în ultimii 13-20 ani, remarcându-se tendinţa generală de creştere, statistic semnificativă în întreaga unitate teritorială.

Durata maximă anuală a valurilor de căldură (HWD) este cuprinsă între 3 şi 9-15 zile, remarcându-se duratele absolute cele mai mari în cazul unităţilor de relief intramontan care, în perioada caldă a anului, se manifestă ca şi adevărate „cazane", încălzindu-se intens: maxim 15 zile la Miercurea Ciuc. Medierea acestora pe întreaga perioada analizată indică faptul că, valurile de căldură cele mai lungi au durata medie de manifestare între 5,1 şi 5,6 zile, situaţie influenţată de trăsăturile reliefului. Tendinţa celor mai lungi valuri de căldură anuale este în creştere, în întreaga unitatea administrativ-teritorială, cu deosebire în vestul şi nordul judeţului Numărul anual de zile cu valuri de căldură (HWF) este cuprins între 3 şi 39-50 zile, media multianuală fiind între 5,9 şi 6,8 zile. În topul primilor 3 ani cu cele mai multe zile afectate de valurile de căldură se află anul 2012 (între 39 şi 50 zile), urmat de 2015 (între 12 şi 35 zile) şi 2007. Din distribuţia anuală se poate observa că după anul 2000, numărul de zile anual cu valuri de căldură au crescut, aspect reliefat şi de tendinţa acestora, care surprinde o creştere semnificativă la nivelul întregului judeţ.

2.3.1.1.5. Valurile de frig

Similar valurilor de căldură, şi valurile de frig influențează negativ atât mediu, cât şi populaţia. Printre influenţele negative, demn de menţionat sunt pagubele care le pot genera în agricultură, prin distrugerea culturilor înfiinţate toamna, mai ales în situaţiile în care stratul de zăpadă lipseşte. De aici, importanţa mare acordată acestor fenomene, inclusiv prin diversele proiecte de analiză ale fenomenului.

Pe principiul asemănător valurilor de căldură, valurile de frig sunt definite ca o perioadă de minim 3 zile consecutive în care factorul de frig în exces (Excess Cold Factor – ECF) este negativ (Nairn şi Fawcett, 2013). ECF ia în considerare temperaturile istorice înregistrate în unitatea supusă analizei, precum şi posibilitatea de aclimatizare a organismului la temperaturi coborâte.

Principalii indici care caracterizează valurile de frig, sunt: numărul anual cu astfel de evenimente (CWN), durata medie a unui val de frig (CWD) şi durata cumulată anuală a valurilor de frig (CWF).

Pentru perioada 1961-2022, numărul mediu anual al valurilor de frig (CWN) este cuprins între 2,7 şi 2,9, existând ani în care valoarea maximă depăşeşte 6 cazuri, după cum se remarcă situaţii în care nu s-au înregistrat astfel de evenimente. Mai mult, analiza tendinţelor remarcă valori uşor negative, însă statistic nesemnificative, la toate staţiile analizate.

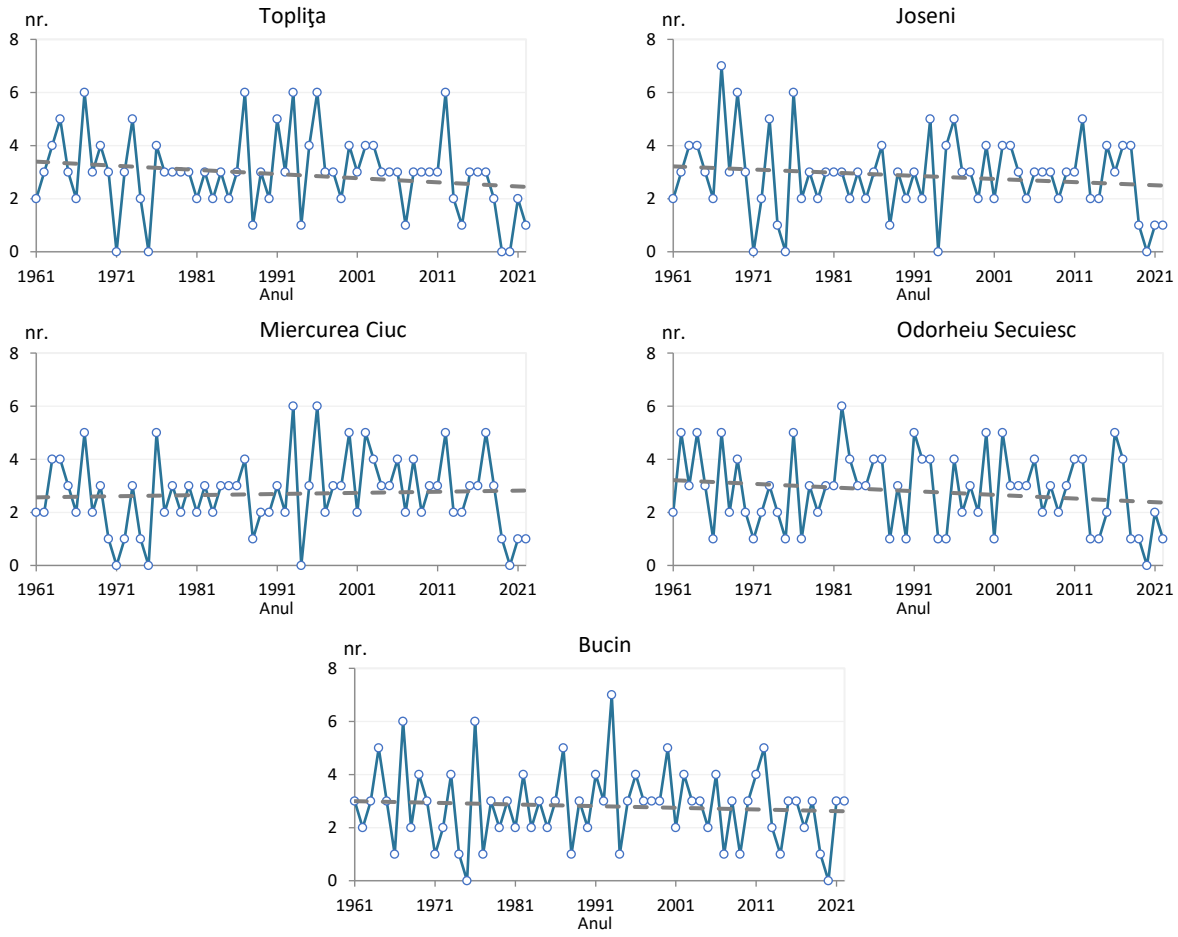


Figura nr. 24: Numărul anual al valurilor de frig (CWN) şi tendinţa acestora (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022)

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bîrsan, 2015) şi ANM (2023)

Durata maximă anuală a valurilor de frig (CWD) relevă persistenţa condiţiilor atmosferice într-un teritoriu, pentru o anumită perioadă de timp, structura fiind mai mult influenţată de trăsăturile particulare ale sistemului atmosferic (de exemplu, tipul de circulaţie atmosferică instituită la un moment dat), decât de cele generale (persistenţa tipului de circulaţie care generează situaţia respectivă). La nivelul Judeţului Harghita, analiza acestui indice remarcă două aspecte: durata maximă absolută este relativ uniform distribuită pe suprafaţa întregului judeţ, fiind cuprinsă între 20 zile la Miercurea Ciuc şi 23 zile la Topliţa; în cazul punctelor de observaţie analizate, cele mai lungi durate s-a înregistrat în anul 1985, respectiv în perioada 1963-1964. Analiza tendinţelor acestui indice remarcă scăderea duratei maxime anuale în întreg judeţul, cu rata cea mai mare în vestul şi nordul acestuia, însă tendinţele sunt doar parţial statistic semnificative.

Un indice mult mai util din perspectiva caracterizării valurilor de frig îl constitue suma anuală a zilelor în care se manifestă fenomenul (CWF), întrucât creează o imagine de ansamblu asupra acestuia şi permite identificarea condiţiilor generatoare. Numărul mediu multianual este cuprins între 14,9 zile la Miercurea Ciuc şi 16,9 zile la Topliţa şi Odorheiu Secuiesc, însă se pun în evidenţă situaţii în care valorile anuale au fost de până la 42 zile (**Error! Reference source not found.**). Cele mai mari valori anuale ale indicelui s-au înregistrat în anii 1985 şi 1964, remarcându-se faptul că în ultimii 15 ani, sumele se reduc considerabil. Tendinţa acestui indice este de scădere în întreaga regiune, mai pronunţată în zona joasă din partea nordică a judeţului.

2.3.1.2. Zile cu temperaturi caracteristice

În această categorie sunt incluse zilele în care parametrii temperaturii aerului (temperatura maximă şi minimă) se situează peste/sub anumite praguri, marcând anumite trăsături climatice. Astfel, se remarcă următoarele: zile de vară (SU25), zile tropicale (TXGE30), zile caniculare (TXGE35), zile foarte calde (TX90p), nopţi calde (TN90p), nopţi tropicale (TR), zile răcoroase(TX10p), zile foarte reci (ID), zile cu îngheţ (FD), nopţi reci (TN10p).

2.3.1.2.1. Zile de vară (SU25)

Sunt zilele din cursul anului în care temperatura maximă este egală sau mai mare de 25°C. Cel mai frecvent acestea caracterizează intervalul mai-septembrie, dar, datorită advecţiilor maselor de aer cald dinspre nordul Africii, pot să apară, pentru perioade scurte de timp şi în afara intervalului „normal" de manifestare. În cadrul judeţului Harghita, numărul anual al zilelor de vară se reduce dinspre sud-vest spre nord-est şi scade cu altitudinea.

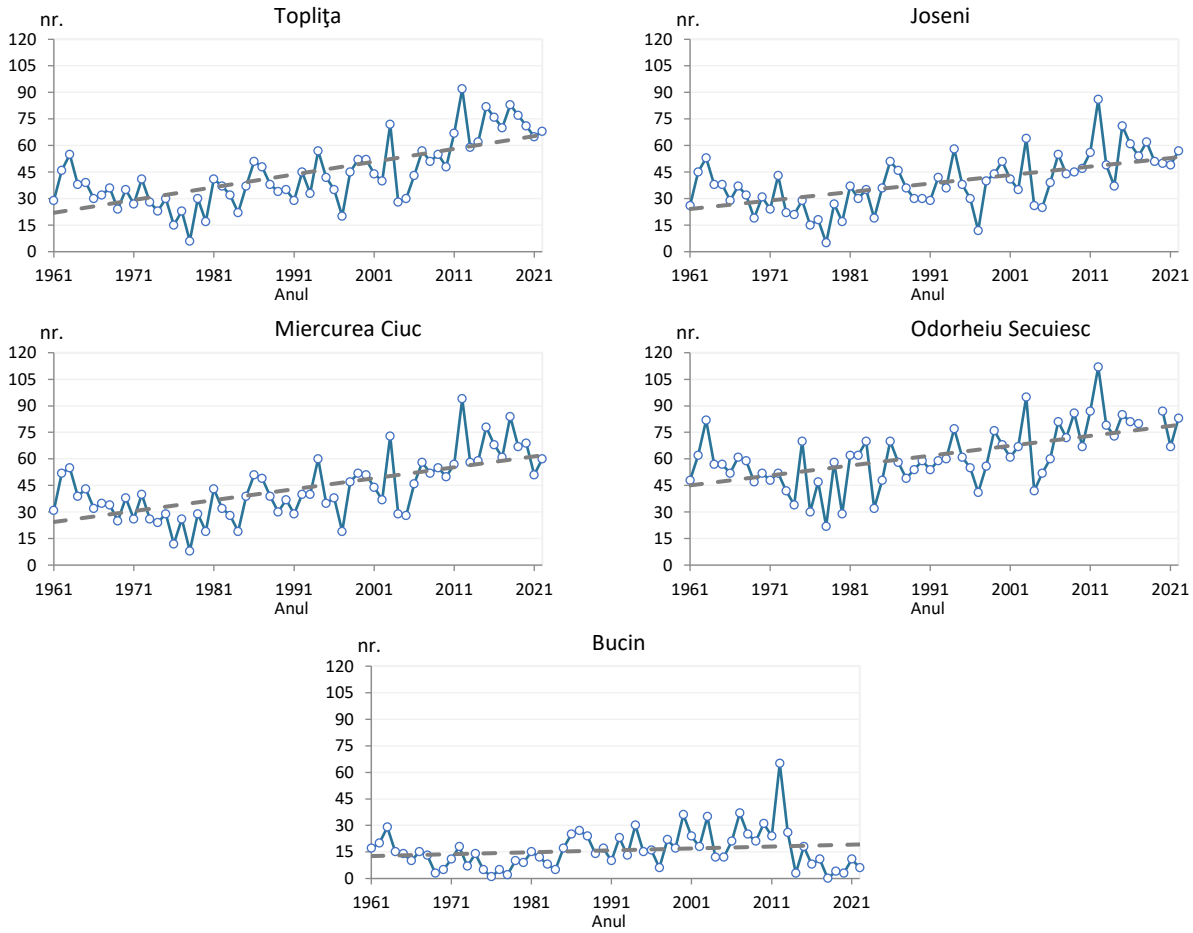


Figura nr. 25: Numărul anual al zilelor de vară (SU25) şi tendinţa acestora (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022)

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bîrsan, 2015) şi ANM (2023)

Valorile medii multianuale sunt cuprinse între 38,8 zile la Joseni şi 61,6 zile la Odorheiu Secuiesc, în vreme ce în zona montană scad cu altitudinea, fiind de numai 16,0 zile la Bucin. Faţă de valorile medii, cele extreme variază în limite destul de largi: numărul maxim este cuprins între 86 zile la Joseni şi 112 zile la Odorheiu Secuiesc (în

anul 2012), iar cel minim, între 5 zile la Joseni şi 22 zile la Odorheiu Secuiesc (în anul 1978). Distribuţia anuală scoate în evidenţă scăderea progresivă a acestora până în anul 1980, iar apoi creşterea susţinută, până în prezent.

2.3.1.2.2 Zile tropicale (TXGE30)

Zilele tropicale sunt reprezentate de zilele în care temperatura maximă este egală sau mai mare cu 30 °C. În unitatea analizată, numărul mediu anual este cuprins între 4.3 la Joseni şi 11.7 zile la Odorheiu Secuiesc. Faţă de valorile medii, numărul maxim anual al zilelor tropicale cumulează până la 33 la Joseni, în unităţile de relief afectate frecvent de inversiunile termice, respectiv 56, la Odorheiul Secuiesc, acesta fiind mult mai redus în zona montană (maxim 16 zile la Bucin). Mai trebuie menţionat faptul că valorile maxime absolute s-au înregistrat, în întreaga unitate administrativ-teritorială, în anul 2012, iar peste jumătate din numărul zilelor tropicale s-au produs în ultimii 11-20 ani.

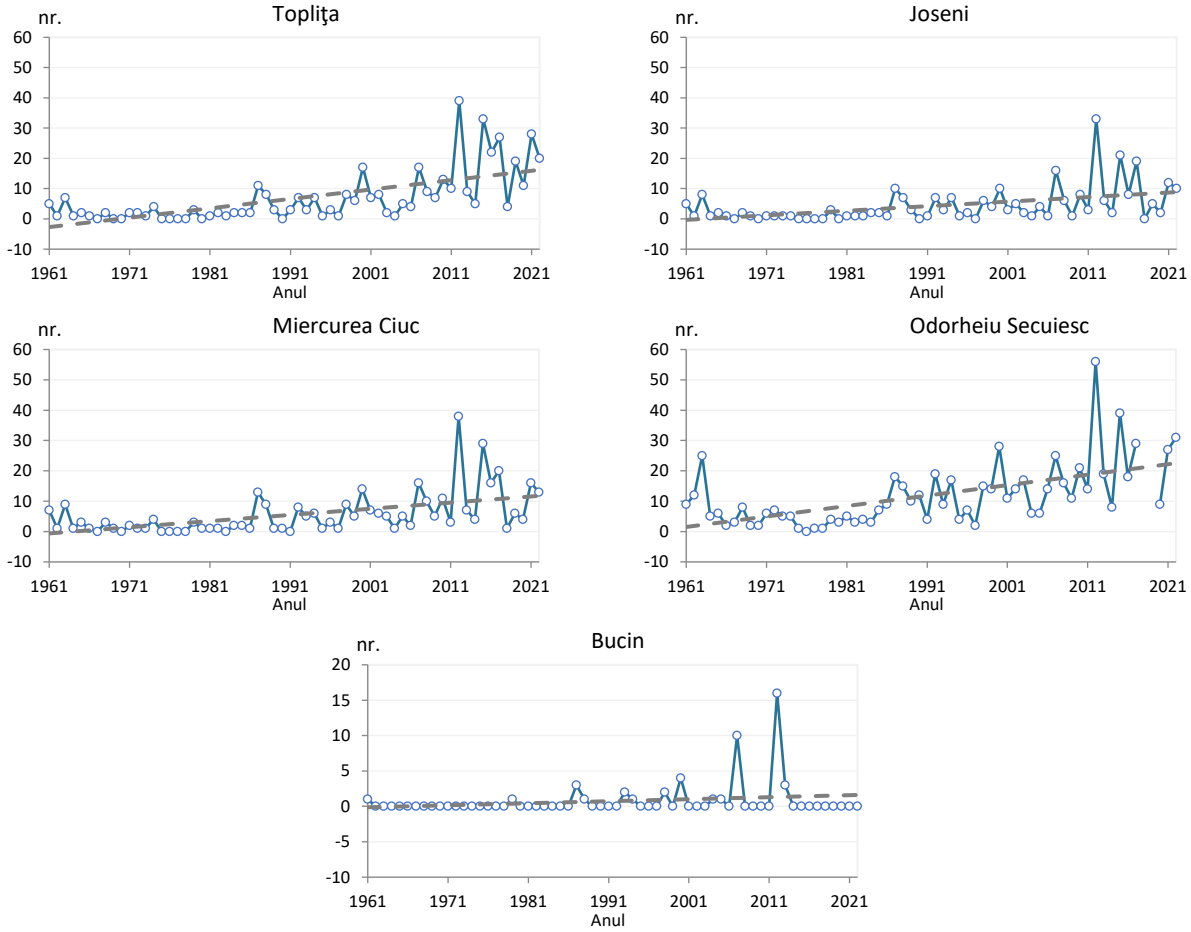


Figura nr. 26: Numărul anual de zile tropicale (TXGE30) şi tendinţa acestora (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din judeţul Harghita (1961-2022)

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bîrsan, 2015) şi ANM (2023)

Numărul anual de zile tropicale prezintă tendinţa de creştere statistic semnificativă în unităţile joase de relief ale judeţului, cu valori cuprinse între 0.077 zile/an la Joseni şi 0.300 zile/an la Odorheiul Secuiesc.

2.3.1.2.3. Zile caniculare (TXGE35)

Se consideră zile caniculare acele zile în care temperatura maximă este mai mare sau egală cu 35 °C. Acestea sunt determinate de prezenţa maselor de aer foarte cald, care ajung vara, din nordul Africii, în partea de Sud-Est a Europei, afectând şi România. Din datele staţiilor meteorologice analizate reiese că, exceptând Odorheiul Secuiesc, la celelalte staţii nu s-au înregistrat zile caniculare mai devreme de anul 2012, argument suplimentar care se adaugă celor care susţin ideea încălzirii globale actuale. De remarcat că numărul maxim anual absolut de zile caniculare este cuprins între 1 zi la Joseni şi 11 zile la Odorheriu Secuiesc, înregistrate în anul 2012.

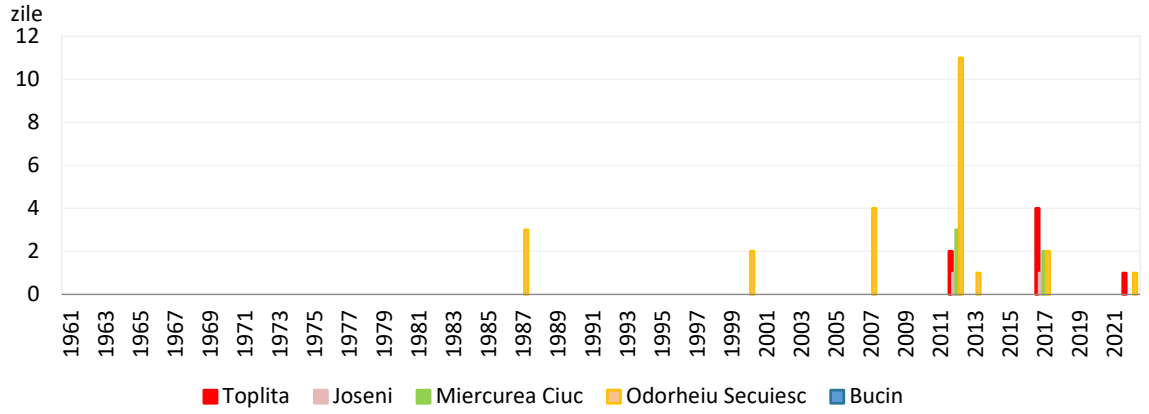


Figura nr. 27: Numărul anual de zile caniculare (TXGE35) la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022)

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bîrsan, 2015) şi ANM (2023)

2.3.1.2.4. Zile foarte calde (TX90p)

Sunt considerate zilele în care temperatura maximă zilnică depăşeşte percentila 90 a temperaturilor maxime zilnice din perioada de referinţă (1991-2020) sau, mai simplu, cele mai calde 10% zile raportate la perioada 1991-2020. Frecvenţa medie anuală a acestora este cuprinsă între 8,1 % la Topliţa şi 8.5 % la Joseni, atingând 9% în zona montană, iar valorile maxime absolute depăşesc 22 % (între 22.3 % la Topliţa şi 26,8% la Bucin), fiind înregistrate în ultimii 10 ani.

Analiza distribuţiei anuale remarcă creşterea frecvenţei acestui indice dupa anul 1980, aspect pus în evidenţă şi de caracteristicile tendinţei: crescătoare (exceptând zona montană), cu valori cuprinse între 0,124 şi 0,146 % /an, statistic semnificativă.

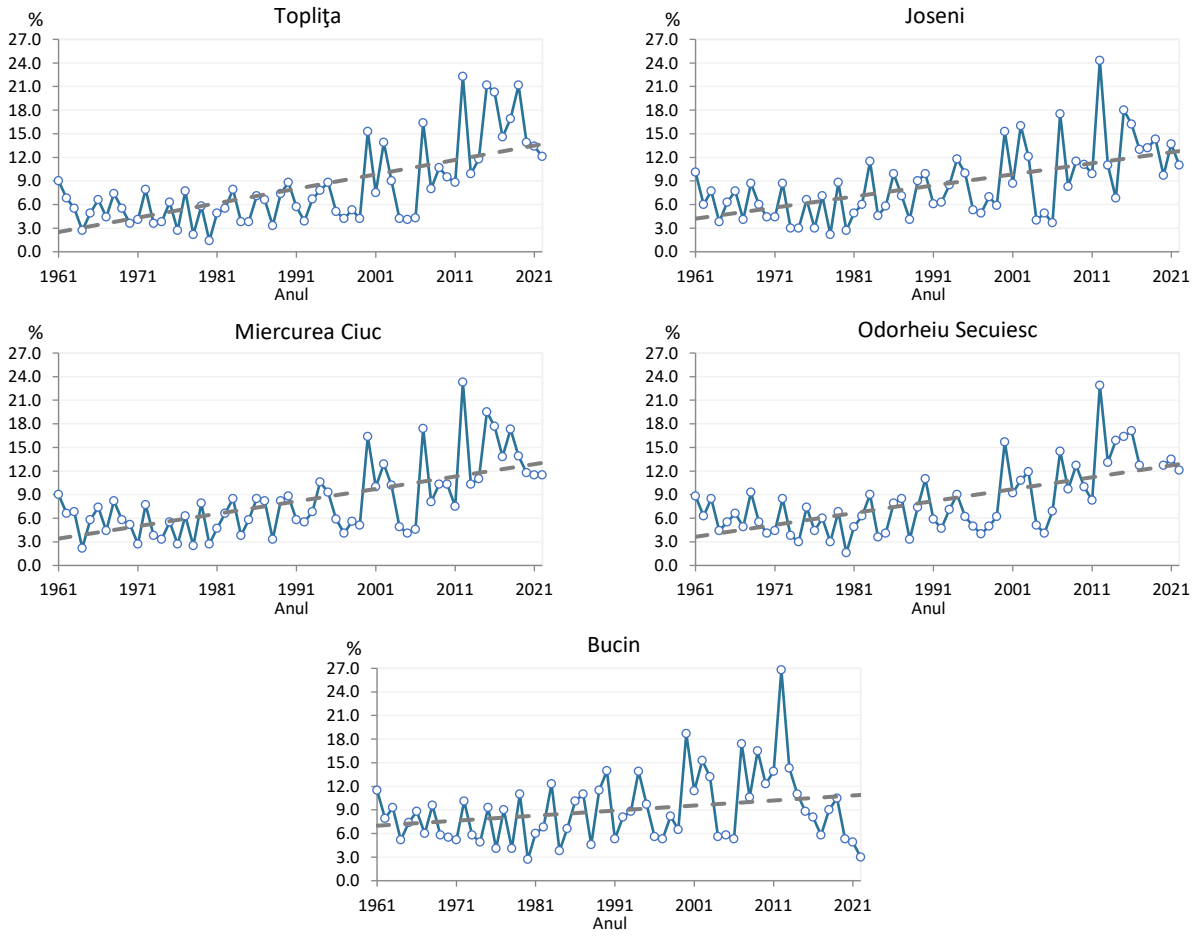


Figura nr. 28: Frecvenţa anuală a zilelor foarte calde (TX90p) şi tendinţa acestora (linia întreruptă) la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022)

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bîrsan, 2015) şi ANM (2023)

2.3.1.2.5. Nopţi calde (TN90p)

În această categorie se includ nopţile în care temperatura minimă, înregistrată în perioada 1961-2022, depăşeşte percentila 90 a perioadei de referinţă (1991-2020), sau nopţile în care temperatura minimă se regăseşte în primele 10 % cele mai ridicate valori ale perioadei de referinţă. Valorile medii anuale sunt cuprinse între 7,3 %, işi 8,5 %, ar cele maxime absolute, între 15,9 la Topliţa şi 23,2 % la Odorheiu Secuiesc. Din perspectiva variaţiei anuale, atât distribuţia valorilor cât şi analiza tendinţei remarcă creşterea frecvenţei acestui indice, cu valori cuprinse între 0,091 şi 0,168 % / an, o situaţie normală în contextul încălzirii actuale a climei.

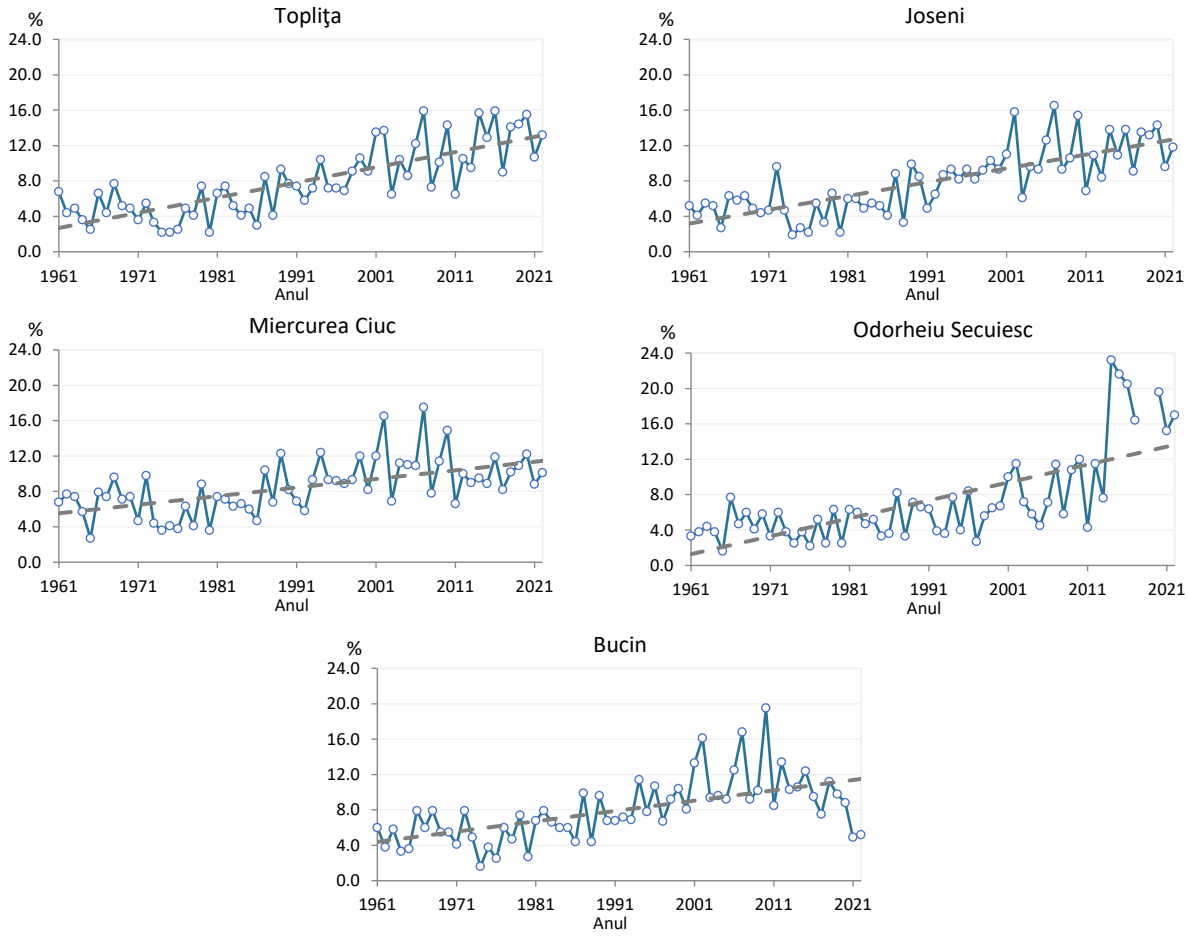


Figura nr. 29: Frecvenţa anuală a nopţilor calde (TN90p) şi tendinţa acestora (linia întreruptă) la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022)

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bîrsan, 2015) şi ANM (2023)

2.3.1.2.6. Nopţi tropicale (TR)

Sunt definite ca nopţi în care temperatura minimă este egală sau mai mare de 20°C. Cauzele genetice sunt adesea similare zilelor caniculare, ceea ce face că în situaţiile cu invazii de aer tropical, atât ziua, cât şi noaptea, temperaturile să fie ridicate, accentuând stresul termic.

La nivelul Judeţului Harghita, nopţile tropicale se înregistrează în zonele joase de relief din extremitatea sud-vestică. Astfel, la Odorheiu Secuiesc, în perioada analizată, s-au înregistrat 3 astfel de situaţii, respectiv în anul 2012, 2014 şi 2017.

2.3.1.2.7. Zile răcoroase (TX10p)

Sunte reprezentate de zilele în care temperatura maximă zilnică este mai coborâtă decât percentila 10 a şirului de valori termice maxime ale perioadei de referinţă (1991-2020), sau temperatura maximă zilnică se înscrie în primele 10% temperaturi maxime cele mai coborâte înregistrate în perioada 1991-2020. Frecvenţele medii anuale ale acestui indice, sunt cuprinse între 11,7 şi 13,1 %, iar cele maxime, între 21,6 % la Miercurea Ciuc şi 24,1 % la Topliţa. Analiza tendinţelor, statistic semnificative, cuantifică rata de scădere a frecvenţei acestui indice,

cu valori cuprinse între -0,185 % / an şi -0,153 % / an, reducerea fiind mai puţin pronunţată în zona montană a unităţii analizate.

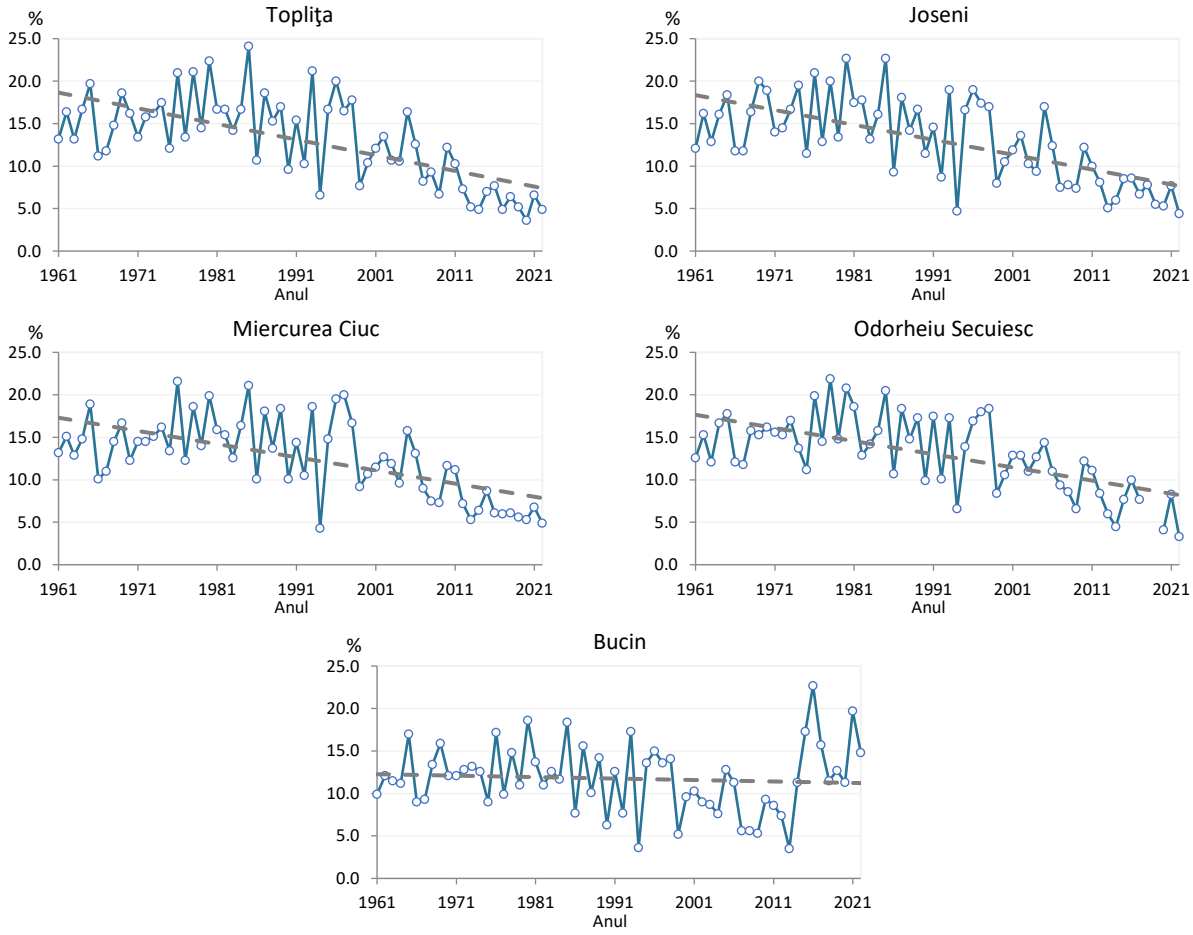


Figura nr. 30:Frecvenţa anuală a zilelor răcoroase (TX10p) şi tendinţa acestora (linia întreruptă) la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022)

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bîrsan, 2015) şi ANM (2023)

2.3.1.2.8. Zile foarte reci (ID)

Cunoscute şi sub numele de „zile de iarnă”, sunt reprezentate de zilele în care temperatura maximă a zilei se menţine sub pragul îngheţului. La scara judeţului, numărul mediu anual al acestora creşte dinspre vest spre est şi cu altitudinea; în zonele joase, prezenţa depresiunilor intramontane contribuie la răcirea suplimentară a aerului şi menţinerea acestuia în spaţiile respective, cu precădere în perioada rece a anului, astfel încât numărul mediu anual al zilelor foarte reci este mare. Aşa se explică variaţia numărului mediu anual al acestora, de la 35,1 zile/an la Odorheiu Secuiesc, la 51,7 zile la Joseni, la altitudini mijlocii înregistrându-se 60,8 zile/an. Valorile maxime absolute sunt cuprinse între 56 zile în vestul judeţului şi 87 zile în zona montană, observându-se reducerea treptată, substanţială, a numărului acestora, începând cu anul 1985. Analiza tendinţei, statistic semnificativă pentru toate punctele analizate, indică reducerea numărului anual de zile ale acestui indice, cu valori cuprinse între -0,375 (o zi la fiecare 3 ani) şi -0,102, aspect care influenţează direct depunerea şi persistenţa stratului de zăpadă.

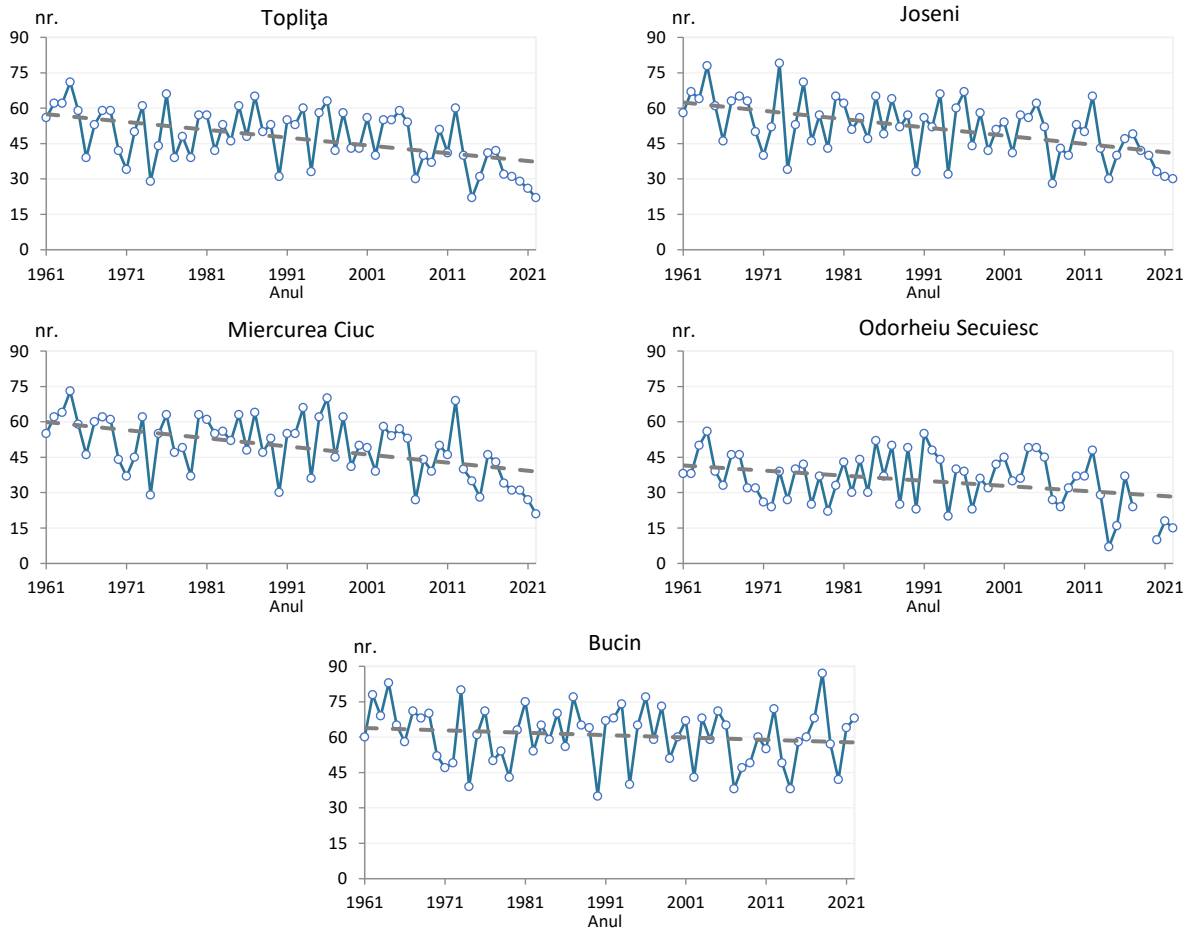


Figura nr. 31: Numărul anual de zile foarte reci (ID) şi tendinţa acestora (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022)

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bîrsan, 2015) şi ANM (2023)

2.3.1.2.9. Zile cu îngheţ (FD)

Sunt reprezentate de zilele în care temperatura minimă este mai mică de 0 °C. Importanța practică a acestora rezidă din influența negativă care o pot avea asupra culturilor agricole, cu precădere asupra însămânțărilor de toamnă, în lipsa stratului de zăpadă. Numărul mediu anual al acestora este foarte mult influenţat de prezenţa arealelor depresionare intramontane, zilele cu îngheţ fiind mai numeroase în cadrul acestora întrucât favorizează cantonarea aerului rece şi prezenţa inversiunilor termice, ajungându-se până la 159,5 zile/an la Joseni. Valorile maxime anuale absolute sunt cuprinse între 170 şi 187 zile/an, de unde rezultă o caracteristică a unităţii analizate: cca. 50% din numărul de zile din an sunt susceptibile la îngheţ, cu impact direct asupra agriculturii.

Tendinţa zilelor cu îngheţ este de diminuare, mai pronunţată în zonele cu temperaturi medii anuale mai ridicate, cu o rată cuprinsă între -0,566 zile/an, la Odorheiul Secuiesc şi -0,308 zile/an la Topliţa.

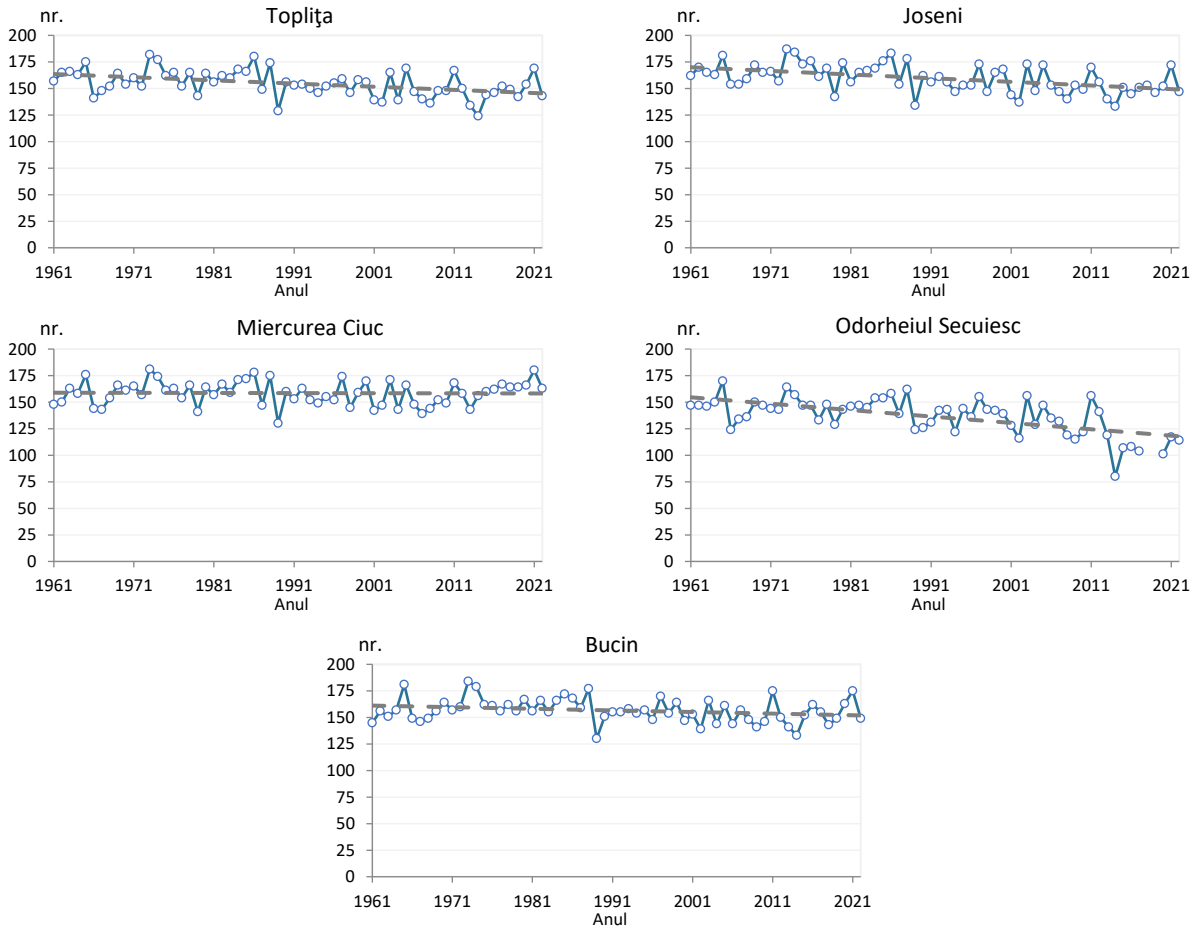


Figura nr. 32: Numărul anual de zile cu îngheţ (FD) şi tendinţa acestora (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2021)

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bîrsan, 2015) şi ANM (2023)

2.3.1.2.10. Nopţi reci (TN10p)

Sunt constituite din nopţile în care temperatura minimă este mai mică decât percentila 10 a perioadei de referinţă (1991-2020), sau temperatura minimă este mai mică decât cele mai coborâte 10 % temperaturile minime ale perioadei de referinţă. Raportat la suprafaţa întregului areal analizat, valorile medii multianuale sunt cuprinse între 11 şi 13,8 % din numărul mediu anual al nopţilor, iar cele maxime ating 28,2 % din acestea (Odorheiu Secuiesc). Distribuţia anuală remarcă reducerea frecvenţei acestora în ultimii 35 ani, aspect reliefat şi de analiza tendinţei, statistic semnificativă, cu valori medii situate între -0,204 şi -0,066 % pe an.

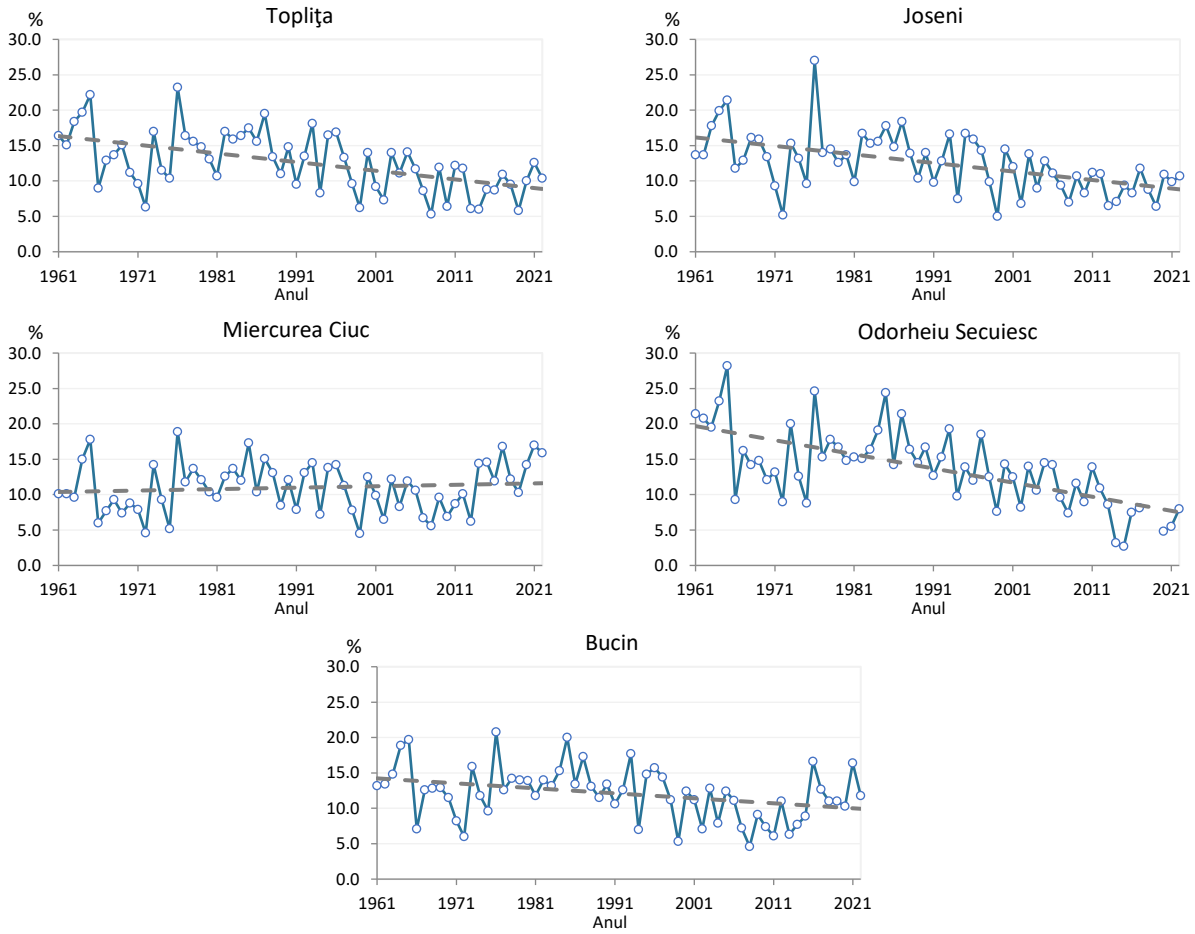


Figura nr. 33: Frecvenţa anuală a nopţilor reci (TN10p) şi tendinţa acestora (linia întreruptă) la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022)

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bîrsan, 2015) şi ANM (2023)

2.3.1.3. Indici pentru agricultură

În categoria indicilor pentru agricultură au fost incluşi 2 indicatori: lungimea sezonului de vegetaţie (GSL) şi suma temperaturilor eficiente pentru vegetaţie (GDDgrow10).

2.3.1.3.1. Lungimea sezonului de vegetaţie (GSL)

Este considerat ca fiind numărul de zile din an în care temperatura medie zilnică depăşeşte valoarea de 5°C. Fiind un indice care se calculează pe baza temperaturii medii zilnice, distribuţia spaţială a valorilor sale urmăreşte pe cea a temperaturii medii a aerului: numărul mediu anual de zile scade din vestul judeţului spre est, şi este mai redus în arealele depresionare şi montane. Astfel, de la 235,1 zile la Odorheiu Secuiesc, se reduce la 208,7 zile la Joseni, ajungând la numai 200,1 zile la Bucin. Valorile maxime absolute ating 320 zile, la Odorheiu Secuiesc, iar cele minime nu coboară sub 149 zile / an. Din perspectiva evoluţiei temporale, analiza tendinţei prezintă eterogenitate spaţială mare (uşoare creşteri şi descreşteri), acestea nefiind statistic semnificative.

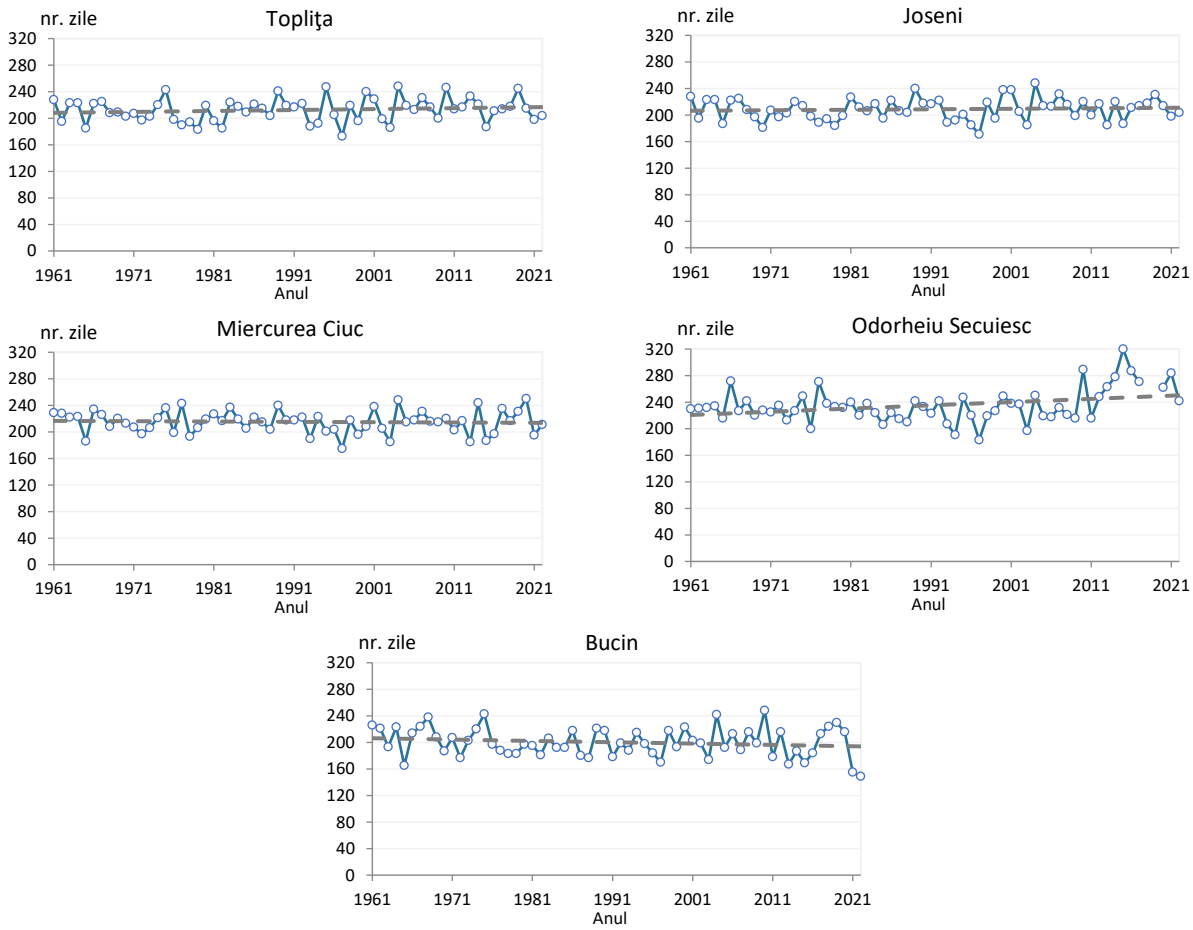


Figura nr. 34: Lungimea sezonului de vegetaţie (GSL) şi tendinţa acestuia (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022)

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bîrsan, 2015) şi ANM (2023)

2.3.1.3.2. Suma temperaturilor eficiente pentru vegetaţie (GDDgrow10)

Indicele se calculează prin însumarea valorilor de temperatură medie zilnică ale aerului în perioada din an în care acestea depăşesc pragul de 10 °C. La nivelul Judeţului Harghita, valorile medii multianuale se reduc de la 1115,4 °C în partea de vest a unităţii administrative, la 919,4°C în arealele intramontane şi totodată, se reduc considerabil cu altitudinea, la valori de sub 629,1°C în zona montană. Valorile maxime absolute înregistrate în perioada de analiză, au înregistrat 1598.0°C în vestul judeţului, iar în zona montană înaltă au atins 1138,1°C, iar cele minime absolute s-au situat între 425,4°C, în spaţiul montan cu altitudini mijlocii (Bucin) şi puţin peste 778°C în vestul unităţii. Se remarcă tendinţa statistic semnificativă de creştere a valorilor indicelui, pe întreaga suprafaţă a judeţului, cu valori de până la 6,5°C/an, în zona joasă de relief, respectiv până la 2,1°C/an, în cea montană.

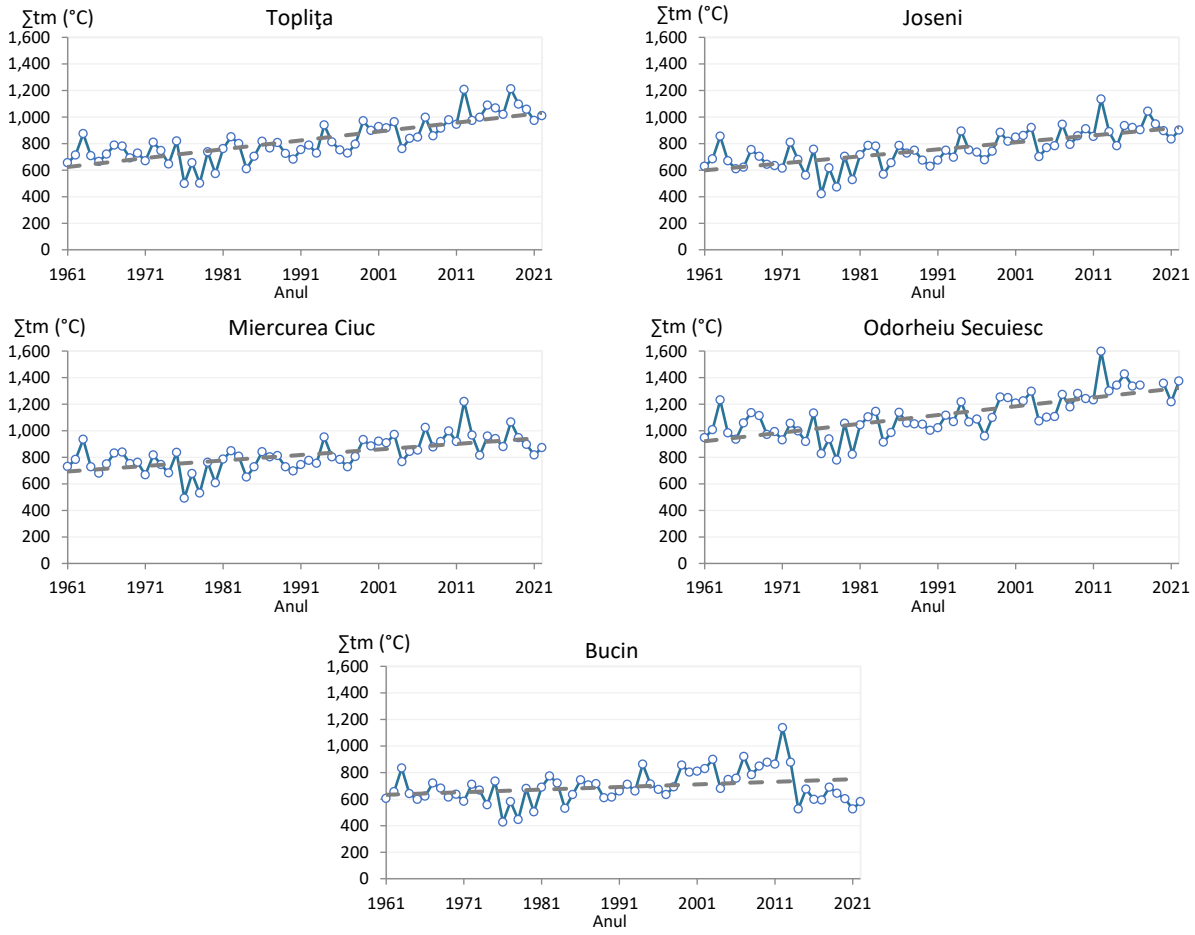


Figura nr. 35: Suma temperaturilor eficiente pentru vegetaţie (GDDgrow10) şi tendinţa acesteia (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022)

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bîrsan, 2015) şi ANM (2023)

2.3.2. Precipitaţiile atmosferice

Alături de temperatura aerului, precipitaţiile reprezintă o componentă climatică de bază, cu mare variabilitate spaţio-temporală, fiind influenţate de o multitudine de factori, precum orografie (prin altitudine, înclinarea şi orientarea versanţilor, masivitatea zonei montane, gradul de fragmentare al acesteia), circulaţia maselor de aer şi trăsăturile termo-higrice ale acestora, manifestarea proceselor catabatice (foehn) etc.

Pe fondul factorilor menţionaţi şi ai poziţiei unităţii administrativ-teritoriale pe continentul european, suma precipitaţiilor medii multianuale se caracterizează prin mare neuniformitate spaţio-temporală, dar şi prin reducerea cantitativă a acestora în zonele joase de relief, dinspre vest spre est, respectiv creşterea cantităţii de precipitaţii pe măsura creşterii altitudinii, urmare a intensificării proceselor de condensare şi precipitare pe versanţii expuşi circulaţiei maselor de aer. O remarcă importantă privind diminuarea cantităţilor de precipitaţii pe direcţie vest-est este că diferenţele cantitative se manifestă în cazul precipitaţiilor de origine frontală, ajunse aici din vestul sau nord-vestul continentului, prin intermediul circulaţiei vestice; precipitaţiile de convecţie termică, specifice perioadei calde din an, prezintă cantităţi mai importante în arealul depresiunilor intramontane, a căror comportament în timpul verii este asemănător unor

„cazane” cu aer cald care asigură energia termică necesară dezvoltării sau intensificării sistemelor noroase convective. În acest context, pentru perioada analizată, în zonele joase de relief din vestul unităţii, cantităţile de precipitaţii medii anuale sunt în jurul a 580-600 mm, reducându-se la 560-580 mm în vatra depresiunilor intramontane Gheorgheni şi Ciuc, crescând, totodată, la contactul cu zona montană situată în nordul şi estul acestor spaţii depresionare, la peste 600 mm (638.3 mm la Topliţa).

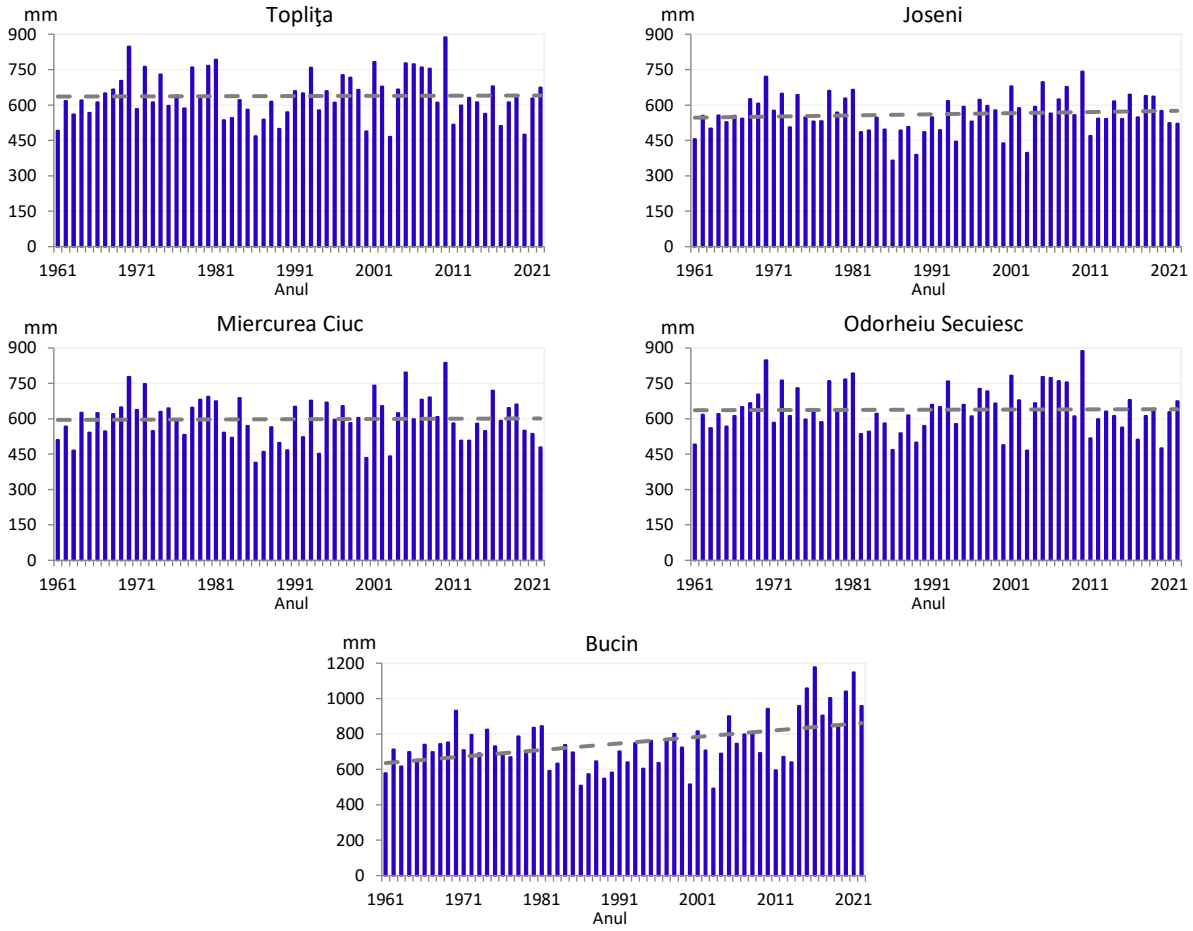


Figura nr. 36: Suma precipitaţiilor anuale şi tendinţa acestora (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022)

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bîrsan, 2015) şi ANM (2023)

Analiza de tendinţă a cantităţilor de precipitaţii anuale nu remarcă caracteristici uniforme de variaţie, situaţia fiind determinată de originea multiplă a precipitaţiilor şi influenţa diversă a factorilor regionali şi locali asupra manifestării spaţio-temporale a acestora. Pentru zona joasă, sensul de variaţie indică uşoară creştere, însă aceasta nu este statistic semnificativă, iar pentru zona montană se remarcă tendinţa de creştere, cu 3.325 mm/an.

Distribuţia lunară a cantităţilor de precipitaţii medii multianuale remarcă valorile cele mai ridicate ale acestora în luna iunie, în întreaga unitate administrativ teritorială, cu peste 100 mm în zona montană, respectiv 90-95 mm, în cea joasă. Totodată, se observă că în arealele depresiunilor intramontane, în perioada caldă a anului, când procesele convective de origine termică sunt foarte active, cantităţile de precipitaţii înregistrate sunt mai ridicate decât cele din zona joasă, situată în vestul judeţului, aspect subliniat în paragraful de mai sus.

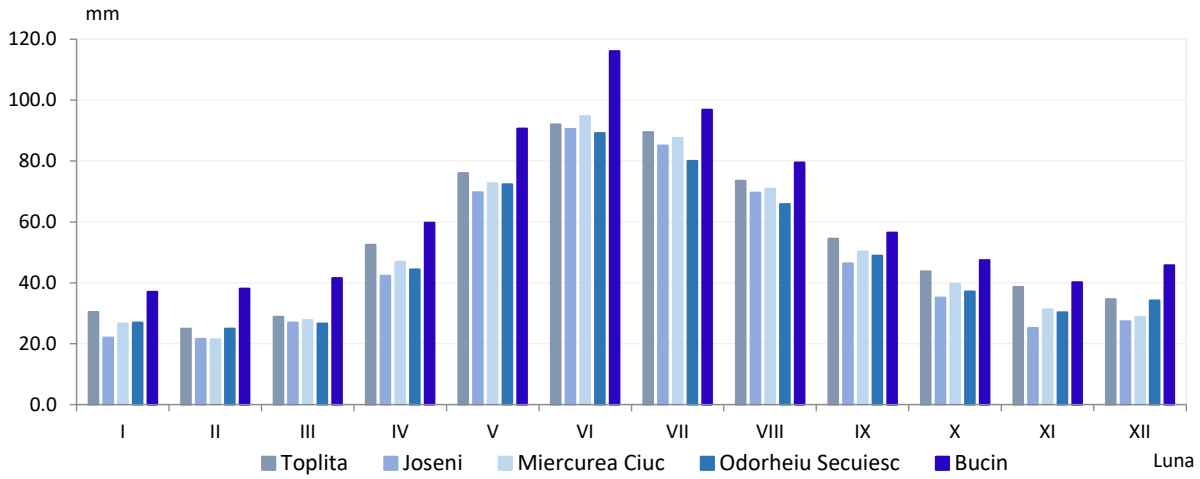


Figura nr. 37: Precipitaţiile medii lunare multianuale la staţiile meteorologice din judeţul Harghita (1961-2022)

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bîrsan, 2015) şi ANM (2023)

2.3.2.1. Indici ai precipitaţiilor extreme

2.3.2.1.1. Zile consecutive fără precipitaţii semnificative (CDD)

Este un indice utilizat pentru a evidenţia numărul maxim anual de zile consecutive în care cantitatea zilnică de precipitaţii căzută este mai mică de 1 mm, respectiv deficitul de apă.

Valorile medii multianuale înregistrate prezintă creşteri dinspre zona montană, spre cea joasă, din nordul şi vestul judeţului, şi arealele depresiunilor intramontane, respectiv de la 22 zile la Bucin (şi mai reduse în zona montană înaltă), la 24-26 zile în nord şi vest, până la un maxim de 27,9 zile la Miercurea Ciuci. Valorile extreme absolute maxime depăşesc 50 zile consecutive în întreaga unitate administrativ-teritorială, cu un maxim de 59 zile la Joseni, iar cele minime, sunt situate între 11 zile la Topliţa şi 16 zile la Joseni. Analiza nu scoate în evidenţă tendinţe certe, acestea fiind statistic nesemnificative în întreaga unitate administrativă.

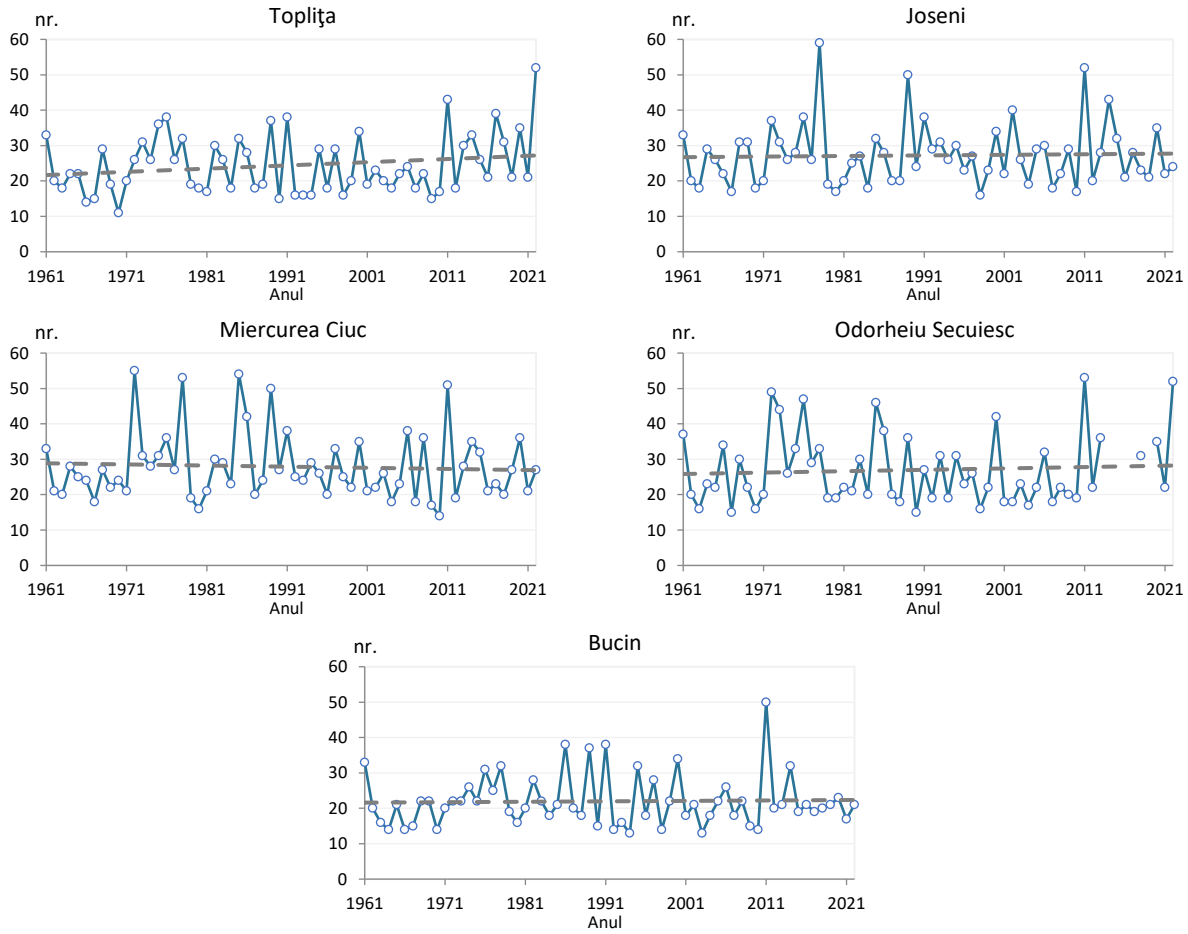


Figura nr. 38: Numărul anual de zile consecutive fără precipitaţii semnificative (CDD) şi tendinţa acestora (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din judeţul Harghita (1961-2022)

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bîrsan, 2015) şi ANM (2022)

2.3.2.1.2. Zile consecutive cu precipitaţii semnificative (CWD)

Indicele este utilizat pentru a se determina numărul maxim de zile consecutive dintr-un an în care se înregistrează precipitaţii zilnice mai mari de 1 mm. Valorile medii multianuale remarcă diferenţieri în cadrul judeţului, între zonele joase de relief şi cele montane: în zonele cu altitudini sub 600 m, indicele are valori mai mici de 6,5 zile, relieful cu altitudini cuprinse între 600 şi 700 m, prezintă valori medii de 6,5 – 7,0 zile, unităţile de relief cu altitudini de 700-800 m se caracterizează prin valori de 7,1 – 7,6 zile, iar în cazul zonei montane, acesta depăşeşte în medie, 8 zile consecutive. Valorile maxime absolute prezintă eterogenitate spaţială ridicată, depşind 19 zile în zona montană, dar şi în spaţile intramontane. Tendinţa, numărului maxim anual de zile consecutive cu precipitaţii semnificative nu remarcă vre-un sens de variaţie, fiind totodată, statistic nesemnificativă.

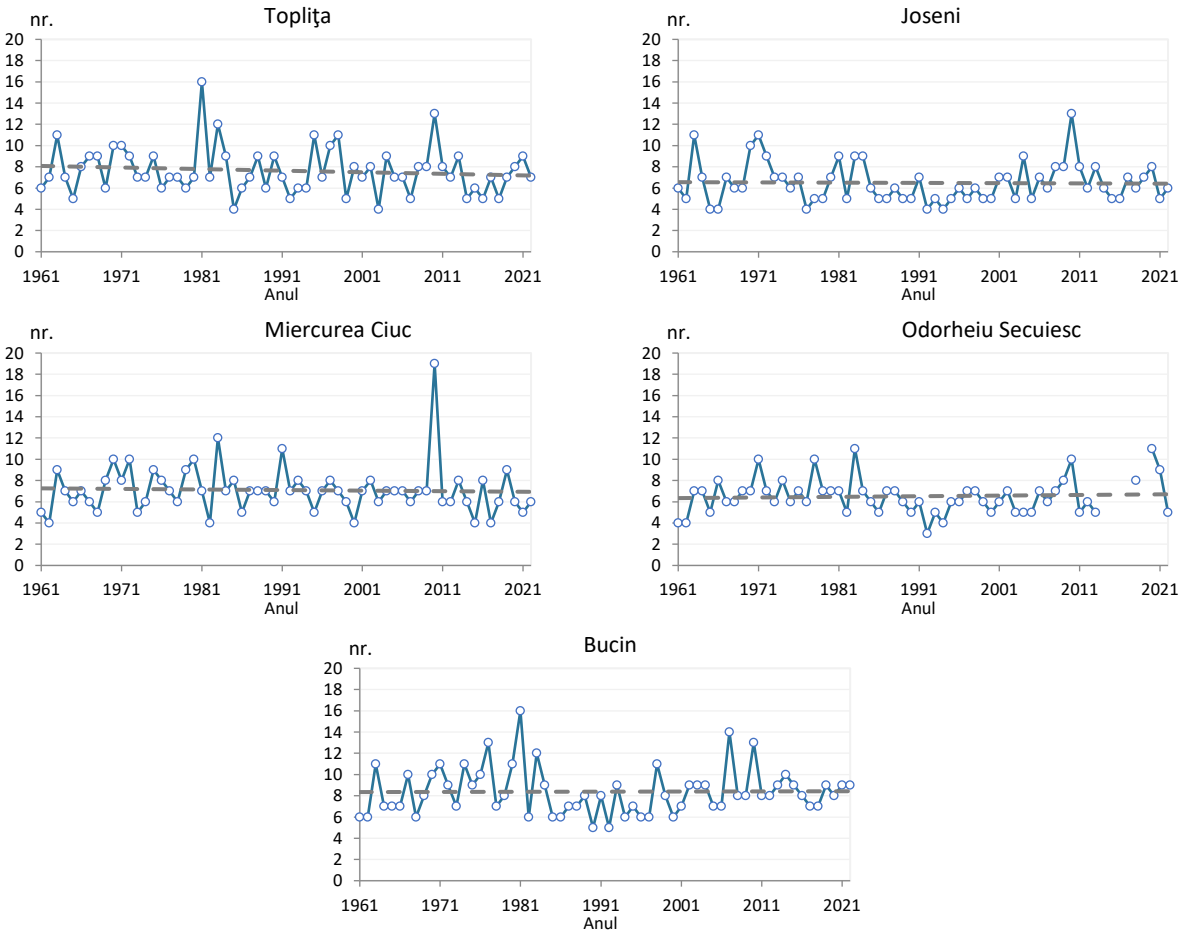


Figura nr. 39 Numărul anual de zile consecutive cu precipitaţii semnificative (CWD) şi tendinţa acestora (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din judeţul Harghita (1961-2022)

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bîrsan, 2015) şi ANM (2023)

2.3.2.1.3. Cantitatea de precipitaţii cumulată în zilele cu precipitaţii semnificative (PRCPTOT)

Indicele însumează cantităţile de precipitaţii zilnice dintr-un an, daca acestea depăşesc valoarea de 1 mm /zi. Media pentru întreaga perioadă analizată se reduce dinspre nord-vestul judeţului spre zona depresiunilor intramontane, respectiv de la 608,8 mm la Topliţa, la 533 mm la Joseni, şi creşte în zona montană, la peste 1000 mm (718 mm la Bucin). Valoarea maximă absolută înregistrată este sub 900 mm în zonele joase de relief, depăşind 1100 de mm la altitudini mijlocii. Din perspectiva tendinţelor calculate, acestea sunt în general crescătoare în aproape întreaga regiune, însă sunt statistic semnificative doar în zona montană (3,373 mm/an la Bucin).

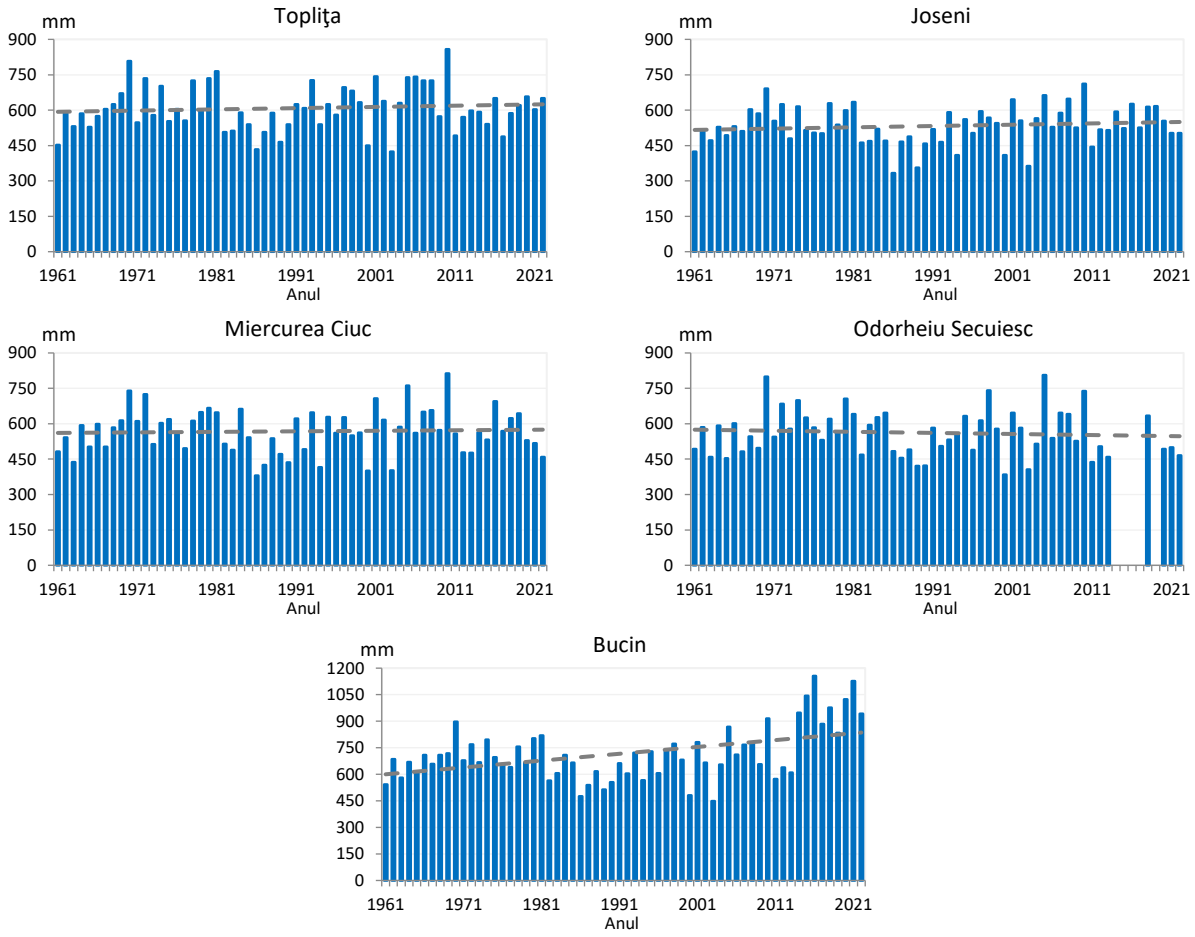


Figura nr. 40: Cantitatea anuală de precipitaţii cumulată în zilele cu precipitaţii semnificative (PRCPTOT) şi tendinţa acesteia (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022)

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bîrsan, 2015) şi ANM (2023)

2.3.2.1.4. Zile cu precipitaţii abundente (R10)

În categoria zilelor cu precipitaţii abundente se includ zilele în care cantitatea de apă cumulată din precipitaţii depăşeşte valoarea de 10 mm. În medie, cel mai mare număr de astfel de zile pe parcursul unui an se înregistrează în zona montană, cu peste 20 zile (19,5 zile la Bucin), în timp ce în restul unităţilor de relief ale judeţului, acestea sunt cuprinse între 13,8 şi 16 zile. Din perspectiva valorilor extreme absolute, cel mai mare număr anual se înregistrează tot în zona montană, fiind de peste 42 zile, respectiv cel mult 27 de zile în zonele cu altitudini reduse, iar cel mai mic număr anual este cuprins între 6 şi 9 zile. Tendinţa zilelor cu precipitaţii abundente, semnificativă în Depresiunea Giurgeu şi în zona montană, indică creşterea lentă a numărului acestora în spaţiul depresionar menţionat (cu o rată cuprinsă între 0,053 şi 0,063 zile/an), în zona montană creşterea fiind mai pronunţată (0,167 zile/an la Bucin).

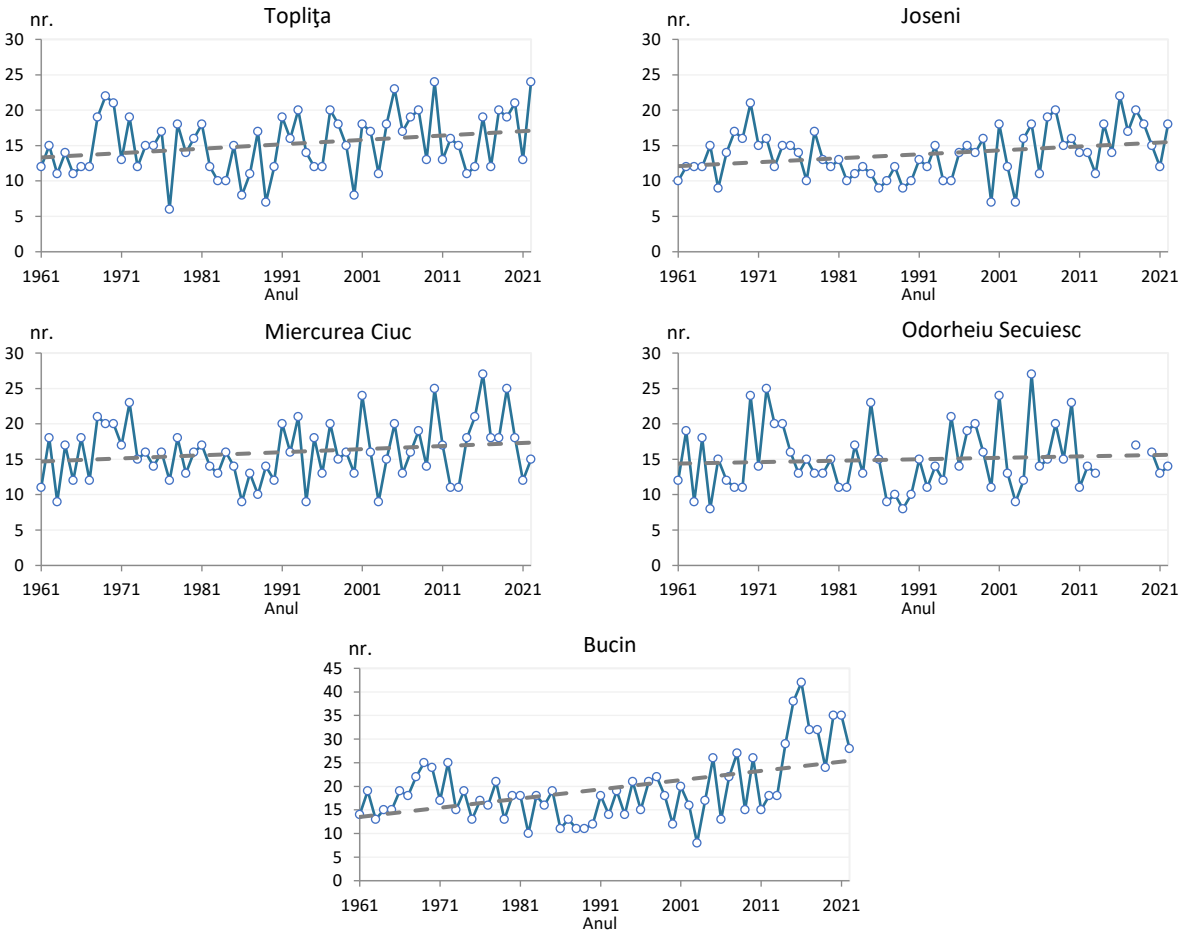


Figura nr. 41: Numărul anual de zile cu precipitaţii abundente (R10) şi tendinţa acestora (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022)

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bîrsan, 2015) şi ANM (2023)

2.3.2.1.5. Zile cu precipitaţii foarte abundente (R20)

Zilele cu precipitaţii foarte abundente sunt considerate acele zile din an în care cantitatea zilnică de precipitaţii depăşeşte 20 mm. La nivel mediu anual, numărul acestora este cuprins între 3,1 şi 3,5 zile în zonele cu relief deluros, depresionar şi de vale, respectiv depăşeşte 4,5 zile, în zona montană. Valorile maxime anuale absolute sunt cuprinse între 6 şi 9 zile în unităţile de relief cu altitudini sub 800 m, respectiv peste 12 zile la altitudini mai mari. Tendinţa zilelor cu precipitaţii abundente este staţionară şi statistic nesemnificativă în zonele cu altitudini coborâte, doar în zona montană prezentând uşoară creştere. Pentru zona montană se individualizează, începând cu anul 2015, numărul mare anual de zile în care acest indice depăşeşte valoarea 10, situaţie net diferită de celelalte unităţi de relief.

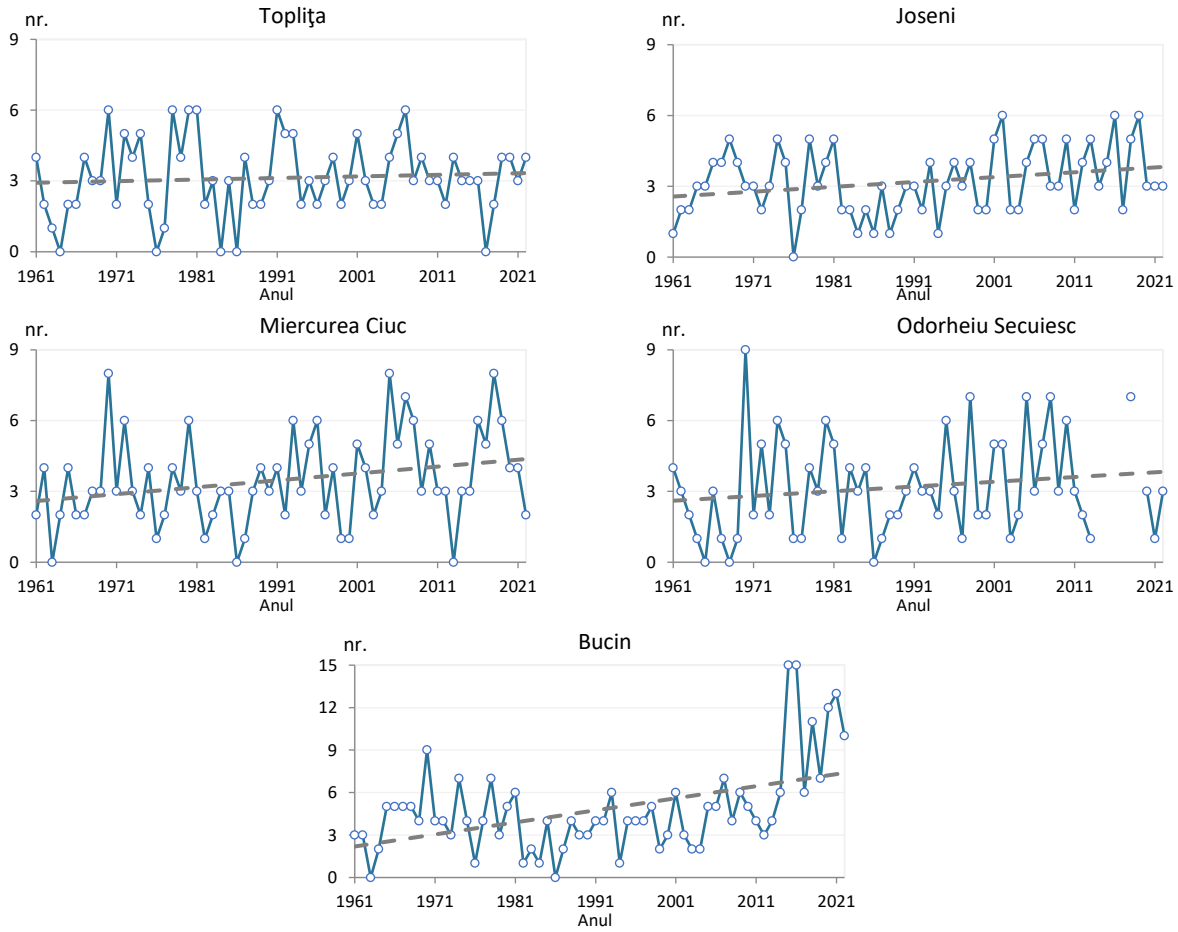


Figura nr. 42: Numărul anual de zile cu precipitaţii foarte abundente (R20) şi tendinţa acestora (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din judeţul Harghita (1961-2022)

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bîrsan, 2015) şi ANM (2023)

2.3.2.1.6. Cantitatea maximă de precipitaţii înregistrată într-o zi (Rx1day)

Indicele reprezintă cea mai mare cantitate de precipitaţii înregistrată într-o zi, din cursul unui an. Utilitatea acestui indice se remarcă, pe de-o parte, în calculul probabilităţilor şi asigurărilor folosite în diverse domenii de activitate (apărare împotriva inundaţiilor, etc.), iar pe de altă parte, aduce informaţii despre capacitatea de precipitare a sistemelor noroase. Valoarea medie multianuală este cuprinsă între 32 şi 40 mm, fără a se putea face diferenţieri între diversele trepte de relief. Valorile maxime absolute sunt ceva mai reduse în zona montană (59,9 mm) în raport cu cea joasă (sub 800 m), înregistrând un maxim absolut de 77,6 mm la Odorheiu Secuiesc.

Tendinţa cantităţilor maxime anuale absolute de precipitaţii înregistrate în decurs de 24 ore nu prezintă particularităţi regionale fiind, în general, statistic nesemnificativă.

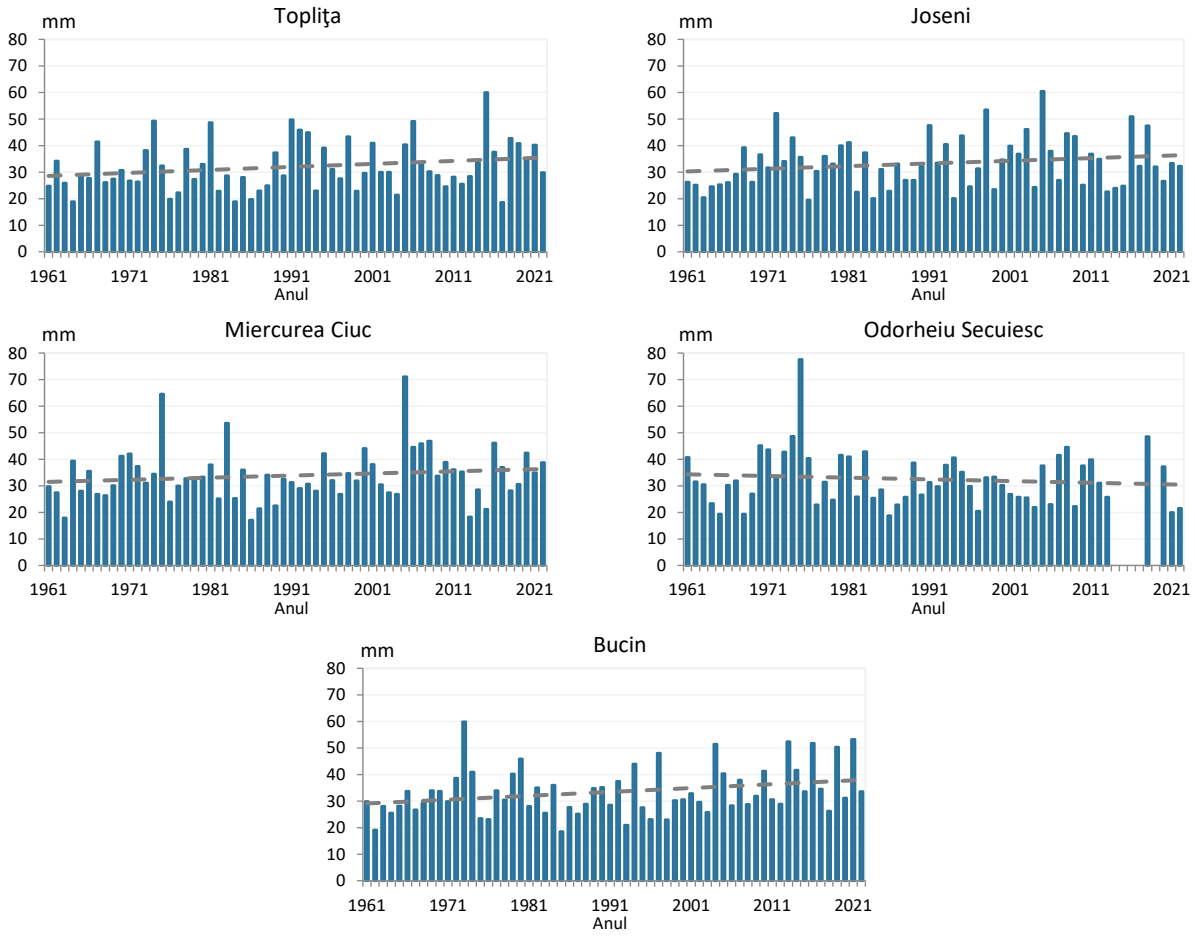


Figura nr. 43: Cantitatea maximă de precipitaţii cumulată într-o zi (Rx1day) şi tendinţa aferentă (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022)

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bîrsan, 2015) şi ANM (2023)

2.3.2.1.7. Cantitatea maximă de precipitaţii înregistrată în 3 zile (Rx3days)

Calcularea cantităţii de precipitaţii înregistrate în 3 zile se realizează similar indicelui anterior, dar se iau în considerare 3 zile consecutive de înregistrare a precipitaţiilor. Valorile medii multianuale se situează între 48 şi 50 mm în unităţile de relief cu altitudini sub 800 m şi peste 52 mm, în zona montană. Valorile maxime absolute sunt cuprinse între 79,7 şi 122,7 mm, iar cele minime absolute, peste 24 mm în zona joasă de relief, iar în cea montană, peste 32 mm.

Tendinţa indicelui Rx3days se caracterizează prin valori preponderent pozitive, însă fără semnificaţie statistică, exceptând zona montană.

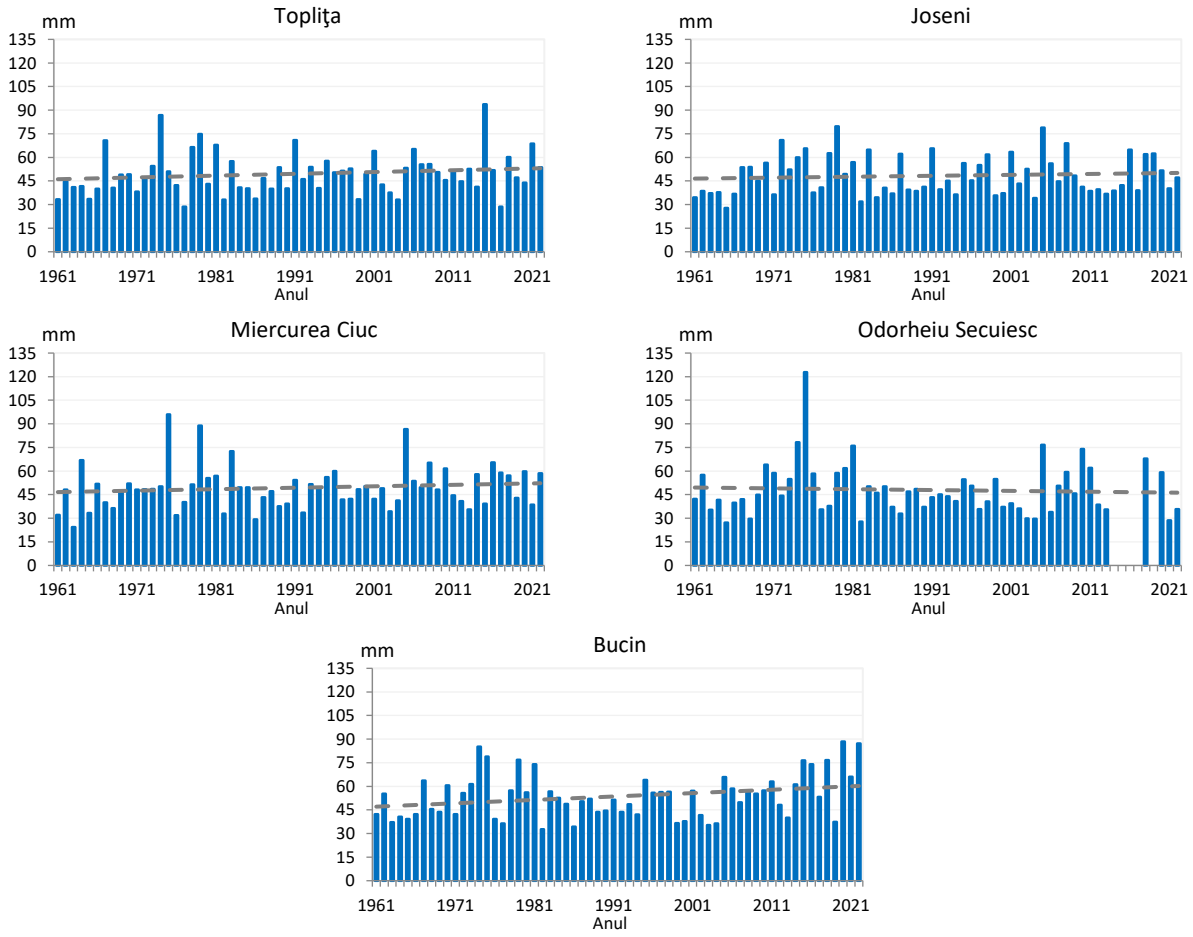


Figura nr. 44: Cantitatea maximă de precipitaţii cumulată în 3 zile (Rx3days) şi tendinţa aferentă (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din judeţul Harghita (1961-2022)

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bîrsan, 2015) şi ANM (2023)

2.3.2.1.8. Zile foarte umede (R95p)

Zilele foarte umede reprezintă suma cantităţilor de precipitaţii înregistrate în cele mai ploioase 5% zile dintr-un an. Media acestui indice pentru întreaga perioadă analizată este cuprinsă între 106,9 şi 123,6 mm, în zonele de relief cu altitudini mici, şi peste137 mm, în zona de munte. Valorile maxime absolute înregistrate sunt între 204,1 şi 281,7 mm în unităţile de relief situate la sub 800 m altitudine, iar pentru zona montană, depăşesc 488 mm.

Zilele foarte umede prezintă tendinţă crescătoare pe suprafaţa întregului judeţ, statistic semnificativă fiind doar în zona montană, unde se înregistrează valoarea cea mai ridicată (1,817 mm/an**Error! Reference source not found.**).

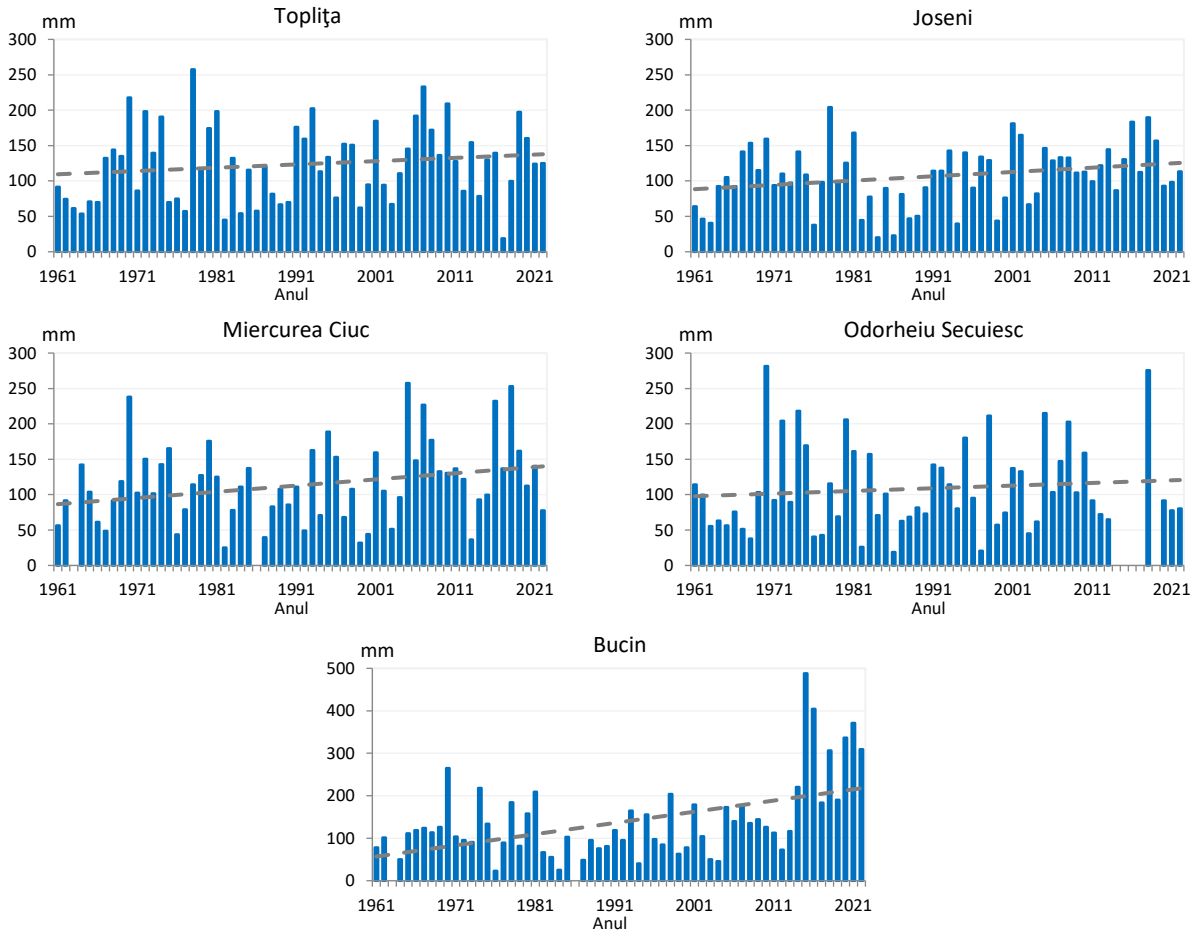


Figura nr. 45: Cantitatea maximă anuală de precipitaţii cumulată în zilele foarte umede (R95p) şi tendinţa aferentă (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din judeţul Harghita (1961-2022)

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bîrsan, 2015) şi ANM (2023)

2.3.2.1.9. Zile extrem de umede (R99p)

Indicele „Zile extrem de umede" se referă la suma anuală de precipitaţii rezultată din cantităţile de apă provenite de la cele mai ploioase (umede) 1% zile din anul respectiv. Valorile medii multianuale se situează, în zonele joase de relief ale judeţului, între 26,9 (Odorheiu Secuiesc) şi 35 mm (Miercurea Ciuc), în zona de munte depăşind 36 mm. Valorile maxime absolute sunt cu de 3 până la de 4 ori mai mari decât cele medii, fiind cuprinse, în întreaga unitate administrativă, între 117 şi 210 mm.

Din perspectiva evoluţiei în timp a cantităţilor de precipitaţii cumulate în zilele extrem de umede, tendinţele sunt slab conturate, fără însemnătate statistică.

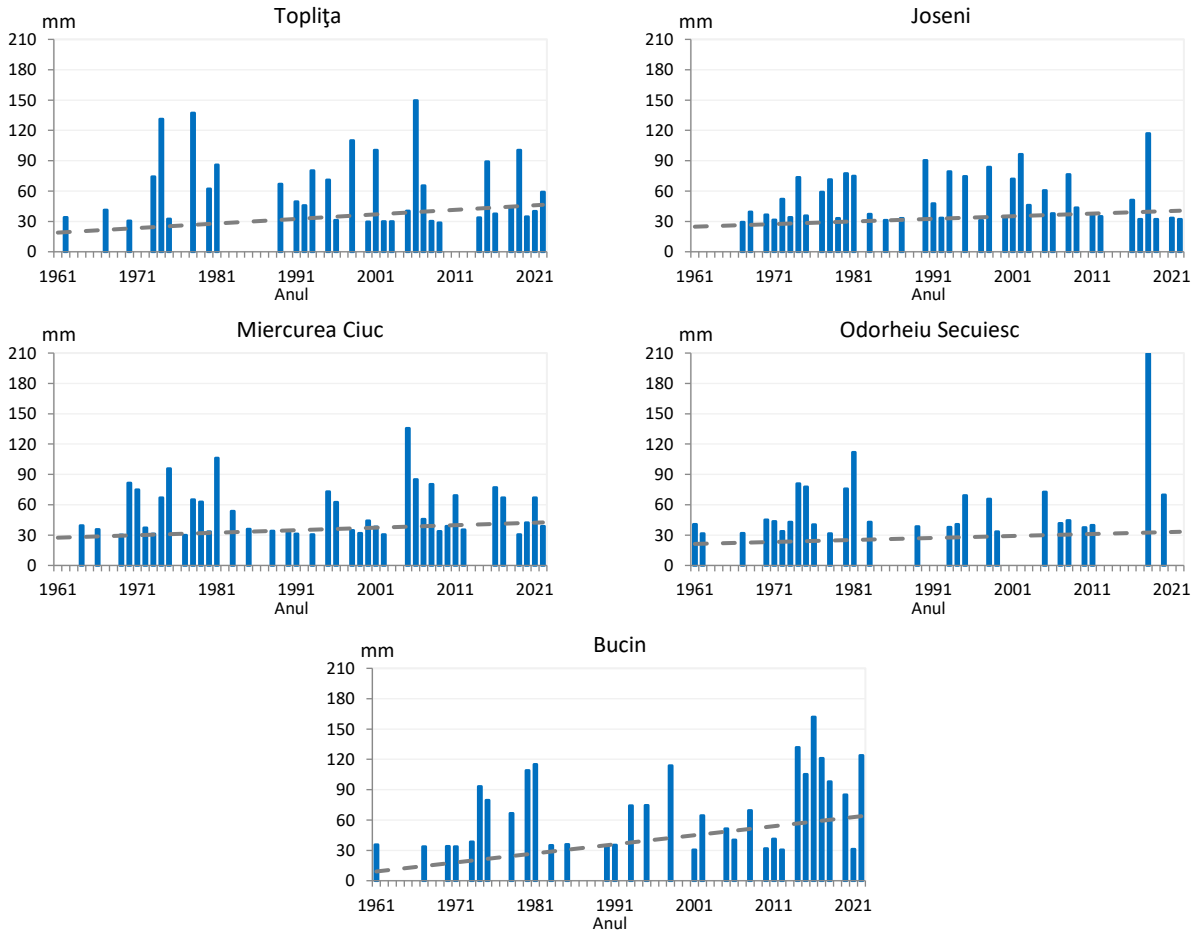


Figura nr. 46 Cantitatea maximă anuală de precipitaţii cumulată în zilele extrem de umede (R99p) şi tendinţa aferentă (linia întreruptă), la staţiile meteorologice din judeţul Harghita (1961-2022)

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bîrsan, 2015) şi ANM (2023)

2.3.2.2. Stratul de zăpadă

Prezenţa precipitaţiilor solide şi menţinerea unor temperaturi coborâte la sol favorizează depunere şi creşterea stratului de zăpada. Întrucât, în cadrul judeţului, formele de relief prezintă o mare variabilitate spaţială, stratul de zăpadă depus în anotimpul rece este neuniform.

Analiza stratului de zăpadă a urmărit două caracteristici ale sale: grosimea şi persistenţa sa. Deoarece baza de date pusă la dispoziţie a fost prea scurtă (20 ani), nu s-au calculat tendinţe ale acestuia.

Zona de munte se caracterizează prin depunerea timpurie şi topirea târzie a stratului de zăpadă, primele ninsori fiind prezente din a doua decadă a lunii septembrie. În acest context, stratul de zăpadă este consistent, valoarea medie lunară maximă ajungând la puţin peste 70 cm, în luna februarie. In zonele joase, grosimea medie este de 12,1 cm, iar consistenţa sa este mai mare în ianuarie-februarie.

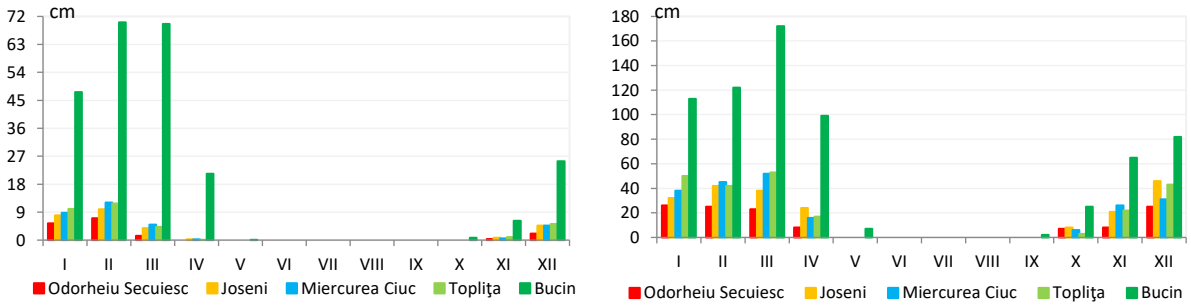


Figura nr. 47: Grosimea medie lunară (stânga) şi grosimea maximă lunară absolută (dreapta) a stratului de zăpadă, la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (2003-2022)

Sursa: date prelucrate după arhiva ANM (2023)

Grosimea maximă lunară absolută a stratului de zăpadă reflectă fie capacitatea unui episod de cădere de zăpadă de a genera un strat consistent, fie menţinerea condiţiilor favorabile căderii şi acumulării stratului de zăpadă. Valoarea maximă, este, pentru zona montană, de până la 172 cm, respectiv doar de 50 cm la Topliţa.

Numărul de zile mediu lunar cu strat de zăpadă creşte pe măsura creşterii altitudinii, dar şi pe măsura înaintării în iarnă. Pentru zona de munte, creşterea cea mai consistentă a duratei este din luna noiembrie (11,4 zile), în decembrie (27,9 zile), pentru ca în perioada ianuarie-martie să se înregistreze durate apropiate de numărul maxim de zile din lună. Pentru zona cu relief depresionar intramontan sau submontan, durata medie lunară este mult diminuată, apogeul înregistrându-se în luna ianuarie, cu un număr mediu cuprins între 18,5 zile, în vestul judeţului şi 24,2 zile, în nordul acestuia, apoi urmează scăderea acestuia, astfel că în luna martie, numărul mediu de zile cu strat de zăpadă să fie cuprins între 6,7 şi 11,4 zile. La scara întregului judeţ, numărul de zile mediu anual cu strat de zăpadă creşte dinspre extremitatea vestică a acestuia (sub 60 zile), spre zona centrală, a depresiunilor intramontane (între 70 şi 75 zile), depăşind, în zona montană cu altitudini mijlocii, 150 zile.

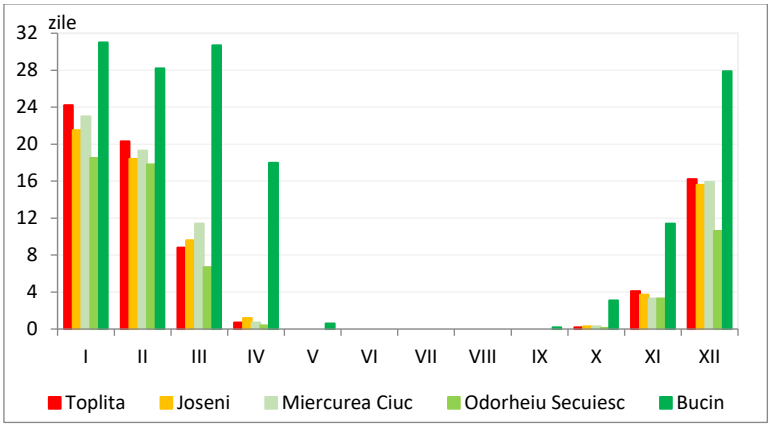


Figura nr. 48: Numărul de zile mediu lunar cu strat de zăpadă, la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (2003-2022)

Sursa: date prelucrate după arhiva ANM (2023)

2.3.2.3. Temperatura solului

Cunoaşterea variaţiei spaţio-temporale a temperaturii solului prezintă importanţă majoră îndeosebi pentru agricultură şi reflectă schimburile calorice care au loc între sol şi aer.

Temperatura medie multianuală la suprafaţa solului, este, în medie, cu 2-3°C mai ridicată decât a aerului, având valori cuprinse, în zona joasă, la altitudini sub 800 m, între 8 °C, în vatra depresiunilor intramontane şi 10,7 °C, în vestul judeţului. Pentru altitudini mai mari de 800 m, temperatura la suprafaţa solului scade repede cu înălţimea, astfel încât, pe crestele cele mai înalte, aceasta este negativă.

Tabel nr. 9: **Temperatura medie lunară multianuală la suprafaţa solului, la staţiile meteorologice din Jud. Harghita (2002-2021)**

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Media
Toplita	-5,5	-3,7	1,7	9,4	16,7	21,0	22,8	21,8	15,3	8,1	2,4	-3,1	**8,8**
Joseni	-6,0	-4,2	1,1	8,7	15,8	20,2	21,7	21,0	14,6	7,5	1,8	-3,5	**8,2**
Miercurea Ciuc	-5,8	-4,4	1,0	8,6	15,2	19,4	21,2	20,6	14,7	8,2	2,6	-2,9	**8,2**
Odorheiu Secuiesc	-3,0	-2,7	3,4	1,.3	19,4	22,9	23,8	23,2	17,1	9,8	3,5	-0.8	**10,7**

Sursa: date prelucrate după arhiva ANM (2023)

Valorile termice medii lunare cele mai ridicate se înregistrează în luna Iulie şi depăşesc 20°C în unităţile de relief situate sub 800 m altitudine. Cele mai coborâte valori de temperatură medie multianuală, la suprafaţa solului, se înregistrează în luna Ianuarie şi sunt influenţate de trăsăturile reliefului, altitudine, gradul de înclinare al suprafeţelor etc. Din perspectiva valorilor termice, depresiunile Giurgeu şi Ciuc sunt cele mai reci în timpul iernii, adevărate „lacuri de frig", mediile multianuale ale lunii Ianuarie fiind în jurul a -6°C, în timp ce spre vestul judeţului, acestea sunt mai ridicate. În cazul zonei montane adiacente, valorile termice medii ale lunii Ianuarie scad pe măsura creşterii altitudinii, spre limita gerului, pe creste.

De mare importanță, mai ales din perspectivă agricolă o reprezintă cunoaşterea numărului de zile din an în care activitatea biologică la suprafaţă şi în subsol este mult diminuată sau stagnează, ca urmare a temperaturilor negative de la suprafaţa solului. Poziţia spaţială, trăsăturile reliefului, influenţele locale etc, induc diferenţieri termice locale, astfel încât numărul mediu anual de zile cu Ts ≤ 0°C prezintă valori diferite. La nivel anual, valoarea cea mai mare caracterizează spaţiul depresiunilor intramontane, fiind de 95,4 zile la Joseni, respectiv 89,8 zile la Miercurea Ciuc. La polul opus, cu o diferenţă considerabilă, se situează zona joasă din vestul judeţului, care totalizează 64,9 zile la Odorheiu Secuiesc. Analiza lunară reliefează o serie de trăsături comune, precum şi diferenţieri în distribuţia spaţială a valorilor parametrului menţionat. Nota comună este dată de creşterea progresivă a numărului de zile cu astfel de temperaturi, în întreaga unitate, începând din partea a doua a toamnei, culminând cu un maxim în luna Ianuarie, apoi scăderea progresivă până în luna Aprilie. Diferenţe majore se pun în evidență între numărul de zile lunar înregistrat în cazul depresiunilor intramontane în raport cu cel al depresiunilor marginale, cele din urmă având un număr mai mic de zile.

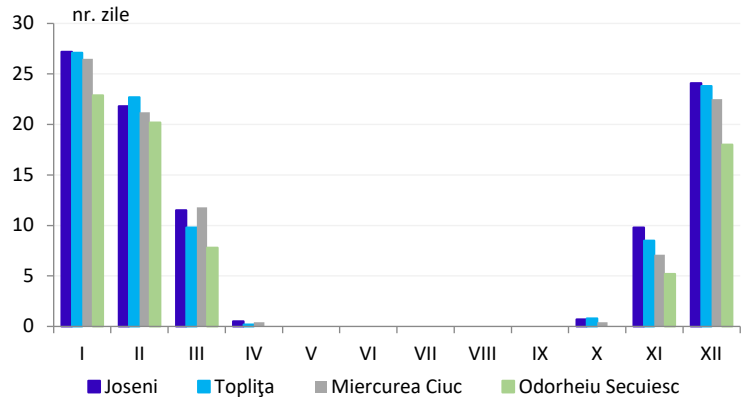


Figura nr. 49: Numărul de zile mediu lunar cu temperatura suprafeţei solului (Ts) mai mică sau egală cu 0°C, la staţiile meteorologice din Jud. Harghita (2003-2022)

Sursa: date prelucrate după arhiva ANM (2023)

2.3.3. Vântul

Vântul, respectiv mișcarea orizontală sau cvasi orizontală a aerului în raport cu suprafața terestră, reprezintă unul dintre elementele climatice de bază, caracterizat printr-un mare dinamism spațio-temporar. Rezultat în urma diferențelor de presiune care apar la suprafața terestră, urmare a încălzirii inegale a acesteia, este influenţat de foarte mulţi factori, însă relieful, prin poziționarea spațială, altitudine, masivitate, orientare etc, se înscrie în categoria celor dominanţi. Ca regulă generală, viteza vântului creşte cu altitudinea, urmare a diminuării forţei de frecare, iar direcţia (punctul cardinal din care se realizează deplasarea aerului), la suprafaţa terestră, este condiţionată de trăsăturile formelor de relief (orientarea văilor şi culoarelor de vale, orientarea versanţilor şi culmilor etc.). În acest context, la staţiile meteorologice, măsurarea direcţiei şi vitezei vântului se realizează la înălţimea de 10 m faţă de nivelul punctului de observaţie.

Frecvenţa medie anuală a vântului pe direcţii remarcă o serie de caracteristici specifice regiunilor care prezintă o mare diversitate a formelor de relief. Astfel, în interiorul arealelor depresionare intramontane se remarcă o frecvenţă ridicată a circulaţiei transversale a aerului ascendentă sau descendentă, pe versanţi (trăsătură surprinsă şi în cazul staţiei Bucin), în defavoarea circulaţiei longitudinale, de-al lungul axei depresionare, aspect bine pus în evidenţă de reprezentările de la Joseni şi Miercurea Ciuc. Această structură a frecvenţei vântului pe direcţii şi procentul ridicat al calmului, indică prezenţa brizelor montane. În zonele de îngustare a arealelor depresionare, respectiv în zonele de închidere ale acestora, circulaţia dominantă este pe direcţia de îngustare a văii, caracteristică evidenţiată de staţia meteo Topliţa.

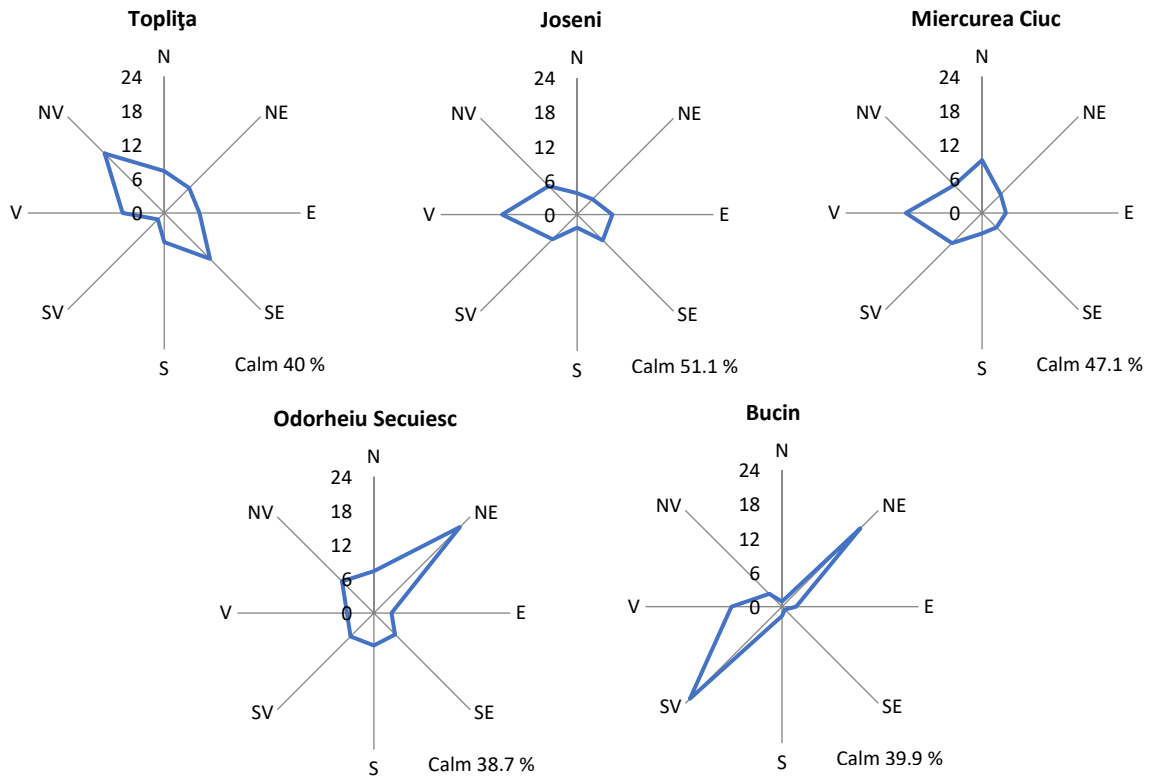


Figura nr. 50: Frecvenţa medie anuală (%) a vântului pe direcţii, la staţiile meteorologice din Jud. Harghita (1973-2022)

Sursa: date prelucrate după arhiva ANM (2023)

Frecvenţa medie anuală a situaţiilor cu calm este cuprinsă între 38,7% la Odorheiu Secuiesc şi 51,1% la Joseni, remarcându-se frecvenţa cea mai mare a acestuia în zona depresiunilor intramontane. Frecvenţa scade spre vestul unităţii analizate, precum şi pe măsura creşterii altitudinii. Exceptând procentele ridicate ale situaţiilor cu calm atmosferic, structura medie anuală a frecvenţei acestuia remarcă existenţa unei „rupturi", prezentă la toate staţiile meteorologice analizate, însă la momente diferite de timp: 2002-2003, la Topliţa, Miercurea Ciuc, Odorheiu Secuiesc, respectiv 2009 la Joseni şi 2015 la Bucin. Cauzele unei astfel de rupturi pot fi două: modificări în structura circulaţiei atmosferice sau schimbarea aparaturii/tehnicii de măsurare a direcţiei vântului. Întrucât ruptura nu se produce concomitent, la toate staţiile meteorologice, fără îndoială că s-au adus modificări asupra aparaturii prin instalarea sistemului meteorologic automat, caracterizat printr-o acurateţe mai bună. Acest aspect are o importanţă majoră în determinarea potenţialului energetic eolian al unităţii.

Un ultim aspect privind frecvenţa vântului pe direcţii îl constituie situaţia frecvenţelor ridicate de la Topliţa, din anii 2011 şi 2012, acestea fiind determinate de revenirea la observaţiile „clasice" asupra vântului, ca urmare a defectării aparaturii automate (bazate pe senzori).

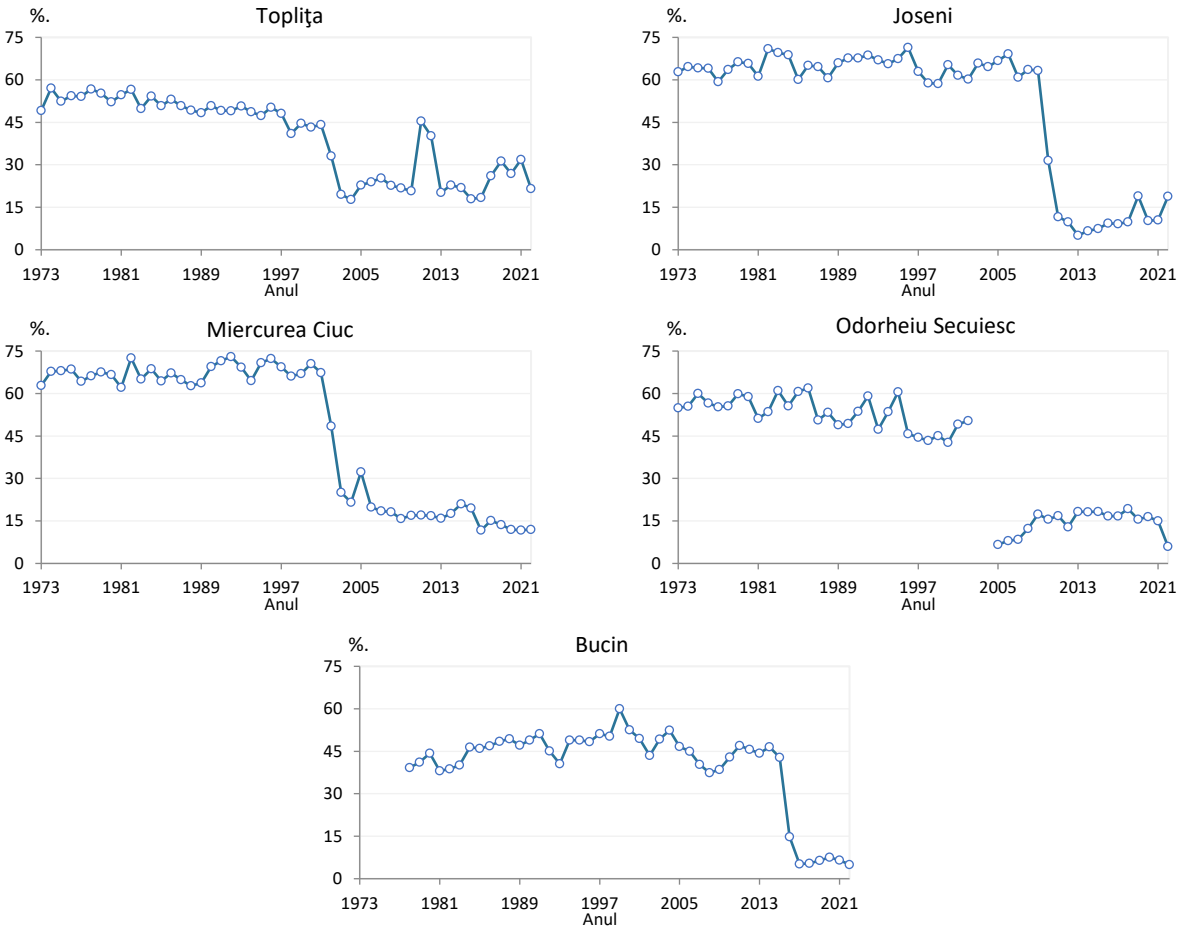


Figura nr. 51: Frecvenţa medie anuală (%) a situaţiilor cu calm, la staţiile meteorologice din Jud. Harghita (1973-2022)

Sursa: date prelucrate după arhiva ANM (2023)

Structura medie lunară multianuală a vitezei vântului la staţiile analizate reflectă mai degrabă caracteristica „de adăpost” a punctelor de măsurare, decât cea de „diversitate” a reliefului, specifică unităţii administrative în cauză.

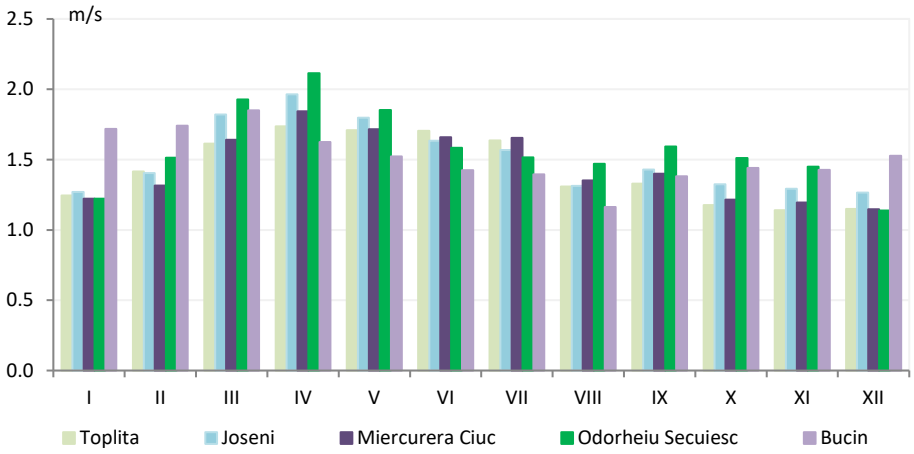


Figura nr. 52: Viteza medie lunară a vântului la staţiile meteorologice din Jud. Harghita (1973-2022)

Sursa: date prelucrate după arhiva ANM (2023)

În ansamblu, valorile vitezelor medii lunare sunt, în general, mai mici de 2 m/s, cu o structură caracterizată prin dublă variaţie anuală, remarcându-se un maxim principal, la mijlocul primăverii şi unul secundar, de toamnă, subliniind, dacă mai era nevoie, existenţa anotimpurilor, specifice climatului temperat.

Valorile medii lunare cele mai ridicate ale vitezei vântului se înregistrează la Bucin, în timpul iernii, respectiv la Odorheiu Secuiesc, urmare a prezenţei topoclimatului de pădure, specific staţiei meteorologice Bucin.

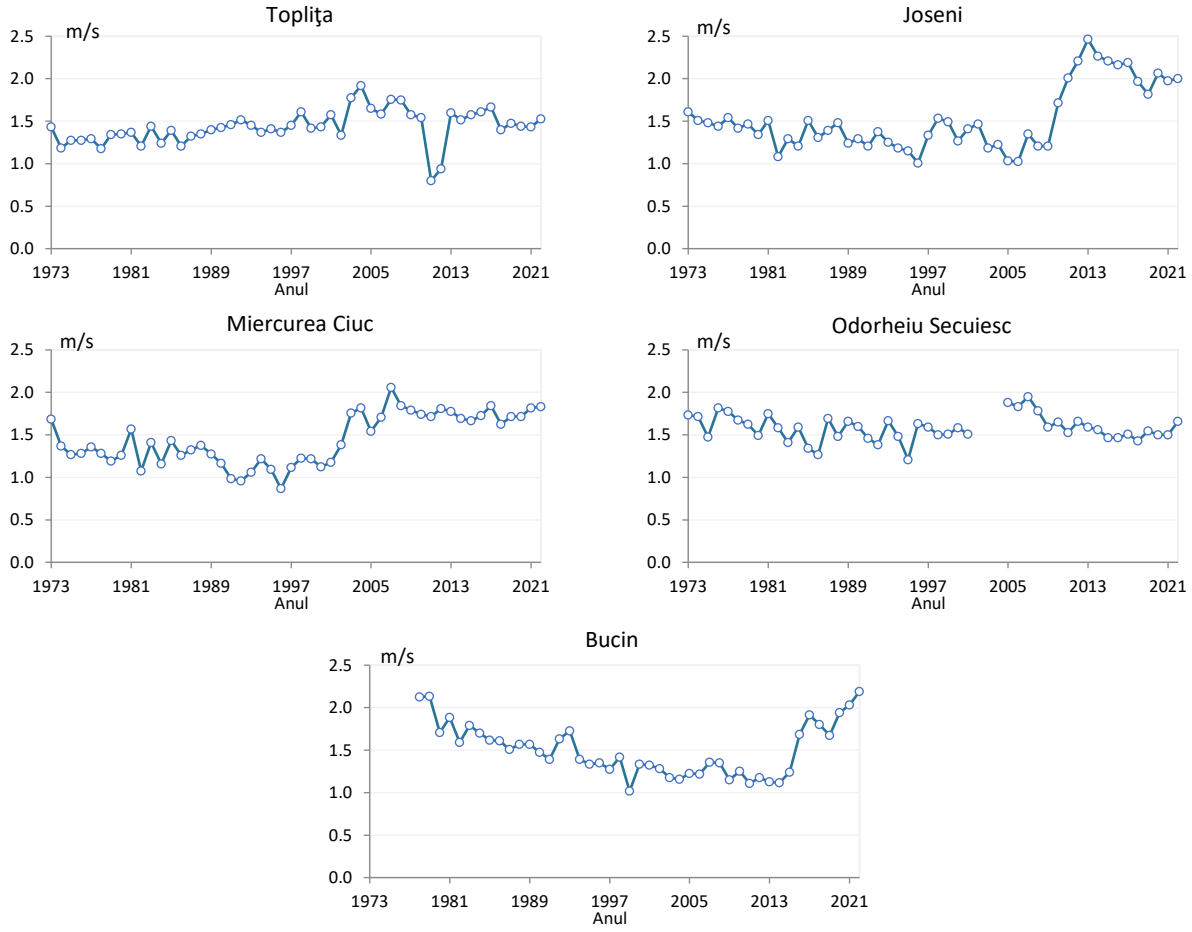


Figura nr. 53: Viteza medie anuală a vântului la staţiile meteorologice din Jud. Harghita (1973-2022)

Sursa: date prelucrate după arhiva ANM (2023)

2.3.4. Potențialul climatic (valorificarea resurselor climatice: solar și eolian)

Potenţialul climatic al unei regiuni este constituit din trăsăturile elementelor climatice specifice unităţii teritoriale respective şi de modul de manifestare spaţio-temporală al acestora. Din această perspectivă, radiaţia solară, ajunsă la suprafaţa terestră sub forma unui flux energetic şi mişcarea orizontală a aerului (vântul), determinată de diferenţele de presiune de pe o anumită suprafaţă, constitue cele mai cunoscute forme de energie „verde” (nepoluantă), care, prin diverse mijloace, pot fi captate şi convertite în energie electrică. Privind global, la nivelul Uniunii Europene, organism din care face parte şi România şi care trebuie să îşi asume

obiectivele ţintă ale acesteia, pe fondul diminuării rezervelor energetice clasice (petrol, cărbuni, gaze naturale), se impune creşterea ponderii energiei din surse regenerabile, având ca scop reducerea emisiei gazelor cu efect de seră de până la 55 %, în anul 2030, şi cu 100%, până în anul 2050. În categoria formelor de energie din surse regenerabile se înscriu două, ca fiind mai cunoscute: energia solară şi energia eoliană.

2.3.4.1. Potențialul energetic solar

Are ca element de bază fluxul de radiaţie solară ajuns la suprafaţa terestră, la care se adaugă o serie de influențe ale acesteia: altitudine, înclinarea versanţilor, expunerea la radiaţie etc. La nivelul României, fluxul radiaţiei solare are valori medii zilnice extreme cuprinse între 2,42 kWh/m^2 (pe crestele cele mai înalte ale Munţilor Făgăraş) şi 3,77 kWh/m^2 (în extremitatea de sud-est a Deltei Dunării), valorile crescând radiar-concentric, spre centrul şi sud-vestul Depresiunii Transilvane, respectiv spre exteriorul catenei montane carpatice, spre Câmpia de Vest, Câmpia Română, Câmpia Moldovei şi Dobrogea (https://globalsolaratlas.info/download/romania).

Pentru unitatea administrativ-teritorială analizată, urmare a dispunerii formelor de relief şi trăsăturilor acestora, fluxul radiativ solar înregistrează valorile zilnice cele mai reduse (2,64 kWh/m2) de-a lungul fâșiei montane formată din lanţul vulcanic Căliman-Gurghiu-Harghita, respectiv în extremitatea de nord-est şi est a judeţului (Munţii Bistricioarei, Giurgeu, Hăşmaş, Ciuc). Valorile fluxului radiativ cresc spre cele două axe ale depresiunilor Giurgeu şi Ciuc, la 3,0 kWh/m2, dar şi spre partea de sud-vest şi vest a judeţului, atingând în Subcarpaţii Homoroadelor, 3,4 kWh/m2 (https://globalsolaratlas.info/global-pv-potential-study).

Potenţialul electric fotovoltaic al județului Harghita este estimat a avea între 3,04 şi 3,53 kWh/kWp/zi, ceea ce corespunde, la scară anuală, cu 1110,4 – 1289,3 kWh/kWp (https://globalsolaratlas.info/global-pv-potential-study). Întrucât calculul potenţialului electric fotovoltaic se bazează pe valorile fluxului radiativ al energiei solare, la nivelul judeţului, potenţialul fotovoltaic are o distribuţie relativ similară precedentului. Astfel, cele mai reduse valori zilnice, respectiv sub 3,2 kWh/kWp se înregistrează pe versanţii nordici şi nord-estici ai unităţilor montane din județ: Munţii Calimiani, Gurghiu, Harghita, respectiv Bistricioarei, Giurgeu, Hăşmaş, Ciuc; valori de 3,2 – 3,4 kWh/kWp se întâlnesc pe versanţii sudici şi sud-vestici ale unităţilor montane specificate anterior, dar şi în cadrul arealelor depresionare intramontane; valori de peste 3.4 kWh/kWp se înregistrează în partea de sud-vest a judeţului, respectiv în Depr. Sovata-Praid, partea superioară a Culoarului Târnavei Mari, Subcarpații Târnavelor şi Homoroadelor.

În ansamblu, potenţialul fotovoltaic al Jud. Harghita este redus, nivelul moderat întâlnindu-se în partea de sud-vest a judeţului, în Depresiunea Transilvaniei.

2.3.4.2. Potențialul energetic eolian

Calcularea potenţialului energetic eolian depinde de distribuţia spaţială a vitezei vântului la diferite înălţimi faţă de sol. Creşterea pe verticală a vitezei vântului determină creşterea densităţii de putere a vântului, caracteristică importantă a resursei eoliene (https://globalwindatlas.info/).

Determinarea densității de putere medie a vântului s-a realizat pentru două înălţimi: 50 şi 100 m faţă de sol. Densitatea de putere medie a vântului la înălţimea de 50 m relevă câteva aspecte importante: depresiunile intramontane ale judeţului (Giurgeu, Ciuc, Borsec), au valori calculate de sub 100 W/m^2; în cadrul zonelor montane adiacente acestora, densitatea de putere creşte pe măsura creşterii înălţimii, de până la 1000 W/m2 în cel mai înalt vârf montan, însă suprafeţele

versanţilor se caracterizează prin densităţi de putere ale vântului de 300-500 W/m^2; unităţile de relief din partea de sud-vest a judeţului prezintă valori ale parametrului calculat de până la 300 W/m^2, punctiform 500 W/m^2.

Analiza statistică a unităţilor administrativ-teritoriale pe baza claselor de densitate de putere a vântului remarcă faptul că 83,6% din acestea au suprafaţa extinsă în unităţi ale reliefului cu valori ale densităţii de putere de până la 300 W/m^2, acesta constituind un potenţial slab. De altfel, densitatea puterii medii a vântului pentru 10 % din suprafeţele din cadrul judeţului cu vântul cel mai intens, la înălţimea de 50 m, este de 259 W/m^2.

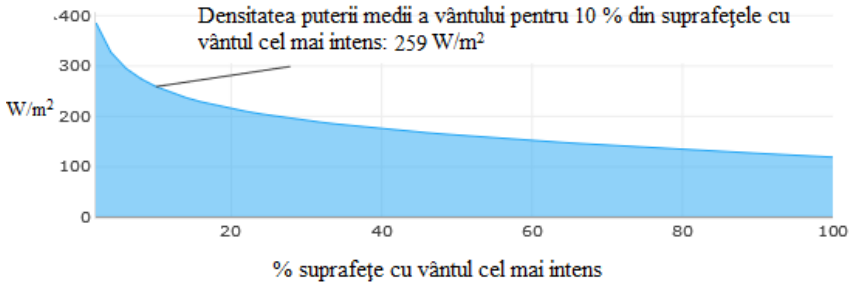


Figura nr. 54: Densitatea puterii medii a vântului la înălţimea de 50 m (W/m2), pentru 10 % din suprafeţele cu vântul cel mai intens, din Jud. Harghita

Sursa: Global Wind Atlas (https://globalwindatlas.info)

Analiza densităţii de putere medii a vântului la înălţimea de 100 m relevă următoarele: identic situaţiei precedente, depresiunile intramontane precum Giurgeu, Ciuc, Borsec etc, au valori de sub 100 W/m^2; în cadrul zonelor montane care le mărginesc, densitatea de putere creşte pe măsura creşterii înălţimii, de până la 1000 W/m^2 în cel mai înalt vârf montan, însă suprafeţele versanţilor se caracterizează prin densităţi de putere ale vântului de 100-300 W/m^2; unităţile de relief din partea de sud-vest a judeţului au valori ale densităii medii de putere de până la 300 W/m^2, punctiform 400 W/m^2.

Analiza statistică a unităţilor administrativ-teritoriale pe baza claselor de densitate de putere a vântului remarcă faptul că 81 % din acestea au suprafaţa extinsă în unităţi ale reliefului cu valori ale densităţii de putere de până la 300 W/m^2, acesta constituind un potenţial slab. De altfel, densitatea puterii medii a vântului pentru 10 % din suprafeţele din cadrul judeţului cu vântul cel mai intens, la înălţimea de 100 m, este de 333 W/m^2.

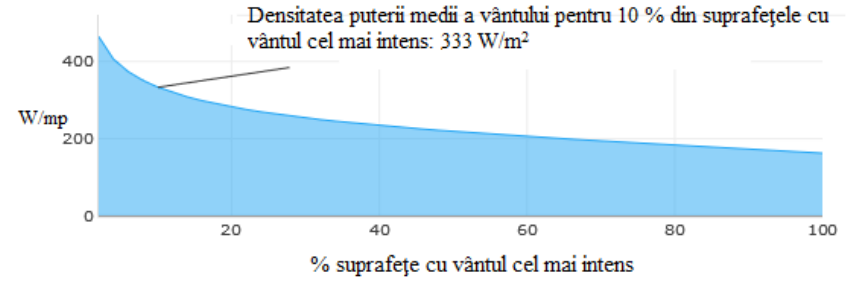


Figura nr. 55: Densitatea puterii medii a vântului la înălţimea de 100 m (W/m2), pentru 10 % din suprafeţele cu vântul cel mai intens, din Jud. Harghita

Sursa: Global Wind Atlas (https://globalwindatlas.info)

Concluzionând, atât potenţialul fotovoltaic cât şi cel eolian este redus, situaţia fiind determinată de caracteristicile reliefului.

2.4. Hidrografia și rețeaua hidrografică

Din punct de vedere al gospodăririi apelor, Județul Harghita se suprapune parțial bazinelor hidrografice ale bazinelor Mureșului (48,42%), Oltului (33,30%) și, într-o mai mică măsură, Siretului (18,29%).

Instituția care gestionează problemele privind gospodărirea apelor în județ este Sistemul de Gospodărire a Apelor Harghita (SGA), care „administrează apele din domeniul public al statului și infrastructura formată din lacuri de acumulare, diguri de apărare împotriva inundațiilor, regularizări si apărări de mal prize de apa si alte lucrări specifice (veghe hidrologică, hidrogeologică și de monitorizare a calității resurselor de apă) aflate în patrimoniul său, în scopul cunoașterii și a gestionării unitare a resurselor de apă de suprafață și subterane din jud. Harghita" (SGA Harghita, 2023). Sistemul este subordonat Administraţiei Bazinele de Apă Olt, din cadrul Administraţiei Naţionale "Apele Române".

Pentru o bună corelare a resursei de apă cu sistemele morfologice cu trăsături similare și pentru o analiză eficientă în cadrul bilanțului hidric, arealul Județului Harghita a fost divizat în patru zone (de la Vest la Est): Subcarpații Transilvăneni (Mac, 1972), Arealul montan vulcanic, Depresiunile intramontane și Arealul montan Estic.

2.4.1. Organizarea reţelei hidrografice

„Particularităţile climei şi a reliefului determină particularităţile reţelei hidrografice. În aceste condiţii, s-a dezvoltat o reţea densă de cursuri de apă, lacuri şi mlaştini şi s-au acumulat importante rezerve de ape subterane.

Datorită reliefului, suprafaţa judeţului este dominată de sectorul montan, ce se caracterizează printr-o reţea de apă foarte densă, cu versanţi abrupţi şi pante de scurgere foarte mari" (SGA Harghita, 2023).

Densitatea specifică medie a reţelei hidrografice este de 2,2 km/km^2 depăşind mult media pe ţară. Râurile sunt alimentate în proporţie de 68-69% din sursele de suprafaţă (ploi 42-46% şi zăpezi 23-26%), iar restul din apele freatice şi subterane (Pișota *et al.*, 1976).

Debitele medii cele mai mari se înregistrează în luna aprilie, iar cele mai mici în lunile ianuarie şi februarie. Debitele maxime absolute înregistrate în luna mai 1970 s-au produs în urma unei cantităţi foarte mari de ploi căzute, însoţite de topirea bruscă a unui strat gros de zăpadă. Debitele maxime din timpul verii sau toamnei au în general o durată scurtă şi sunt efectul ploilor torenţiale. Volumul cel mai mare de apă se scurge primăvara 44-45%, în timpul verii 21-26%, iar în anotimpurile de toamnă şi iarnă, 10- 24% (SGA Harghita, 2023).

Cursurile râurilor au in general lungimi cuprinse între 10-80 km, izvorând din zonele muntoase care alcătuiesc adevărate "castele de apă". Depresiunile intramontane şi cele din zona dealurilor vestice formează locuri de concentrare a apelor. Lungimea totală a reţelei de apă codificate din judeţ este de 2.600 km, din care 926 km aferent bazinului hidrografic Olt.

Râul Olt izvorăşte din versantul vestic al Hăşmaşului Mare, la altitudine de 1.280 m şi străbate Depresiunea Ciucului pe o lungime de cca. 85 km, părăsind teritoriul acesteia prin defileul de la Tuşnad, la altitudinea de 570 m (Pișota *et al.*, 1976).

Suprafaţa bazinului de recepţie este de 1.295 km^2 şi se extinde pe versantul estic al Munţii Harghitei, de unde izvorăsc afluenţii Lunca Mare, Mădăraş, Silaş, Valea Mare şi pe versanţii vestici ai munţilor Hăşmaşului şi Ciucului, cu pâraiele Frumoasa, Fişag şi Tuşnad. Pe acest sector, bazinul prezintă o simetrie accentuată.

Afluenţii sunt aproape perpendiculari pe traseul râului Olt. Debitul mediu multianual al râului la ieşirea din judeţ este de 9,0 m^3/s, iar debitul maxim, cu probabilitate de depăşire 1%, este de 360 m^3/s (SGA Harghita, 2023).

Râul Mureș, fratele geamăn al Oltului, izvorăşte din masivul Muntele Negru (1538 m) al Hăşmaşului Mare, iar după ce parcurge câțiva kilometri pe direcție Nord-Sud, în apropiere de localitatea Izvorul Mureșului, se direcționează spre Nord, drenând întreaga Depresiune a Giurgeului pe o distanță de 72 km (Pișota *et al.*, 1976).

De pe o suprafață de 1297 km^2 își adună un număr important de afluenți, care alcătuiesc o rețea deasă de cursuri, cu o densitate medie de 0,7-0,9 km/km^2. Cei mai reprezentativi afluenți sunt: Toplița, Becheni, Lăzarea, Ditrău, Belcina, Fierăstrău, Borzont, Pietrosul, Eseniu, Gălăuțaș, etc. (Pișota *et al*., 1976).

Mureșul are un sistem de alimentare pluvio-nival, iar variațiile debitului sunt asemănătoare cu cele ale Oltului. În perioada maximă de alimentare (luna Aprilie) debitul mediu de apă, în apropiere de Toplița, ajunge la 26,3 m^3/s; în luna Ianuarie, când predomină înghețul, iar alimentarea este asigurată de către scurgerea subterană, debitul ajunge la valoarea de 4,8 m^3/s. Debitul de aluviuni în suspensie este foarte reduse, datorită substratului de natură vulcanică sau cristalină, variind între 0,8 și 0,9 kg/s, cu un debit mediu specific de aluviuni în suspensie de 0,18 t/ha/an (SGA Harghita, 2023).

Târnava Mare, unul dintre afluenții principali ai Mureșului, drenează, pe o lungime de 90 km, o parte din versantul vestic al masivelor Gurghiu și Harghita și o parte din Subcarpații Transilvăneni - respectiv Dealurile Odorheiului Secuiesc.

Are izvoarele în Munții Gurghiu (vârful Piatra ascuțită), iar, după ce preia o serie de afluenți cu izvoarele în aglomeratele vulcanice, drenează depresiunile Odorhei și Cristuru Secuiesc. Își desfășoară bazinul pe o suprafață de 1539 km^2 și recepționează câțiva tributari cu lungime redusă (Sicasău, Ivo, Brădești, Râul Alb etc.), de unde și densitatea hidrografică medie cea mai redusă din cadrul județului (0,3-0,5 km/km^2) (Pișota *et al*., 1976).

Regimul de scurgere se caracterizează prin debite care variază între 2,5 m^3/s în luna Septembrie și 13 m^3/s în luna Aprilie. Debitul maxim istoric de 305 m^3/s s-a produs în luna Mai 1970 considerat de 60 de ori mai mare decât debitul mediu multianual (5,4 m^3/s) (SGA Harghita, 2023).

Râul Bistricioara izvorăște din versantul sud-vestic al Munților Călimani, iar pe cuprinsul Județului Harghita curge pe o lungime de 45 km și drenează o suprafață de 780 km^2. În profilele longitudinale ale proprii și ale unor afluenți se desfășoară câteva bazinete intramontane de notorietate, vestite prin resursele de ape minerale și microclimat benefic (Borsec, Bilbor, Corbu, Tulgheș etc.) (Pișota *et al*., 1976).

Regimul de alimentare pluvio-nival se reflectă în evoluția lunară a debitelor (maximă de 6,9 m^3/s în luna Aprilie și minimă medie de 1,1 m^3/s în luna Ianuarie).

În Județul Harghita își mai au obârșia și alte cursuri de apă (unele de importanță pentru zona Carpaților Orientali - ex. Homorodul Mare, Homorodul Mic, Cașinul, Vârghișul, Trotușul etc.), unele drenând, doar, o mică suprafață a județului (Trotușul).

Pârâul Homorodul Mare (F= 855 km^2, L=62 km), izvorăşte din Munţii Harghitei la altitudinea de 1320 m şi se varsă în Olt la 440 m, având o pantă medie de 14‰ şi un coeficient de sinuozitate de 1,19. Debitul mediu multianual este de 0,53 m^3/s la Băile Homorod şi de 1 m^3/s la Sânpaul, aproape de limita de judeţ (SGA Harghita, 2023).

Pârâul Caşin (F= 482 km^2, L=54 km), izvorăşte la altitudinea de 1010 m şi se varsă în Olt la 545 m, având o pantă medie de 8‰ şi un coeficient de sinuozitate de 1,65." (SGA Harghita, 2023).

Pârâul Vârghiş (F= 245 km^2, L=46 km), izvorăşte din Munţii Harghitei la altitudinea de 1570 m şi se varsă în Olt la 476 m, având o pantă medie de 24‰ şi un coeficient de sinuozitate de 1,32 (SGA Harghita, 2023).

Trotușul un curs de apă care izvorăște din Munții Ciucului, drenează doar o mică suprafață din Sud-estul județului și se varsă în râul Siret, traversând orașele Comănești, Târgu Ocna, Onești din Județul Bacău și Adjud din Județul Vrancea. Are o lungime totală de 162 km. Bazinul hidrografic al râului însumează, în total, o suprafață de 4456 km^2, ceea ce reprezintă 9,9 % din suprafața bazinului hidrografic al râului Siret. La vărsare, debitul mediu al râului este de 27 m^3/s (SGA Harghita, 2023).

2.4.2. Scurgerea lichidă

Scurgerea medie reprezintă indicatorul general de evaluare a resurselor şi potenţialului de apă al râurilor dintr-o anumită regiune, fiind utilizat la elaborarea studiilor care au drept scop valorificarea apei în scopuri socio-economice.

2.4.2.1. Componente naturale condiționante majore ale drenajului și acumulării apei

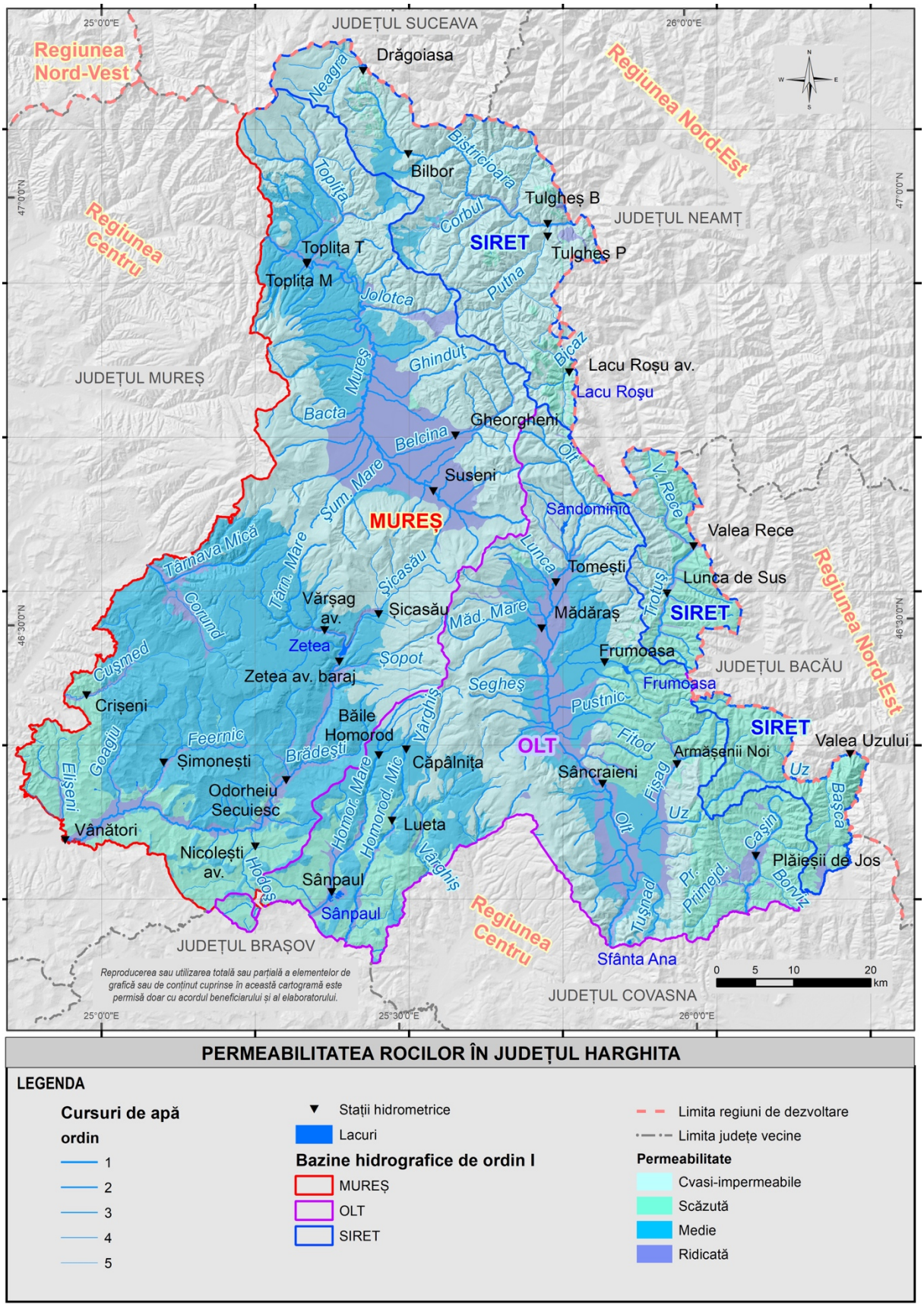
Permeabilitatea rocilor, are o importanță deosebită în constituirea stocurilor de apă subterană, dar și în favorizarea sau atenuarea scurgerii de suprafață.

La o analiză comparativă se observă o bună corelație între arealele cu roci cu permeabilitate ridicată și arealele cu corpuri de ape subterane. De asemenea, și platoul de aglomerate vulcanice, situat în vestul masivelor Gurghiu și Harghita, prezintă capacitate de infiltrare relativ ridicată, ceea ce conferă o bună alimentare și o permanență cursurilor de apă.

Fie că vorbim de prezența rocilor acvifuge de tip vulcanic sau cristalin, fie că vorbim de cele argiloase, mai bine de jumătate din arealul corespunzător Județului Harghita aparține domeniului cvasi-impermeabil sau cu permeabilitate scăzută.

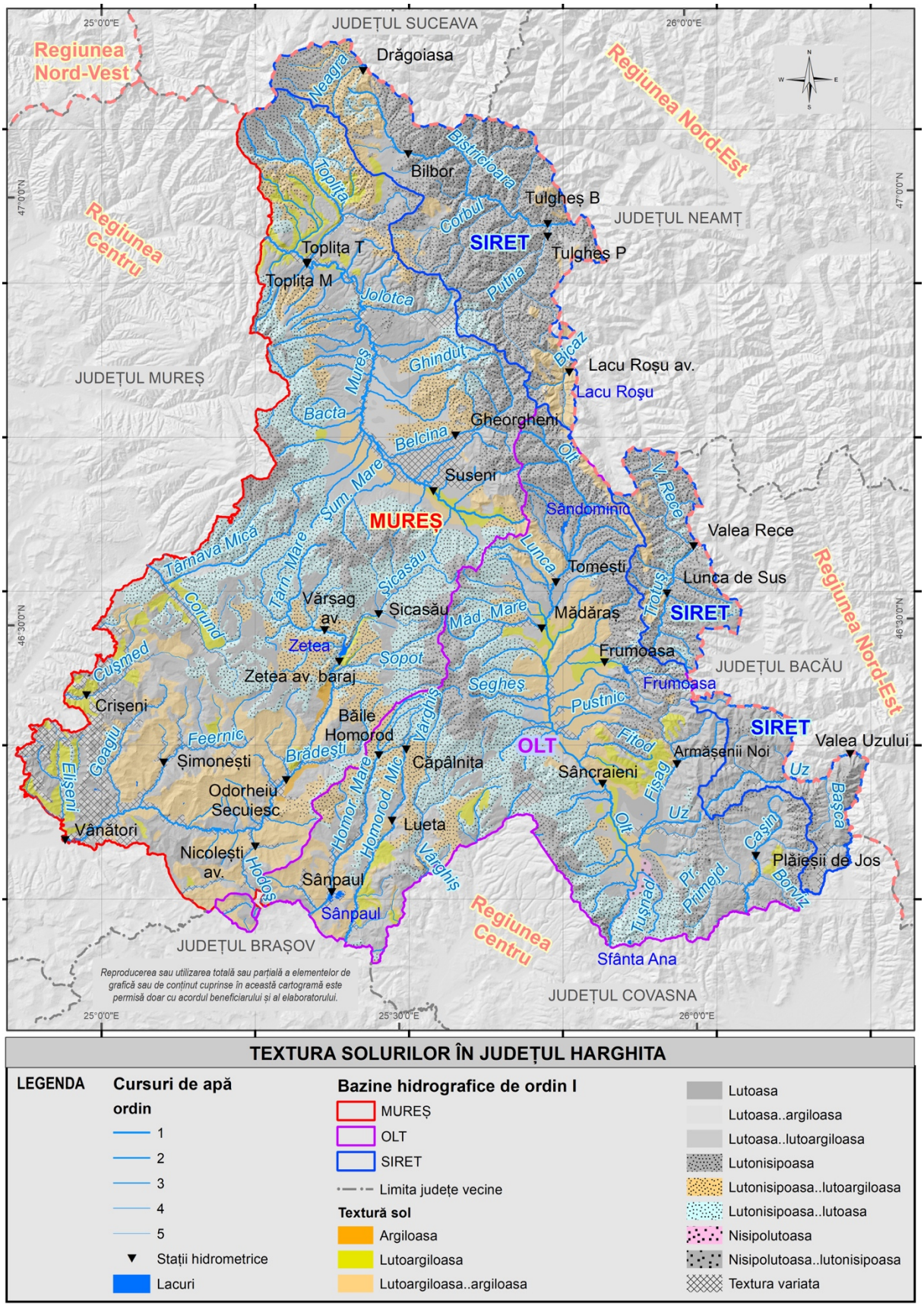
Textura solurilor reprezintă un alt element condiționant al scurgerii apei, întrucât în funcție de textură se produce mai repede sau mai lent infiltrația apei din precipitații către roca din bază. Practic, solul este interfața dintre suprafața topografică pat de drenaj și rezervoarele subterane. Conform reprezentării spațiale menționate cea mai importantă acoperire la nivel de județ o au fracțiunile lutoase și argiloase din soluri, cu o predominanță netă a solurilor cu textură argiloasă în arealul platoului de aglomerate vulcanice din Sud-Vest și la nivelul depresiunilor intramontane. Ponderi mai importante ale texturii argiloase mai sunt semnalate și la periferia masivelor vulcanice, și pe valea Bicazului pe fondul calcarelor masive care compun bazinul superior al râului. Atât texturile lutoase, cât și cele argiloase, defavorizează infiltrația apei din precipitații către subteran și constituirea de depozite semnificative.

Posibilități foarte bune de infiltrație spre mediul subteran definesc, însă, texturile nisipoase și cele variate, care caracterizează culoarele de vale și conurile aluvionare, unde se și regăsesc importante cantități de apă subterană stocate în corpuri freatice sau de adâncime.



Cartograma nr. 10: Permeabilitatea rocilor în Județul Harghita

Sursa date: EU-DEM, 2022; Harta Geologică a României, 1968.



Cartograma nr. 11 Textura solurilor în Județul Harghita

Sursa date: EU-DEM, 2022; Harta Solurilor României, 1971-1979.

Densitatea de drenaj este un alt element condiționant al resursei de apă, întrucât valori ridicate ale precipitațiilor, în paralel cu cele ale densității de drenaj definesc un spațiu cu o scurgere de suprafață consistentă, frecvent opusă infiltrării apei în subteran și pretabilă la amenajare hidrografică.

Practic, acest element depinde foarte mult și de natura suprafeței topografice, în sensul existenței unui substrat slab permeabil, care favorizează acest drenaj de suprafață. Rocile dure sau cele acvifuge, în general, sunt favorabile organizării unei rețele dense de drenaj la suprafața bazinelor hidrografice, iar dacă asociem acestor elemente și versanții expuși precipitațiilor se obține o densitate care poate să meargă până la 6,6 km/km^2, cum este cazul celor două șiruri montane sau a arealului premontan din vestul munților vulcanici.

2.4.2.2. Scurgerea lichidă medie anuală

Pentru analiza scurgerii medii au fost utilizate datele provenite de la mai multe staţii hidrometrice, care controlează bazinele hidrografice aferente județului Harghita.

Perioada de calcul a scurgerii medii s-a ales pe baza mai multor criterii, cele mai importante fiind: caracteristicile constituirii şirului de date hidrometrice, precizia datelor şi gradul de variabilitate a şirului de date.

Caracterizarea cantitativă a scurgerii lichide medii impune utilizarea mai multor noţiuni: debitul mediu (Q - m³/s), volumul scurgerii (V – mil.m³), scurgerea medie specifică sau modulul scurgerii (q - l/s•km²) şi înălţimea stratului scurs (Y – mm).

Înălţimea stratului scurs (Y – mm)

Înălţimea stratului scurgerii reprezintă grosimea unui strat de apă uniform distribuit pe întregul bazin hidrografic. Se obţine împărţind volumul de apă scurs în perioada dată la suprafaţa bazinului de pe care el provine. Stratul scurs se obţine în mm şi se obţine cu ajutorul relaţiei:

$$Y = W/F \cdot 10^3 \ \text{(mm)}$$

unde: Y - stratul scurs, în mm;

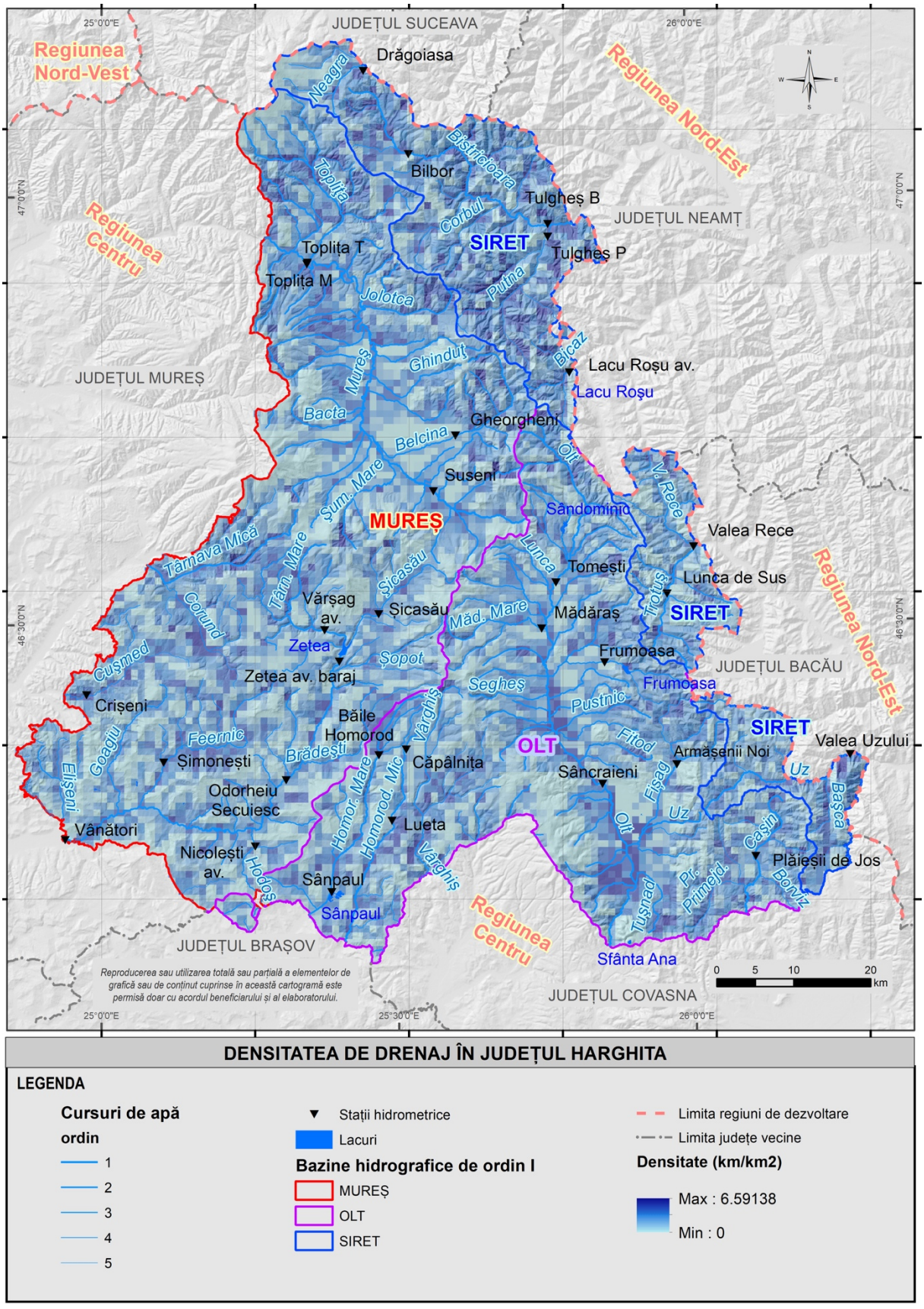
W - volumul de apă scurs, în m^3;

F - suprafaţa bazinului, în km^2.

Datorită diferențelor morfologice extrem de vizibile în cadrul județului, stratul scurs înregistrează valori diferite, în funcție de altitudine, expoziție, natura suprafeței topografice etc.

În spațiul colinar din Sud-Vestul județului, precum și în arealul depresionar din nord, valorile stratului scurs coboară foarte mult, până la limita inferioară (41,4 mm), de la maxime situate în jurul valorii de 200 mm, la limita cu spațiul montan învecinat. Dacă, în arealul colinar, situația poate fi pusă pe seama precipitațiilor ceva mai reduse, masele de aer abia începând ascendența către zona montană, în Bazinul Giurgeului depozitele sedimentare groase favorizează infiltrația în dauna scurgerii de suprafață, care infiltrație înregistrează aici valorile maxime pentru teritoriul României (până la 35-38% - Ujvari, 1972).

Datorită îngustării mai pronunțate, a denivelării mai intense și a unei închideri mai evidente între catenele montane, în Bazinul Ciucului valorile stratului scurs nu coboară până la 100 mm.



Cartograma nr. 12: Densitatea de drenaj a apei în Județul Harghita

Sursa date: EU-DEM, 2022, Harta Topografică a României 1:25000.

Arealul montan are un alt tipar al scurgerii de suprafață, datorită structurilor petrografice dominant rezistente (magmatice în vest și cristaline în est), precum și altitudinii importante, față de spațiile descrise anterior. Drenajul de suprafață este avantajat și de parametrii morfometrici și climatici, în corelație cu cei geologici, astfel încât valorile se încadrează într-un ecart superior valoric și mult mai generos (200 - 1000 mm, maximele fiind atinse la cotele altimetrice extreme ale Călimanilor, care nu depășesc plafonul de precipitare maximă).

Coeficientul scurgerii lichide medii (η sau Ks)

Coeficientul de scurgere este raportul între cantitatea de apă drenată într-o perioadă determinată şi cantitatea de precipitaţii căzută în bazinul de recepţie, care a generat scurgerea respectivă. Se obţine cu relaţia:

$$\eta = Y/X ; \quad \eta = \left(10^3 Q_i T\right) / \left(10^6 FX\right)$$

unde: η (Ks) - coeficientul scurgerii;

Y - stratul de apă scurs în perioada T;

X - volumul de apă căzut din precipitaţii în perioada T pe suprafaţa F.

Valoarea coeficientului de scurgere este întotdeauna subunitară şi se poate calcula pe diferite perioade (multianual, anual, sezonier, lunar sau chiar pe perioada unei ploi).

Din analiza materialelor aflate la dispoziție observăm valori, relativ, ridicate ale coeficientului (0,35 - 0,6) în zona arealului montan înalt al Călimanilor, Gurghiului și masivelor Ciuc - Nemira, extinse și în bazinul vălurit al Ciucului inferior, pe fondul precipitațiilor ridicate și a substratului rezistent și slab infiltrant.

Arealele colinar din Sud-Vest și cel depresionar al Giurgeului se situează, în general, sub 0,15, în ce privește drenajul de suprafață, ajungând, chiar, la valori minimale extreme (0,05) pe vatra depresiunii menționate, ceea ce este validat de concluziile anterioare, dar, mai ales, de literatura de specialitate, care dă valori extrem de ridicate ale scurgerii subterane în depresiunile intramontane din zona mediană a Orientalilor.

Bilanțul hidric global

Diferenţa dintre volumul de apă intrat şi cel ieşit din arealul analizat reprezintă rezerva de apă. Suprafaţa la care ne referim poate fi un bazin hidrografic, un lac sau o unitate naturală.

La determinarea bilanţului hidric al unei areal se folosesc valorile medii ale ecuaţiei pentru perioada respectivă, exprimate în mm.

Rezervele de apă din arealul considerat sunt formate din apele din râuri, apa din stratele subterane şi umezeala solului.

Principalele componente ale ecuaţiei bilanţului hidric sunt reprezentate prin elementele constituente ale circuitului apei. Astfel, partea pozitivă a bilanţului hidric o constituie precipitaţiile, iar cea negativă o constituie evapotranspiraţia, scurgerea şi pierderile pe alte căi.

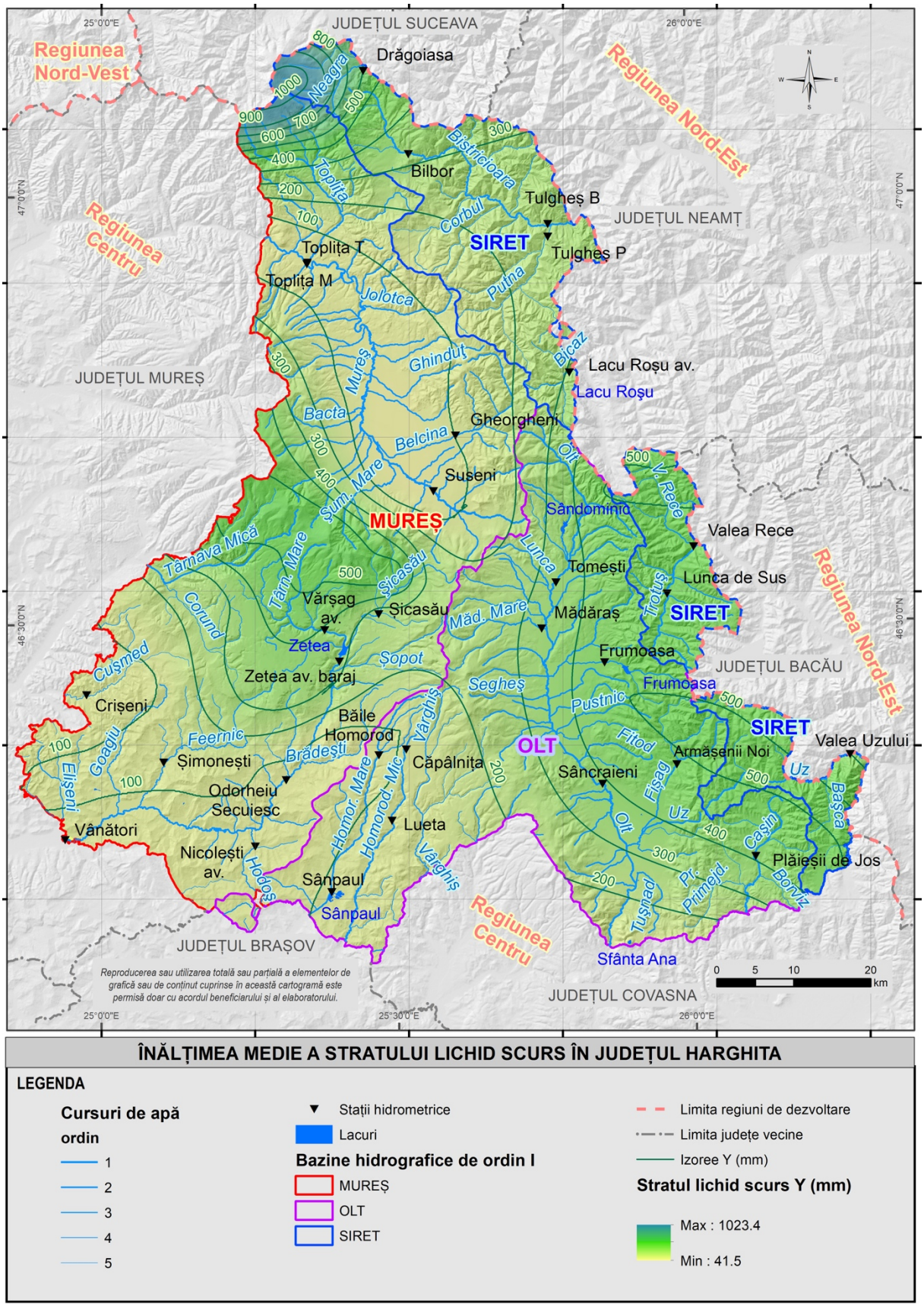
În prima formă ecuaţia bilanţului hidric a fost stabilită de A. Penck astfel:

X = Y + Z

unde: X – precipitaţiile;

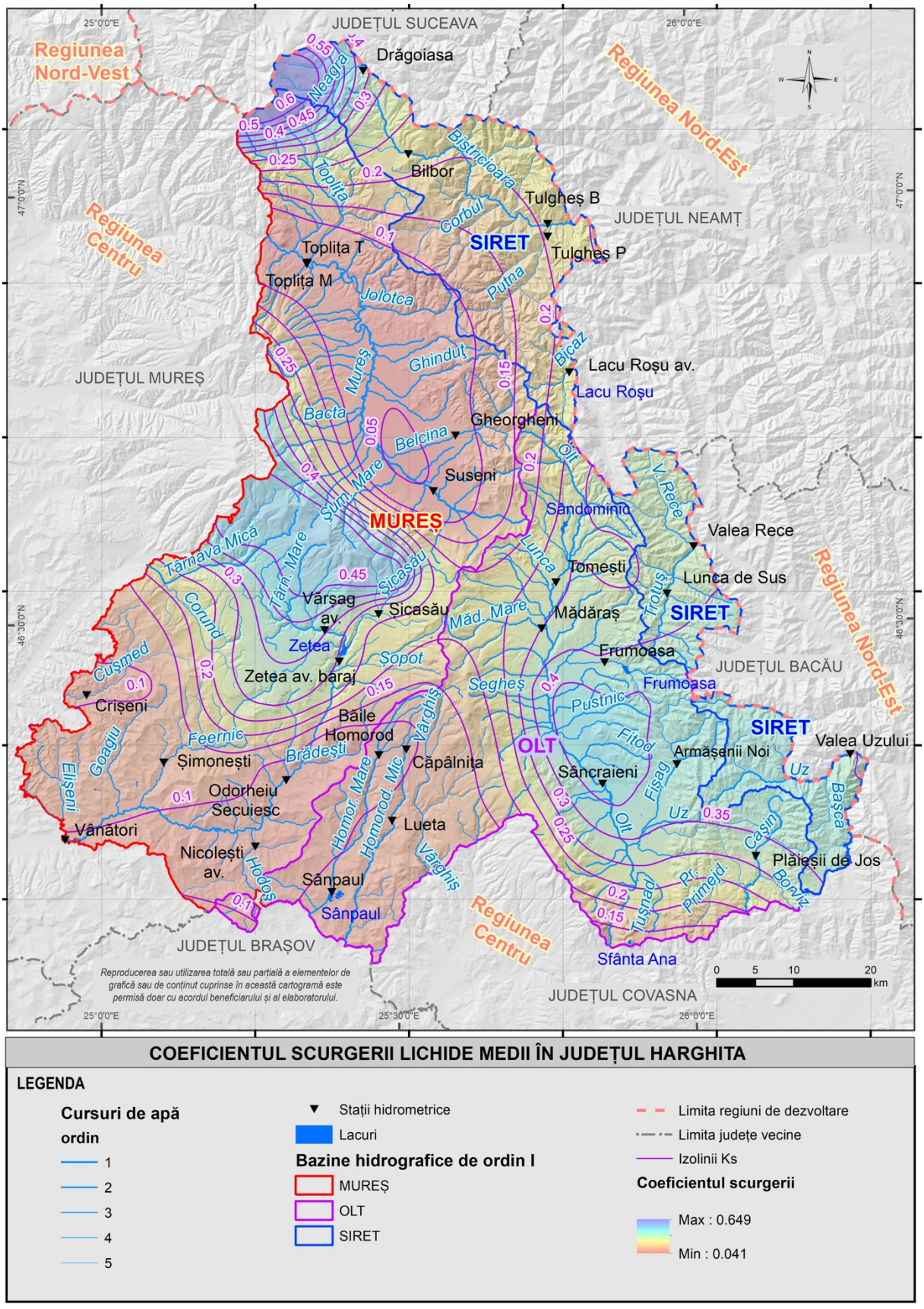
Y – scurgerea;

Z – evaporaţia.



Cartograma nr. 13: Înălțimea medie a stratului lichid scurs în Județul Harghita

Sursa date: Harta Topografică a României 1:25000, 1978-1982 și ABA Mureș, Olt & Siret, 2022



Cartograma nr. 14: Coeficientul scurgerii lichide medii în Județul Harghita

Sursa date: Harta Topografică a României 1:25000, 1978-1982 și ABA Mureș, Olt & Siret, 2022.

Determinarea valorilor medii multianuale ale elementelor bilanţului hidric din Județul Harghita s-a făcut urmărind asocieri morfologice cu trăsături similare relevante pentru bilanț.

Precipitațiile, reprezintă parametrul cel mai important al resursei de apă și al bilanțului hidric.

La o analiză a repartiției spațiale a acestora, se observă trei categorii de areale cu concentrări diferite de precipitații:

- zona montană mai compactă din Nord și Est, unde precipitațiile urcă de la valoarea de 700 mm până la limita superioară de 1000 mm; de altfel, în cadrul acesteia și rețeaua hidrografică este dezvoltată pe măsură și afluenții celor doi colectori majori (Mureșul și Oltul) sunt mai viguroși;

- zona montană cu lanțul vulcanic mai jos Gurghiu-Harghita, unde precipitațiile nu înregistrează o variație substanțială (între 700 și 850 mm); rețeaua hidrografică de suprafață este bine dezvoltată, pe fondul substratului vulcanic cvasi-impermeabil și, probabil, a regularității precipitațiilor;

- zona colinară din Sud-Vest și cele două depresiuni intramontane, unde valorile se situează sub 700 mm, coborând chiar până către limita minimă de 560 mm.

Evapotranspirația, înregistrează o repartiție spațială, oarecum, opozită precipitațiilor, fiind direct proporțională cu temperatura aerului.

Arealul montan este delimitat de izohietele de 450 mm pe ambii versanți ai grupei vulcanice și ai celei cristaline. În interiorul acestuia valorile scad până, chiar sub 300 mm pe crestele înalte ce depășesc 1800 m.

Arealul colinar din Sud-Vest și cel depresionar aferent bazinelor intramontane înregistrează medii ale evapotranspirației între 450 mm și 540 mm (limita maximă pentru județ).

Deși zona este una relativ răcoroasă, umezeala destul de ridicată, dublată de o frecvență similară a precipitațiilor, creează un disponibil de apă, care se evaporă, îndeosebi în condiții de insolație în sezonul cald, pe vatra depresiunilor și versanții domoli din Sud-Est.

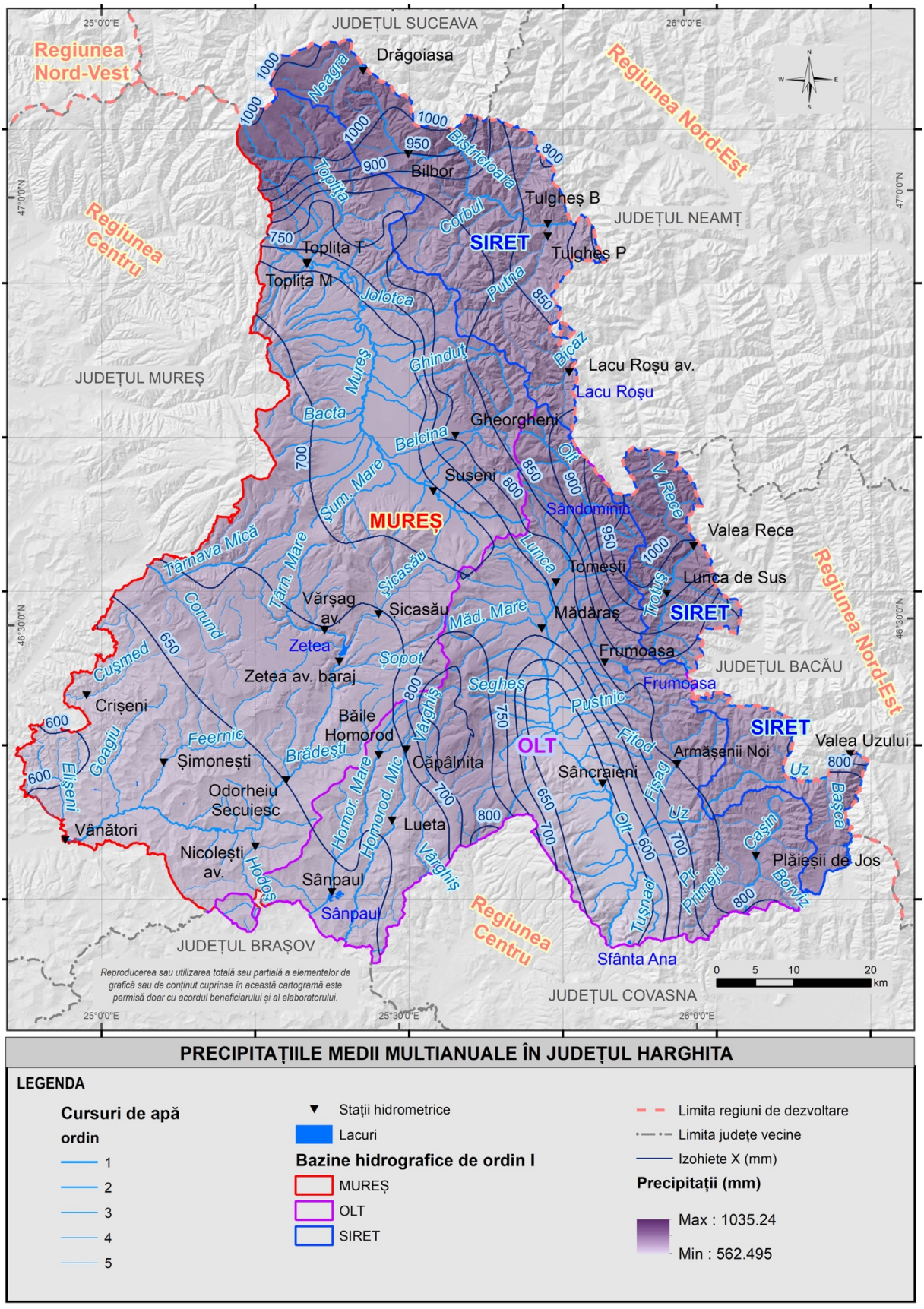
Un element nestudiat în capitolele anterioare este cel care definește caracterul unui areal în ceea ce privește nivelul său de umiditate. Este vorba despre Indicele de ariditate (Ka).

Acesta reprezintă un raport între cantitatea anuală de apă evaporată (E) şi cantitatea medie anuală a precipitaţiilor (P): Ka = E/P (Sorocovschi & Șerban, 2012).

Prima harta a indicelui de ariditate din ţara noastră a fost întocmită, în România, de C. Ioan (1929). Mai târziu Ujvari şi Gâştescu (1958) au întocmit harta în izolinii a indicelui de ariditate, pe baza căruia se pot distinge trei zone de umiditate: bogată (Ka < 0,8), variabilă (Ka = 0,8-1,2) şi deficitară (Ka > 1,2).

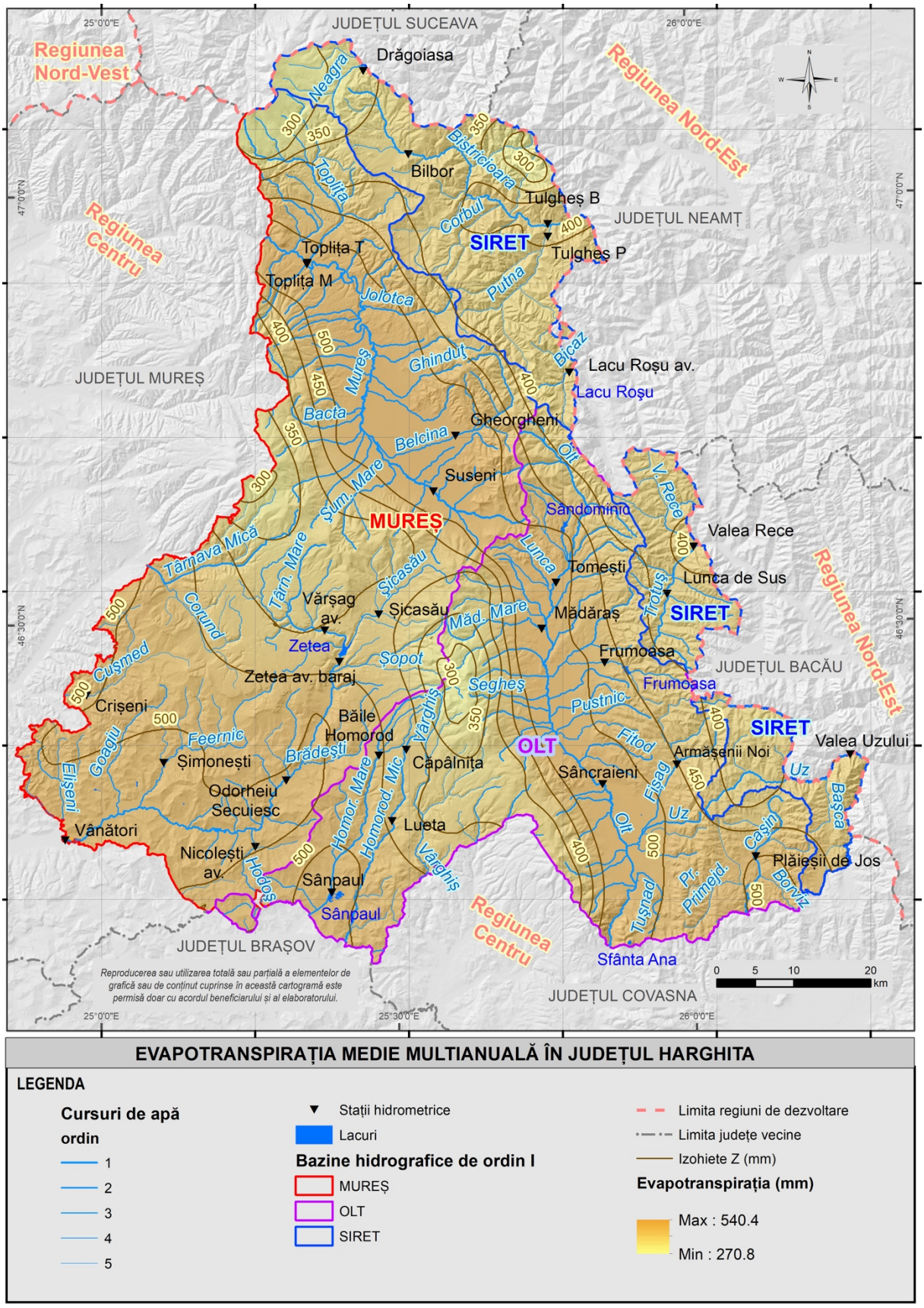
Harta Indicelui de ariditate este una dintre cele mai expresive și elocvente, întrucât izoliniile acestuia pot reprezenta repere referitoare la limitele zonelor de umiditate menționate anterior, repere facil de valorificat în diverse scopuri economico-sociale.

Având în vedere cele menționate anterior, în cadrul Județului Harghita limita prag a indicelui de ariditate nu poate fi decât una singură, respectiv cea de 0,8, care face separarea între zona de umiditate bogată (cea mai mare suprafață din județ) și zona de umiditate variabilă aferentă unor mici areale din Sud-Vest și vetrei bazinelor intramontane (în foarte mică măsură în cel al Giurgeului).



Cartograma nr. 15: Precipitațiile medii multianuale în Județul Harghita

Sursa date: Harta Topografică a României 1:25.000, 1978-1982 și ABA Mureș, Olt & Siret, 2022.



Cartograma nr. 16: Evapotranspirația medie multianuală în Județul Harghita

Sursa date: Harta Topografică a României 1:25000, 1978-1982 și ABA Mureș, Olt & Siret, 2022.

Aici se vede potențialul favorabil al Județului Harghita, în ce privește resursa de apă, potențial ce poate sta la baza edificării unor surse de apă de suprafață strategice, care să ofere apă în sistem gravitațional, inclusiv arealelor învecinate din Subcarpați și chiar din zona de podiș transilvan.

Pornind de la aceste considerente, am stabilit 4 areale morfologice majore cu trăsături aproximativ apropiate: Subcarpații Transilvăneni, Arealul montan vulcanic, Depresiunile intramontane și Arealul Montan Estic.

În cadrul acestora am determinat elementele bilanțului hidric simplificat, precum și valorile Coeficientului scurgerii (Ks) și cele ale Indicelui de ariditate (Ka).

Tabel nr. 10: Bilanţul hidric aferent unităților morfologice majore din Județul Harghita

Nr.	Unitate morfologică	F (km^2)	Precipitații (X)			Scurgere lichidă globală (Y)			Evapotranspirație (Z)			Ks	Ka
			mm	mil. m^3	%	mm	mil. m^3	%	mm	mil. m^3	%		
1	Subcarpații Transilvăneni	1227.09	635.1	779.32	15.68	120.3	147.64	8.22	494.8	607.11	20.61	0.19	0.78
2	Arealul montan vulcanic	2248.82	736.4	1656.06	33.33	310.1	697.42	38.84	405.8	912.49	30.98	0.42	0.55
3	Depresiunile intramontane	855.67	680.4	582.19	11.72	209.0	178.87	9.96	513.6	439.50	14.92	0.31	0.75
4	Arealul montan estic	2305.28	846.3	1951.07	39.27	334.7	771.54	42.97	428.0	986.65	33.49	0.40	0.51
	Total	**6636.86**	**724.6**	**4968.64**	100.00	**243.5**	**1795.47**	100.00	**460.5**	**2945.76**	100.00	**0.34**	**0.64**

Sursa date: ABA Mureș, Olt & Siret, 2022

Analiza tabelară efectuată confirmă concluziile elaborate anterior, în sensul distingerii a două zone cu umiditate bogată (sub 0,6 Ka) - Arealul montan Estic și Arealul montan vulcanic, corespunzătoare celor două teritorii cu nivel hipsometric ridicat, unde manifestarea elementelor bilanțului hidric este conformă acestei specificități - precipitații bogate și evapotranspirație redusă.

Celelalte două zone - Depresiunile intramontane și Subcarpații Transilvăneni sunt caracterizate de umiditate relativ bogată, totuși, mai apropiate de limita pragului de 0,8 Ka, de unde începe caracterul variabil.

În concluzie, Județul Harghita este un areal cu un bun potențial, în ce privește resursa de apă, iar eventuale amenajări hidrotehnice ar putea furniza apă de calitate inclusiv zonelor (de tip colinar) și județelor învecinate.

2.4.2.3. Scurgerea lichidă maximă

Scurgerea maximă reprezintă o fază importantă în regimul de scurgere a râurilor atât prin ponderea efectelor distructive ale apelor, cât şi prin caracteristicile ei, de care trebuie să se ţină seama în proiectarea, executarea şi exploatarea construcţiilor hidrotehnice.

Perioadele cu scurgere ridicată reprezintă una din cele mai importante faze ale scurgerii râurilor prin efectele pe care le produce asupra mediului înconjurător şi prin necesitatea considerării corecte a ei în procesele de amenajare a bazinelor hidrografice şi de organizare teritorială.

Dintre fazele scurgerii maxime spectaculoase sunt apele mari şi viiturile, care se pot produce în orice interval al anului, dar cu intensităţi, geneze şi repartiţii spaţiale diferite. Faza apelor mari nu este similară cu viitura. Ambele sunt generate fie de ploile produse în perioada caldă a anului, fie de topirea lentă sau bruscă a zăpezii în sezonul rece, ori de suprapunerea proceselor mai sus amintite în perioadele de toamnă-iarnă şi iarnă-primăvară.

Apele mari reprezintă faza de regim a râului caracterizată prin creşterea şi menţinerea debitelor la valori ridicate o perioadă mai îndelungată de timp, fără creşteri bruşte de nivel şi fără valori foarte ridicate ale debitelor maxime. Apele mari sunt acele faze în care debitele zilnice, decadale

şi chiar lunare se situează la valori ridicate, depăşind valoarea debitului mediu anual. În zonele cu climat temperat continental, apele mari se produc ca urmare a topirii lente a zăpezii, a unor ploi de mică intensitate şi de lungă durată sau a suprapunerii celor două surse. Această fază de regim nu prezintă creşteri bruşte de debite şi se desfăşoară pe intervale mari de timp, care pot depăşi chiar două luni.

Viiturile se deosebesc de faza apelor mari printr-o concentrare a scurgerii în timp, adică prin creşteri bruşte şi de scurtă durată a nivelurilor şi a debitelor, iar apoi printr-o scădere relativ rapidă a apelor, care este însă, în general, mai lentă decât creşterea. De obicei viiturile se produc în bazine hidrografice nu prea mari ca urmare a unor ploi cu intensitate şi strat de apă mari sau a topirii bruşte a zăpezii. În cazul bazinelor hidrografice mari, viiturile se produc în urma unor ploi generalizate de lungă durată şi foarte abundente sau topirii generale a stratului de zăpadă. Viiturile se pot produce pe fondul perioadei cu ape mari (este cazul tipic al viiturilor provocate de ploi ce cad peste stratul de zăpadă în topire), dar şi pe cea a apelor mici, ca urmare a unor ploi torenţiale de mare intensitate.

Un factor determinant în producerea apelor mari şi a viiturilor îl constituie perioadele cu exces pluviometric, precum și perioadele scurte cu concentrări mari ale precipitațiilor (24, 48, 72 de ore), în cazul viiturilor.

Zăpada, prin cantitatea importantă de apă conţinută, reprezintă un factor esenţial în producerea viiturilor de primăvară şi iarnă, precum și a apelor mari de primăvară.

Factorii genetici ai apelor mari sunt reprezentaţi de către topirea lentă a stratului de zăpadă precum şi de ploile de mică intensitate şi lungă durată.

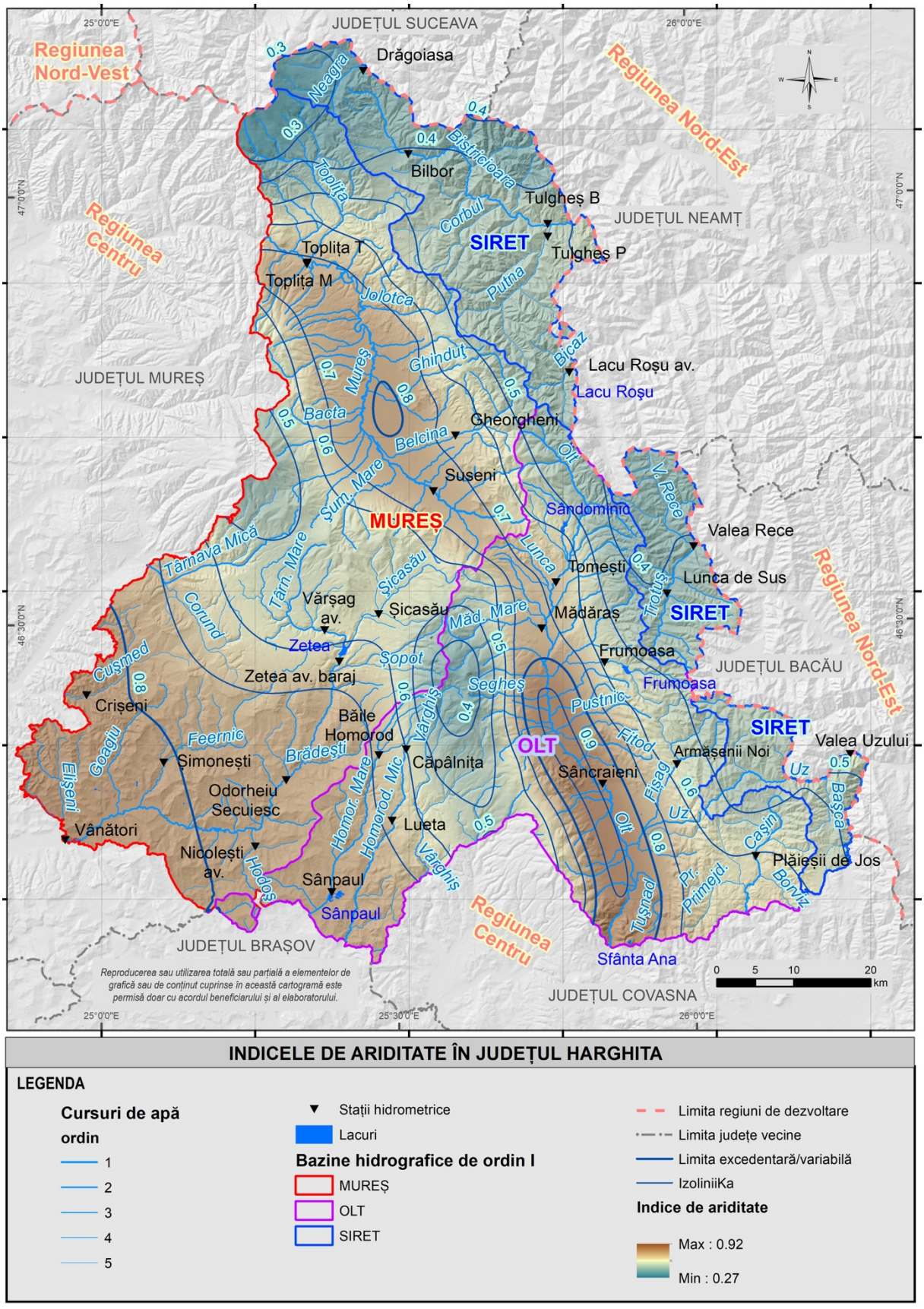
2.4.2.4. Scurgerea lichidă minimă

Această fază a scurgerii lichide este, și ea, una de risc pentru mediul natural, dar și pentru cel antropic, din cauza penuriei de apă și restricțiilor pe care le poate induce.

Pentru Județul Harghita perioada cu scurgere minimă cea mai reprezentativă este cea de vară-început de toamnă, pe fondul diminuării cantităților de precipitații și a substratului cvasi-impermeabil sau slab permeabil, care ar fi putut suplini lipsa precipitațiilor prin rezerve subterane.

Deși harta tematică indică areale cu drenaj de suprafață scăzut, în zona Subcarpaților Transilvăneni și a depresiunilor intramontane (2 - 4 l/s.km^2), penuria de apă se face mai puțin simțită datorită rezervelor de apă subterană constituite în pachetele de depozitele sedimentare din depresiuni sau în platourile de aglomerate vulcanice perimontane (Sud-Vest).

Arealul montan este mai puțin expus scurgerii minime, cu excepția zonei din Sud-Estul județului, unde prezența flișului induce alte particularități în circulația apei de suprafață și a celei subterane.



Cartograma nr. 17: Indicele de ariditate pe teritoriul Județului Harghita

Sursa date: Harta Topografică a României 1:25000, 1978-1982 și ABA Mureș, Olt & Siret, 2022.

2.4.2.5. Tipurile de regim a scurgerii râurilor

Prin regim hidrologic se înţelege schimbarea legică a stării resurselor de apă în timp, condiţionată de factori geografici, dintre care rolul de seamă îl deţin cei climatici.

În funcţie de regimul surselor de alimentare a râurilor se pot deosebi mai multe perioade caracteristice ale regimului scurgerii, care se remarcă printr-o serie de trăsături ce pot fi urmărite de la un an la altul. În decursul unui an se pot distinge sezoane hidrologice şi perioade cu ape mari sau mici ca faze caracteristice ale regimului scurgerii râurilor. Sezoanele hidrologice ale regimului scurgerii se referă la anotimpurile climatice şi nu la cele calendaristice. Începutul şi sfârşitul perioadelor caracteristice oscilează de la un an la altul în jurul aceleiaşi date. Ritmurile regimului hidric sunt diurne, ale fazelor genetice (creşteri, descreşteri), sezoniere, ale perioadelor hidrice majore, multianuale.

Studiul regimului hidrologic are ca scop descifrarea legităţilor care guvernează variaţia în timp şi spaţiu a resurselor de apă dintr-un areal. În acest sens cunoaşterea regimului de scurgere are o importanţă practică deosebită, deoarece dezvoltarea socio-economică locală sau regională depinde de cantitatea şi variaţia în timp şi spaţiu a resurselor de apă.

În caracterizarea regimului scurgerii râurilor sunt utilizaţi mai mulţi parametri: durata, perioada de manifestare, frecvenţa, variabilitatea, valori medii sezoniere, lunare, anuale, multianuale, valori extreme (maxime şi minime) etc.

Regimul scurgerii se poate defini prin mai multe valori: cantitatea de apă scursă anual; ritmul debitelor zilnice din cursul anului, ceea ce înseamnă luarea în considerare a anotimpurilor hidrologice, a fazelor lor şi a proceselor caracteristice; structura hidrologică a bazinului care determină natura, volumul şi organizarea diferitelor rezervoare, adică modul de alimentare a scurgerii în decursul anotimpurilor; variabilitatea interanuală exprimă regularitatea sau neregularitatea regimului.

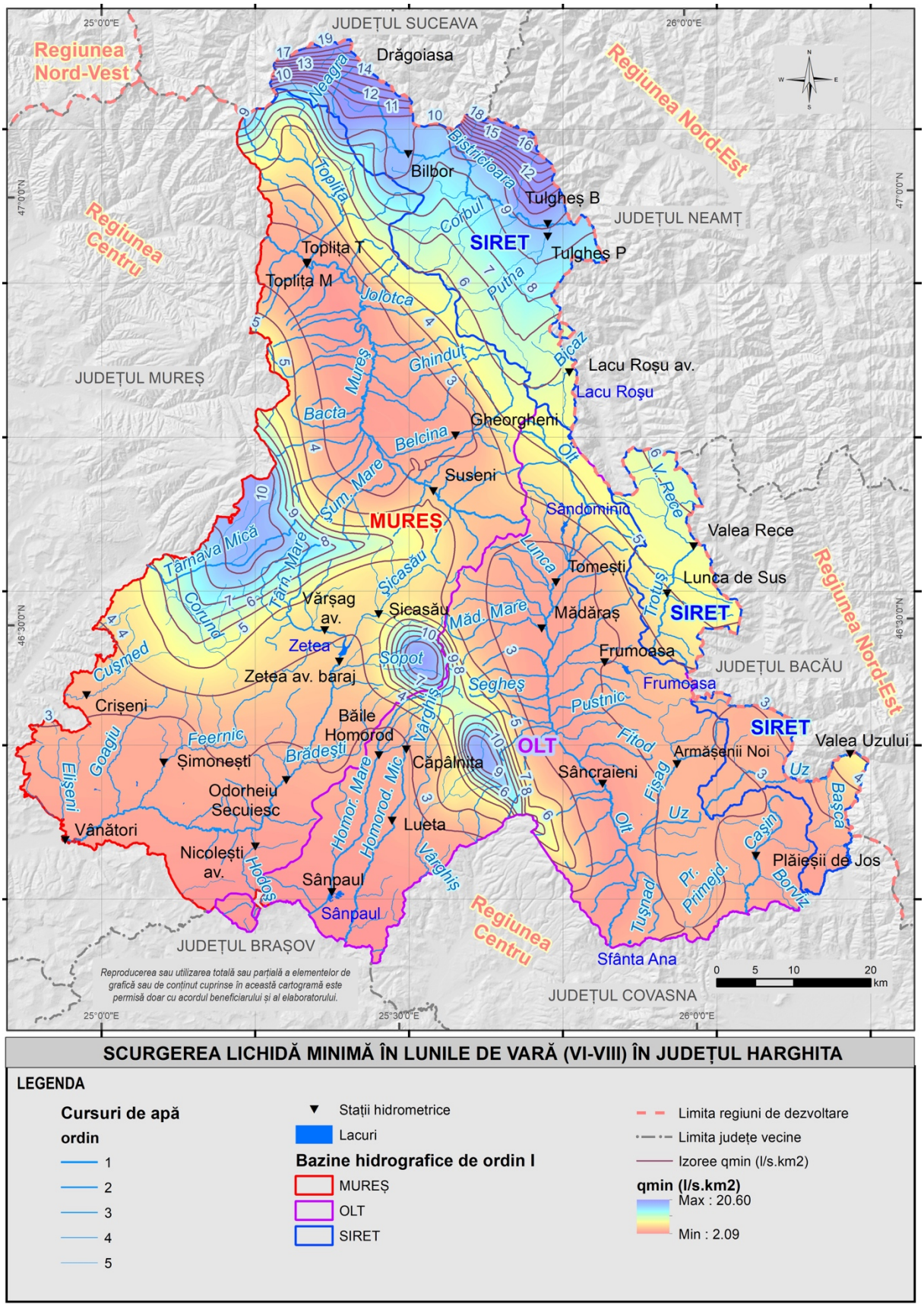
Regimul scurgerii râurilor prezintă o anumită structură şi ritmicitate. În structura râurilor mici, care sunt reprezentative în studiul regimului scurgerii sunt reflectate trăsăturile locale ale regimului surselor de alimentare. Râurile ale căror bazine hidrografice au condiţii geografice asemănătoare prezintă aceeaşi structură a regimului hidric, caracterizată prin ritmicitate şi perioade caracteristice similare.

Județul Harghita este caracterizat de câteva tipuri și subtipuri de regim hidric.

În primul rând, cea mai mare parte a județului de încadrează provinciei climatice Central Europene și, doar o mică parte din suprafața acestuia, aproximativ bazinul hidrografic Siret, în provincia climatică Est Europeană.

De la Vest la Est, se succed următoarele tipuri și subtipuri:

Subtipul pericarpatic transilvan (PcT) include cea mai mare parte a Podişului Transilvaniei şi se distinge prin ape mari de scurtă durată nivopluviale în luna martie şi prin viituri mai ales în intervalul mai – iulie. Alimentarea râurilor este pluvionivală, iar continentalitatea regimului creşte de la nord spre sud, unde se remarcă tipul de alimentare pluvial moderat. El este specific arealului colinar din Sud-Vestul Județului Harghita, suprapus în cea mai mare parte peste Subcarpații Transilvăneni.



Cartograma nr. 18: Scurgerea lichidă minimă în lunile de vară pe teritoriul Județului Harghita

Sursa date: Harta Topografică a României 1:25000, 1978-1982 și ABA Mureș, Olt & Siret, 2022.

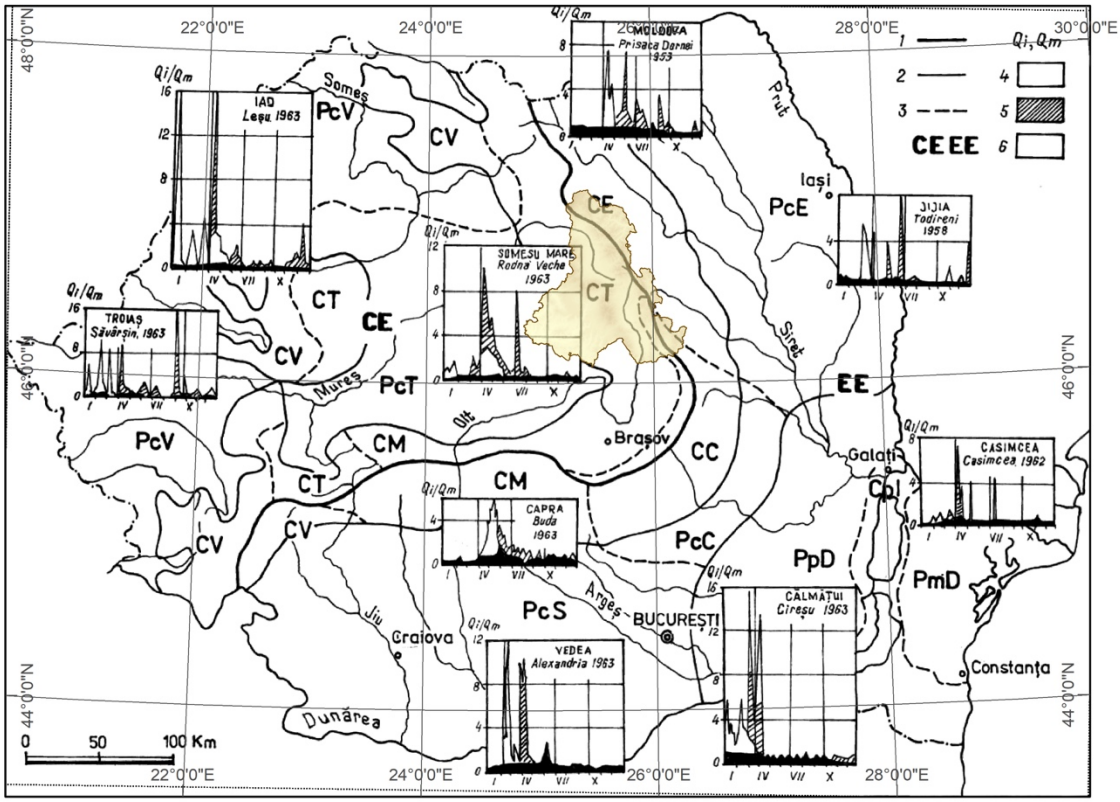


Figura nr. 56: Încadrarea Județului Harghita în tipurile de regim hidric din România. 1, Limită de provincie climatică (CE, central-european; EE, est-european); 2, limită de tip major; 3, limită de tip minor; 4, alimentare nivală; 5, alimentare pluvială; 6, alimentare subterană (Qi, debit mediu zilnic; Qm, debit mediu anual); PcC, tipuri de regim conform textului

(prelucrare după Sorocovschi și Șerban, 2012)

În general, tipurile de regim pericarpatic (Pc) sunt specifice râurilor din regiunile de dealuri şi de câmpie care înconjoară edificiul carpatic şi unde efectele zonalităţii verticale sunt mai puţin evidente. În schimb, efectele de compartimentare climatică introduse de arcul carpatic se manifestă clar în repartiţia teritorială a subtipurilor de regim, fiind evidente influenţele provinciilor climatice central şi est – europene.

Subtipul carpatic transilvan (CT) este specific râurilor care îşi au obârşia sub altitudinile de 1600 – 1800 m în estul Munţilor Apuseni, în nordul Carpaţilor Meridionali şi pe versanţii vestici ai Carpaţilor Orientali. Prezintă similitudini cu subtipul de regim carpatic vestic, cu deosebirea că în perioada de iarnă domină apele mici. Viiturile nivopluviale din această perioadă au o frecvenţă de numai 10 – 20%. Tipul de alimentare al râurilor este pluvionival şi subteran moderat. Fac excepţie râurile din depresiunile Ciuc şi Braşov, la care alimentarea subterană depăşeşte 35% din scurgerea medie anuală. Acest subtip caracterizează cea mai mare parte a Județului Harghita, cu excepția Subcarpaților Transilvăneni și Bazinului Siretului aferent județului.

Subtipul carpatic estic (CE) se distinge prin ape mari de primăvară – vară cu alimentare pluvială moderată. Viiturile din august au o frecvenţă de 30 – 40%. Apele mici din perioada rece a anului au o durată lungă. De altfel, în intervalul menţionat se produc cu o frecvenţă ridicată cele mai

mici debite din cursul anului. Acest subtip caracterizează aproape în exclusivitate Bazinul Siretului suprapus județului, cu excepția Sud-Estului extrem județean.

Subtipul carpatic de la curbură (CC) specific spaţiului dintre Trotuş şi Teleajen se aseamănă în mare măsură cu cel carpatic transilvan (CT). Deosebirea constă în faptul că viiturile din august au o frecvenţă şi pondere mai mare şi în instabilitatea regimului hidric din perioada de iarnă, când viiturile generate de procesele foehnale au o frecvenţă ridicată de 35 - 40%. Subtipul este specific acelei părți Sud-Vestice extreme a județului, menționate anterior.

În general, tipurile de regim carpatic (C) se caracterizează prin zonalitatea verticală a elementelor de regim hidric. Astfel, iarna odată cu creşterea altitudinii se măreşte durata perioadei cu ape mici şi scade frecvenţa viiturilor. Primăvara, durata apelor nivo-pluviale creşte concomitent cu întârzierea sfârşitului perioadei de topire a zăpezilor. La altitudini de peste 1 200-1 400 m, apele mari de primăvară se continuă direct cu cele pluvio-nivale de vară, care durează 3 - 4 luni.

2.4.3. Scurgerea de aluviuni în suspensie

Din analiza detailată pe bazine se pot aduce câteva precizări clare, care subliniază uşoare diferenţieri dictate de expoziţie, friabilitatea substratului bazinelor hidrografice, prezenţa sau absenţa covorului vegetal matur (forestier) etc.

Arealele montane înalte (peste 1000 m) furnizează, în general, cantități medii reduse de aluviuni în suspensie, valorile nedepășind 0,5 t/ha/an, cu unele excepții dictate de specificul petrografic local sau zonal. În schimb, în arealul colinar pre-vulcanic vestic, valorile urcă mult, apropiindu-se de medii din categoriile 3 - 5 t/ha/an, pe fondul prezenței fracțiunilor argiloase și lutoase în componența solurilor și a unui substrat înrudit acestor fracțiuni (Diaconu, 1971; Rădoane și Rădoane, 2003). De asemenea, valori medii de aluviuni în suspensie, care atenționează (peste 1 t/ha/an), întrucât pot influența negativ calitatea apei prelevate din surse de suprafață, sunt semnalate și în Sud-Estul județului, unde substratul din fliș aflorează și înregistrează o extindere semnificativă sau la limitele estică sau sudică ale județului, la contactul cristalinului cu sedimentarul sau pe fond de mozaic petrografic (valori de 0,5 - 1,0 t/ha/an).

De altfel, modelările recente ale spațiului geografic european (modelul RUSLE, 2016), confirmă ratele generale relativ reduse de eroziune a solului realizată de către apă în Județul Harghita. Dacă ne focusăm, însă, la nivel de pixel (100 m) situația se schimbă semnificativ, întrucât există și areale cu o erodabilitate ridicată, datorate pantelor mai mari, a solurilor mai puțin evoluate și a slabei stabilizări/fixări a acestora etc.

Valorile maxime pot ajunge, pe areale mici, la 100 t/ha/an, în bazinele Târnavei Mari (aval de acumularea Zetea) Homoroadelor, Feernicului, Corundului și Cușmedului, toate incluse în Subcarpații Transilvăneni.

O altă zonă cu valori extreme o reprezintă Bazinul superior al Oltului cu afluenții săi, cu versanți puternic denivelați până la contactul cu platourile vulcanice mai înalte, dar și cu înălțimile mozaicate petrografic din Est.

Valori ceva mai scăzute, dar tot alertante pentru utilizarea resursei de apă, din cauza prezenței masive a turbiditelor, mai apar și în bazinele Cașinului, Trotușului, în jumătatea mai joasă a Bazinului superior al Mureșului, precum și în Bazinul Bistricioarei.

2.4.4. Lacurile

Lacurile naturale ale judeţului, ca geneză şi ca regim hidrologic, prezintă particularităţi demne de remarcat.

Lacul Sf. Ana este unicul lac vulcanic din ţară, situat într-un crater din masivul muntos Ciomad la altitudinea de 950 m. Lacul are o formă aproximativ circulară, având lungimea de 620 m şi lăţimea de 464 m. Suprafaţa lacului este de 19,5 ha, adâncimea maximă de 6,1 m (măsurată de Pál Zoltán în anul 1999). Înălţimile de pe marginea craterului se ridică cu 120-350 m (Ciomadul Mare 1.300 m) deasupra nivelului lacului. Lacul se alimentează numai din precipitaţii, având o mineralizare foarte scăzută, iar din punct de vedere chimic domină Na+ şi HCO^-_3 (SGA Harghita, 2023).

La nord-est de lacul Sf. Ana, într-un crater geamăn, la altitudine de 1.050 m se află Tinovul Mohoş, un lac colmatat şi acoperit cu vegetaţie de *Sphagnum*, care se întinde pe un areal de 80 ha. Din cauza pH-ului acid al apei tinovului și a conținutului extrem de scăzut în nutrienți (cu excepția zonei de contur influențată de linia țărmului și de sol), vegetația de pe cuprinsul mlaștinii devine specifică, iar cea arborescentă își reduce drastic dimensiunile până la absență.

Lacul Roșu, este cel mai mare lac de baraj natural din România, fiind format în 1837, în urma unei masive prăbușiri și alunecări de teren dinspre muntele Gylkos (Ucigașul), care a blocat valea Bicazului în amonte de chei (Pișota *et al*., 1976).

Lacul este înconjurat de masivele Suhardu Mare (1506 m), Ucigașul (1407 m), Licaș (1676 m), care furnizează o serie de pâraie afluente. Forma lacului este una alungită pe direcția Sud-Nord, cu două apofize, una pe valea Oilor (principală), de circa 1 km lungime și alta pe valea Suhardului, de circa 400 m lungime (Romanescu *et al*, 2013).

Suprafața lacului este de circa 12,6 ha, iar adâncimea maximă de circa 10,5 m, la o cotă a lacului de 983 m. Apofiza de pe pârâul Oilor este puternic colmatată, din cauza transportului aluvionar intens (Pandi, 2004).

Lacul Rat s-a format în spatele unui val de alunecare de tip glimee, lângă localitatea Porumbenii Mari, pe versantul drept al Pârâului Tulbure, afluent al Târnavei Mari. Lacul are oglinda apei la 600 m altitudine, are o suprafață de 2,8 ha, iar adâncimea maximă este de circa 7 m. Întinse suprafețe de plaur acoperă suprafața lacului, care se pare că evoluează către o mlaștină.

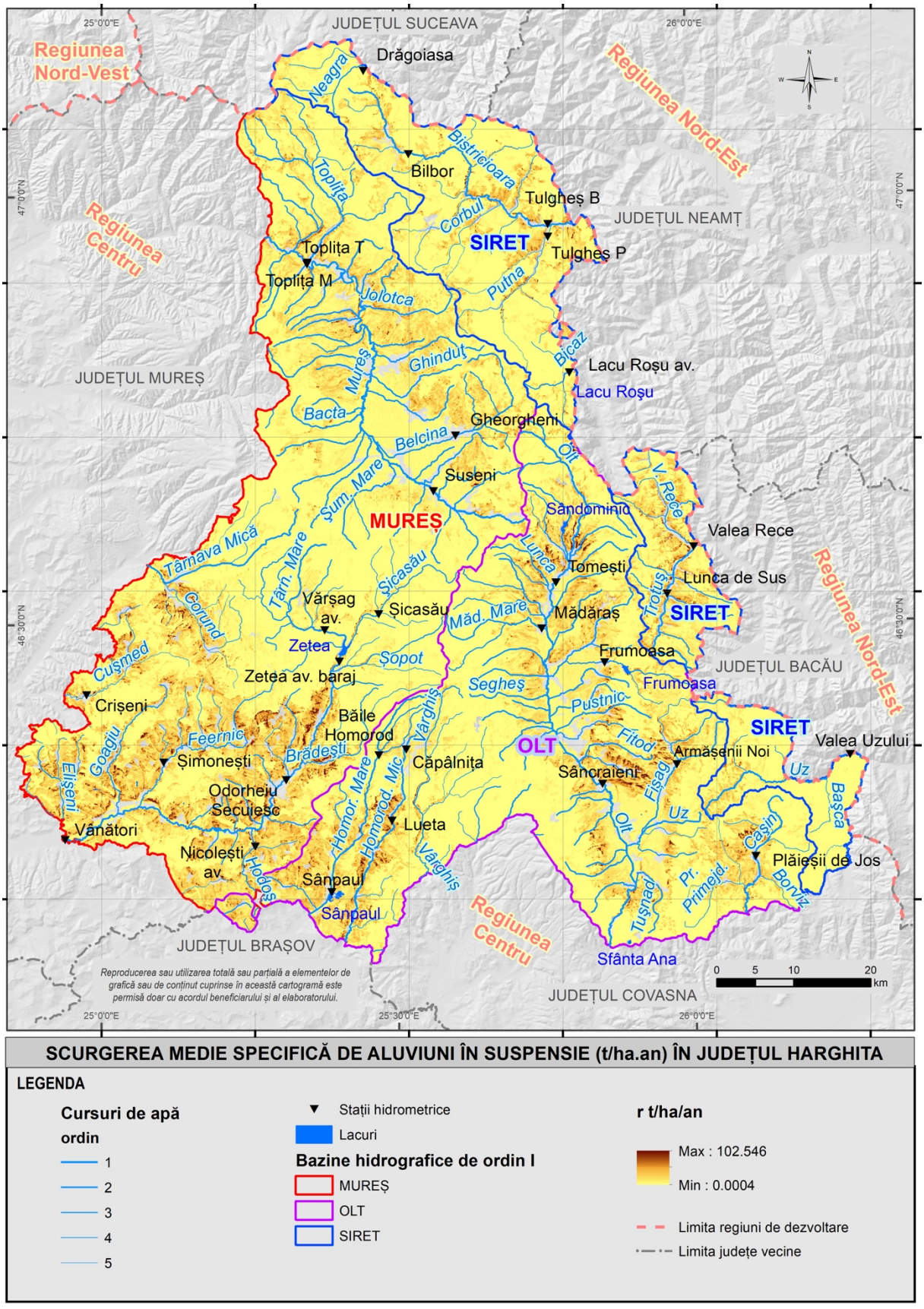
Lacurile de acumulare din judeţului Harghita aparţin diferitelor categorii de folosinţă.

Acumularea Zetea se desfășoară în spatele unui baraj executat pe râul Târnava Mare, în amonte de localitatea Zetea din județul Harghita. Este singurul lac artificial din zona superioară a Târnavei Mare, un volum total de 44,1 milioane metri cubi, din care 18,4 milioane metri cubi pentru reținerea undelor de viitură.

Lacul de acumulare asigură un debit permanent de 1,2 metri cubi pe secundă aval de acumulare pentru alimentarea cu apă a localităților de pe valea Târnavei Mari. Acumularea apără localitățile situate în valea Târnavei Mari de inundații, iar în caz de secetă asigură debitul normal al apei (SGA Harghita, 2023).

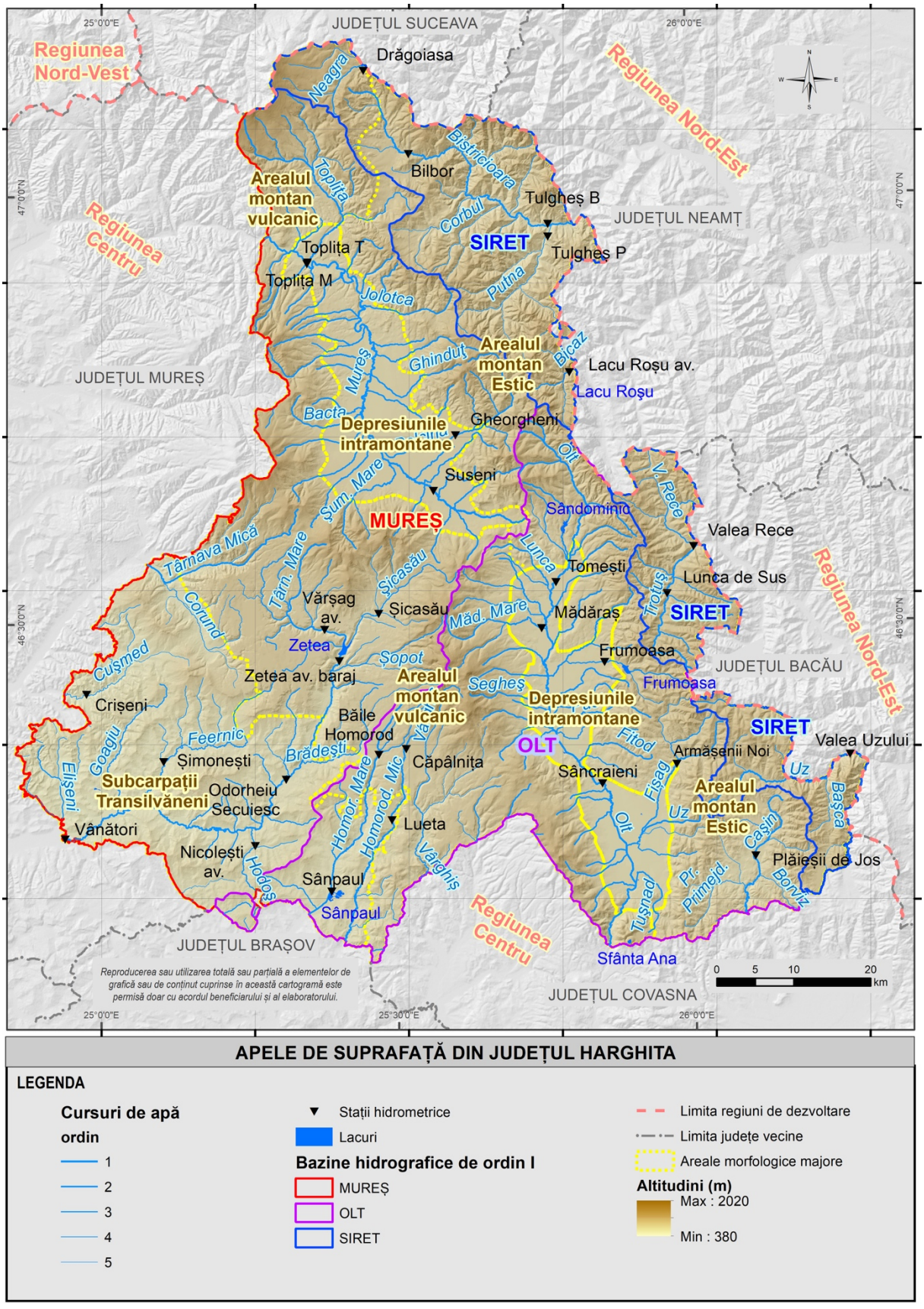
Capacitatea acumulării este de cca. 50 milioane m3, lungimea este 2,6 km din care 1,4 km se află în fosta vale a Târnavei Mare. Lățimea apei la baraj este de 400-800 m în valea pârâului Șicasău și în zona Târnavei Mari este de 150-200 m.

La baza barajului este executată o centrală hidroelectrică. Barajul reprezintă și un potențial obiectiv turistic, atrăgând un număr destul de mare de turiști (SGA Harghita, 2023).



Cartograma nr. 19: Scurgerea medie specifică de aluviuni în suspensie (erodarea solului de către apă) pe teritoriul Județului Harghita

Sursă date: RUSLE, 2016.



Cartograma nr. 20 Apele de suprafață și rețeaua hidrometrică din Județul Harghita

(surse: Harta Topografică a României 1:25.000, 1978-1982; Atlasul Geografic al României, 1980).

Acumularea Mesteacănul Bălan, cu barajul construita în anul 1966 pe râul Olt, în amonte de orașul Bălan, se încadrează în categoria de folosinţă: alimentarea cu apă, asigurând apa potabilă pentru oraş. Până în anul 2006 asigura şi apa industrială pentru unitatea minieră S.C. Bălan S.A. Volumul total al acumulării este de 0,858 mil. m3 (SGA Harghita, 2023).

Acumularea Frumoasa, dată în folosinţă în anul 1986 pe pârâul Frumoasa, se încadrează în categoria de folosinţă: alimentarea cu apă, atenuarea undei de viitură. Din această acumulare se asigură cca. 50% din volumul de apă potabilă necesară municipiului Miercurea Ciuc. Volumul total al acumulării este de 10,6 milioane m3, iar volumul până la nivelul normal de retenţie de 7,6 milioane m3.

Acumularea Șuta, construită pe pârâul Fitod, are un volum de 0,180 milioane mc şi se încadrează în categoria de folosinţă agrement şi pescuit pentru populaţia reşedinţei judeţului şi a localităţilor riverane, în prezent este golit în vederea reabilitării elementelor componente (SGA Harghita, 2023).

Acumularea Mesteacănul Bălan, cu barajul construita în anul 1966 pe râul Olt, în amonte de orașul Bălan, se încadrează în categoria de folosinţă: alimentarea cu apă, asigurând apa potabilă pentru oraş. Până în anul 2006 asigura şi apa industrială pentru unitatea minieră S.C. Bălan S.A. Volumul total al acumulării este de 0,858 mil. m3 (SGA Harghita, 2023).

Acumularea Frumoasa, dată în folosinţă în anul 1986 pe pârâul Frumoasa, se încadrează în categoria de folosinţă: alimentarea cu apă, atenuarea undei de viitură. Din această acumulare se asigură cca. 50% din volumul de apă potabilă necesară municipiului Miercurea Ciuc.

Volumul total al acumulării este de 10,6 milioane m3, iar volumul până la nivelul normal de retenţie de 7,6 milioane m3.

Acumularea Șuta, construită pe pârâul Fitod, are un volum de 0,180 milioane mc şi se încadrează în categoria de folosinţă agrement şi pescuit pentru populaţia reşedinţei judeţului şi a localităţilor riverane, în prezent este golit în vederea reabilitării elementelor componente (SGA Harghita, 2023).

2.5. Solurile și factorii edafici

2.5.1. Factorii edafici

Dintre factorii edafici cu cea mai pronunțată influență se numără factorul litologic (roca parentală) și cel climatic, desigur în directă legătură cu caracteristicile reliefului și cu intervenția factorului biotic și a celui hidric.

Roca parentală influențează direct tipul de sol, pornind de la o serie de caracteristici cum sunt tipul, gradul de consolidare sau afânare, gradul de meteorizare. Spre exemplu, larga extensiune a rocilor vulcanice pe teritoriul județului Harghita a condus la o bună reprezentare a andosolurilor, iar prezența depresiunilor intramontane și culoarelor de vale din compartimentul sud-vestic unde sunt bine reprezentate rocile aluvionare au condiționat formarea și prezența aluviosolurilor. Un element de specificitate este introdus de prezența structurilor diapire care, atunci când sunt aproape de suprafață sau sunt decopertate influențează radical procesul pedogenetic, cu generarea sărăturilor (Subcarpații Târnavelor și Subcarpații Homoroadelor)

Factorul climatic este la rândul său pregnant imprimat în distribuția și tipologia solurilor prezente în județ. Etajarea climatică, manifestată în creșterea cantității de precipitații și scăderea temperaturilor influențează intensitatea și specificul procesului pedogenetic, de la intensitatea alterării rocii parentale la intensitatea și rata acumulării acizilor și bazelor în orizontul de sol, în intensitatea acumulării substanțelor nutritive. Spre exemplu, în treapta altimetrică de peste 800 m, care ocupă cca. 63% din suprafața județului, clima rece și umedă specifică acestuia face ca materialul organic să fie doar parțial descompus de către microorganism; rezultă un circuit biologic mai lent, cu blocarea prelungită a substanțelor respective în orizonturile superficiale, imprimând un caracter acid al orizonturilor respective, rezultatul fiind o frecvență mare a solurilor oligobazice și oligomezobazice, dar și a celor turboase.

Un al treilea factor care influențează solul este reprezentat de cel biologic. Spre exemplu, ponderea ridicată a suprafeței forestiere (cca. 36%) face ca pe acele suprafețe cantitatea de resturi organice de origine vegetală să fie mai redusă, iar prin caracteristicile acesteia (compoziție bogată în taninuri, lignine, rășini, etc.) să genereze o rată mai încetinită de descompunere. Transformarea resturilor organice provenite din stratul erbaceu (acolo unde există) este tot mai lentă începând din pădurile de foioase spre cele de conifere, astfel că substanțele bazice de schimb au o perioadă mai îndelungată de remanență în materia organică nedescompusă; în plus, microflora tot mai săracă pe măsura creșterii altitudinilor acționează mai lent asupra unui material organic mai rezistent, rezultând scăderea cantității de baze eliberate și astfel un caracter acid al soluțiilor care circulă în profilul de sol. Acestor aspecte li se adaugă faptul că, existența ericaceelor și a mușchilor, creșterea resturilor organice specifice (ex. aciculele coniferelor) contribuie la accentuarea procesului de podzolire și acidifiere.

În mod specific, particularitățile reliefului din județul Harghita și-a lăsat o amprentă deosebit de bine conturată în ceea ce privește tipologia solurilor și repartiția lor spațială. În principal, intervenția reliefului se resimte prin caracteristicile morfometrice, dintre care altitudinea și panta sunt hotărâtoare. Ambii parametri morfometrici se regăsesc în ecuația complexului de factori pedogenetici, influențând particularitățile climatice și biogeografice, modul de scurgere al apei și favorizînd uneori stagnarea acesteia pe suprafețele cvasiorizontale (platourile de lave și cele vulcanogen-sedimentare din munții Călimani, Gurghiu și Harghita, precum și zonele plane din interiorul fostelor cratere vulcanice – munții Gurhiu și Harghita) dar și în zonele plane din vatra depresiunilor intramontane. Supraumectarea rocii parentale din depresiunile

intramontane conduce la gleizarea unor orizonturi, iar uneori, prin permanentizarea supraumectării se favorizează înmlăștinirea și turbificarea.

2.5.2. Clase și tipuri de sol

Analiza claselor și tipurilor de sol are la bază terminologia cuprinsă în Sistemul Român de Taxonomie a Solurilor – SRTS 2012; baza cartografică de referință este reprezentată de Harta pedologică a României, scara 1:200.000 (Florea N., Bălăceanu V, 1988). În conformitate cu acest sistem, pe teritoriul județului Harghita sunt prezente 11 clase de sol: cernisoluri, luvisoluri, cambisoluri, spodisoluri, vertisoluri, protisoluri, andisoluri, hidrisoluri, salsodisoluri, histisoluri și antrosoluri. În concordanță cu particularitățile factorilor edafici, învelișul de soluri din județul Harghita prezintă o serie de particularități transpuse în tipul și modul de repartiție spațială.

Solurile din clasa *cernisoluri* sunt caracterizate din punct de vedere al orizonturilor diagnostice prin prezența orizontului A molic și a orizonturilor Ac, Bv sau Bt. Acestea ocupă peste 41.000 ha din suprafața județului; din această clasă sunt prezente feaoziomurile și rendzinele. Primele sunt prezente în areale din compartimentul sud-vestic (Dealurile Târnavei Mari, Subcarpații Târnavelor și Subcarpații Homoroadelor) și o parte din Depresiunea Ciuc. La nivelul unităților-administrativ-teritoriale, cele mai mari suprafețe sunt înregistrate în partea de sud-vest a județului - Ulieș Feliceni, Mugeni, Mărtiniș și în partea central sudică – Siculeni, Frumoasa, Ciceu, Sînsimion și Miercurea Ciuc.

Rendzinele, care au un orizont Am și orizont intermediar Ar și Bv sunt caracteristice perimetrele calcaroase din Munții Hășmaș, unde ocupă suprafețe destul de extinse, nordul Munților Ciucului și insular în Munții Giurgeului, Depresiunea Giurgeu și Munții Perșani. La nivelul unităților-administrativ-teritoriale, cele mai mari suprafețe sunt înregistrate în Gheorgheni, Sândominic, Tulgheș, Bilbor, Tomești și Voșlăbeni.

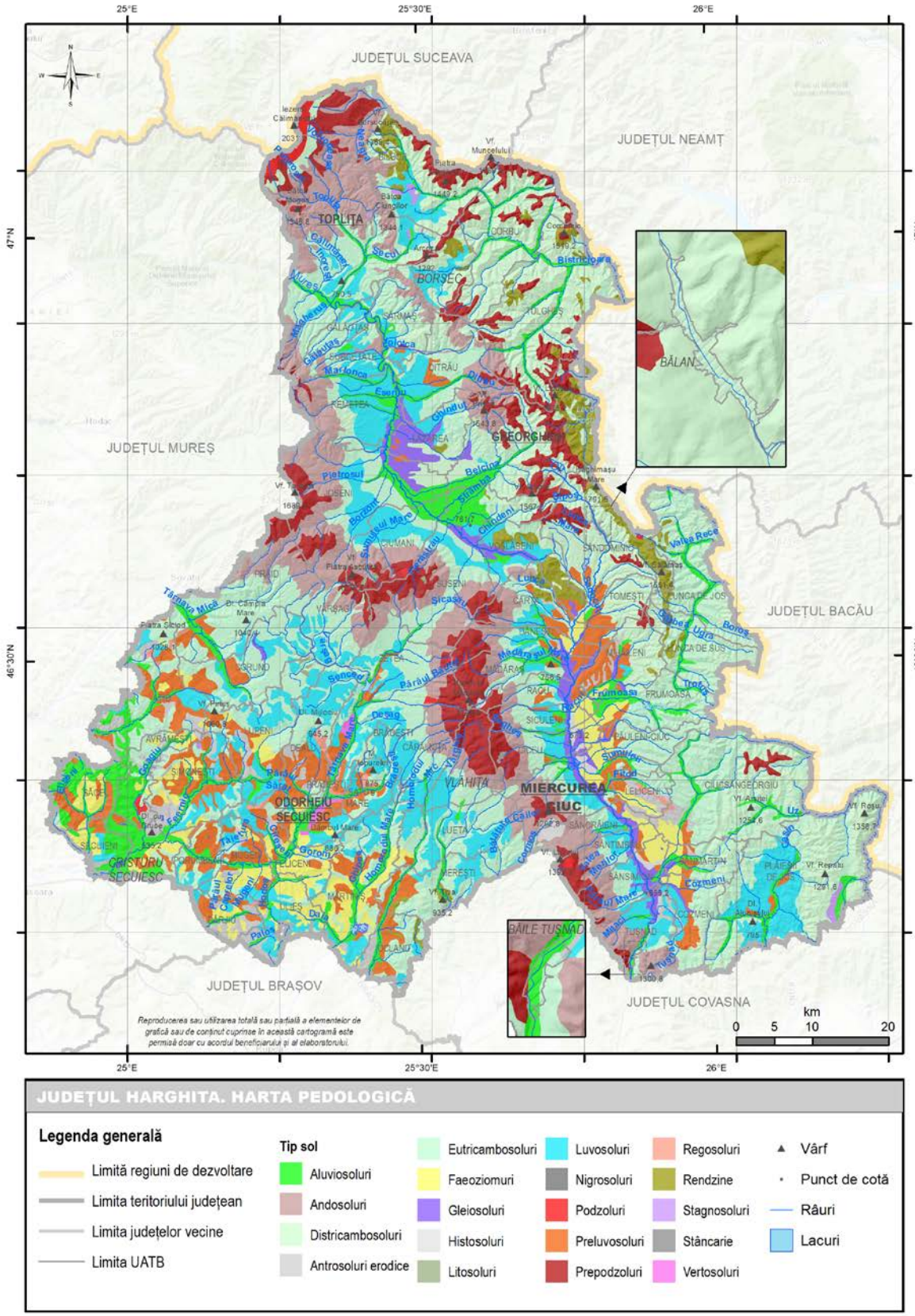
Solurile din clasa *luvisoluri* ocupă peste 126.000 ha, fiind foarte răspândite în zona deluroasă și subcarpatică, la care se adaugă o grupare de areale insulare distribuite în partea axială pe direcție nord-sud de pe teritoriul județului. Din această clasă sunt prezente preluvosolurile și luvosolurile, caracterizate de un orizont cu grosime ce ajunde de regulă la cca 150 cm.

Preluvosolurile au un orizont A ocric sau molic (Ao sau Am), urmat de un orizont intermediar argilic (Bt). În general au o fertilitate medie, fiind pretabile pentru culturi de cereale, plante tehnice, iar acolo unde pantele sunt mai mari, sunt pretabile pentru viticultură și pomicultură. Cele mai mari suprafețe sunt în Mărtiniș, Ocland, Șimonești și Atid.

Luvosolurile au și ele un orizont A ocric (Ao), urmat de un orizont El (eluvial) și un orizont Bt argic caracterizat de un grad de saturație în baze de peste 53%. Sunt caracterizate de o fertilitate mijlocie spre mică, pretabile pentru culturile de nutreț sau cereale. Suprafețe mai însemnate sunt prezente în UATB-urile Dealu, Vlăhița, Căpâlnița, Lueta, Joseni, Ciumani și Remetea.

Solurile din clasa *cambisoluri* ocupă peste 271.000 ha, fiind foarte răspândite în zona subcarpatică și în zona montană joasă și medie. Orizontul de sol are de regulă o grosime de cca 100 cm și prezintă o reacție moderat acidă. Conținutul redus de humus nu le conferă calități de pretabilitate pentru cultura plantelor, fiind mai pretabile pentru pajiști și plante de nutreț ori cartof.

Eutricambosolurile prezente au un orizont A ocric (Ao) mau molic (Am) urmat de un orizont intermediar cambic (Bv). Sunt bine reprezentate în sud-estul Munților Gurghiu și Harghita și la contactul acestora cu zona subcarpatică, precum și în Munții Ciucului; ocupă suprafețe



Cartograma nr. 21: Harta pedologică

Sursa: Harta pedologică a României, scara 1:200.000, IGR, 1988

importante pe teritoriul UATB-urilor Praid, Corund, Zetea, Vărșag, Lueta, Merești, Ciucsângeorgiu, Păuleni-Ciuc, Lunca de Sus, Lunca de Jos, Suseni, Joseni, Ditrău, Sărmaș, Gălăuțaș și Toplița.

Districambosolurile au un orizont diagnostic A ocric (Ao) sau umbric (Au), urmat de un orizont cambic Bv; prezintă proprietăți districe de la suprafață și până cel puțin în prima jumătate a orizontului Bv.acest tip de sol este foarte răspândit pe teritoriul UATB-urilor din estul județului: Corbu, Tulgheș, Gheorgheni, Sândominic, Tomești, Mihăileni, Plăieșii de Jos.

Clasa *spodisoluri* ocupă o suprafață de peste 55.000 ha, având o răspândire care asociată spațial cu zona montană medie și înaltă din județ: Munții Gurghiu, Harghita, Giurgeului, Bistricioarei și Călimani. Caracteristica definitorie este reprezentată de caracterul puternic acid derivat dintr-o rată mică de descompunere a resturilor organice. Alterarea silicaților dă naștere oxizilor de fier și aluminiu, cu acumularea acestora în profilul de sol.

Pe teritoriul județului, prepodzolurile au cea mai mare frecvență din acestă clasă; sunt caracterizate de prezența unui orizont A ocric (Ao) sau umbric (Au) urmat de un orizont B spodic feriiluvial la care se adaugă uneori un orizont eluvial spodic (Es) discontinuu. Suprafețe mai mari sunt prezente pe teritoriul UATB-urilor Joseni, Suseni, Mădăraș, Vlăhița, Ciceu, Gheorgheni, Tulgheș și Bilbor. Fertilitatea lor este redusă, fiind întâlnite de regulă ca suport pt dezvoltarea pădurilor de conifere.

Podzolurile sunt caracterizate de prezența unui orizont Ao sau Au, urmat de un orizont eluvial spodic (Es) și un orizont B spodic, humico-feriiluvial (Bhs) sau feriiluvial (Bs); uneori prezintă un orizont organic nehidromorf (O) și proprietăți criostagnice. Sunt prezente pe teritoriul UATB-urilor Toplița, Bilbor, Joseni, Ciumani, Zetea, Mădăraș, Sântimbru, Sândominic, însă doar insular, pe suprafețe mici. Fertilitatea lor este redusă, fiind de regulă dezvoltate sub păduri de conifere și de tufărișurile subalpine și de pajiștile subalpine și alpine.

Vertisolurile sunt prezente pe suprafețe foarte mici (cca. 900 ha) pe teritoriul județului Harghita (UATB Zeteam Brădești, Odorheiu Secuiesc), fiind reprezentate prin vertosoluri. Acestea sunt caracterizate de proprietățișicontractilo-gonflante chiar de la suprafață sau de la mică adâncime (cca. 25 cm), cu un orizont vertic (Bzy). Datorită acestor proprietăți, în perioadele secetoase, la suprafața terenului apare o rețea poligonală de crăpături largi, de peste 1 cm.

Protisolurile, în ciuda faptului că însumează o suprafață de peste 73.000 ha, pe teritoriul județului Harghita au o distribuție disparată, reflectând condițiile cu totul particulare în care au luat naștere litosolurile, regosolurile, aluviosolurile

Litosolurile au un orizont Ao sau organic (O) cu grosime de 20-25 cm, urmat de roca parentală; au un conținut redus de humus. În cazul regololurilor este prezent orizontul Am, Au sau Ao, dezvoltat pe o rocă parentală necoezivă sau slab coezivă.

Aluviosolurilor au o răspândire ceva mai mare, fiind asociate spațial cu văile mai mari în care s-a acumulat material aluvionar care reprezintă roca parentală. Înafara orizontului Ao, Au sau Am nu prezintă un alt orizont , cu excepția unui posibil orizont C contractil-gonflant . Cele mai mari suprafețe sunt prezente în UATB-urile Cristuru Secuiesc, Secuieni, Odorheiu Secuiesc, Săcel, Atid, Frumoasa, Ciucsângerorgiu, Suseni, Gheorgheni, Joseni, Remetea, Toplița.

Andisolurile ocupă o suprafață de aproape 78.000 ha, având condiții de formare în strânsă legătură genetică și spațială cu structurile/rocile vulcanice din munții Călimani, Gurghiu și Harghita. Au un conținut ridicat de silicați de aluminiu hidrați și o puternică reacție acidă. Orizontul de sol este destul de bine dezvoltat și cu un conținut mai ridicat de substanțe nutritive,

remarcându-se totuși procentul mare de humus brut. Andosolurile ocupă suprafețe mai mari în cadrul UAT-urilor Toplișa, Remetea, Joseni, Ciumani, Suseni, Vlăhița, Ciceu, Miercurea Ciuc, Sâncrăieni, Sântimbru, Sânsimion, Tușnad.

Hidrisolurile totalizează cca 15.000 ha și caracterizează arealele cu exces de umiditate din depresiunile intramontane, unde pânza freatică este foarte aproape de suprafață. Sunt prezente stagnosolurile, caracterizate de un orizont Ao și un orizont Bv sau El (eluvial), cu proprietăți stagnice foarte bine menifestate începând din primii 50 cm sau chiar de la suprafață. Cea mai mare suprafață este prezentă în UAT-urile Plăieșii de Jos, Bilbor și Toplița. Mult mai bine reprezentate sunt gleiosolurile, caracterizate de existența unui orizont hidromorf T poziționat aproape de suprafață sau a nuui orizont A molic, ocric sau umbric și proprietăți gleice manifestate în primii 50 cm ai orizontului mineral. Cele mai mari suprafețe sunt înregistrate în UAT-urile Lăzarea, Joseni, Suseni, Volșăbeni, Mădăraș, Racu, Ciceu, Miercurea Ciuc, Sânsimion, Tușnad.

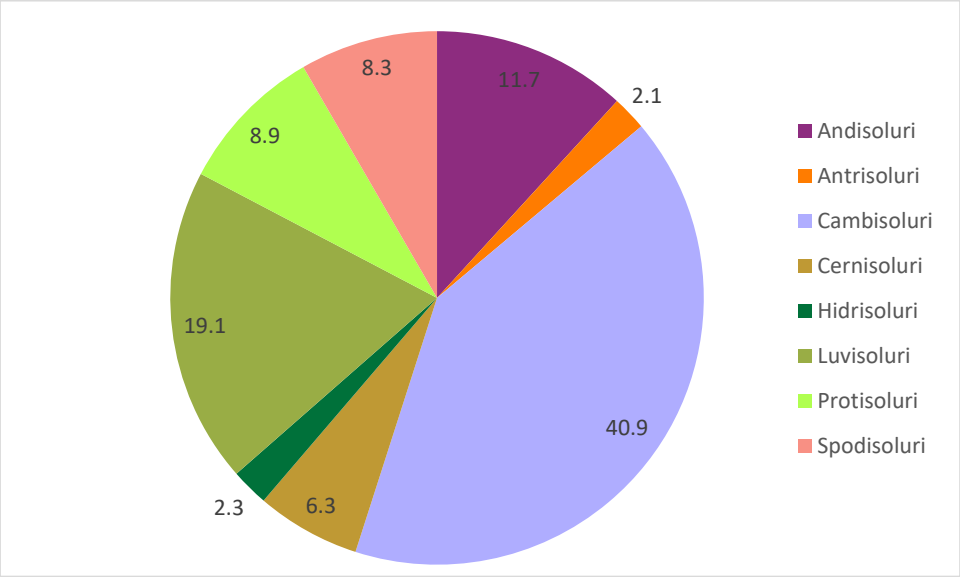
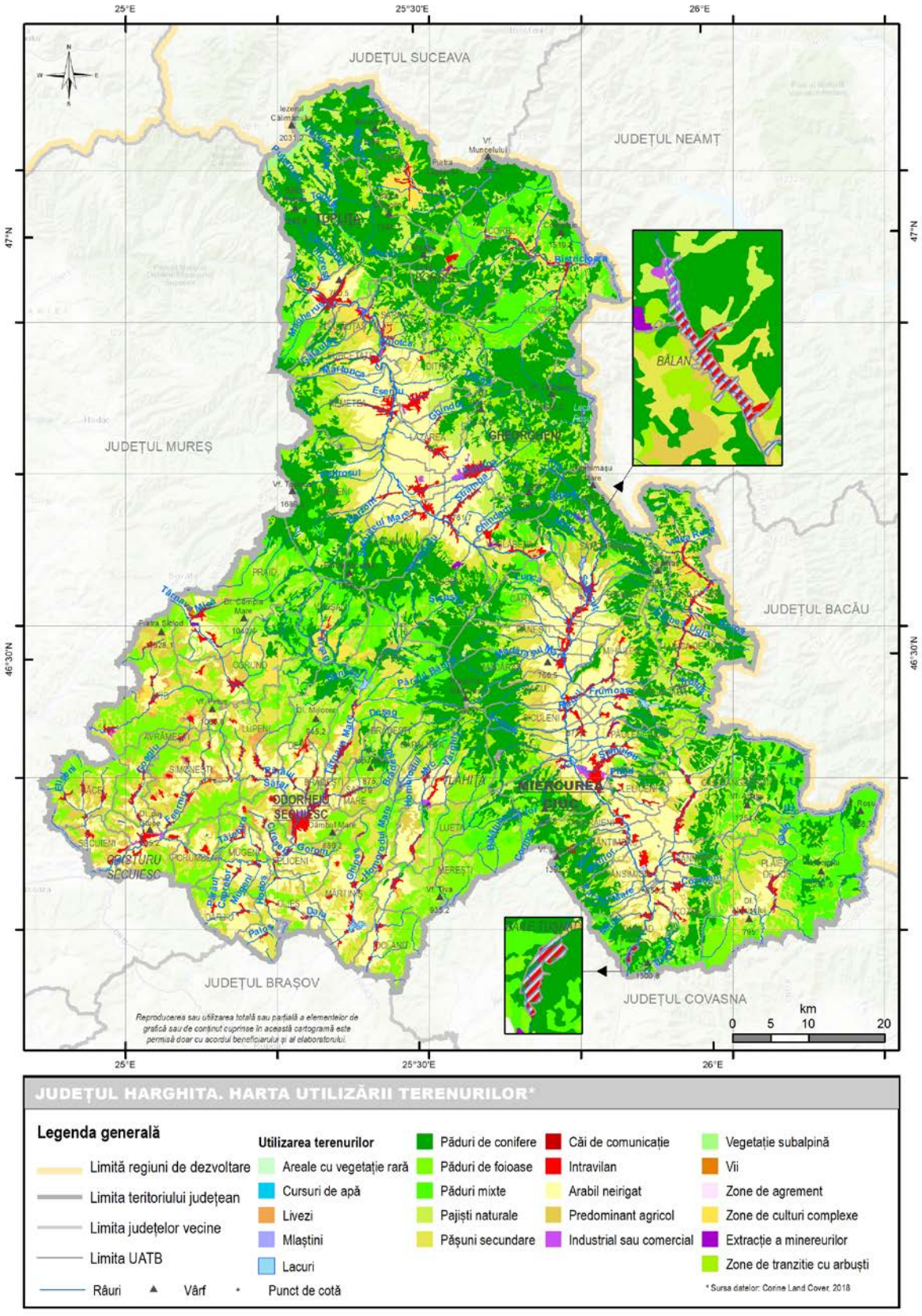


Figura nr. 57 Ponderea claselor de sol în totalul suprafeței administrative a județului Harghita. Notă: clasele cu ponderi subunitare nu au fost reprezentate (histisoluri, vertisoluri, salsodisoluri)

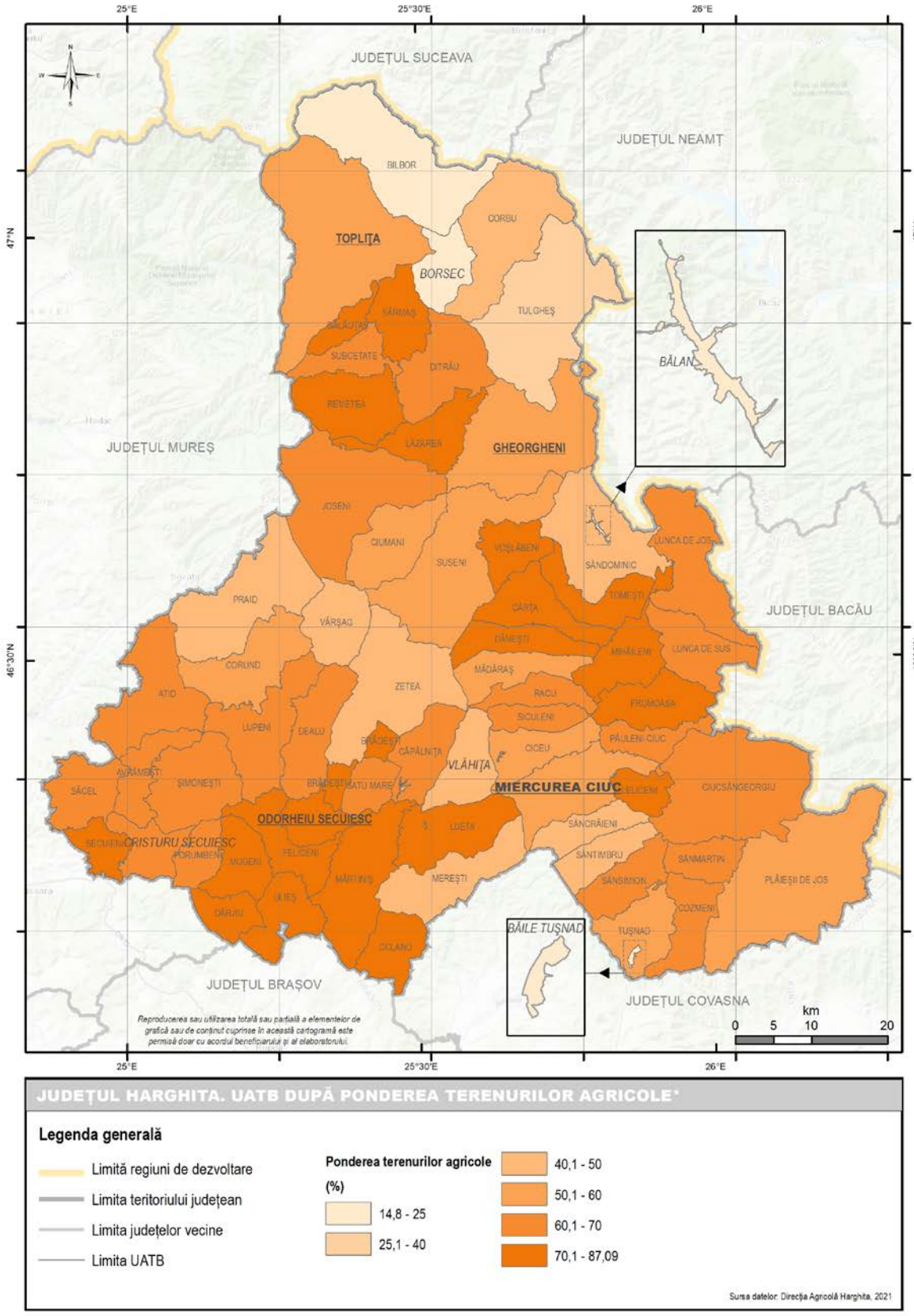
Sursa: Autorii

Salsodisolurile se constuituie ca o altă clasă ce dă o notă de particularitate învelișului de soluri din județul Harghita, fiind dezvoltate în strânsă legătură genetică și spațială cu structurile diapire prezente în zona subcarpatică. Ele ocupă însă suprafețe foarte reduse (câteva zeci de ha), astfel încât arealele respective pot fi reprezentat doar pe hărți la scară mare. Sunt reprezentate prin solonceacuri, în profilul cărora este prezent un orizont salic în primii 50 de cm și solonețuri în care este prezent un orizont natric (Bvna, Btna) în primii 50 de cm adâncime, prezentând uneori și proprietăți gleice. Frecvența lor este mai mare pe teritoriul comunelor Praid și Corund.



Cartograma nr. 22: Harta modului de utilizare a terenurilor

Sursa: Corine Land Cover, 2018



Cartograma nr. 23: Ponderea terenurilor agricole la nivel de UATB

Sursa datelor: Direcția Agricolă Harghita, 2021

Histisolurile sunt caracterizat de prezența unui orizont organic hidromorf sau turbos (T) având o grosime de cel puțin 50 cm în primii 100 cm ai profilului de sol. Pe teritoriul județului Harghita histosolurile ocupă suprafețe ce totalizează cca. 2.000 ha, mai extinse fiind în cadrul UATB-urilor Sâncrăieni, Miercurea Ciuc, Sânsimion, Ciceu, Tușnad și Cozmeni.

Antrisolurile sunt reprezentate prin antrosoluri, subtipul erodic, care au o localizare legată genetic și spațial de arealele puternic erodate din subunitățile de relief în care eroziunea a înlăturat o parte din orizonturile superioare ale profilelor de sol dezvoltate pe substrat friabil și pe suprafețe cu pante accentuate. Sunt localizate în compartimentul sud-vestic al județului, ocupând areale care pot fi reprezentate cartografic pe hărți la scară mare. Acestora li se adaugă tehnosolurile, foarte reduse ca suprafață, în care activitățile miniere au generat halde de steril sau alte forme de decopertare/modificare învelișului de sol și care prezintă un proces pedogenetic incipient. Mai frecvent sunt astfel de areale în cadrul UATB Vlăhița.

2.5.3. Modul de utilizare a terenurilor și distribuția terenurilor agricole

Balanța aspectelor de favorabilitate/restrictivitate a condițiilor naturale – în principal relieful, clima și solurile este reafectată printre alte aspecte și în modul utilizare a fondului funciar și de distribuție a terenurilor agricole.

Conform datelor Corine Land Cover (2018), pe teritoriul județului Harghita se constată faptul că există o bună corespondență între particularitățile cadrului natural și modul de utilizare a terenurilor. Astfel în compartimentul sud-vestic al județului (Dealurile Târnavei Mari, Subcarpații Târnavelor și Subcarpații Homoroadelor), precum și în arealul depresionar Giurgeu – Ciuc utilizarea predominantă este cea agricolă, în timp ce în restul subunităților, relieful montan favorizează o utilizare forestier-agrară, aici fiind bine reprezentate suprafețele forestiere, pășunile secundare și pajiștile alpine.

Această categorie funciară cuprinde terenurile arabile, pășunile, fânețele, viile și livezile. Pe teritoriul județului Harghita, analiza distribuției terenurilor agricole relevă o situație care reflectă elementele de condiționare menționate anterior

Cele mai mari ponderi ale terenurilor agricole (peste 80%) sunt înregistrate în comunele Secuieni, Dârjiu, Gălăuțaș, Tomești, Feliceni și Voșlăbeni, în timp ce valorile cele mai mici (ponderi sub 20% din totalul suprafeței funciare) sunt înregistrate în UATB-urile Bilbor și Borsec (la acestea se adaugă și orașele Bălan și Băile Tușnad care sunt însă cazuri particulare din sunt de vedere al teritoriului administrativ).

Tabel nr. 11: Clasele de bonitate a terenurilor agricole din județul Harghita

Clasa de calitate	Suprafața (ha)	Ponderea clasei
I	3130	0,80
II	14871	3,80
III	90790	23,20
IV	160056	40,90
V	122488	31,30

Sursa: APM Harghita, 2021

În ceea ce privește bonitatea terenurilor agricole, pe teritoriul județului Harghita cea mai mare parte a terenurilor (72,2%) se încadrează în clase de bonitate inferioare (IV și V), 23,2% se încadrează în clasa de bonitate III și doar 4,6% se încadrează în clasele superioare de bonitate (I și II).

2.5.4. Lucrările de îmbunătățiri funciare

Lucrările de îmbunătățiri funciare au ca și scop conservarea sau refacerea stării de favorabilitate pedologică. Specificul teritorial-fenomenologic din județul Harghita, cu prezența unor areale extinse de supraumectare (ex. vatra depresiunilor Giurgeu și Ciuc) a impus ca necesare lucrările de desecare, iar manifestarea intensă a fenomenelor de eroziune în suprafață, prin ravenație și torențialitate a impus ca necesare lucrările de combatere a eroziunii solului (ex. în zona deluroasă și de podiș din sud-vestul județului).

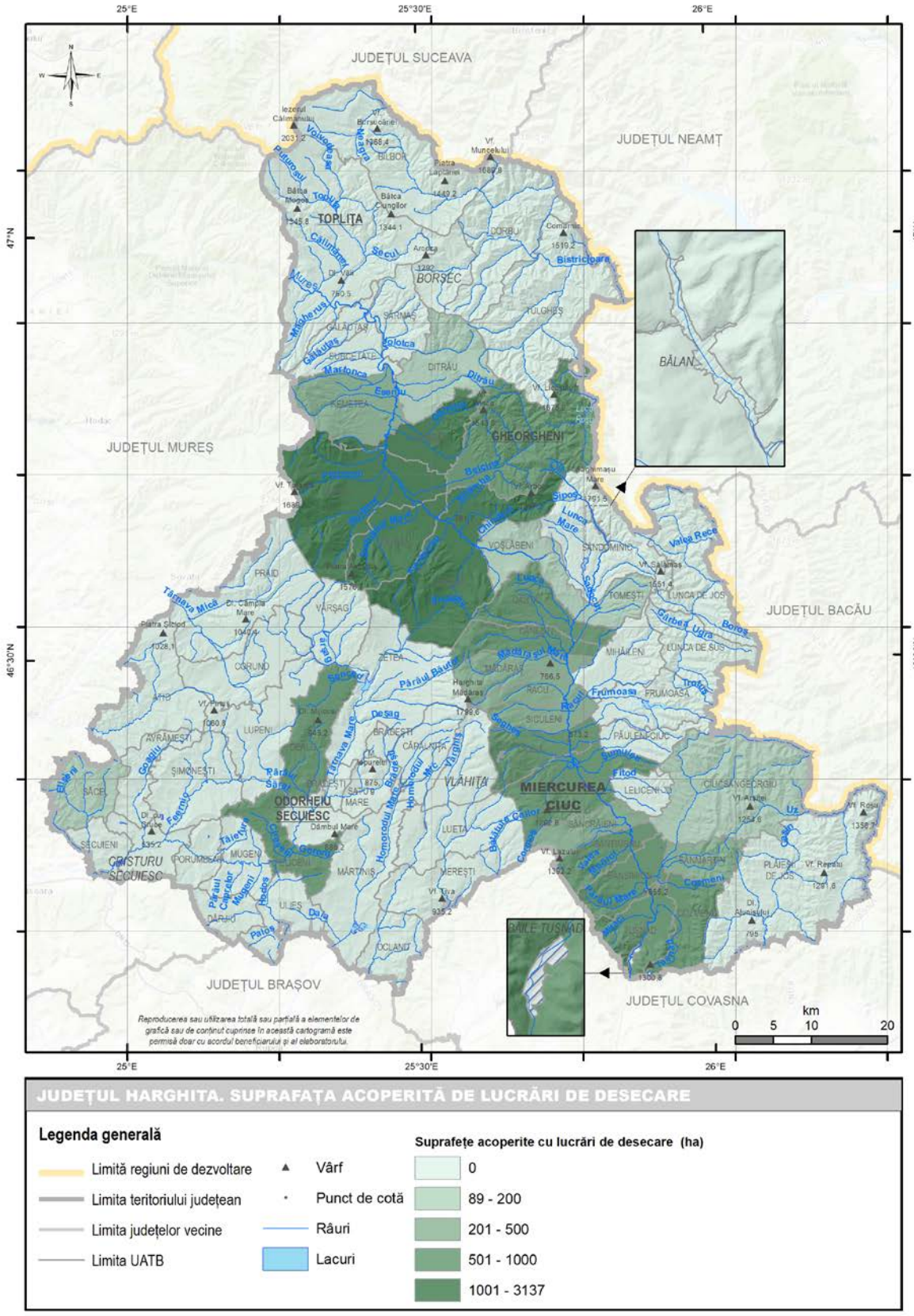
Lucrările de desecare au o grupare spațial-cauzală legată de supraumectarea zonelor cvasiorizontale, cu drenaj deficitar. Cele mai mari suprafețe în care s-au efectuat lucrări de desecare sunt prezente în UATB-urile Suseni, Joseni, Lăzarea și Ciumani, cu suprafețe amenajate cuprinse între 2100 ha și 3100 ha.

Lucrările de combatere a eroziunii solului (CES) au o grupare spațial-cauzală legată de subunitățile de relief în care, pe de o parte substratul este friabil (roci sedimentare slab cimentate sau necimentate), iar pe de altă parte substratul este vulnerabil prin îndepărtarea pădurii pentru luarea în cultură agricolă, în condiții de pantă ce favorizează scurgerea pe versant și augmentează efectivitatea acesteia (ex. Dealurile Târnavei Mari, Subcarpații Târnavelor, Subcarpații Homoroadelor). Cele mai mari suprafețe în care s-au efectuat lucrări de desecare sunt prezente în UATB-urile Lupeni, Ulieş, Şimoneşti, Săcel, Ocland și Dealu, cu suprafețe amenajate cuprinse între 2050 ha și 5700 ha.

2.6. Condițiile ecologice: flora și fauna

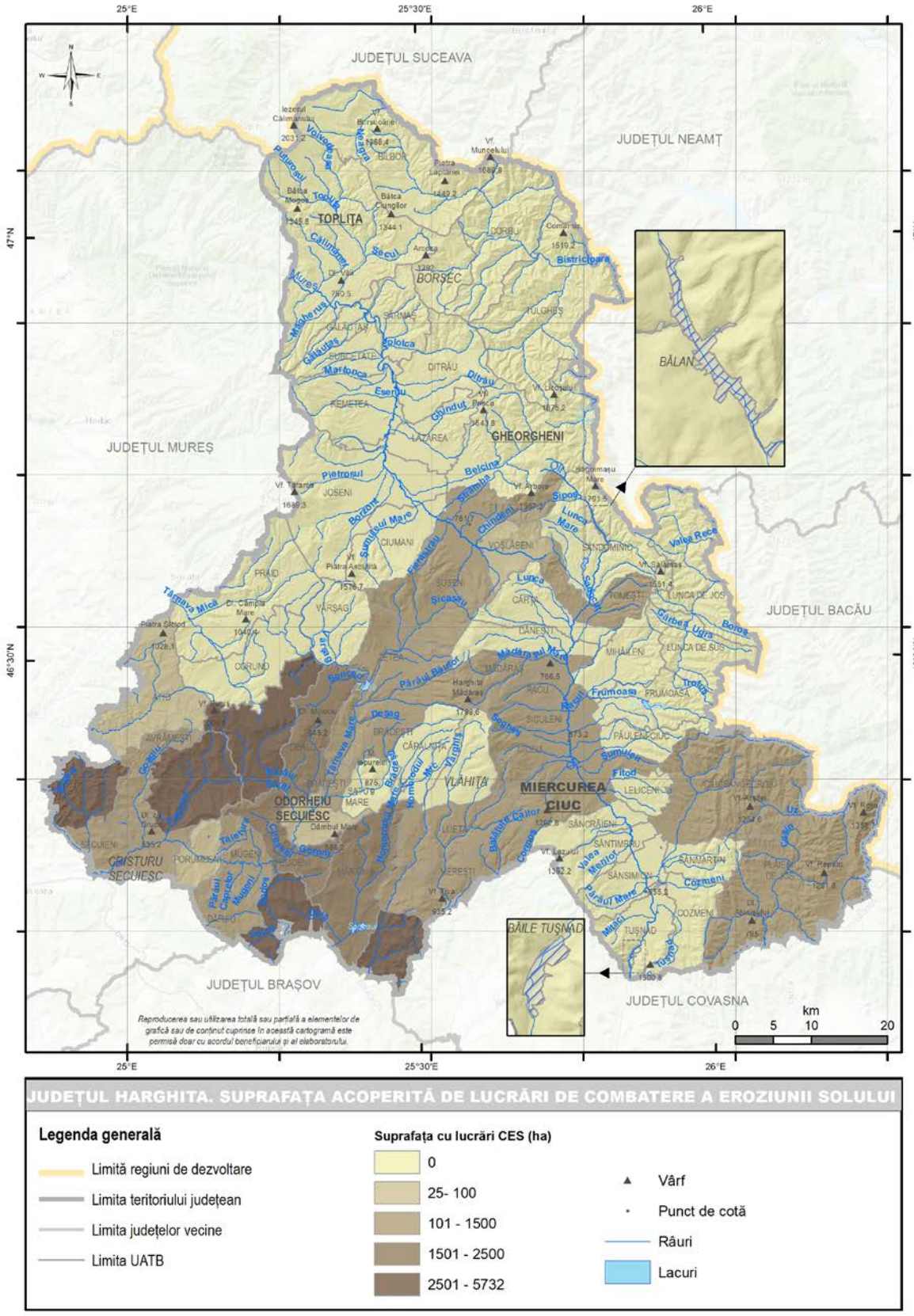
Componenta biotică prezentă pe teritoriul județului Harghita relevă particularități care sunt influențate de o serie de condiții generale cum ar fi poziția geografică (punctul din extremitatea sudică a județului se află la 47°6'15,761" N, 25°27'13,474" E, iar punctul din extremitatea nordică se află la 47°11'1,972" N, 25°25'33,173" E), caracteristicile climatului, precum și condiții particulare, cum sunt hipsometria, topoclimatele, roca subiacentă și tipurile de sol. Rezultatul îmbinării acestor factori este transpus într-un ansamblu cunoscut sub denumirea de biotop, ce asigură condițiile de bază pentru biocenoză, definită ca fiind o "comunitate biotică în care totalitatea de specii și indivizi este limitată și selectată sub acțiunea condițiilor medii externe de viață" (Mobius, 1877). Conform lui Odum E. (1953), biocenoza este un ansamblu de populații ce trăiesc pe un teritoriu sau habitat fizic determinat. Ansamblul format din biotop și biocenoză constituie ecosistemul, definit ca unitate fundamentală și structurală a biosferei. Modul în care biotopul influențează biocenoza este foarte complex, iar una din legile care influențează această relație este legea minimului (enunțată pentru prima dată de către Liebig în sec. XIX), în care se arată faptul că dezvoltarea unei populații (în sens biotic) sau a unui individ se produce doar cu o rată permisă de factorul cel mai limitativ. Complexul factorilor constituenți ai biotopului se vor manifesta în sensul influențării biocenozei, pornind de la acei componenți cu rol limitativ.

În acest context, mai trebuie menționat faptul că în ecuația biotop – biocenoză intervin anumite nuanțe induse de valența ecologică a unor specii, definită ca fiind capacitatea de a suporta condiții ecologice mai mult sau mai puțin diferite: unele specii au capacitatea de a suporta o variație mai mică a factorilor abiotici – specii stenoice (ex. stenoterme, stenohaline), iar altele au capacitatea de a suporta variații mai mari ale factorilor biotici – specii eurioice (euriterme, eurihaline).



Cartograma nr. 24: Suprafața acoperită cu lucrări de desecare

Sursa datelor: ANIF, Filiala Îmbunătățiri Funciare Harghita



Cartograma nr. 25: Suprafața acoperită cu lucrări de combatere a eroziunii solului

Sursa datelor: ANIF, Filiala Îmbunătățiri Funciare Harghita

Evoluția naturală pe de o parte și intervenția factorului antropic asupra ecosistemelor, pe de altă parte, au condus la constituirea a două mai categorii de ecosisteme: naturale și antropogene.

După natura biotopului, pe teritoriul județului Harghita sunt prezente ecosisteme terestre și ecosisteme de ape interioare, ca subtipuri de ecosisteme naturale, și o serie de subtipuri de ecosisteme antropice (ale lacurilor de acumulare, ale terenurilor agricole, livezilor, etc.).

2.6.1. Ecosisteme terestre naturale pe teritoriul județului Harghita

Pe teritoriul județului Harghita sunt prezente trei tipuri de ecosisteme spontane: pădurile, pajiștile și tufărișurile.

Pădurile sunt caracterizate de o structură ecosistemică complexă, în alcătuirea lor intrând mai multe forme biologice de plante (arbori, arbuști, ierburi, mușchi, licheni) care contribuie la constituirea unor condiții de viață foarte diverse pentru regnul animal adaptat acestora. Una din trăsăturile definitorii ale ecosistemului forestier este dezvoltarea sa semnificativă pe verticală (de la sistemul radicular care poate intra 2-3 m în sol până la coronament), astfel că interferența cu mediul abiotic este foarte pronunțată. Acumularea de biomasă în cadrul pădurilor este de cca 10 t/ha/an.

Pe teritoriul județului se întrunesc condițiile în care pădurea să ocupe o mare suprafață, în toate subunitățile de relief. Acesta din urmă generează diferențieri în cadrul ecosistemului forestier atât prin caracteristicile morfometrice cât și prin tipurile de rocă. În funcție de tipul de rocă se induce o varietate de condiții în ceea ce privește pH-ul solului, o profunzimea solului și conținutul de substanțe nutritive.

Așa cum s-a arătat în capitolul de analiză a reliefului, pe teritoriul județului Harghita, ecartul altitudinal este de 1651 m, începând de la 380 m (în Culoarul Târnavei Mari), până la 2031 m (în Munții Călimani), generându-se principala caracteristică a distribuției ecosistemelor și anume etajarea lor. Ecosistemul forestier prezintă două etaje: etajul nemoral și etajul boreal.

În mod natural, *etajul nemoral* este poziționat de la cca 300 m altitudine până la cca 1000 m, după care mai sus, până la 1400 m sunt prezente pădurile de amestec. În cadrul acestui etaj sunt dominante pădurile de gorun (*Quercus petraea/ Quercus sessiliflora*) și stejar pedunculat (*Q. robur*), desfășurate până la cca 700 m altitudine. O foarte mare suprafață din aceste păduri de au fost însă defrișate de-a lungul timpului pentru a face loc terenurilor agricole, astfel că distribuția spațială a acestui etaj forestier este insulară, discontinuă. La altitudini mai mari (până la cca. 1000 m) sunt caracteristice pădurile de fag (*Fagus sylvatica*), după care se face tranziția spre etajul boreal. Se remarcă faptul că pe unele areale, la limita inferioară a etajului fagului sunt prezente păduri de pin (*Pinus sylvestris*).

Ecosistemul pădurilor de stejar, cuprind o mare varietate de cvercinee (*Quercus robur, Q. cerris, Q frainetto*) a căror răspândire este specifică compartimentului sud-vestic al județului, la altitudini mai joase din Dealurile Târnavei Mari, Subcarpații Târnavelor și Subcarpații Homoroadelor.

Coronamentul mai aerat permite o pătrundere mai eficientă a luminii, astfel că substratul ierbos și arbustiv este destul de bine dezvoltat. Sunt prezente specii cum sunt cornul (*Cornus mas*), lemnul câinesc (*Ligustrum vulgare*), dârmoxul (*Viburnum lantana*), cu înălțimi ce 1-2 m. Biocenozele de amestec sunt caracterizate de un grad mai redus de penetrare al luminii (mai ales sub influența carpenului), astfel încât startul arbusti capătă caracter discontinuu sau chiar lipsește. Stratul ierbos este cu caracter discontinuu; pot fi prezente asociații de *Asarum, Melica uniflora, Festuca drymeia, Cytisus-Genista, Luzula luzuloides* și *Carex pilosa*.

Înrădăcinarea este profundă, astfel că vulnerabilitatea în raport cu doborâturile de vânt este redusă. Solurile sunt în general cu un pH de 5-7%, și un conținut de baze cuprins între 2-100%.

Aceste ecosisteme sunt caracterizate frecvent de prezența unor specii caducifoliate cum ar fi carpenul (*Carpenus betulus*), teiul (*Tilia cordata, T. tomentosa*), frasin (*Fraxinus excelsior*), Paltin (*Acer platanoides*), jugastru (*Acer campestre*), ulm (*Ulmus procera*), etc. astfel încât frecvent se întâlnesc asociații *carpino-tilio-cvercete*.

Biomasa specifică este dată de o densitate care variază de la 400 exemplare/ha, înălțime medie de 30 m și diametru mediu de cca 35 cm în cazul biotopurilor de maximă bonitate, la cca. 600 exemplare/ha, înălțime de cca 15-20 m și diametru mediu de cca 23 cm în cazul biotopurilor mai restrictive. Cantitatea anuală de biomasă este cuprinsă între 5-10 t/ha/an, iar biomasa acumulată în cadrul unei păduri cu vârsta de 100 de ani variază între 200-400 t/ha (Doniță *et al.*, 1977).

Lanțurile trofice sunt cele ale consumatorilor de frunze, de scoarță, de lemn, de flori, semințe și fructe și ale consumatorilor de ierburi. Varietatea regnului animal asociată acestor lanțuri trofice este foarte mare. Sunt prezente insecte cum ar fi molia verde a stejarului (*Totrix viridiana*), omida păroasă a stejarului *(Lymantria dispar*), cărăbușul de mai (*Melolontha melolontha*), etc. Păsările sunt și ele numeroase: privighetoarea (*Luscinia luscinia*), pițigoi (*Parus major*), muscarul negru (*Ficedula hypoleuca*), cucul (*Cuculus canorus*), mierla (*Turdus merula*), ciocănitoarea (*Dendrocops medius*), ghionoaia sură (*Picus canus*) ciocănitoarea verde (*Picus ciridis*), gaița (*Garulus glandarius*), etc.

Reptilele sunt reprezentate prin șarpele orb (*Anguis fragilis*), sopârle (*Lacerta agilis*), batracieni (*Bufo bufo*).

Mamiferele sunt reprezentate de șoareci (*Apodemus flavicollis*), arici (*Erinaceus erinaceus*), pârș (*Elyomis queranus*), veverița (*Sciurus vulgaris*), mistrețul (*Sus scrofa*), căpriorul (*Capreolus capreolus*), nevăstuica (*Mustela mustela*), dihorul (*Putorius putorius*), lupul (*Canis lupus*), vulpea (*Vulpes vulpes*).

Importanța economică a acestor ecosisteme derivă din calitatea și diversitatea esențelor lemnoase posibil a fi folosite în industria lemnului, din fructele de pădure, din suportul melifer pe care îl reprezintă pentru apicultură, dar și din extractele medicinale obținute din numeroase plante care se regăsesc aici.

Ecosistemul pădurilor de fag are o largă răspândire în subunitățile de relief deluroase înalte și la poalele masivelor montane, în general fiind poziționate la altitudini de 600-1300 m, fără ca criteriul altitudinal să poată fi aplicat în mod absolut întrucât, spre exemplu în zonele depresiunile intramontane la aceste altitudini fagul să aibă o foarte mică reprezentare datorită frecvenței mari a înghețurilor, care acționează ca factor limitativ.

Morfologia și desimea coronamentului face ca în pădurile de fag intensitatea luminii să fie semnificativ mai redusă, uneori fiind redusă cu până la 90%. Umiditatea solurilor sub făgete este destul de constantă, iar pH-ul este de regulă cuprins între 4,5 – 6,5, cu un conținut moderat de baze (V: 30-80%). Înrădăcinarea este profundă, cu excepția solurilor pseudogleice, unde este superficială, dezvoltată până la orizontul compact, astfel că în aceste areale vulnerabilitatea la doborâturi de vânt este mai mare.

Densitatea arborilor este de cca 400/ha, cu o înălțime medie de cca 30-35m și diametru de cca. 40 cm. în cazul biotopurilor cu bonitate ridicată; în biotopurile cu bonitate mai redusă (soluri puțin profunde sau scheletice, soluri acide sau afectate de secetă) densitatea specifică este mai

mare (spre 800-900 exemplare/ha), dar cu înălțime de până la 20 m și diametru de cca 20 cm. Biomasa produsă în biocenozele de făgete rezultă aproape în totalitate din populația arboricolă și variază în intervalul 6-12 t/ha/an din care masa foliară reprezintă cca 80%. În pădurile mature biomasa totală este de 250-500 t/ha.

Principala caracteristică a biocenozei de făgete este ecranarea puternică, fapt reflectat în compoziția și densitatea stratului ierbos, care frecvent lipsește; în funcție de densitatea coronamentului pot totuși să fie prezente asociații ireboase de tipul *Asperula – Dentaria, Rusbus hirtus, Festuca, Luzula – Calamagrostis* ori *Vaccninium*. Stratul subarbustiv este și el slab dezvoltat, uneori lipsind. În pădurile bătrâne sunt prezente grupe de puieți de vârste diferite (Doniță *et al.*, 1977).

Lanțurile trofice sunt cele ale consumatorilor de frunze, de scoarță, de jir și de lemn, la care se adaugă lanțurile consumatorilor de vegetație ierboasă. În cadrul acestora se regăsesc insecte (ex. omizi defoliatoare – *Orcheste fagi,* afide – *Phyllaphis fagi*), păsări (pițigoi de brădet - *Periparus ater*, pițigoi de munte - *Parus montanus*, aușel cu cap galben - *Regulus regulus*, ierunca – *Tetrasteas bonasia*, șoimul rândunelelor - *Falco subbuteo,* buha – *Bubo bubo,* huhurezul – *Strix aluco aluco*) și mamifere cum sunt jderul (*Martes martes*), căpriorul (*Capreolus capreolus*), cervide (*Cervus elaphus*), mistrețul (*Sus scropha*), lupul (*Canis lupus*), râsul (*Lynx lynx*) și ursul (*Ursus arctos*) în vârful lanțului trofic.

Din punct de vedere economic ecosistemul pădurilor de molid se remarcă prin valoarea lemnului de molid utilizat atât în industria lemnului, cât și ca materie primă pentru fabricarea de instrumente muzicale.

Din punct de vedere economic ecosistemul pădurilor de fag se remarcă prin valoarea lemnului atât ca și combustibil, cât și în industria lemnului.

Etajul boreal este poziționat la altitudini de peste 1400 m, fiind constituit din *ecosisteme de păduri de molid* (*Picea excelsa*), destul de compacte, fiind întrerupte doar în văile mai mari, unde s-au dezvoltat ecosisteme de luncă, în care este prezent de regulă aninul alb (*Alnus glutinosa*). În anumite condiții de topoclimat local cu inversiuni termice, acest ecosistem poate fi întâlnit și la altitudini mai coborâte – 700-900 m (ex. la contactul depresiunilor Giurgeu și Ciuc cu rama montană periferică). Orizontul boreal este destul de uniform din punct de vedere al compoziției, mai fiind uneori prezent scorușul *(Sorbus aucuparia*), paltinul de munte la altitudini mai mici (*Acer pseudoplatanus*), bradul (*Abies alba*) și fagul (*Fagus sylvatica*).

Morfologia coronamentului și modul de asociere al arborilor face ca sub coronamentul compact să pătrundă destul de puțină lumină și căldură, iar o parte importantă din precipitații este reținută în acest segment al vegetației. Condițiile nefavorabile de iluminare face ca substratul ierbos și cel sub-arbustivsă fie slab dezvoltat; este prezent un strat de mușchi care uneori se întinde pe suprafețe foarte extinse, unitar, din care apar din loc în loc exemplare de măcrișul iepurelui (*Oxalis acetosella)* și afin (*Vaccinium myrtillus).*

Pădurile compacte de molid dezvoltate în biotopuri favorabile sunt caracterizate de o densitate de cca 500 de arbori/ha, cu înălțime medie de cca 35 m și un diametru mediu de cca. 40 cm. Acestea sunt caracterizate de o dezvoltare a coronamentului cu precădere în partea superioară, ca urmare a elagajului ramurile inferioare uscându-se și desprinzându-se treptat, pe măsură ce condițiile de iluminare devin nefavorabile în urma creșterii în înălțime. În biotopurile cu aciditate mai ridicată din munții Călimani, Gurghiu și Harghita, unde solurile sunt mai scheletice, numărul de arbori poate crește până la 1000 – 1300, având însă înălțimi mai mici (cca. 20 – 25 m) și diametru de cca 20 cm. În aceste condiții mai restrictive, elagajul natural nu

mai este atât de manifest, astfel că arborii tind să aibă coroana dezvoltată în cea mai mare parte a trunchiului. Biomasa produsă de molidișuri este de cca 4-8 t/ha/an, din care cca jumătate reprezintă lemnul și jumătate este reprezentate de masa de acicule. Biomasa lemnoasă acumulată în pădurile de molid ajunge de regulă la valori de 150-400 t/ha.

Un aspect particular al acestui ecosistem este dat de faptul că, sistemul de înrădăcinare, superficială, creează premisele unei vulnerabilități ridicate în raport cu vânturile, care pot dezrădăcina ușor arbori pe suprafețe mari, generând pagube însemnate. Ulterior doborâturilor de vânt, până la refacerea molidișurilor, biocenoza specifică este înlocuită de diverse biocenoze stadiale.

În cadrul acestui tip de ecosistem sunt specifice o serie de lanțuri trofice (lanțurile consumatorilor de cetină – insecte, păsări; lanțurile consumatorilor de semințe – insecte, păsări, mamifere; lanțurile consumatorilor de lemn – insecte, fungi). O categorie aparte o constituie lanțurile consumatorilor de scoarță, dintre care, cu efecte economice negative prin devitalizarea rapidă a mari suprafețe de pădure se remarcă coleopterele din familia scolitidelor – gândacul mov de scoarță al molidului (*Ips typographicus, Ips amytinus*) și trombarul puieților de molid (*Hylobius abietis*), care reprezintă consumatori de ordinul 1. În categoria consumatorilor de ordinul II din acest lanț fac parte diferite păsări cățărătoare – ex. ciocănitoarea neagră (*Dryocopus martius*), ciocănitoarea de munte (*Picoides tridactylus alpinus*) ori alte insecte de pradă și insecte parazitare.

Din regnul animal mai fac parte păsări precum cocoșul de munte (*Tetrao urogallus*) și forfecuța (*Loxia curvirostra*), șorecarul comun (*Buteo buteo*), uliul porumbar (*Accipiter gentilis*), etc. Se adaugă mamifere cum sunt şoarecii (*Sicista betulina, Apodemus flavicollis*), veveriţa (*Sciurus vulgaris*), pârșul (*Dryomys nitedula*), jderul (*Martes martes*), râsul (*Lynx lynx*), lupul (*Canis lupus*), vulpea (*Canis vulpes*), iar vârful lanțului trofic este marcat de prezența ursului (*Ursus arctos*).

Din punct de vedere economic ecosistemul pădurilor de molid se remarcă prin valoarea lemnului de molid utilizat atât în industria lemnului, cât și ca materie primă pentru fabricarea de instrumente muzicale.

La altitudini superioare ecosistemelor forestiere boreale se dezvoltă ecosistemul tufărișurilor subalpine. Acestea s-au dezvoltat în relație cu un biotop restrictiv atât din punct de vedere climatic cât și din punct de vedere pedologic (soluri subțiri, scheletice, cu conținut redus de substanțe nutritive dar cu existența unui orizont superior bogat în humus brut), acid (pH – 4,2 – 5,4%) și conținut redus de baze (V: 13-16%).

Componenta vegetală este caracterizată de prezența unor specii cum ar fi jneapănul (*Pinus montana*), ienupăr (Juniperus sibirica), la care se adaugă ericacee – bujorul de munte (*Rhododendron kotschyi*). Specificul acestora este dat de prezența tulpinilor repente, cu ritm redus de creștere. Se adaugă ierburi și subarbuști cum ar fi degetăruț (Soldanella hungarica), rotunjoară (Homogyne alpina) și afin (*Vaccinium myrtillus*), precum și un strat de mușchi constituit din *Polytrichum comune, Dicranum scoparium* ori *Pleurozium scheberei*.

Lanțurile trofice specifice susțin o componentă animală în care se remarcă numeroase păsări insectivore (ex. pitulicea - *Phylloscopus collybita*), mamifere (ex. chițoranul mic – *Sorex minutus*) și păsări de pradă, comune cu cele din etajul superior montan.

Ecosistemul pajiştilor. Prezența unor masive montane care depășesc 1700 m altitudine (Munții Harghita și Munții Călimani) a favorizat existența acestui tip de ecosistem care este caracterizat de prezența unor asociații ierboase în care se regăsesc specii cum sunt părușca (*Festuca supina*),

păiușul roșu (*Festuca rubra*), firuța (Poa pratensis), chimenul (Carum carvi), iarba vântului (Agrostis tenuis), etc., la care se adaugă uneori și părul porcului (*Nardus stricta*), ultima contribuind la scăderea calitativă a biomasei specifice.

Aceste asociații valorifică potențialul ecologic al culmilor caracterizate de un climat cu aport ridicat de precipitații dar cu temperaturi medii anuale care în general sunt sub 2°C și cu o durată de până la 6 luni a persistenței starului de zăpadă, cu vânturi puternice; solurile sunt scheletice, sărace în humus și cu caracter acid (pH 4 - 5,5%), și un grad redus de saturație în baze (4-25%). Una din trăsăturile principale ale acestor ecosisteme este dată de ciclul scurt de vegetație, transpusă într-o acumulare redusă de biomasă (0,4 – 1,2 t/ha), crescând de regulă spre altitudini mai mici. Înălțimea covorului vegetal variază de regulă între 15 și 25 cm, putându-se observa o stratificare a acestuia: gramineele și ciperaceele constituind stratul cel mai înalt, la care se adaugă un strat mai scund, în care apar de obicei specii de dicotiledonate cu înălțime de cca 10 cm.

În restul masivelor montane și în etajul deluros pajiștile au rezultat în urma defrișărilor și au o compoziție în care se regăsesc specii precum *Agrostis tenuis* și iarba calului (*Festuca rupicola*).

Lanțurile trofice specifice sunt alcătuite din insecte, insecte de pradă, formicide (*Formica polyctena*), sopârle (*Lacerta vivipara*), păsări insectivore – brumărița de stâncă (*Prunella collaris*), fluturașul de piatră (*Tichodroma moraria*). Dintre mamifere se remarcă capra neagră (*Rupicapra rupicapra*).

Importanța economică a acestor ecosisteme derivă din suportul pe care îl reprezintă pentru pășunatul animalelor, în special al oilor.

Cu caracter azonal se înscrie ecosistemul pădurilor de luncă. Acesta este prezent în toate subunitățile de relief, în general de dimensiuni reduse în spațiul montan și mai extinse spre subunitățile deluroase și depresionare, acolo unde morfologia văii este de natură să favorizeze o predominanță a aluvionării și în care importanța componentei hidrice este ridicată, atât cantitativ dar și din punct de vedere al sezonalității (ape mari, revărsări, etc). diversitatea biotopurilor asociate pe suprafețe relativ reduse conduce spre o mozaicare a biocenozelor: de pădure, de pajiște, de mlaștină, acvatice.

În etajul montan se remarcă prezența aninului alb (*Alnus incana*), la deal nota specifică este dată de arinul negru (*Alnus glutinosa*), iar în Culoarul Târnavei Mari specificul este dat de speciile de sălcii (*Salix alba, Salix fragilis*) și plop (*Populus alba, Polulus nigra, Populus conescens*), cu precizarea că intervenția antropică asupra acestor ecosisteme a fost una puternică, soldată cu reducerea suprafețelor în stare de naturalitate. Speciilor arboricole li se adaugă specii arbustive cum sunt socul negru (*Sambucus nigra*) și arțarul tătărăsc (*Acer tataricum*). În seria speciilor ierboase se înscriu laptele cucului (Euphorbia amygdaloides), plămânărică (*Pulmonaria officinalis*), coada calului *(Equisetum arvense*), și graminee cum ar fi ovăsica (*Brachypodium sylvaticum*).

Tot cu caracter azonal se remarcă *ecosistemele zonelor cu exces de umiditate*, în climat montan. Acestea s-au format în zonele plane din masivele vulcanice, pe platouri structurale sau în foste cratere; aici s-au format tinoave - mlaștini oligotrofe, dezvoltate într-un mediu acidofil (pH – 3,5 – 5%) caracterizat de o componentă hidrică săracă în substanțe chimice biogene, cu prezența suspensiilor organice și acizilor humici sub formă colidală; sunt prezente specii precum Sphagnum sp., bumbăcărița (*Eriophorum angustifolium*), coada zmeului (*Calla palustris*), roua cerului (*Drosera rotundifolia L*. Se adaugă specii de arbori care însă cresc izolat, cu exemplare distrofice din speciile *Picea, Pinus* sau *Betulus*. Regnul animal este reprezentat prin prozoare,

ostracode, coleoptere, etc, precum și reptile cum ar fi tritoni, salamandre și mai rar batracieni. Importanța științifică ridicată a condus la asocierea statutului de rezervație botanică pentru tinoavele Luci (Munții Harghita), Mohoș (Munții Harghita) și Kicsi (Munții Nemira).

Sunt prezente și o serie de mlaștini eutrofe, dezvoltate în zonele de stagnare a apelor din vatra depresiunilor intramontane ori în zonele plane din bazinele afluente ale Oltului; compoziția floristică este caracterizată de existența unor specii din genurile *Sphagnum, Amblystegium și Acrocladium* peste care au găsit condiții de dezvoltare specii precum *Carex sp., Veratrum album* (bozățel), *Eriophorum vaginatum* (bumbăcărița), *Dryoptens cristata* (curechi-de-munte), *Nephodium thelypteris* (ferigă de apă), etc. (Cocean et al., 2013). Mai importante sunt mlaștinile: Beneș (având cea mai mare suprafață din județ – 53 ha), Borsáros, Csemö, Nádas, Nyirkert, Valea de Mijloc, situate în Depresiunea Ciucului; Budoș, Dumbrava Harghitei, (Munții Harghita), Mlaștina cea Mare, Mlaștina după Luncă situate în Depresiunea Gheorgheni.

Până în prezent, pe teritoriul județului Harghita au fost inventariate un număr de 69 de areale încadrate în categoria turbării și zone umede; acestea însumează o suprafață de 270 ha și sunt localizate pe teritoriul unităților administrativ-teritoriale: Bilbor, Ciceu, Corund, Joseni, Lupeni, Mădăraș, Miercurea Ciuc, Plăiești de Jos, Racu, Sâncrăieni, Sântimbru, Suseni, Toplița, Tușnad și Voșlăbeni.

Ecosistemele halofile sunt prezente în strânsă legătură cauzală și spațială cu orizontul salifer aproape de suprafața topografică și de existența solurilor halomorfe (Depresiunea Praid); sunt prezente specii vegetale halofile cum ar fi floarea sării (*Limonium gmelini*), iarba sărată (Salsola soda), pelinul salifer (*Artemisia salina*), brânca (*Salicornia europaea/Salicornia herbacea*), brădișor (*Lycopodium selago*), steliță (*Aster tripolium*), loboda (*Atriplex triangularis)*, rourică (*Glyceria distans salina*). Fauna acestor ecosisteme este una adaptată strict biotopului restrictiv, fiind puțin diversificată (ex. fluturi - *Cucullia asteris*)

Ecosistemele de stâncărie și grohotișuri sunt asociate spațial de obicei cu arealele montane calcaroase, dar pot fi întâlnite izolat, pe spații mai restrânse, și în alte compartimente montane. Cele mai tipice astfel de ecosisteme sunt prezente în Munții Hășmaș, în sectoarele de defileu ale Mureșului și Oltului, în sectoarele de chei (Cheile Vârghișului). Dintre speciile vegetale pot fi amintite: sânziana de stâncă (*Galium anisophyllon*), cimbrul mare de munte (*Acinos alpinus*) și asociații de *Vaccinio – Pinetum sylvestris*. Fauna specifică se remarcă prin prezența unor reptile cum ar fi vipera (*Vipera berus*) ori șopârla de piatră (*Podarcis muralis*) și păsări precum mierla de piatră (Monticola saxatilis), brumărița de stâncă (*Prunella collaris*), stîncuța (*Coleus monedula*), vânturelul roșu (*Falco tinnunculus*) și acvila de munte (*Aquila chrysaetos*)

Larga extensiune a ecosistemelor forestiere dar și a celor de pajiști de pe teritoriul județului Harghita, a influențat existența unei diversități mari a ciupercilor, care se constituie ca un regn aparte în cadrul biotei. Sunt prezente numeroase specii de ciuperci comestibile: ghebele de vară (Armillaria tabescens), hribul arămiu/mânătarca (*Boletus aereus*), pitarca (*Boletus luridus*), buretele de mai (Calocybe gambosa), trâmbița piticilor/buretele de toamnă (*Craterellus cornucopiodes*), gălbior (*Hygrophoropsis aurantica*), buretele de stejar (*Xerocomellus rubellu*s), ciuperca de pădure (*Agaricus silvicola*), hribul (*Boletus edulis*) ori păstrăvul de fag (*Pleurotus ostreatus*), dar și specii toxice pentru om: muscarița (*Amanita muscaria*), ciuperca albă (*Agaricus xanthodermus*), buretele viperei (*Amanita phalloides*), ciuperca crăpată (*Inocybe rimosa*), etc.

2.6.2. Ecosisteme acvatice pe teritoriul județului Harghita

Densitatea mare a rețelei hidrografice tributare Oltului și Mureșului dar și Trotușului ori Bistriței a generat constituirea și larga extensiune a habitatelor acvatice asociate apelor curgătoare; prezența unor lacuri antropice ori a celor naturale completează și diversifică biotopul specific acvatic. Biocenoza (speciile din regnul vegetal cât și din cel animal) prezintă numeroase adaptări la mediului acvatic, atât de factură morfologică cât și funcțională; lanțul trofic specific este completat de păsări care cuibăresc permanent sau păsări călătoare (vegetația macrofitelor palustre oferind adăpost și hrană), la care se adaugă mamifere cum ar fi castorul (*Castor fiber*) (reintrodus în bazinul Vârghișului).

Ihtiofauna este diferențiată în funcție de particularitățile fizico-chimice și dinamice ale mediului acvatic. În etajul montan sunt prezenți pești din familia salmonidelor – păstrăvul (*Salmo trutta fario*), lipanul (*Thymallus thymallus*), zglăvocul (*Cottus gobio*) și moioagă (*Barbus meridionalis*). Etajul deluros este caracterizat de prezența unor pești precum mihalțul – specie ocrotită (*Lota lota*), scobarul (*Chondrostoma nasus*), cleanul (*Leuciscus cephalus*), porcușorul (*Gobio gobio*), bibanul (*Perca fluviatilis*)

2.6.3. Ecosisteme terestre antropogene pe teritoriul județului Harghita

Interferența activităților antropice cu mediul biotic a îmbrăcat diferite forme, unul din rezultate fiind concretizat sub forma constituirii unor ecosisteme modificate atât din perspectiva biotopului, cât și din perspectiva biocenozei. Pe teritoriul județului Harghita sunt prezente o serie de areale în care se conturează astfel de situații. Cu un grad mai ridicat de modificare se înscriu: ecosistemele lacurilor de acumulare (Frumoasa, Gheorgheni, Mesteacăn, Oii, Zetea), ecosistemele exploatărilor miniere (cariere și halde de steril), agroecosistemele (viti-pomicol în Dealurile Târnavei Mari, Subcarpații Târnavelor, legumicol în Culoarul Târnavei Mari, Depresiunea Giurgeu, Depresiunea Ciuc) și ecosistemele habitaționale (rurale și urbane). În ansamblu, acestea se caracterizează de o modificare semnificativă a structurii și funcționării biotopurilor, fapt ce a determinat o modificare cantitativă (ex. reducerea numărului de exemplare) și calitative din cadrul biocenozelor (modificarea lanțurilor trofice, dispariția unor verigi din lanțul trofic, introducerea de specii noi, etc.).

2.6.4. Asociații vegetale

Pe teritoriul județului Harghita, conform Hărții Geobotanice a României (Institutul Geologic al României, 1973), sunt prezente opt asociații vegetale, dispuse în concordanță cu tipul de ecosisteme, care reflectă variabilitatea condițiilor naturale și intervenția factorului antropic.

Asociația de vegetație 7. Este constituită din păduri de *Quercus sessiflora* cu sau fără *Fagus sylvatica, Q. cerris, Q. frainetto* și asociații de *Poa nemoralis, Galium vernum, G. schlissel, Luzula luzuloides, Genista tinctoria, Carex montana, Dentaria bulbifera, Melica uniflora* cu *Campanula persicifolia, Chrysanthenum corymbosum, Veronica officinalis*, etc. Această asociație vegetală are o pondere de cca. 2% din teritoriu și este distribuită insular în Dealurile Târnavei Mari, Subcarpații Târnavelor și Subcarpații Homoroadelor, precum și pe mici areale în Munții Harghita, la altitudini de până la 800 m.

Asociația de vegetație 8. Este constituită din pajiști și culturi în locul pădurilor de *Quercus sessiflora* în care domină asociații de *Agrostis tenuis, Festuca valesiaca* și local, de *Festuca rubra, Nardus stricta, Nardus stricta, Genista sagittalis, Vulpia myuros, Pteridium aquilinum,* etc. Această asociație vegetală are o pondere de cca. 23% din teritoriu și este constituită din așa-numitele pășuni secundare, rezultate în urma defrișării pădurilor de foioase, amestec sau de

conifere. Suprafețe mai extinse sunt prezente în sud-vestul și nord-estul Munților Gurghiu, în Munții Ciucului și în Munții Giurgeului.

Asociația de vegetație 9. Este constituită din păduri de *Fagus sylvatica (Fagia sylvaticae)* cu sau fără *Quercus sessiflora, Picea excelsa, Abies alba* și asociații de *Asperula odorata, Asarum europaeum, Galeobdolon luteum, Festuca drymeia, Salvia glutinosa, Symphitum cordatum* cu *Sanicula europaea, Hieracium sylvaticum, Majantheum bifolium, Moehringia trinervia, Cardamine impatiens, Pirola secunda, Paris quadrifolia*, specii de mușchi și de ferigi. Această asociație vegetală are o pondere de cca. 8,5 % din teritoriu, fiind larg răspândită în Subcarpații Târnavelor, Subcarpații Homoroadelor, vestul și sud-vestul Munților Gurghiu, sudul Munților Harghita.

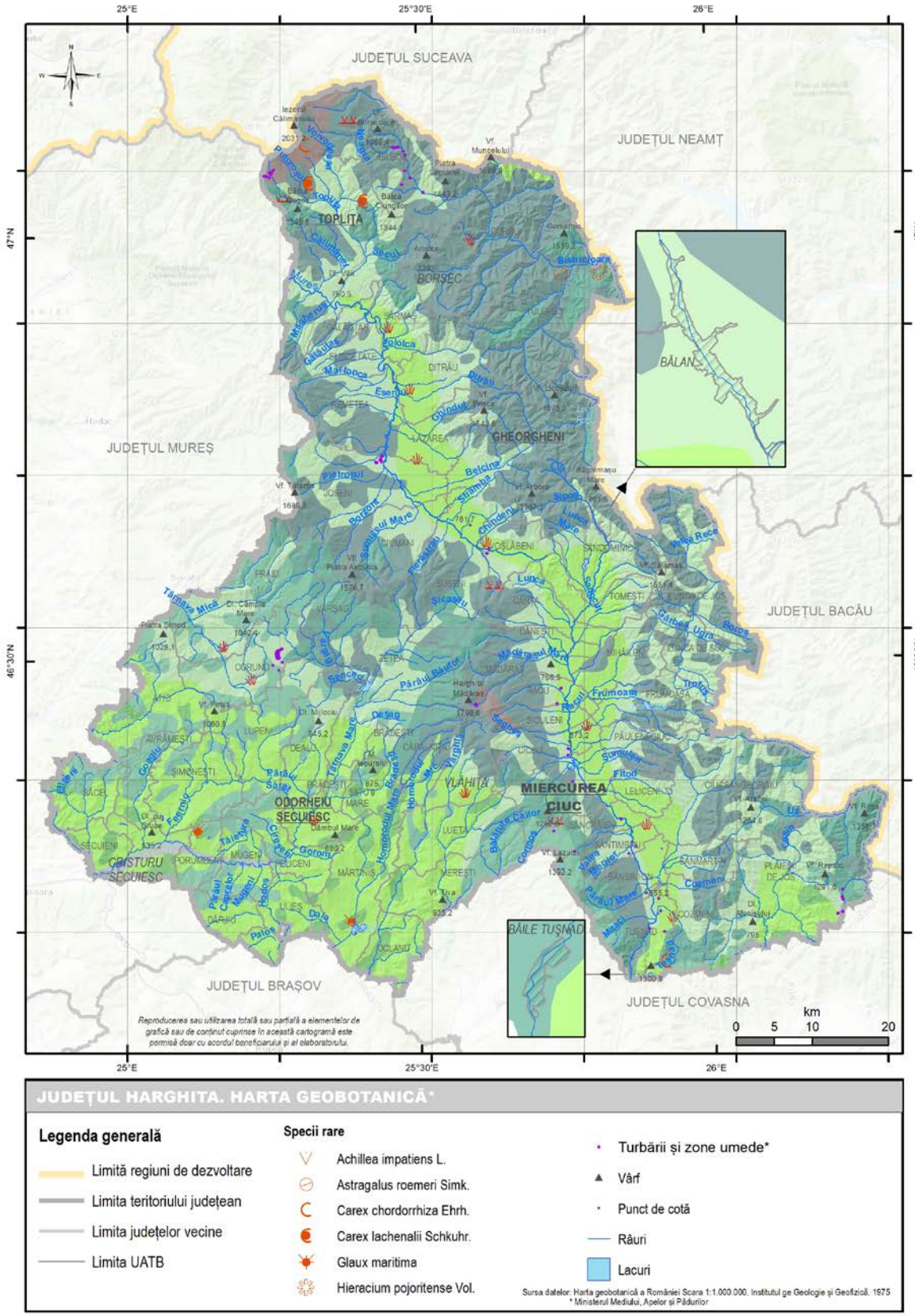
Asociația de vegetație 10. Este constituită din păduri de amestec *Fagus sylvatica, Picea excelsa și Abies alba* cu: *Campanula abietina, Ranunculus carpaticus, Soldanella montana, Symphitum cordatum, Paris quadrifolia*, etc. Această asociație vegetală are o pondere de cca. 9,3 % din teritoriu, fiind prezentă cu precădere pe interfluviile din zona subcarpatică înaltă și în zona montană: Munții Gurghiu, Munții Harghita, M. Bodoc, Munții Nemira, Munții Giurgeu și sudul Munților Călimani.

Asociația de vegetație 11. Este alcătuită din păduri de *Picea excelsa* cu sau fără *Abies alba, Fagus sylvatica* și asociații de *Polytrichum, Hypnum triquetrum, Dryopteris filix mas, Athyrium filix femina, Aspidium spinulosum, Oxalis acetosella, Soldanella montana, Dentaria glandulosa, Luzula sylvatica cu: Lycopodium anntinum, Lycopodium selago, Polygonatum verticillatum, Prenanthes purpurea, Listera cordata*, etc. Această asociație vegetală are o pondere de cca. 29 % din teritoriu, fiind prezentă în estul Munților Gurghiu, estul, nordul și nord-estul Munților Harghita, Munții Ciucului, Munții Giurgeului și Munții Călimani.

De regulă este regăsită la altitudini de peste 1000 m, însă pe suprafețe destul de extinse este prezentă și în cadrul depresiunilor intramontane Giurgeu – Ciuc unde inversiunile termice creează condiții favorabile pentru speciile caracteristice, fiind astfel prezentă în zona de racord a depresiunilor cu spațiul montan. De asemenea, datorită altitudinilor ridicate, depresiunile Drăgoiasa, Secu, Bilbor, Borsec au suprafețe importante în care este prezentă această asociație vegetală.

Asociația de vegetație 12. Este alcătuită din pajiști în locul pădurilor de *Fagus sylvatica, Picea excelsa* și a pădurilor de amestec, în care domină asociațiile de *Festuca rubra ssp. fallax, Nardus stricta, Festuca supina, Agrostis tenuis, Deschampsia flexuosa, Vaccinium myrtillus și speciile: Primula elatior, Orchis maculata, Gymnadenia conopea, Alchemila hybrida, Veratrum album, Geum rivale, Gentiana asclepiadea*, etc. Această asociație vegetală are o pondere de cca. 26 % din teritoriu, fiind foarte bine reprezentată în compartimenul deluros-subcarpatic din sud-vestul județului, în fâșia centrală și central-estică a depresiunilor Giurgeu-Ciuc, precum și în Depresiunea Plăieși.

Asociația de vegetație 13. Este constituită din pajiști cu asociații din etajul alpin inferior: *Festuca supina, Nardus stricta, Festuca rubra ssp. fallax, Agrostis rupestris, Potentilla ternata, Geum montanum, Vaccinium vitis idaea, Vaccinium myrtilus, Juniperus sibirica, Pinus montana* și din etajul montan superior: *Carex curvula, Juncus trifidus, Ranunculus crenatus, Salix herbacea, Primula minima, Loiseluria procumbens, Vaccinium uliginosum, Rhododendron kotschii, Elyna myosuroides, Silene acualis, Festuca amethystina, Minuartia setacea.*



Cartograma nr. 26: Harta geobotanică a județului Harghita

Sursa: Harta Geobotanică a României, Institutul Geologic al României, 1973



Figura nr. 58: Harta geobotanică – legenda

Sursa: Harta Geobotanică a României, Institutul Geologic al României, 1973

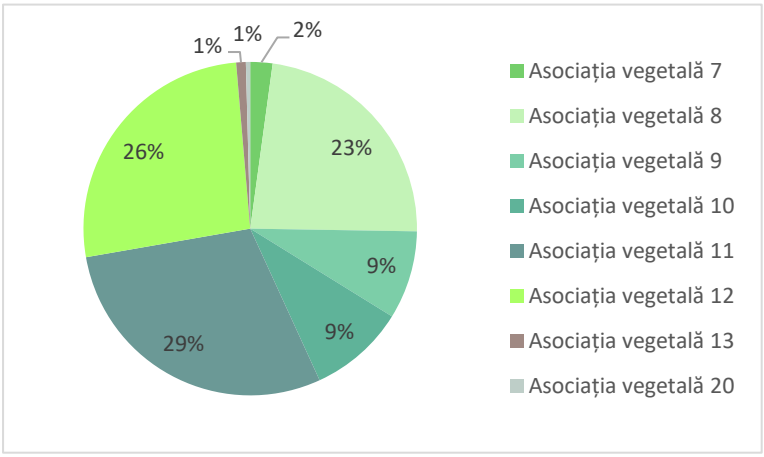


Figura nr. 59: Ponderea suprafețelor ocupate cu principalele asociații vegetale pe teritoriul județului Harghita

Sursa: Autorii

Fiind o asociație vegetală localizată în etajul superior al zonei montane, aceasta are o pondere redusă – cca. 1 % din teritoriu; este prezentă în Munții Călimani și Munții Harghita, în general la altitudini care pot coborî spre 1200 m în anumite condiții de expoziție și topoclimat.

Asociația de vegetație 20. Este constituită din culturi și pajiști cu asociații din lunci în sectoarele de deal: *Agrostis stolonifera, Festuca pratensis, Alopecurus pratensis, Poa pratensis* și din lunci în sectoare de deal și depresiuni subcarpatice: *Agrostis canina, Holcus lanatus, Arrhenatherum elatius*, etc. Și această asociație vegetală o pondere redusă – cca. 1 % din teritoriu, fiind cel mai bine reprezentată în Culoarul Târnavei Mari.

2.7. Fondul forestier și vegetal

Particularitățile cadrului natural din județul Harghita creează condițiile de favorabilitate pentru o bună dezvoltare a fondului forestier, astfel încât această categorie funciară să aibă o pondere de 36,7% din suprafața administrativă a județului.

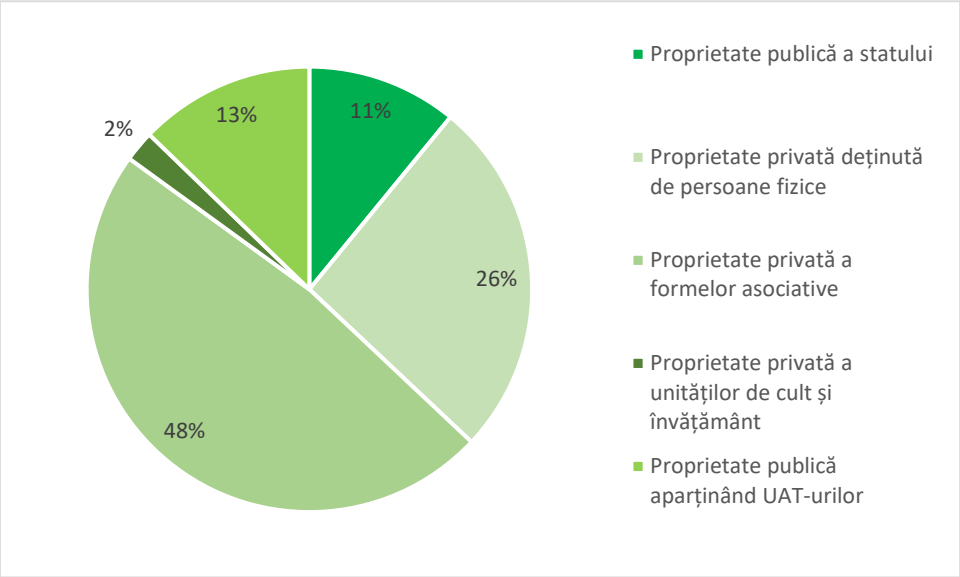


Figura nr. 60: Ponderea suprafețelor de pădure după tipul de proprietate la data de 31.12.2022

Sursa datelor: Direcția Silvică Harghita

Tabel nr. 12: Distribuția fondului forestier pe tipuri de proprietate la data de 31.12.2022

Tip de proprietate	Suprafața (ha)
Proprietate publică a statului	22631
Proprietate privată deținută de persoane fizice	54061
Proprietate privată a formelor asociative	99398
Proprietate privată a unităților de cult și învățământ	4639
Proprietate publică aparținând UAT-urilor	26443

Sursa: Direcția Silvică Harghita

Din punct de vedere al repartiției geografice pădurile se regăsesc în toate subunitățile de relief, astfel că sunt bine reprezentate pădurile de foioase/etajul nemoral (cvercinee și făgete) până la altitudini de cca 1000 m, după care, până la cca 1300-1400 m sunt prezente pădurile de amestec; peste această altitudine sunt prezente pădurile de conifere, în care pe lângă specia dominantă – molid (*Picea excelsa*) mai pot fi prezente areale cu brad (*Abies alba*), larice (*Larix decidua*), iar în anumite contexte topoclimatice sunt prezente și specii de foioase cum ar fi scorușul (*Sorbus aucuparia*), paltinul de munte (*Acer pseudoplatanus*) și fagul (*Fagus sylvatica*).

Ca și forme de proprietate, cea mai mare parte (48%) este constituită ca proprietate privată a formelor asociative, 26% este constituită ca proprietate privată deținută de persoane juridice, 13 % este constituită ca proprietate publică aparținând UAT-urilor, 11% este în proprietatea publică a statului, iar 2% aparține diferitelor unități de cult și unor unități de învățământ.

Conform datelor primite de la Direcția Silvică Harghita, doar o parte din suprafața forestieră a județului (86.281 ha) este administrată de către această instituție ca unitate a Regiei Naționale a Pădurilor – Romsilva, iar restul suprafeței se află în administrarea altor șapte structuri private de administrare silvică – ocoale silvice de regim, care administrează suprafețe publice ale diferitelor UAT-uri și suprafețe aflate în proprietate privată a persoanelor fizice și juridice.

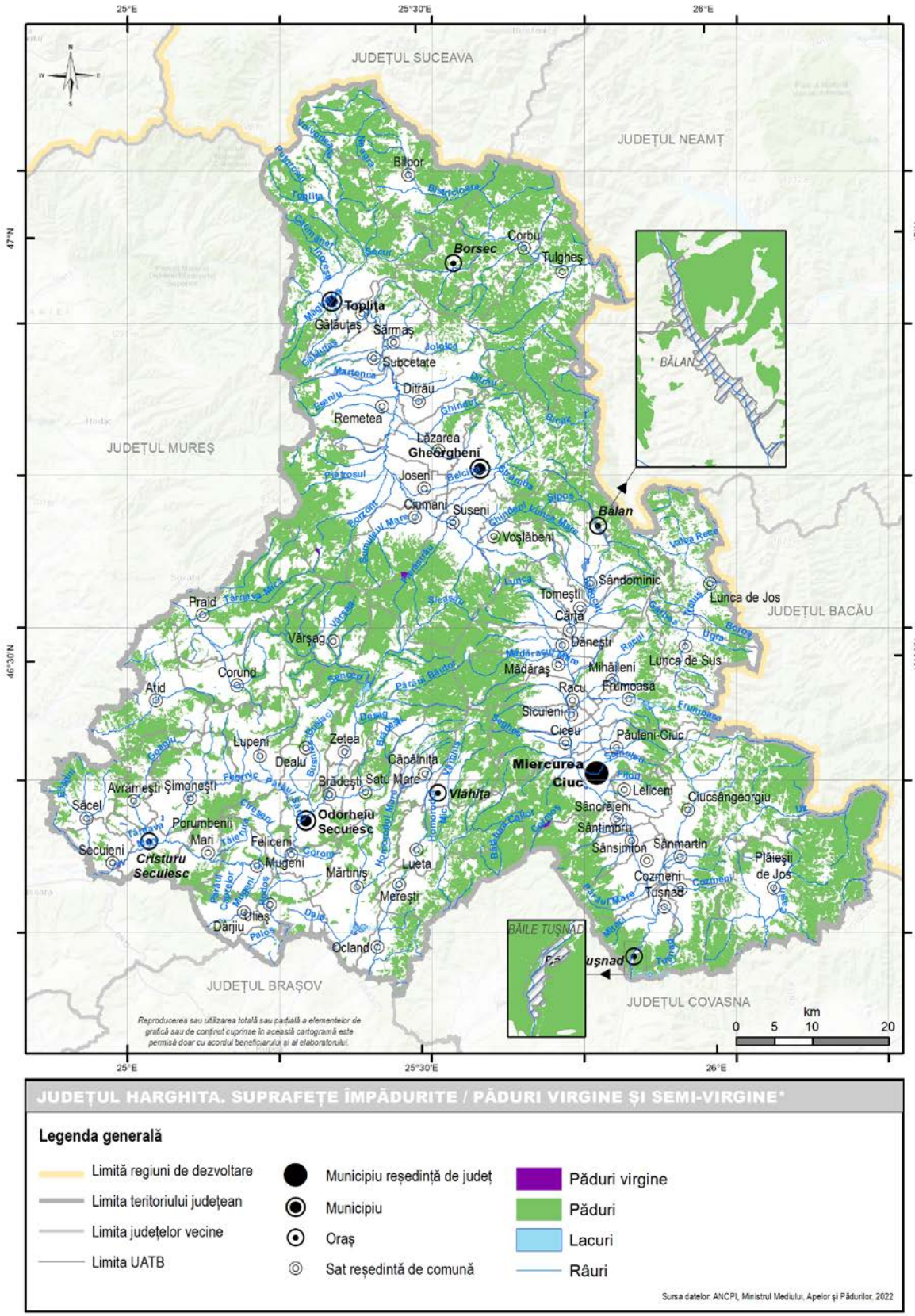
Ca structură organizatorică, Direcția Silvică Harghita are în componență cinci ocoale silvice – Borsec, Homorod, Miercurea Ciuc, Toplița și Tulgheș. La nivelul acestor ocoale silvice, în perioada 2018-2022 suprafața fondului forestier aflată în proprietatea statului a înregistrat o ușoară diminuare , de la 30 ha în cadrul Ocolului Silvic Tulgheș, la 94 ha în Ocolul Silvic Toplița și 189 ha în Ocolul Silvic Borsec. Doar în cadrul Ocolului Silvic Homorod s-a înregistrat o creștere cu 19 ha a suprafeței forestiere, în timp ce în Ocolul Silvic Miercurea Ciuc suprafața a rămas constantă.

Tabel nr. 13: Evoluția suprafeței forestiere aflate în proprietatea statului, la nivel de ocoale silvice din județul Harghita, în perioada 2018 – 2022

An / Ocol silvic	2018	2019	2020	2021	2022	Variația perioadei (ha)
Borsec	7246	7246	7246	7246	7057	-189
Homorod	2939	2928	2930	3002	2958	19
Miercurea Ciuc	1153	1153	1153	1153	1153	0
Toplița	4127	4114	4109	4079	4033	-94
Tulgheș	7035	7025	7023	7022	7005	-30

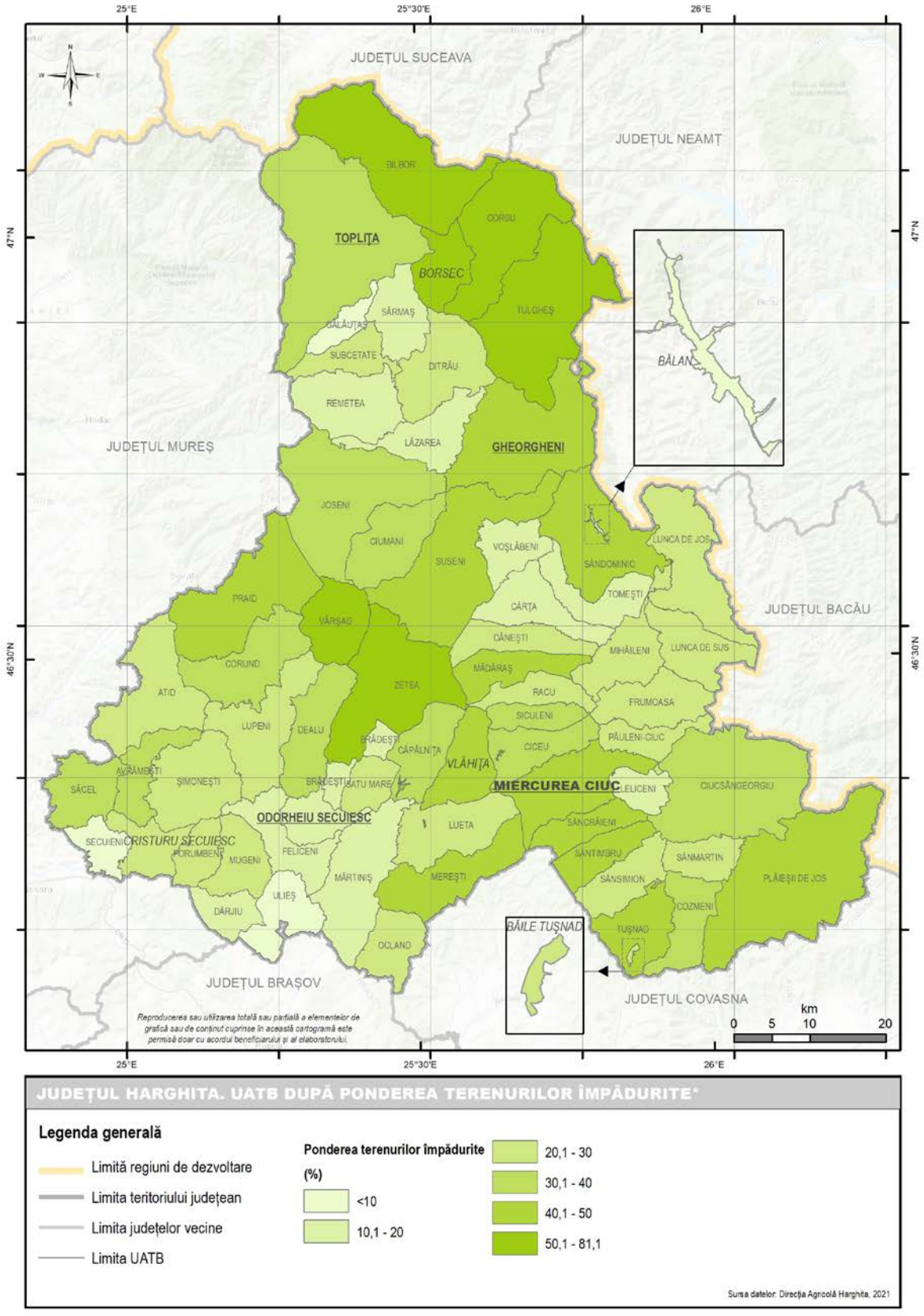
Sursa: Direcția Silvică Harghita

În ceea ce privește distribuția fondului forestier la nivel de unități administrativ-teritoriale, se constată faptul că există o mare variabilitate în ceea ce privește ponderea acestei categorii funciare în totalul fondului funciar. Astfel, conform datelor obținute de la Direcția Agricolă Județeană Harghita, ponderile cele mai mici sunt înregistrate în cazul unităților administrativ-teritoriale Bălan (0%), Ulieș (5,8%), Secuieni (6,7%) și Gălăuțaș (9,2%).



Cartograma nr. 27: Distribuția spațială a fondului forestier

Sursa datelor ANCPI, Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor, 2022



Cartograma nr. 28: UATB după ponderea suprafețelor împădurite

Sursa datelor: Direcția Agricolă Harghita, 2021

Cele mai mari ponderi sunt înregistrate în cazul unităților administrativ-teritoriale Tulgheș (69,3%), Bilbor (75,8%) și Borsec (81,1%). În valori absolute, cele mai mari suprafețe sunt înregistrate în cazul unităților administrativ-teritoriale Bilbor (peste 17.000 ha), Tulgheș (aproape 17.000 ha), Toplița (aproape 13.000 ha), Plăieșii de Jos (aproape 12.000 ha) și Zetea (peste 10.000 ha).

Înafara exploatării în scop economic, fondul forestier suferă diminuări și datorită unor fenomene independente de factorul uman. Astfel, conform datelor obținute de la Direcția Silvică Harghita, în anul 2020, în cadrul ocoalelor silvice din subordine, suprafețe destul de mari au fost afectate de doborâturi de vânt (ex. 3.379 ha în Ocolul Silvic Borsec, și peste 2.000 ha în celelalte ocoale silvice, cu excepția Ocolului Silvic Homorod, unde aceste fenomen a afectat o suprafață mai mică – 1.310 ha); de regulă, cele mai afectate de vânturile de intensitate mare sunt pădurile de conifere datorită sistemului de înrădăcinare superficială, a rezistenței specifice și a tipului de coronament.

Tabel nr. 14: Suprafețe forestiere afectate de doborâturi de vânt în păduri administrate de Direcția Silvică Harghita, în anul 2020

Ocolul silvic	Suprafața (ha)	Volum masă lemnoasă (mc)
Borsec	3379	104491
Homorod	1310	35005
Miercurea Ciuc	2285	81754
Toplița	2455	56316
Tulgheș	2343	42115

Sursa: Direcția Silvică Harghita

De asemenea, pădurile suferă din cauza diferiților dăunători, dintre care cea mai gravă situație se înregistrează în cazul pădurilor de conifere, afectate de gândacul de scoarță al molidului (Ips typographicus) care devitalizează arborii cu o rată extrem de mare. În pădurile administrate de Direcția Silvică Harghita, în anul 2020 suprafața totală afectată de diverși dăunători a fost de peste 16000 ha, ceea ce reprezintă aproape 20% din fondul forestier.

Tabel nr. 15: Suprafața afectată de dăunători în anul 2020

Ocolul silvic	Suprafața (ha)
Borsec	6250
Homorod	710
Miercurea Ciuc	4480
Toplița	3336
Tulgheș	1658

Sursa: Direcția Silvică Harghita

Incendiile de pădure reprezintă de regulă un fenomen izolat și accidental; în perioada 2018-2022 au fost afectate totuși cca 40 ha de pădure, cele mai mari suprafețe cu astfel de fenomene înregistrându-se în cadrul Ocolului Silvic Homorod (30 ha), iar în restul ocoalelor silvice suprafețele afectate au fost sub 5 ha.

Tabel nr. 16: Evoluția suprafețelor afectate de incendii de pădure în județul Harghita, la nivel de ocol silvic, în perioada 2018-2022

Ocolul silvic	2018	2019	2020	2021	2022	TOTAL (ha)
Borsec	0	0	2	0,3	0	2,3
Homorod	0	0	18,2	4	7,8	30
Miercurea Ciuc	0	0	0	4	0,1	4,1
Toplița	0,9	0	0	0	1	1,9
Tulgheș	0	1,73	0	0	0	1,73

Sursa: Direcția Silvică Harghita

Gestionarea fondului forestier are ca și componentă operațională efectuarea de lucrări care să asigure o stare ecologică echilibrată. Astfel, sunt realizate periodic lucrări de amenajare a bazinelor torențiale, realizarea de diguri și praguri de dirijare a apei; mai specifice sunt lucrările de împădurire care au ca scop principal menținerea relativ constantă a suprafețelor cu păduri, ca măsură de compensare a exploatării economice ori a distrugerilor datorită diverselor cauze (dăunători, incendii, doborâturi de vânt, etc.). Conform datelor furnizate de către Direcția Silvică Harghita, în perioada 2018-2022, în cadrul ocoalelor silvice din subordine au fost efectuate lucrări de împădurire care au totalizat cca 900 ha. Cele mai mari suprafețe pe care s-au efectuat astfel de lucrări sunt în Ocoalele silvice Miercurea Ciuc, Toplița și Tulgheș (cu peste 200 ha), Borsec (cca 135 ha) și Homorod (cca 60 ha).

Tabel nr. 17: Evoluția suprafețelor reîmpădurite (ha) în județul Harghita, la nivel de ocol silvic, în perioada 2018-2022

Anul / Ocolul silvic	2018	2019	2020	2021	2022	TOTAL (ha)
Borsec	24,3	26,22	28,12	27,26	28,8	134,7
Homorod	14,16	20,02	7,08	2,93	12	56,19
Miercurea Ciuc	47,4	62,3	69,6	36,7	63,75	279,75
Toplița	52,86	32,02	56,15	42,8	45,44	229,27
Tulgheș	47,81	37,31	25,4	58,9	37,24	206,66

Sursa: Direcția Silvică Harghita

Activitățile specifice de administrare și exploatare a fondului forestier implică și existența unei rețele de drumuri forestiere care să asigure accesul auto pentru activitățile specifice. În administrarea Direcției Silvice Harghita se află o serie de drumuri forestiere a căror lungime totalizează peste 470 km; cele mai mari lungimi sunt prezente în ocoalele silvice Borsec și Toplița (peste 150 km), urmate de ocoalele silvice Homorod și Tulgheș (peste 70 km).

Tabel nr. 18: Lungimea drumurilor auto de exploatare forestieră în administrarea Direcției Silvice Harghita, la nivel de ocol silvic, în anul 2022

Ocolul silvic	Borsec	Homorod	Miercurea Ciuc	Toplița	Tulgheș	Total (km)
Lungimea (km)	165,8	76	6,9	150,7	73,9	473,3
Pondere din total (%)	35,0	16,1	1,5	31,8	15,6	100

Sursa: Direcția Silvică Harghita

Conform datelor existente pe site-ul Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor, pe teritoriul județului Harghita există suprafețe forestiere încadrate în categoria pădurilor virgine. Definite ca fiind pădurile care s-au format exclusiv în mod natural și în care procesele ecologice, relațiile dintre biotop și biocenoză nu interferează cu activitatea antropică directă sau indirectă, desfășurându-se fără întrerupere din momentul formării spontane până în perioada actuală.

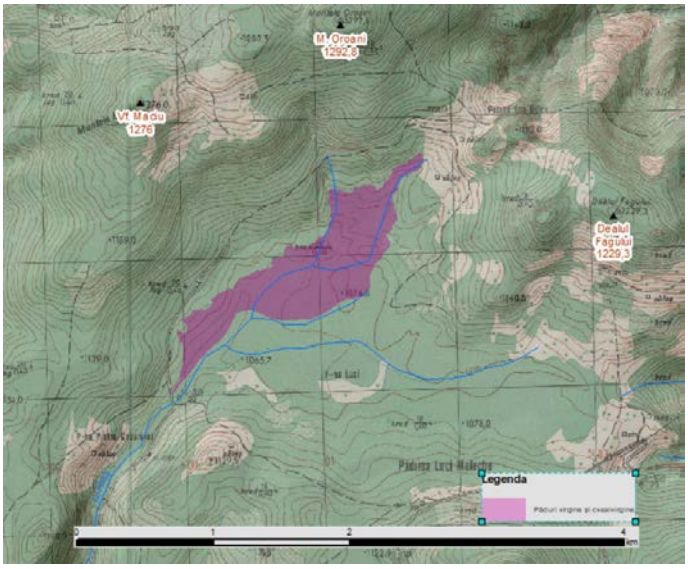


Figura nr. 61: Contextul morfologic de poziționare a pădurii virgine de la Tinovul Luci (M. Harghita)

Sursa: Autorii

Conform proiectului "Inventarul și strategia pentru gestionarea durabilă și protecția pădurilor virgine din România", o pădure virgină este considerată acea "pădure naturală în care speciile de arbori și arbuști se află în diferite stadii de dezvoltare a ciclului de viață (semințiș, nuieliș, prăjiniș, codru tânăr, codru matur, codru bătrân) precum și ca lemn mort aflat în diferite stadii de descompunere, generând o structură verticală și orizontală mai mult sau mai puțin complexă, consecință a proceselor ecologice naturale care asigură continuitatea pe durată nedeterminată a pădurii. În pădurile virgine dinamica naturală a pădurii (sistemelor vii) este strâns determinată de însușirile ecologice ale speciilor edificatoare de arbori și de impactul factorilor biotici și abiotici asupra ecosistemului. Apariția temporară a golurilor în arboret sau a unor suprafețe mai întinse fără arbori constituie parte a dinamicii pădurii virgine. În cadrul unei regiuni fitogeografice, pădurile virgine formează diferite tipuri de comunități/păduri, cu compoziție, structură spațială, dinamică și diversitate specifice, în funcție de condițiile staționale/biotop – altitudine, condiții geomorfologice, geologice, hidrologice, climatice și pedologice.

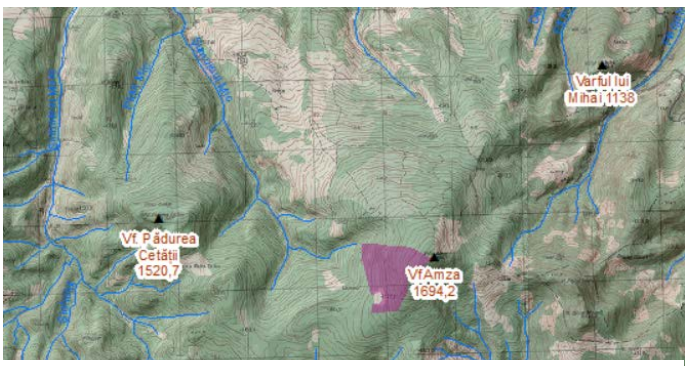


Figura nr. 62: Contextul morfologic de poziționare a pădurii virgine Delhia (M. Gurghiu)

Sursa: Autorii

Pădurile virgine reflectă legătura/relația strânsă dintre biocenoza forestieră și condițiile de mediu, creată de-a lungul timpului.“ (Biriș și Veen, 2005).

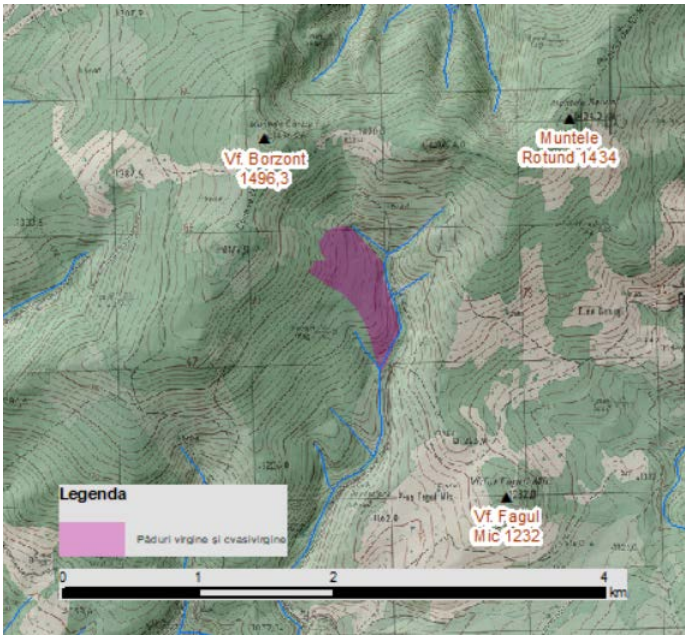


Figura nr. 63: Contextul morfologic de poziționare a pădurii virgine de la Fagu Mare (M. Gurghiu)

Sursa: Autorii

Din punct de vedere normativ, definirea pădurilor virgine este realizată în Ordinul nr. 3397/10 septembrie 2012. Conform acestui act legislativ sunt definite după cum urmează: pădurea virgină este acea pădure care s-a format și dezvoltat exclusiv sub acțiunea factorilor naturali și în care procesele ecosistemice în dinamica lor se produc fără nicio influență antropică directă sau indirectă. Pădurea cvasivirgină este pădurea virgină din trecut, care, între timp, a suferit modificări observabile nesemnificative asupra structurii, stațiunii și proceselor ecosistemice.

Pe teritoriu județului Harghita au fost desemnate și există ca atare în baza de date a Ministrului Mediului, Apelor și Pădurilor o pădure virgină - pădurea de la Tinovul Luci, și două păduri cvasivirgine – Pădurea Delhia și Pădurea Fagu Mare.

Pădurea de la Tinovul Luci este poziționată în partea estică a Munților Harghita, într-un fost crater, drenat în prezent de către bazinul superior al râului Cormoș; are o suprafață de cca 80 ha.

Pădurea Fagu Mare, este poziționată pe versantul sudic al aparatului vulcanic Borzont (Munții Gurghiu), în zona de obârșie a Târnavei Mari; are o suprafață de cca 32 ha.

Pădurea Delhia este poziționată pe flancul nord-vestic al culmii Amza din Munții Gurghiu, în zona de obârșie a râului Șumuleu Mic; are o suprafață de cca 32 ha.

Tabel nr. 19: Lista pădurilor virgine din județul Harghita

Denumire	UAT	Suprafață (ha)	Regim de proprietate	Tip	Altitudine minimă (m)	Altitudine maximă (m)
Delhia	Ciumani	32,20	Privată PF	Cvasivirgină	1500	1694
Fagu Mare	Joseni	31,70	Privată PJ	Cvasivirgină	1150	1360
Tinovul Luci	Miercurea Ciuc	79,68	Publică a statului	Virgină	1060	1085

(sursa: Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor, 30.08.2022

2.8. Peisajele naturale

Convenția europeană a peisajului (Legea 451/2002 pentru ratificarea Convenţiei europene a peisajului,adoptată la Florenta la 20 octombrie 2000) definește peisajul ca fiind o parte de teritoriu perceput ca atare de către populație, al cărui caracter este rezultatul acțiunii şi interacțiunii factorilor naturali şi/sau umani. Într-un sens mai specific, peisajul geografic reprezintă expresia stării sistemice a unui teritoriu, constituit din elementele structurale și relațiile dintre acestea.

Analiza peisajului geografic din județul Harghita, ca parte a documentației de amenajare a teritoriului de nivel județean s-a făcut având la bază o serie de principii:

- Principiul integrării holarhice, conform căruia teritoriul județean este abordat ca un întreg în care părțile componente interacționează în manieră sinergică, astfel încât rezultatul interacțiunii este mai mult decât o simplă însumare a părților constitutive, transpuse sub forma unor ansambluri teritoriale diferite calitativ.
- Principiul repartiției spațiale, conform căruia fiecare entitate peisagistică ocupă un anumit teritoriu cu o anumită extensiune
- Principul discontinuității relative, conform căruia modul de manifestare al elementelor constitutive depind de scara spațială de raportare și de timp, astfel încât pentru fiecare ordin de fenomene există praguri de manifestare și praguri de stingere.

Complementar acestor principii, în identificarea și delimitarea peisajelor geografice a fost aplicat criteriul tipologic din perspectiva principiul holarhiei, fiind identificate trei nivele taxonomice ale peisajului:

- nivelul I, derivat din caracteristicile principalelor trepte de relief (considerat ca element cu valențe de cauzalitate primară atât prin diferențierea pe orizontală, cât și prin etajarea pe verticală a altor elemente teritorial-sistemice)
- nivelul II, derivat din particularitățile subtipurilor de relief definitorii pentru teritoriul vizat și din condiționările specifice asociate modului de interacțiune între aceste subtipuri de relief și celelalte componente teritoriale (climat, vegetație, soluri, etc.)
- nivelul III, derivat din aspecte de morfo-funcționale de detaliu

Nivelul taxonomic de ordin inferior (geofaciesul și geotopul) nuanțează frecvent caracteristicile unităților și subunităților de peisaj, fiind însă integrate în caracteristicile de ansamblu, definitorii ale acestora, rezultate printr-o generalizare și printr-o integrare genetică, morfologică și funcțională.

În baza acestor repere metodologice, analiza teritorială a condus spre evidențierea a două tipuri majore de peisaj – *peisajul montan* și *peisajul deluros.*

Peisajul montan (PM) ocupă cea mai mare parte e teritoriului, fiind asociat subunităților montane care prin diversitatea petrografică și morfologică, prin fragmentare și prin etajare permit identificarea unor unități peisagistice de nivelul II, după cum urmează:

Peisajul montan alpin și subalpin (PMas) are o distribuție insulară, fiind asociat culmilor de maximă altitudine din Munții Călimani și Harghita unde, la altitudini de peste 1700 de m, condițiile de climă, pantă și sol au permis dezvoltarea unor asociații vegetale de tipul tufărișurilor și pajiștilor montane naturale sau secundare. Pretabilitatea principală este legată de utilizarea pentru păşunatul ovinelor. Într-un astfel de raport cu activitatea zootehnică este necesară evaluarea vulnerabilității la suprapășunat și efectele directe: reducerea diversității

speciilor ierboase care formează asociații vegetale tipice, iar pe de altă parte, vulnerabilitatea la eroziune accelerată datorită diminuării stratului ierbos cu rol de protecție a solului.

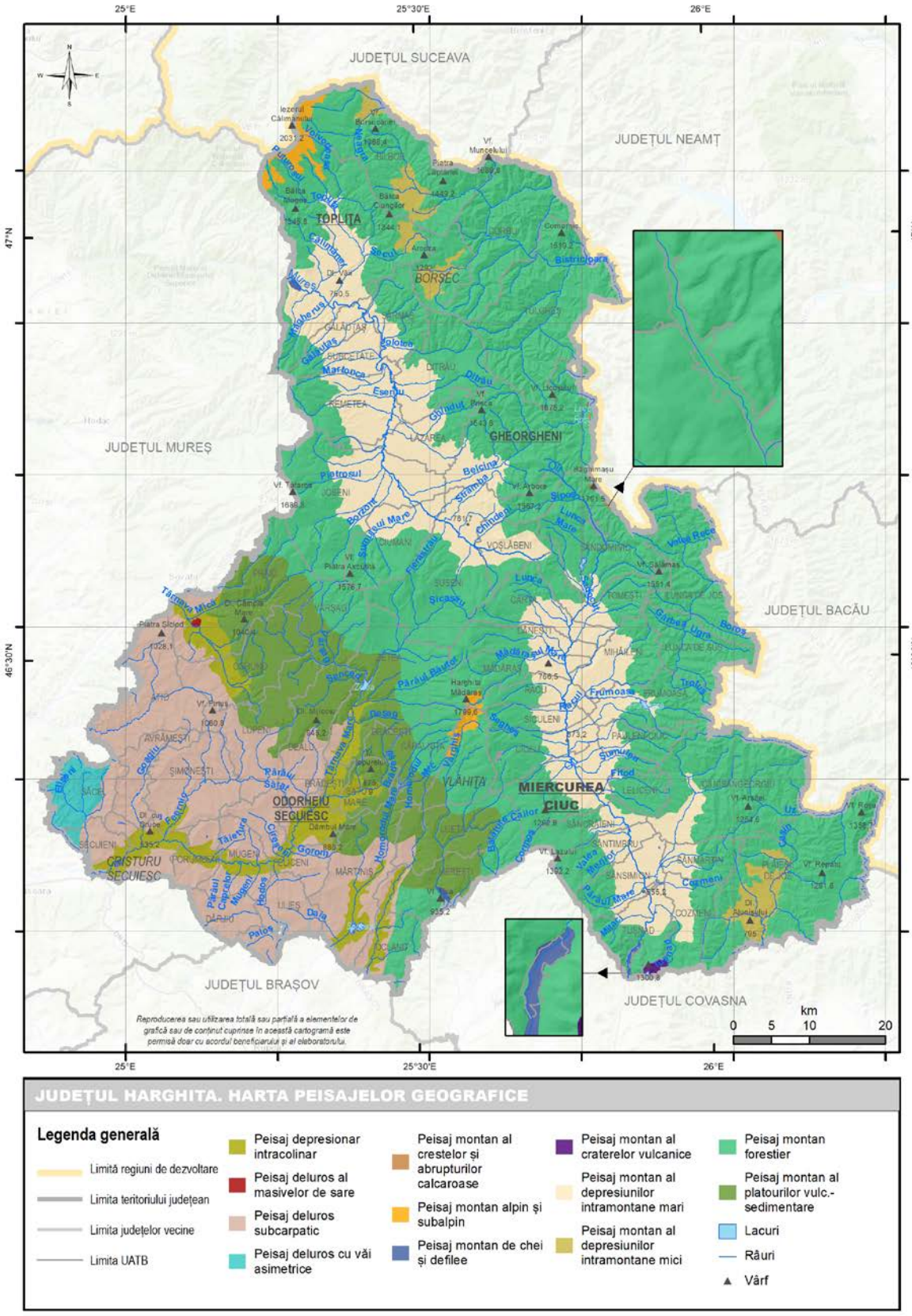
Peisajul montan forestier (PMf) ocupă o mare parte din teritoriul județului, în condițiile în care structurile montane, prin altitudine, climat și soluri, oferă condiții foarte favorabile pentru dezvoltarea pădurilor de foioase, de amestec și a celor de conifere. Acest subtip de peisaj este prezent în toate subunitățile montane, indiferent de natura substratului (vulcanic, metamorfic, sedimentar), fiind desfășurate de la baza lor până pe interfluviile cele mai înalte (în Munții Călimani petice de pădure sunt prezente până la altitudini de 1760 m). Pe anumite areale au fost întrunite condițiile pentru delimitarea și declararea unor zone cu păduri virgine (în Munții Gurghiu și Harghita).

Diversitatea condițiilor morfologice nuanțează caracteristicile acestui subtip de peisaj, în cadrul căruia pot fi identificate geotopuri particulare, cu caracter insolit, cum ar fi cele ale turbăriilor oligotrofe (Tinovul Luci din Munții Harghita ori Tinovul Rupturile Mici din Munții Nemira), ori geofaciesuri în care componenta naturală a fost puternic modificată în urma intervențiilor antropice, astfel că dezechilibrele sunt radicale și revenirea la starea de echilibru necesită un timp foarte îndelungat (ex. zonele de exploatări miniere, cariere, halde de steril). De asemenea, prticularitățile componentei relief (individual sau în asociere) permit identificarea unor geofaciesuri sau geotopuri cu caracter inedit. Astfel de taxoni inferiori se remarcă în teritoriu prin aspecte morfologice și funcționale de individualitate cum este cazul geotopului Piatra Șoimilor de pe versantul estic al conului vulcanic Pilișca, ori geofaciesurile conurilor vulcanice Haromul Mare și Haromul Mic (din partea nord-estică a structurii vulcanice Ciomatu).

Un taxon peisagistic de ordin inferior este cel asociat marilor văi care fragmentează spațiul montan și care au favorizat amplasarea de așezări în mici bazine depresionare alungite, care valorifică atât aspectele de favorabilitate morfologică, cât și cele de acces imediat la căile de transport rutiere ori feroviare (ex. valea Trotușului și valea Bistricioarei). Integrarea acestui geofacies de vale în nivelul superior se face atât pozițional, cât și funcțional, în condițiile în care atât fluxurile naturale cât și cele antropice sunt dependente și contiguitatea imediată (ex. materia primă lemnoasă).

Volumul considerabil de masă lemnoasă xistent în cadrul acestui tip de peisaj și valoarea economică a acestuia face ca în acest peisaj să se facă simțită frecvent intervenția antropică prin lucrări de defrișare, ceea ce constituie o vulnerabilitate specifică care se poate concretiza în diminuarea fondului forestier și în favorizarea proceselor de eroziune accelerată acolo unde pantele pot favoriza organizarea scurgerii pe versanți. Acest tip de intervenție este și cauza constituirii unor geofaciesuri de pajiști secundare, așadar a unor taxoni inferiori care se integrează genetic și funcțional în nivelul superior, conferindu-i acestuia, în anumite zone, un aspect mozaicat.

Peisajul montan al crestelor și abrupturilor calcaroase (PMac) are o extensiune mai redusă însă conferă un aspect de specificitate unor areale din Munții Hășmaș. În cadrul unităților de peisaj de acest fel specificul este dat de substratul calcaros și de pantele mari și foarte mari. Astfel, pe anumite suprafețe roca este lipsită de vegetație, fiind posibilă dezvoltarea unei morfologii tipice – litoclaze, lapiezuri de diferite tipuri și mărimi; la baza abrupturilor sunt prezente grohotișuri fixate sau semifixate. În raport cu problematica amenajării teritoriului,semnificația acestui subtip de peisaj derivă din valențele ecologice și estetice, turistice, astfel încât se impune limitarea tipurilor de intervenții.



Cartograma nr. 29: Peisaje geografice

Sursa: Autorii

Peisajul montan al craterelor vulcanice (PMcv) se remarcă prin caracterul său de unicitate la nivel național. În forma sa tipică este prezent doar în Masivul Ciomatu Mare, care reprezintă terminația sudică a structurilor vulcanice din Munții Harghita. Conservarea bună a morfologiei vulcanice tipice este legată de vârsta acestui aparat vulcanic și de stadiul de maturitate în care se află din punct de vedere evolutiv. Conservarea intactă a craterului și formarea unui sistem hidric endoreic a permis formarea Lacului Sf. Ana, astfel încât componenta hidrică intervine în mod determinant în structura și dinamica peisajului asociat. Tot componenta hidrică, în asociere cu cea climatică, petrografică, pedologică și biotică a determinat formarea unei mlaștini de tip oligotrof – Tinovul Mohoș, poziționat în imediata vecinătate la lacului, la nord-est față de acesta, într-o cavitate considerată de ca fiind geamănă (genetic și funcțional) cu cea în care este amplasat lacul (Schreiber, 1994).

Peisajul montan al platourilor vulcanogen-sedimentare (PMpv) este asociat spațial cu treapta morfostructurală vulcanogen sedimentară situată în partea vestică și sud-vestică a aparatelor vulcanice din Munții Gurghiu și Munții Harghita. Și în acest caz substratul are rolul determinant în a conferi principalele trăsături morfologice și funcționale. Astfel, petrografia dominată de aglomeratele vulcanice și vulcanogen-sedimentare, precum și panta redusă a acestei trepte morfologice a permis o bună conservare a morfologiei specifice - de platformă cu declivitate redusă spre bazinul sedimentar transilvănean, pe care rețeaua hidrografică nu a înlăturat-o decât în mică parte. În aceste condiții sunt caracteristice interfluviile largi care alternează cu văi încrustate, cu versanți destul de înclinați, adâncite până la sedimentarul din bază. Din punct de vedere altimetric, se remarcă frecvența ridicată a interfluviilor și vârfurilor poziționate la 800 – 1000 m, având astfel o poziție de tranziție între spațiul montan tipic și cel deluros învecinat spre vest. Acest lucru se transpune și într-o mozaicare accentuată a utilizării terenurilor, fiind prezente areale forestiere, zone cu arbuști, terenuri arabile și zone de culturi complexe.

Peisajul montan al depresiunilor intramontane mari (PMdima) ocupă suprafețe importante, asociate celor două depresiuni situate între structurile vulcanice și masivele metamorfice – Depresiunea Giurgeului și Depresiunea Ciucului. Larga extensiune a reliefului fluviatil (luncă și terase), defrișarea pădurilor pe cea mai mare parte a acestora și transformarea în terenuri agricole, precum și concentrarea preferențială a așezărilor în cadrul lor, sunt trăsăturile definitorii ale acestui peisaj. Diferențierile morfologice și funcționale ale acestui peisaj sunt concretizate în numeroase geofaciesuri a căror amprentă definitorie este pusă fie de caracteristicile morfometrice ale reliefului (pante reduse, care inhibă procesele geomorfologice, favorizează procesele acumulative și stagnarea apei – inclusiv formarea de mlaștini), fie de cele climatice (climat rece, cu inversiuni termice frecvente și de durată generatoare de inversiuni de vegetație) ori de componenta antropică care generează structuri și procese specifice ce interferează cantitativ și calitativ cu procesele naturale.

Peisajul montan al depresiunilor intramontane mici (PMdimi). În ciuda unei extensiuni mult mai reduse comparativ cu cazul anterior, acest tip de peisaj este asociat depresiunilor Draăgoiasa, Bilbor, Secu și Borsec. Aici altitudinile medii sunt de peste 900 m, ceea ce se transpune într-o extensiune mai mare a suprafețelor forestiere în care geofaciesul pădurilor de amestec sunt poziționați pe versanți iar în vatra depresionară sunt prezente geofaciesurile pădurilor de conifere. Extensiunea redusă a vetrelor depresionare și climatul montan aspre au limitat inserția și extensiunea geofaciesurilor antropizate (terenurile arabile au o pondere axtrem de redusă sau chiar lipsesc, iar în unele depresiuni structurile habitaționale permanente generează geofaciesuri cu încărcătură specifică redusă – ex. Depresiunea Drăgoiasa, Depresiunea Secu). Starea de naturalitate mai bine conservată și existența unor resurse de ape minerale conferă acestui peisaj o atractivitate turistică balneară semnificativă.

Peisajul montan de chei și defilee (PMcd) se constituie ca un nivel taxonomic inferior în cadrul celui montan, având rang de geofacies cu diferențieri morfologice de natură morfometrică care influențează în mod determinant distribuția și relația dintre toate componentele peisajului (rocă, apă, vegetație, sol). Acest nivel taxonomic se integrează însă genetic și funcțional în nivelul superior prin aspecte genetice și funcționale (ex. integrarea sectoarelor de râu care au format aceste peisaje nivelul superior al bazinelor hidrografice). Are o extensiune mai redusă dar o funcționalitate foarte importantă atât din punct de vedere al fluxurilor naturale, cu precădere al celor hidrice, cât și al celor antropice în condițiile în care, frecvent, astfel de sectoare joacă rolul de sinapsă între subsistemele teritoriale a căror relaționare o facilitează; se produce astfel integrarea diferitelor subsisteme și pe filieră holarhică peisagistică dar și o integrare funcțională de factură economico-socială (ex. facilitarea legăturii între Depresiunea Ciucului și Depresiunea Brașovului prin sectorul de defileu de pe valea Oltului, ori a celeia dintre Depresiunea Giurgerului și Depresiunea Transilvaniei prin sectorul de defileu de pe valea Mureșului; această funcționalitate presupune desigur existența unor forme de intervenție antropică și a unor elemente structurale specifice – drumuri și căi ferate, care complică structura și funcționalitatea, inducând de cele mai multe ori o stare de rhexistazie). Caracteristica principală a acestor piesaje derivă din axialitatea lor funcțională și morfologică și din etajarea geotopurilor care, de regulă la bază sunt definite de componenta hidrică, iar la nivelele superioare aceasta tinde să fie deficitară, tranzitorie și limitativă, fapt exprimat în tipul de vegetație, în densitatea covorului pedo-vegetal și în caracterul discontinuu al acestuia (cu precădere pe versanții din sectoarele de chei). Desigur, toate acestea derivă din dominanța suprafețelor cu înclinare mare și foarte mare, care induc o procesualitate accelerată, cu dominanța forței gravitaționale ce imprimă o dinamică mult mai accentuată și a unei stări departe de climax. Versanții cu înclinare mai redusă, împăduriți, tind însă spre starea de biostazie, cu condiția ca intervenția factorului antropic să nu genereze instabilitate.

Peisajul deluros (PD) este localizat în partea sud-vestică a județului, fiind asociat treptei de relief deluroase din Subcarpații Târnavelor, Subcarpații Homoroadelor și Dealurile Târnavei Mari

Peisajul deluros subcarpatic (PDs), caracterizat de existența unor depresiuni intracolinare bine conturate, mărginite de culmi și interfluvii cu altitudini de 700-900 m. Utilizarea terenurilor este mozaicată, dar cu o reducere a suprafeței forestiere și creșterea suprafeței terenurilor agricole (arabil, livezi, pășuni). Una din particularitățile acestui peisaj este reprezentată de larga extensiune a alunecărilor de teren, a arealelor afectate de ravenație și torențialitate dar și de prezența văilor de deraziune, care bordurează frecvent interfluviile principale. Se conferă astfel o dinamică aparte, în care friabilitatea substratului și susceptibilitatea la alunecări de teren contribuie la generarea unor fenomene specifice de hazard și a unor riscuri asociate acestora.

Peisajul deluros cu văi asimetrice (PDva) este mai redus ca extensiune, fiind prezent în subunitatea Dealurilor Târnavei Mari. Asimetria, ca și trăsătură caracteristică derivă din modul de adaptare a rețelei hidrografice la structura monoclinală, cu o frecvență mare a văilor subsecvente. În cadrul acestora unul dintre versanți se suprapune pe o frunte de cuestă (cu înclinare mai mare dar mai scut) iar versantul opus se suprapune pe un revers de cuestă (având astfel o pantă mai redusă dar fiind mai prelung); prin mecanisme de cauzalitate, asimetria morfometrică și morfologică se transpune frecvent și într-o asimetrie a modului de utilizare a terenurilor și a asociațiilor vegetale: suprafețe forestiere pe interfluviu și pe reversul de cuestă și asociații vegetale erbacee pe frunțile de cuestă.

Peisajul depresionar intracolinar (PDdic) este constituit în relație cu prezența unor văi care s-au adîncit în rocile sedimentare mai friabile și care au generat areale de tip culoar depresionar. Este vorba despre culoarele dezvoltate în lungul râurilor Târnava Mare, Homorodul Mic și Homorodul Mare, la care se adaugă râul Corund, care drenează Depresiunea Praid. Specificul lor este dat de caracterul alungit și de prezența luncilor și a teraselor care conferă aspecte de favorabilitate ridicată pentru diverse activități economice și pentru dezvoltarea localităților. Totodată, este caracteristică ponderea mai ridicată a terenurilor agricole și reducerea suprafețelor forestiere.

Geofaciesul masivelor de sare (PDms) se constituie ca un taxon inferior conturat în cadrul peisajului depresionar intracolinar. Mai precis este vorba despre un geofecies asociat structurii diapire din Depresiunea Praid unde aceasta se remarcă prin morfologie, prin altitudine, dar mai ales prin intervenția orizontului salifer în generarea solonceacurilor, a asociațiilor vegetale halofile, precum și printr-o intervenție antropică specifică, legată de exploatarea resursei salifere.

Tabel nr. 20: Ponderea suprafeței tipurilor de peisaj pe teritoriul județului Harghita

Acronim tip peisaj	Denumire tip peisaj	Pondere (%)
PMf	Peisaj montan forestier	52,85
PMdima	Peisaj montan al depresiunilor intramontane mari	16,62
PDs	Peisaj deluros subcarpatic	13,85
PMpv	Peisaj montan al platourilor vulcanogen-sedimentare	9,35
PDdic	Peisaj depresionar intracolinar	3,79
PMdimi	Peisaj montan al depresiunilor intramontane mici	1,65
PDva	Peisaj deluros cu văi asimetrice	0,92
PMas	Peisaj montan alpin și subalpin	0,71
PMcd	Peisaj montan de chei și defilee	0,11
PMcv	Peisaj montan al craterelor vulcanice	0,08
PMac	Peisaj montan al crestelor și abrupturilor calcaroase	0,04
PDms	Geofaciesul masivelor de sare	0,02

Sursa: Autorii

3. Evidențierea disfuncționalităților, amenințărilor și priorități de intervenție

3.1. Componenta meteo-climatică și hidrică

Sinergia unor fenomene meteo-hidrologice conduce la constituirea unor situații de risc specific în raport cu componenta antropică, concretizate în creșterea probabilității producerii de inundații și fenomene de flash-flood. Sunt vizate în special zonele din compartimentul deluros sud-vestic, dar și unele areale din depresiunile Giurgeu și Ciuc; acestea din urmă pot fi afectate de fenomene hidrologice periculoase mai ales în perioadele de topire a bruscă a stratului de zăpadă juxtapuse cu episoade ploioase, astfel încât capacitatea de drenaj natural și capacitatea de protecție prin diguri și alte lucrări specifice să nu mai fie eficiente. Din punct de vedere meteo-climatic se remarcă tendința de creștere a frecvenței valurilor de căldură, fapt ce poate induce perturbări în cadrul ecosistemelor (ex. afectarea zonelor umede, a turbăriilor, creșterea vulnerabilității la incendii de vegetație), dar și a componentei naturale (ex. disconfort termic, secetă, afectarea producției agricole)

În contextul manifestat la scară națională de creștere a numărului microhidrocentralelor amplasate mai ales în spațiul montan, se conturează o serioasă amenințare de distrugere a echilibrului ecologic pe râurile afectate de astfel de intervenții care perturbă grav regimul scurgerii și debitele caracteristice.

Disfuncționalitățile identificate sunt deosebit de diversificate și necesită intervenții și măsuri dedicate, în funcție de particularitățile lor.

Tabel nr. 21: Disfuncționalități legate de componenta hidrografică

Nr.	Disfuncționalitate	Observații
1	Existența unui potențial deosebit, valorificat insuficient, legat de apele minerale	Valorificare insuficientă, cu excepția câtorva locații consacrate și a unor areale salifere, unde există oarecare investiții și amenajări, vechile stațiuni, chiar locale, intrând într-un declin, comparativ cu perioada anterioară anilor '90.
2	Monitorizare cantitativă și calitativă insuficientă a apelor subterane	Având în vedere solicitările intensificate la adresa resurselor de apă subterană, îndeosebi la nivel de localități rurale, pentru evitarea problemelor se impune o dezvoltare a rețelei de monitorizare, chiar pe plan local.
3	Slaba distribuție a resursei de apă de suprafață la nivel de areale deficitare	Analizând hărțile scurgerii medii se observă o slabă distribuție a resursei de suprafață în arealele depresionare și în cele colinare joase
4	Utilizarea parțială a resursei de apă infiltrată în subteran	Harta permeabilității rocilor, suprapusă cu cea a corpurilor de apă, indică o valorificare incompletă a resursei.
5	Compensarea incompletă a resursei de apă în zona de umiditate variabilă	Conform hărții indicelui de ariditate se identifică acele areale situate peste 0,8 coeficient de ariditate, care intră sub incidența umidității variabile și care în perioadele de secetă hidrologică pot intra în situația de satisfacere incompletă a cerinței de apă, aspect confirmat și de calculul de bilanț pe unități morfologice majore.
6	Captările de apă de suprafață au o densitate redusă în județ	Dincolo de utilizarea apei pentru potabilizare din sursele existente se remarcă o densitate redusă a captărilor de apă brută din râuri în arealul menționat

Nr.	Disfuncționalitate	Observații
7	Identificarea unor areale largi cu risc mediu la inundații	Harta riscului la inundații indică, de asemenea, suprafețe cu risc potențial mediu la inundații, conform probabilității de Q 1%, care induce o vulnerabilitate legată de pagube materiale
8	Existența de numeroase bazine torențiale circulare sau dezvoltate pe lățime cu potențial ridicat de generare a flash-flood	Numeroase piețe de adunare a apelor, situate la confluența mai multor cursuri de apă, constituie un pericol major, mai ales în condițiile expunerii directă a versanților la mari cantități ridicate de precipitații în timp scurt
9	Tipurile de regim hidric prezente în Județul Harghita confirmă posibilitatea producerii de faze maxime de scurgere de proporții însemnate	Această concluzie întărește cele afirmate anterior și necesitatea de măsuri complexe de prevenție și gestiune
10	Județul Harghita dispune de câteva lacuri naturale sau antropice, care necesită supraveghere	Chiar și unitățile lacustre situate în ariile protejate au nevoie de supraveghere suplimentară.
11	Scurgerea de aluviuni în suspensie creează mari probleme în exploatarea apei de suprafață, îndeosebi, în afara arealului montan	Valorile r (t/ha/an) cresc foarte mult în arealele Subcarpaților și Depresiunii Ciucului, și ceva mai puțin pe dreapta Mureșului în Depresiunea Gheorgheni și în zona flișului. Figura 16 indică și principalele cursuri de apă transportoare de mari cantități de suspensii la faza scurgerii maxime

Sursa: Autorii

3.2. Componenta biotică și edafică

În raport cu componenta biogeografică se conturează o situație în care presiunea antropică tinde, pe de o parte să restrângă suprafețele aflate în stare de naturalitate sau cvasinaturalitate, atât din punct de vedere al suprafețelor, dar și din punct de vedere al biodiversității. Totodată, în contextul amplificării fenomenelor meteorologice extreme, în special a episoadelor cu vânturi puternice, se conturează o situație de potențială extindere a suprafețelor afectate de doborâturi de vânt, mai ales în arealele cu păduri de conifere. Tabloul vulnerabilității pădurilor este completat de extinderea dăunătorilor specifici. În mod particular se remarcă vulnerabilitatea pădurilor de conifere, devitalizate în urma înmulțirii excesive a gândacului mov de scoarță al molidului (*Ips typographicus, Ips amytinus*) și trombarul puieților de molid (*Hylobius abietis*).

Componenta faunistică este dificil de evaluat din perspectiva echilibrului ecologic în lipsa unor date actualizate și a indisponbilității acestora pentru efectuarea unor evaluări cantitative adecvate.

Vulnerabilitatea suprafețelor forestiere față de incendii este tot mai mare, coroborat cu augmentarea frecvenței și intensității valurilor de căldură.

Referitor la componenta edafică, principalele disfuncții sunt cele legate de existența zonelor afectate de procese erozionale accelerate și a celor afectate de excesul de umiditate. Chiar dacă ele fac parte din gama proceselor și fenomenelor naturale, disfuncțiile sunt apreciate, pe de o parte prin perturbările cauzate în raport cu componenta antropică, iar pe de altă parte prin faptul că în anumite cazuri modul de manifestare și suprafețele afectate de astfel de procese sunt

influențate de componenta antropică. Astfel, în raport cu procesele de eroziune a solului, se conturează o serie de areale din compartimentul sud-vestic al județului unde, schimbarea modului natural de acoperire a terenurilor (în special prin defrișare și luarea în cultură agricolă) s-a augmentat eroziunea solului (Subcarpații Târnavelor, Subcarpații Homoroadelor, Dealurile Târnavei Mari). În alte zone (ex. depresiunea Giurgeu și Ciucului, excesul de umiditate din sol ca fenomen cu cauzalitate naturală fost augmentat pe anumite areale prin diferite tipuri de intervenție în regimul scurgerii (ex. crearea de rambleuri asociate căilor de comunicație). Sărăturarea solurilor afectează suprafețe din zona deluroasă sud-vestică, cu generarea unui fenomen conex, de modificare a asociațiilor vegetale prin expansiunea celor halofile, cu valoare agro-economică mai redusă. Lipa datelor (indisponibilitatea lor pentru realizarea unor studii de amenajare a teritoriului) privitoare le bonitatea solurilor face dificilă realizarea unei corelări adecvate între caracteristicile de favorabilitate-restrictivitate pedologică, activitățile antropice și tipurile de amenajare a teritoriului.

4. Propuneri de eliminare/diminuare a disfuncționalităților și amenințărilor

4.1. Componenta meteo-climatică și hidrică

După cum s-a văzut la capitolele aferente, cadrul legal european în domeniul apelor, aplicat în toate țările comunitare, are la bază Directiva Cadru Apă (2000/60/CE) şi Directiva privind evaluarea şi managementul riscului la inundaţii (2007/60/CE).

Adițional măsurilor de prevenire și combatere a inundațiilor (prezentate în Studiul de fundamentare privind **Stabilirea și delimitarea zonelor de risc natural și antropic),** pornind de la reperele legislative amintite, precum și de la analiza efectuată pe parcursul capitolelor se identifică o serie de propuneri de diminuare a disfuncționalităților.

În raport cu componenta meteo-climatică și hidrică se conturează:

- elaborarea unor modele de prognoză meteo mai precise, care să permită emiterea unor atenționări privind fenomene meteo-climatice potențial perturbatoare.
- Necesitatea extinderii lucrărilor de îndiguire a sectoarelor vulnerabile și de recalibrarea a lucrărilor de protecție în raport cu tendințele de creștere a volumelor mari de apă care trebuie drenate în timp scurt (gestionarea adecvată a fenomenelor de flash-flood).
- Limitarea drastică/eliminarea amenajărilor de tip microhidrocentrale.

Tabel nr. 22: Propuneri de eliminare sau diminuare a disfuncționalităților legate de resursele de apă

Nr.	Disfuncționalitate	Posibile măsuri
1	Existența unui potențial deosebit, valorificat insuficient, legat de apele minerale	Treptat, un reviriment se face simțit, dar fără investiții în noi prospecțiuni și sisteme de extracție a apei minerale (foraje, sisteme de pompaj etc.) dezvoltarea masivă teritorială în baza acestei resurse și prosperitatea se vor lăsa așteptate.
2	Monitorizare cantitativă și calitativă insuficientă a apelor subterane	Se impune o dezvoltare a rețelei de monitorizare, chiar pe plan local. Există senzori din abundență la prețuri foarte accesibile cu livrare digitală și în timp real a parametrilor.
3	Slaba distribuție a resursei de apă de suprafață la nivel de areale deficitare	Construirea de sisteme hidrotehnice de aducțiune a apei către aceste zone, fie cu implicarea de acumulări multifuncționale, fie cu drenuri de mal, aducțiuni organizate în sistem gravitațional, eficient.
4	Utilizarea parțială a resursei de apă infiltrată în subteran	Având în vedere gradul ridicat de mineralizare, mai ales în depresiuni, cu manifestări mofetice, resursa subterană devine și mai atractivă. Foraje la câțiva metri oferă potențial deosebit.
5	Compensarea incompletă a resursei de apă în zona de umiditate variabilă	Se impune compensarea cu resursă din spațiul montan excedentar învecinat sau din acviferele subterane cu potențial de acumulare și regenerare naturală ridicat.
6	Captările de apă de suprafață au o densitate redusă în județ	Organizarea de sisteme de prize și drenuri de mal, cu bazine mici de acumulare pentru rezervă. Bazinele pot avea și alte funcționalități decât cele de rezervoare de apă potabilă, unde este cazul (ex. irigații etc.).
7	Identificarea unor areale largi cu risc mediu la inundații	Intervenții cu măsuri de tip structural și nestructural, în principal baraje cu acumulări de atenuare, diguri, regularizări de albii, intervenții în bazinele hidrografice prin împăduriri etc.

Nr.	Disfuncționalitate	Posibile măsuri
8	Existența de numeroase bazine torențiale circulare sau dezvoltate pe lățime cu potențial ridicat de generare a flash-flood	Intervenții cu măsuri de tip structural și nestructural, în principal intervenții în bazinele hidrografice prin împăduriri, amenajări de torenți, reamplasări de obiective civile etc.
9	Tipurile de regim hidric prezente în Județul Harghita confirmă posibilitatea producerii de faze maxime de scurgere de proporții însemnate	Această concluzie întărește cele afirmate anterior și necesitatea de măsuri complexe de prevenție și gestiune. Regândirea zonală și regională + focusată a măsurilor, după actualizarea anuală a șirurilor statistice și a modelelor hidraulice calculate în baza acestora. Noi recorduri ale debitelor vor reclama noi modele și analize spațiale.
10	Județul Harghita dispune de câteva lacuri naturale sau antropice, care necesită supraveghere	Măsurile de atenuare a fenomenului de colmatare, măsurile de reducere a poluării antropice, instituirea unor zone de protecție pentru acumulările cu funcție hidroedilitară, măsuri de conservare a ecosistemelor prin asigurarea resursei de apă optime etc.
11	Scurgerea de aluviuni în suspensie creează mari probleme în exploatarea apei de suprafață, îndeosebi, în afara arealului montan	Organizarea sistemelor de prize cu drenuri în formatul cu bazine anexă, care să permită stocarea de suficientă apă până la stingerea viiturilor purtătoare masive de turbidite. Organizarea torenților cu transport suspensional masiv și regularizarea periodică a cursurilor acestora. Acoperirea maximală a versanților cu covor forestier pretabil la atenuarea reală a torențialității scurgerii pe versant.

Sursa: Autorii

Măsurile recomandate nu sunt exhaustive și se pot combina cu altele sau substitui, în funcție de specificul local.

4.2. Componenta biotică și edafică

Pentru a diminua și a elimina amenințările și disfuncționalitățile specifice, pentru componenta bio-pedogeografică este nevoie de:

- Efectuarea lucrărilor de depistare, combatere și prevenire a dăunătorilor din păduri, cu precădere din pădurile de conifere.
- Cartografierea și monitorizarea arealelor de pădure afectate de dăunători.
- Identificarea și monitorizarea suprafețelor forestiere cu susceptibilitate mare la incendii; inițierea unor proiecte de pregătire a comunităților și de formare a unei atitudini proactive a acestora față de problematica incendiilor de vegetație în general și a celor forestiere în particular.
- Creșterea suprafețelor reîmpădurite cu specii care să completeze în mod cât mai integrat asociațiile vegetale naturale.
- Efectuarea selectivă a lucrărilor de tăieri de întreținere a pădurilor în vederea asigurării unei dezvoltări viguroase a exemplarelor și astfel o creștere a rezistenței în raport cu pericolul doborâturilor de vânt.
- Accesibilizarea informației privitoare la fondul cinegetic, cu precădere pentru speciile protejate (efective, distribuție teritorială), speciile potențial invazive și a celor potențial periculoase pentru componenta antropică.
- Pentru diminuarea fenomenelor care afectează solurile, se impune aplicarea corectă a lucrărilor agrotehnice, o limitare a defrișărilor (mai ales pe versanți) astfel încât eroziunea solului să fie limitată la o rată cât mai apropiată de cea naturală. În ceea ce

privește excesul de umiditate, se impune executarea și extinderea lucrărilor de drenaj și adoptarea unor soluții constructive care să faciliteze drenajul excesului de umiditate (cu excepția ariilor naturale protejate, unde este recomandabilă asigurarea unei dinamici naturale cât mai puțin perturbate prin intervenții antropice). De asemenea, în zonele cu structuri diapire este nevoie de aplicarea unor amendamente (cu excepția ariilor naturale protejate) care să prevină sărăturarea solurilor și scoaterea lor din circuitul agricol.

- Asigurarea accesului public la informațiile referitoare la bonitatea solurilor de pe teritoriul județului (fișe de bonitate, hărții de bonitate, studii pedologice, etc.), în vederea corelării dintre pretabilitatea naturală și utilizarea antropică.

5. Prognoze, scenarii sau alternative de dezvoltare

În raport cu componentele cadrului natural, scenariile de dezvoltare avute în vedere au la bază două posibile atitudini și comportamente ale componentei antropice :

- **Scenariul pasiv**/atitudinea pasivă, cu un comportament constatativ urmat de un **model de dezvoltare reactiv** (reacție post-factum)
- **Scenariul activ**/atitudinea activă și proactivă, cu un comportament adaptiv, bazat pe valorificarea experiențelor, pe valorificarea progreselor științifice și a celor tehnice, urmat de un **model de dezvoltare proactiv**, în care se prioritizează sustenabilitatea.

5.1. Componenta meteo-climatică și hidrică

Mai dificil sau imposibil de controlat, caracteristicile și dinamica componentei meteo-climatice și a celei hidrice, impun o adaptare a comunităților antropice, conturând astfel ca scenariu dezirabil asumarea unei atitudini active și proactive a comunităților umane în raport cu aceste elemente ale cadrului natural. În mod particular, scenariul proactiv de management al resursei hidrice, coroborat cu o abordare sustenabilă, este de natură să asigure acei parametrii cantitativi și calitativi dezirabili care să permită atât o valorificare adecvată a resursei în scopul acoperiri nevoilor umane și economice, dar și pentru asigurarea echilibrului celorlalte componente naturale.

Scenariul pasiv, poate avea ca rezultat o creștere a frecvenței și a zonelor în care se vor concretiza diferite forme de discordanță teritorial-sistemică, în urma cărora componenta antropică să aibă o vulnerabilitate ridicată în raport cu modul de manifestare atipică sau în raport cu intensitatea ridicată a unor fenomene naturale. În mod particular, în raport cu componenta hidrică, un scenariu de neimplicare a factorilor responsabili și a comunităților poate conduce la o degradare calitativă și cantitativă a acestei resurse vitale, atât în formele sale supraterane de organizare, cât și în ceea ce privește formele subterane de organizare.

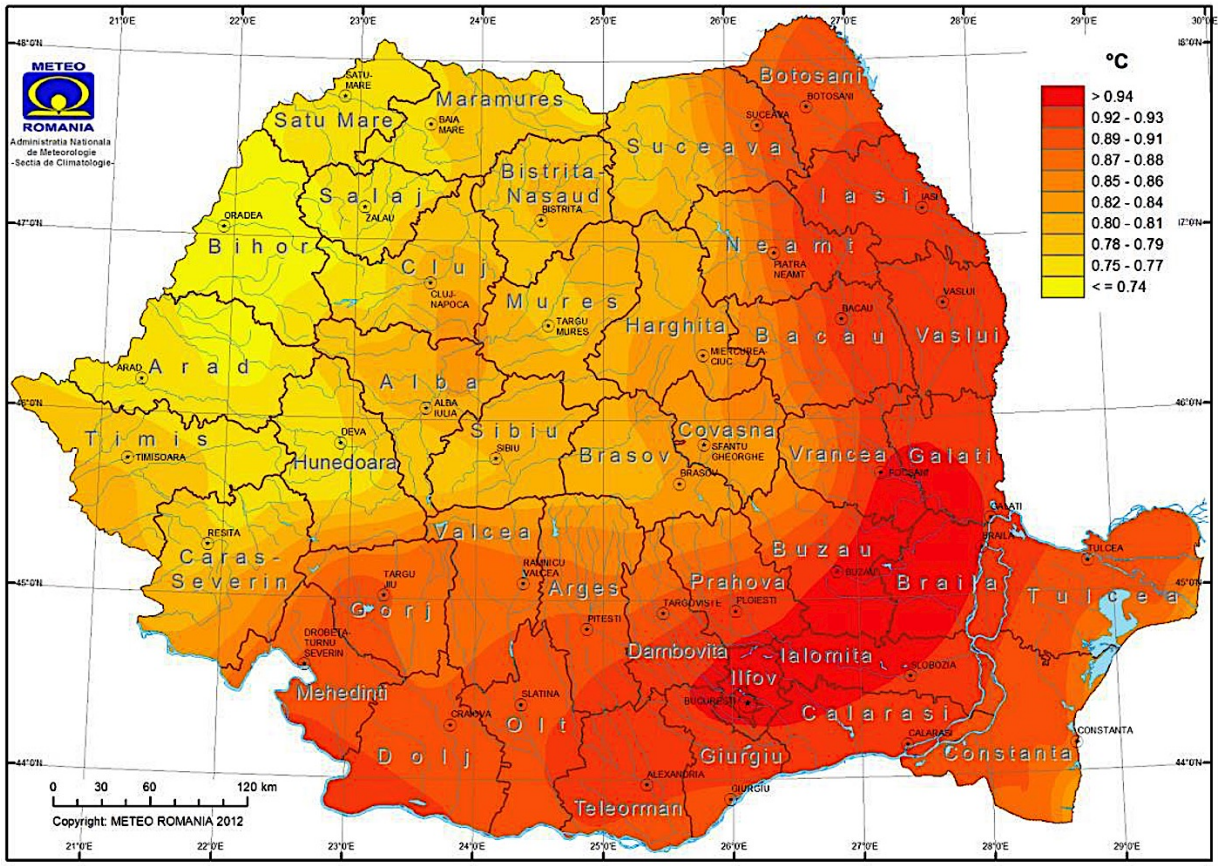


Figura nr. 64: Dinamica temperaturii medii multianuale a aerului (°C) în intervalul 2001-2030, față de intervalul de referință 1961-1990

Sursa: ANM, 2012, citat în PMB ABA Mureș, Olt și Siret, 2022

Pornind de la estimările de perspectivă realizate de către autoritatea națională în domeniul meteo-climatic (Administrația Națională de Meteorologie - ANM), viitorul apropiat nu arată extrem de îngrijorător în ceea ce privește dinamica temperaturii medii, cu impact asupra evapotranspirației și a altor categorii de fenomene naturale (ex. seceta hidrologică), precum și asupra bilanțului hidric.

Comparativ cu restul României, județul se situează în zona ecartului inferior de creștere a temperaturii medii, ceea ce va atrage după sine un impact ceva mai atenuat al parametrului în ce privește afectarea resurselor de apă și asupra severității fenomenelor naturale periculoase.

Creșterea temperaturii va avea un efect asupra acestor resurse, îndeosebi în zonele joase ale județului, unde evapotranspirația se va accentua, generând pierderi de apă, cu afectarea corpurilor de suprafață (lacuri, râuri). De asemenea, ecosistemul corpurilor de apă va beneficia de pe urma creșterii temperaturii medii, evoluție aflată în detrimentul utilizării apei de către populație, întrucât calitatea apei va scădea odată cu dezvoltarea ecosistemului.

În ceea ce privește precipitațiile, lucrurile stau mai bine, observându-se modificări în sens opus dinamicii de temperatură medie a aerului.

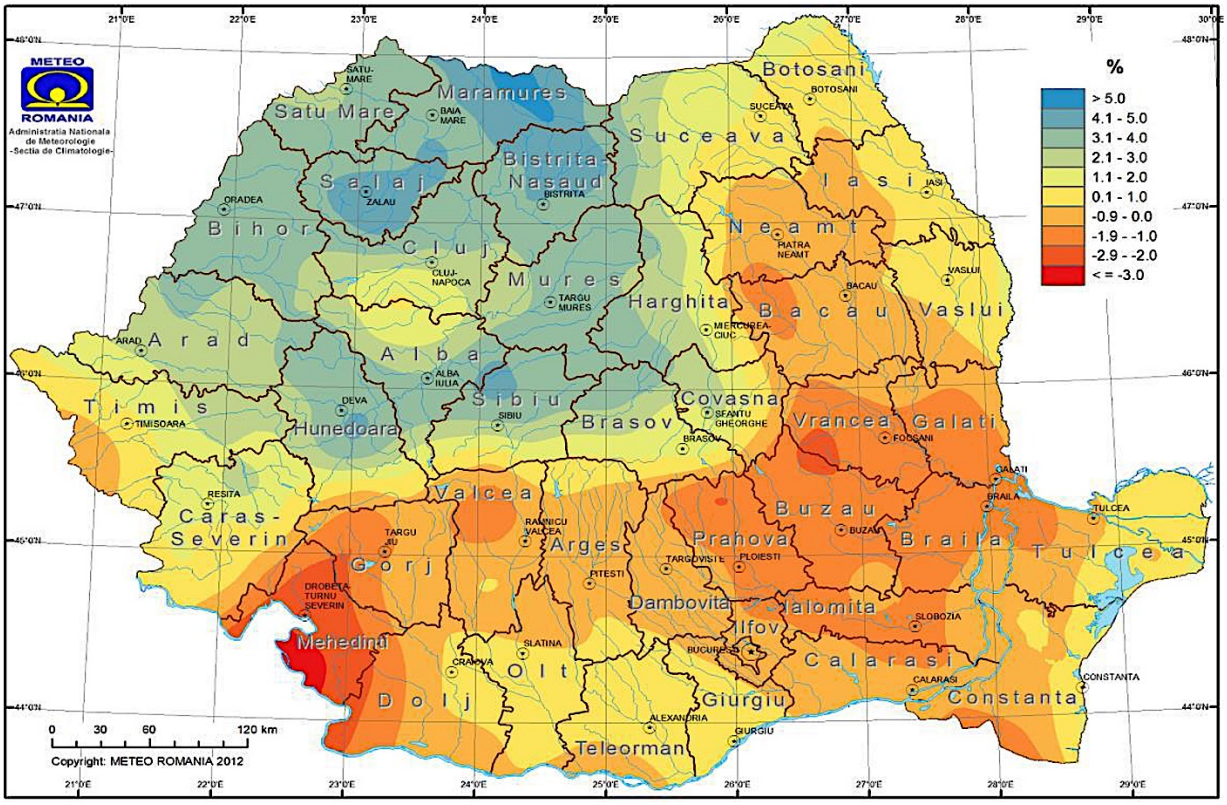


Figura nr. 65: Dinamica precipitațiilor medii multianuale (%) în intervalul 2001-2030, față de normala climatologică standard 1961-1990

Sursa: ANM, 2012, citat în PMB ABA Mureș, Olt și Siret, 2022

Spre deosebire de restul teritoriului României, Județul Harghita se află în zona de dinamică pozitivă a precipitațiilor, cu creșteri ușoare situate între procentele de 1 și 3%.

Acest lucru va avea un impact pozitiv asupra resurselor de apă, la prima vedere, dar, conform dinamicilor similare din alte regiuni ale Europei și de pe Glob, este posibil ca sporirea resursei de apă medii să se facă pe accentuarea creșterii fazei maxime de scurgere. Aceasta va implica frecvențe și amplitudini mai ridicate ale viiturilor, îndeosebi a celor de tip flash-flood, din bazinele predispuse la acest tip de manifestare (circulare, dezvoltate mult pe lățime, cu substrat slab permeabil, cu pante mari de curgere etc.), cum s-a menționat la capitolele anterioare.

Odată cu amplificarea fazei de scurgere lichidă maximă, va crește și intensitatea proceselor de eroziune areală și liniară, transportul de aluviuni, iar, datorită creșterii cantităților de precipitații și depunerile de strat de zăpadă pe versanți etc., se vor amplifica diferențele de debit ale viiturilor rapide, cu depășirea cotelor de apărare superioare și efecte dintre cele mai dezastruoase pentru populație.

Este mai mult decât necesară gândirea unei *strategii pe termen scurt și mediu* cu privire la intervenția pe direcții structurale, dar și nestructurale, în zona spațiilor puternic antropizate (ex. intravilane de localități), dar și în cele cu pondere ridicată a componentei naturale. În primul caz, avem de-a face cu zona maximă de manifestare a riscului hidric, iar în al doilea caz avem de-a face cu zona de formare a scurgerii lichide și de aluviuni, de recepție maximă a precipitațiilor.

Spre deosebire de alte bazine hidrografice (ex. cel al Someșului Mic), care se află la adăpost de hazarde hidrice generate de faza scurgerii maxime, Județul Harghita dispune de puține baraje

cu acumulări de calibru, care să poată atenua viituri, să rețină cel puțin vârful acestor subfaze, care este responsabil de depășirea cotelor de apărare și producerea efectelor de tip inundații.

Eventualele acumulări propuse nu ar avea un impact asupra mediului decât în prima fază a existenței lor, cea de execuție și imediat post-dare în folosință, după care natura s-ar reface rapid, ștergând majoritatea urmelor intervenției antropice și rămânând doar edificiul barajului plus luciul de apă (cazul acumulării Fântânele, pe Someșul Cald - Munții Apuseni).

Pornind de la aceste considerente, precum și de la cele dezvoltate la capitolele anterioare, inclusiv strategiile și măsurile prezentate la nivel instituțional și bazinal de către ABA Mureș, Olt și Siret, pot fi creionate trei scenarii de gestionare a resursei de apă și combatere a hazardelor și riscurilor hidrice:

- scenariul pasiv, în care populația și autoritățile manifestă o oarecare indiferență/acalmie față de resursele de apă și hazardele hidrice, ceea ce ar atrage după sine importante consecințe, atât pe plan economic, cât și pe plan al siguranței sociale și economice, ca să nu mai vorbim de cel al dezvoltării; dacă utilizarea intensă a apei denotă o activitate intensă, o implicare economică activă, hazardele hidrice nu vin, niciodată, singure, ci însoțite de mari pierderi financiare, economice de infrastructură și, chiar, de vieți omenești (cum s-a menționat anterior);
- scenariul de referință, în care cele două entități decid o oarecare implicare, dar nu la nivel maximal; la nivel de populație, se identifică măsuri de valorificare mai elaborată și intenții de protecție a resursei de apă (ex. organizarea de mici sisteme private de alimentare, reținere în aruncarea reziduurilor în cursurile de apă, nedeversarea de materiale cu potențial poluant în râuri etc.); de asemenea, se procedează la măsuri minimale de atenuare a efectelor scurgerii maxime (ex. curățarea sistemelor locale de curgere pluvială, nedepozitarea de materiale mobilizabile prin scurgere lângă corpurile de apă, curățarea arealelor forestiere de reziduuri mobilizabile de către scurgerea torențială etc.); la nivel de autorități, se impun măsuri de dezvoltare a sistemelor locale centralizate de alimentare cu apă, realizarea de captări controlate din cursurile de apă pentru irigații la nivel particular, luarea în evidență a forajelor private pentru exploatarea resursei subterane, exploatarea controlată a spațiului forestier, realizarea de lucrări minimale de protecție locală împotriva inundațiilor, constituirea de echipe de intervenție, pentru situații de urgență, la nivel de localitate, implementări parțiale ale Planurilor de Management privind Directiva Inundații 60/2007, actualizarea documentației și planurilor de intervenție în funcție de dinamica fenomenelor naturale etc.;
- scenariul de dezvoltare, în care autoritățile locale, departamentale sau din Gospodărirea apelor se implică major în realizarea acțiunilor prezentate anterior, dar la o altă scară alt nivel; astfel, se organizează sisteme zonale de alimentare cu apă, pentru o utilizare eficientă a resursei, se realizează sisteme de irigații, unde terenurile și calitatea apei o permit, iar solurile prezintă deficit de apă, realizarea, în depozitele permeabile, de bazine alimentate cu apă din râuri, pentru menținerea nivelului și debitului acviferelor freatice, încurajarea de investiții de anvergură pentru exploatarea resurselor hidro-minerale, dezvoltarea de sisteme de captare și valorificare dedicată a resursei de apă din ploaie, realizarea de sisteme hidrotehnice destinate creării de resursă de apă stocată și controlului scurgerii, încurajarea investițiilor de orice natură care contribuie la combaterea hazardelor și riscurilor hidrice, organizarea de sisteme de alertare a populației

moderne, derularea de campanii de conștientizare privind utilizarea durabilă a resursei de apă și combaterea efectelor fenomenelor hidrice extreme etc.

5.2. Componenta biotică și edafică

În raport cu componenta biogeografică se conturează un posibil scenariu evolutiv în care neintervenția/atitudinea pasivă a instituțiilor și organismelor cu responsabilitate în domeniu se va solda cu o intervenție necontrolată din partea componentei antropice. Reducerea suprafețelor împădurite, suprapășunatul, nerespectarea regimului de protecție pentru diferitele areale ar fi completate de o reducere a biodiversității atât în cadrul regnului vegetal cât și a celui animal.

În scenariul de asumare a unei atitudini active și proactive a autorităților, rezultatele pozitive ar putea să fie concretizate în augmentarea suprafețelor împădurite și în menținerea biodiversității la standarde comunitare. În acest sens, educarea și implicarea comunităților locale ar avea un rol fundamental, soldat cu o responsabilizare ridicată a acestora și cu o implicare nemijlocită a lor în adoptarea unor practici economice și environmentale cu caracter sustenabil

În domeniul îmbunătățirilor funciare, conform informațiilor furnizate de Filiala de Îmbunătățiri Funciare Harghita, perspectiva intervențiilor din acest sector vizează lucrările de întreținere și reparații la amenajările specifice existente, în funcție de necesități și de solicitările UAT-urilor; de asemenea, sunt prevăzute înființarea de lucrări de irigații în comunele Sânmartin și Ciumani. Pentru scenariul de intervenție/atitudine activă și proactivă conturat ca realizabil – întreținerea și reparațiile la amenajările deja existente, împreună cu extinderea lucrărilor specifice, se conturează o situație de menținere și chiar o ușoară îmbunătățire a stării și calității solurilor pe arealele care beneficiază de astfel de lucrări. În cazul acestui scenariu, cadrul operațional va fi concretizat prin elaborarea unor planuri de acțiuni și măsuri integrate și alocări financiare corespunzătoare asigurării mijloacelor tehnice, materiale și umane pentru implementarea acestora.

În scenariul de neintervenție/atitudine pasivă, se apreciază că va avea loc o extindere a suprafețelor afectate de eroziune accelerată și de supraumectare, având ca rezultat reducerea suprafețelor de terenuri agricole viabile, precum și reducerea fertilității acestora. În acest scenariu, instituțiile și organismele responsabile cu aceste aspecte (Oficiu pentru Studii Pedologice și Agroameliorative, Agenția Națională de Îmbunătățiri Funciare, Regia Națională a Pădurilor ROMSILVA, Direcția Agricolă Harghita și consiliile locale) vor întârzia să elaboreze planuri de acțiuni și măsuri specifice și nu vor avea în vedere acțiuni comune pe linia gestionării corespunzătoare.

6. Sinteză studiu / concluzii

Cadrul natural al județului Harghita prezintă o serie de aspecte limitative dar și favorabile, derivate secvențial dinspre caracteristicile componentelor naturale (în principal relief, substrat, hidrografie, climă și soluri), dar și din condiții cumulative derivate din interacțiunea acestora. Ponderea ridicată a reliefului montan și deluros și distribuția acestora în teritoriu se reflectă într-un anumit tip de distribuire a celorlalte componente naturale; relieful generează o anumită distribuție pe orizontală dar și o etajare a componentei climatice, bio-geografice și a celei edafice.

În ciuda ponderii ridicate pe care o are relieful montan, depresiunile și culoarele de vale prin aspectele lor morfometrice și morfologice induc o compartimentare favorabilă pentru amplasarea sistemului de așezări și a căilor de comunicații rutiere și feroviare. Chiar dacă cele mai multe dintre acestea au caracter intramontan (aproape o cincime din teritoriu - mai exact 18,31%), ele au o bună relaționare atât la nivel intrajudețean cât și extrajudețean, fapt derivat din prezența sectoarelor de vale transversală și a pasurilor montane. Aceste joncțiuni naturale au fost valorificate pentru amplasarea unor căi de comunicație care asigură o integrarea socio-economică, efectul de barieră fiind practic inexistent din acest punct de vedere atât în raport cu Depresiunea Transilvaniei, cât și spațiul extracarpatic, precum și cu alte compartimente din Grupa Nordică ori din Grupa Curburii a Carpaților Orientali, așadar o bună conectivitate în raport cu toate județele învecinate.

Caracteristicile orografice - larga extensiune a spațiului montan și mai ales existența depresiunilor intramontane influențează în mod decisiv caracteristicile meteo-climatice ale teritoriului județean. Etajarea climatică este una dintre trăsăturile caracteristice, la care se adaugă inversiunile termice din depresiunile intramontane. Acestea din urmă înregistrează pe timpul iernii perioade îndelungate cu temperaturi negative, fapt ce se constituie ca un element de restrictivitate în raport cu comunităților umane. Se remarcă faptul că fondul climatic general cunoscut tinde să sufere modificări concretizate sub forme diverse dintre care valurile de căldură se remarcă printr-o frecvență tot mai ridicată și mai pronunțată.

Și în raport componenta hidrică relieful joacă un rol determinant prin imprimarea unor trăsături ce țin de configurația rețelei hidrografice (ex. convergența spre vetrele depresionare intramontane, formarea unor zone de supraumectare) dar și din punct de vedere calitativ. Acest din urmă aspect se remarcă cu precădere prin intervenția fenomenelor post-vulcanice (emanații de CO2) dar și prin mineralizarea specifică pe care apele subterane o au în spațiul montan (carbonatic și sulfurat) și în cel deluros (sodic). Rezultatul se transpune într-un număr foarte mare de izvoare carbogazoase și minerale care au o certă valoare economică și balneară.

Resursa de apă este una care prezintă aspecte de favorabilitate, având un potențial ce poate sta la baza edificării unor surse de apă de suprafață strategice, care să ofere apă în sistem gravitațional, inclusiv arealelor învecinate din Subcarpați și chiar din zona de podiș transilvan.

Județul Harghita are un potențial de dezvoltare remarcabil în ceea ce privește resursa de apă dulce și resursa hidrominerală, grație sistemului morfologic deosebit de sofisticat, ce include atât areale joase, cu o amprentă de valorificare, și areale cu altitudini medii, cu alt fel de punere în valoare, precum și areale montane, cu un tipar aparte. De asemenea, diferențele dintre respectivele spații se identifică destul de clar, în ce privește valorificarea resurselor, întrucât formatul natural al substratului și manifestarea factorilor climatici este diferită de la un areal la altul.

Existența unui potențial hidro-mineral deosebit necesită investiții majore, îndeosebi pe fonduri comunitare, investiții care pot revigora substanțial industria și resursele de ape minerale. Tot aici, zonele de diapir, încă, nu și-au spus ultimul cuvânt. Potențialul terapeutic și balnear al apei sărate, precum și al nămolului sapropelic pot atrage complexe de tip SPA, care să concureze cu succes pe cele din zona termală din Vestul României.

Slaba distribuție a resursei de apă de suprafață (apă brută) la nivel de areale deficitare, poate fi rezolvată prin derivații și aducțiuni în funcție de scopul urmărit în utilizarea apei; râurile pot fi soluții rezonabile, îndeosebi cele nepoluate.

Utilizarea parțială a resursei de apă infiltrată în subteran poate fi dezvoltată, fiind vizate arealele de tip piemont, glacis sau conuri de dejecție, care, chiar în condiții de permeabilitate medie, pot oferi soluții viabile.

Compensarea incompletă a resursei de apă în zona de umiditate variabilă, poate fi făcută prin drenaj gravitațional, o soluție fezabilă de compensare, fie pe cale dirijată, fie pe cale naturală.

Captările de ape subterane, fiind insuficient și neuniform distribuite în teritoriu, folosind resurse comunitare sau mixte, studii accesibile de fezabilitate pot identifica soluții optime, care să rezolve problema hidroedilitară de alimentare.

Captările de ape de suprafață au o densitate redusă în arealul subcarpatic din Sud-Vestul județului, din cauza aluviunilor în suspensie prezente la cele mai mici pulsații de tip viitură, în cazul drenurilor de mal, motiv pentru care acumulările de apă sau sursele subterane pot face diferența, iar apa râurilor să fie utilizată în alte scopuri, în funcție de cerință.

Județul Harghita dispune de lacuri rare sau speciale, care necesită supraveghere, iar colaborarea cu numeroase asociații non-profit, dispuse la voluntariat, poate aduce imense beneficii ecologice și de prezervare pentru generațiile viitoare.

Boltirea de anticlinal diapir de la Praid prezintă risc uriaș de disoluție internă și prăbușire a camerelor, din cauza infiltrării apelor freatice, dar și atacării flancului sudic de către valea Corundului. Se impun măsuri de drenaj a apei subterane și devieri de trasee riverine.

Posibila valorificare a resursei de apă din ploaie presupune investiții în infrastructura hidroedilitară de drenaj, care trebuie analizată și regândită în acest scop. Separarea rețelei pluviale de cea fecaloid-menajeră este obligatorie și trebuie gândite incinte inundabile învecinate arealelor de recepție, spre care să se îndrepte cantitățile de apă pluvială colectată. Valorificarea ei, ulterioară (ex. în irigații, spălatul străzilor etc.) ar aduce beneficii indiscutabile.

Scurgerea de aluviuni în suspensie creează mari probleme în exploatarea apei de suprafață în afara arealului montan, iar, după cum s-a văzut anterior, soluția aducției de apă dinspre spațiul montan, urmând calea gravitațională, este una destul de fezabilă și durabilă. Dacă se optează și pentru amenajare hidrotehnică baraj-acumulare, apa vine gata decantată către stațiile de tratare sau se pot amenaja direct stații de tratare în vecinătatea sistemelor hidrotehnice, iar magistralele să ofere direct apă potabilă.

Referitor la potenţialul fotovoltaic și la cel eolian, specificul derivă din valorile reduse, ca rezultat al condiționărilor orografice.

Componenta bio-pedo-geografică prezintă o serie de nuanțe, fie cu aspect restrictiv, fie de favorabilitate. Astfel, larga extensiune a fondului forestier (aproape 40% din teritoriu – față de 29% la nivel național) se constituie ca un element cu numeroase valențe de favorabilitate, atât economică (masa lemnoasă posibil a fi recoltată în condiții de sustenabilitate, produse silvice

secundare – fructe de pădure, ciuperci, vânat; funcția turistică) dar și environmentală (funcția climatică, pedo-protectoare, funcția estetică). Pășunile secundare, pajiștile alpine și subalpine, în care asociațiile vegetale sunt caracterizate de o mare biodiversitate, reprezintă de asemenea un alt punct forte derivat din caracteristicile biogeografice, având de asemenea valențe economice și environmentale. Mai restrictive sunt solurile care, prin apartenența lor generalizată (peste 90%) la clase cu fertilitate medie și mică se constituie ca un factor restrictiv în raport cu pretabilitatea lor pentru culturile cerealiere, aspect care se combină cu restrictivitatea climatică, astfel încât mai pretabile sunt pentru plante tehnice și cartof, iar în compartimentul deluros din sud-vest, pretabilitatea este în principal pentru pomicultură, plante de nutreț și plante tehnice. Restrictivitatea edafică este suplimentată prin manifestarea fenomenelor erozionale (în principal pe areale din compartimentul deluros – sud-vestic al județului) și prin excesul de umiditate (în depresiunile intramontane); izolat, în zona subcarpatică și mai ales în Depresiunea Praid, salsodisolurile completează nuanțele de restrictivitate pedologică.

Referințe bibliografice

Alexander L., Herold N. (2016) **ClimPACT2 Indices and Software**, The University of South Wales, Sydney, Australia. Available at: https://github.com/ARCCSS-extremes/climpact2. Accessed on 20 April 2023.

Biris, I.A., Veen, P. (2005), **Inventory and strategy for sustainable management and protection of virgin forests in Romania**. Extended English summary (PIN-MATRA / 2001/018), ICAS and KNNV.

Bojariu R., Bîrsan M.-V., Cică R., Velea, L., Burcea S., Dumitrescu, A., Dascălu, S.I., Gothard M., Dobrinescu A., Cărbunaru, F., Marin L. (2015), **Schimbările climatice–de la bazele fizice la riscuri și adaptare**, Editura Printech. București 2015

Bojoi I. (1986), **Le rôle des glaciers pléistocènes et des processus périglaciaire dans le modelé du relief des Călimani (Carpates Orientales)**. Analele Ştiinţifice ale Universităţii„Al. I. Cuza" Iaşi, serie nouă, secţiunea II b. Geologie-Geografie, tomul XXXII.

Ciupagea D., Paucă M., Ichim T. (1970), **Geologia Depresiunii Transilvaniei**, Ed. Academiei Române, București.

Cocean P. (1995), **Peșterile României**, Ed. Dacia, Cluj-Napoca.

Cocean P., Niță A., Dombay Șt. (2013), **Județul Harghita**, Ed. Academiei Române, București.

Croitoru Adina-Eliza (Leader author:), Piticar Adrian, Sfîcă Lucian, Harpa Gabriela-Victoria, Roșca Cristina-Florina, Tudose Traian, Horvath Csaba, Minea Ionuț, Ciupertea Flavius-Antoniu, Scripcă Andreea-Sabina (Contributing authors:) (2018), **Extreme temperature and precipitation events in Romania**, Editura Academiei Române, 359 p. ISBN 978-973-27-2833-8

Diaconescu M. (2017), **Sisteme de fracturi active crustale pe teritoriul României, Teza de doctorat**, Facultatea de Geologie și Geofizică, Universitatea din București.

Diaconu C. (1971), **Probleme ale scurgerii aluviunilor pe râurile din România**, St. de Hidrologie, XXX, IMH Bucureşti.

Doniță N., Purcelean Șt., Ceianu I., Beldie Al. (1977), **Ecologie forestieră**, Ed. Ceres, București.

Dumitrescu, A., Bîrsan M.V. (2015), **ROCADA: a gridded daily climatic dataset over Romania (1961–2013) for nine meteorological variables**. Natural Hazards 78(2):1045-1063. DOI: 10.1007/s11069-015-1757-z.

Florea N., Bălăceanu V. (1988), **Harta pedologică a României, scara 1:200.000, Foaia Gheorgheni**, Institutul Geologic al României.

Harpa Gabriela-Victoria, Croitoru Adina-Eliza, Djurdjevic Vladimir, Horvath Csaba (2019), **Future changes in five extreme precipitation indices in the lowlands of Romania**. International Journal of Climatology. DOI: https://doi.org/10.1002/joc.6183.

Herbel I., Croitoru A-E, Rus A.V., Roșca C.F., Harpa G.V., Ciupertea A.F., Rus I. (2018) **The impact of heat waves on surface urban heat island and on local economy in Cluj-Napoca City**, Romania. Theoretical and Applied Climatology, Volume 133, Issue 3–4, pp 681–695. DOI: 10.1007/s00704-017-2196-4.

Ilie M.D. (1958), **Podișul Transilvaniei**, Ed. Științifică, București

Ilie M.D. (1966), **Bazinul neogen al Transilvaniei**, Natura, Seria Geogr.-Geol., an XVIII, 3, București.

Instrucțiuni meteorologice. Volumul I. Efectuarea măsurătorilor și observațiilor meteorologice, codificarea datelor meteorologice, Administrația Națională de Meteorologie, București, 2017.

Irimuș I. A. (1998)**, Relieful pe domuri și cute diapire în Depresiunea Transilvaniei**, Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca.

Jacob, Daniela & Petersen, Juliane & Eggert, Bastian & Alias, Antoinette & Christensen, Ole & Bouwer, Laurens & Braun, Alain & Colette, Augustin & Déqué, Michel & Georgievski, Goran & Georgopoulou, Elena & Gobiet, Andreas & Menut, Laurent & Nikulin, Grigory & Haensler, Andreas & Hempelmann, Nils & Jones, Colin & Keuler, Klaus & Kovats, Sari & Yiou, Pascal. (2014). **EURO-CORDEX: New high-resolution climate change projections for European impact research**. Regional Environmental Change. 14. 10.1007/s10113-013-0499-2.

Lazăr Aurelia, Arghir Adela, (1964**), Studiul geologic și petrografic al eruptivului neogen din partea de sud a Munților Harghita**, D.S. Șed. Com. Geol., L, 2.

Mac I. (1972), **Subcarpaţii transilvăneni dintre Mureş şi Olt**. Ed. Academiei, Bucureşti.

Makfalvi, Z., Vifkori, L. (1979), **Județul Harghita - monografie**. Edit. Sport Turism, București.

Mihail Maria (1977), **Geografia economică a României**, Curs Universitar, Cluj-Napoca.

Mobius K. A. (1877), **Die Auster und de Austernwirschaft**, Verlag Von Wiegandt, Hempel & Parey, Berlin.

Mureșan M. (1970), **Asupra prezenței Paleozoicului superior nemetamorfozat, în facies continental, în zona cristalino-mezozoică a Carpaților Orientali**, D.S., Inst. Geol., LVI, 4, București.

Mutihac V., Mutihac G. (2010), **Geologia României în contextul geostructural central-est-european**, Ed. Didactică și Pedagogică, București.

Mutihac V., Startulat Maria Iuliana, Fechet Roxana Magdalena (2004), **Geologia României**, Ed. Didactică și Pedagogică, București.

Nairn J R and Fawcett R G 2013 **Defining heatwaves: heatwave defined as a heat-impact event servicing all community and business sectors in Australia** (Centre for Australian Weather and Climate Research) Online: http://www.cawcr.gov.au/technical-reports/CTR_060.pdf

Naum T. (1970), **Complexul de modelare nivo-glaciar din Masivul Călimani**. Analele Universităţii din Bucureşti, tomul XIX.

Odum E. (1953), **Fundamentals of Ecology**, WB Saunders Philadelphia and London.

Pandi G. (2004), **A Gyilkos-Tó. Hidrogeográfiai tanulmány**, Editura Casa Cărţii de Ştiinţă, Cluj.

Peltz S. (1971), **Contribuții la cunoașterea formațiunii vulcanogen sedimentare pleistocene din sudul munților Harghita și nord-vestul bazinului Baraolt**, D.S. Șed. Com. Geol., LVII.

Peltz S., Peltz Margareta, (1964), **Contribuții la cunoașterea aparatului vulcanic Ostoroș**, D.S. Șed. Com. Geol., L, 1.

Perkins-S-E-and-Alexander-L-V-2013-**On-the-Measurement-of-heatwaves**-J.-Clim.-26-4500–17- Online: http://dx.doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00383.1

Pișota I., Iancu S., Bugă D. (1976), **Județul Harghita**. Edit. Academiei RSR, București, 184 p.

Pricăjan A. (1972), **Apele minerale si termale din Romania**. Edit. Tehnică, București, 296 p.

Rădoane Maria, Rădoane N. (2003), **Impactul construcţiilor hidrotehnice asupra dinamicii reliefului**, în „Riscuri şi catastrofe" editor V. Sorocovschi, Univ. Babeş-Bolyai, Cluj-Napoca.

Rădulescu D.P. (1964), **Contribuții la cunoașterea structurii geologice a părții centrale a Munților Harghita**, D.S. Com. Geol., L, 2.

Romanescu Gh., Stoleriu C., Enea A. (2013), **Limnology of the Red Lake**, Romania: An Interdisciplinary Study, Editor Springer Science & Business Media, 234 p.

Săndulescu M. (1975), **Studiul geologic al părții centrale și nordice a sinclinalului Hăghimaș (Carpații Orientali),** Analele Inst. Geol., XLV, București.

Săndulescu M. (1984**), Geotectonica României**, Ed. Tehnică, București.

Schreiber W. (1994), **Munții Harghita, Studiu geomorfologic**, Ed. Academiei, București.

Schreiber W., (1994), **Munții Harghita. Studiu geomorfologic**, Ed. Academiei, București.

Sîrcu I., (1964), **Câteva precizări în legătură cu glaciaţia cuaternară din Carpaţii Orientali Româneşti**. Revista Natura, seria Geografie-Geologie, nr. 3, Bucureşti.

Someşan L., (1932), **Urme glaciare în Munţii Călimani**. Buletinul Societăţii Regale Române de Geografie, Bucuresti, tomul LI.

Sorocovschi V., Şerban, Gh. (2012) **Elemente de Climatologie şi Hidrologie**. Partea II - Hidrologie. Forma de învăţământ ID. Edit. Casa Cărţii de Ştiinţă, Cluj-Napoca, 242 p.

Tövissi I. (1977), **Relieful fluviatil din Valea Oltului superior - sectorul Bălan – Porcești (Turnu Roșu**). Studiu geomorfologic, Teză de doctorat, Cluj-Napoca.

Ujvari I. (1972), **Geografia apelor României**. Edit. Științifică, București, 591 p.

Velcea Valeria, Savu Al. (1982), **Geografia Carpaților și a Subcarpaților Românești**, Ed. Didactică și Pedagogică, București.

*** (1968), **Harta Geologică a României**, 1:200000. Institutul geologic, București.

*** (1971 - 1979) **Harta Solurilor României**, 1:200000, ICPA, Bucureşti

*** (1978-1982), **Harta Topografică a României** 1:25000, Direcția Topografică Militară, București.

*** (1978-2022), **Arhiva Administraţiei Naţionale de Meteorologie**

*** (1982), **Atlasul Geografic al României**, Edit. Didactică și Pedagogică, București.

*** (1992) **Atlasul Cadastrului Apelor României**, Ministerul Mediului și Aquaproject S.A., Bucureşti.

*** (2016), **Soil erosion by water (RUSLE2015)**, European Soil Data Centre (ESDAC), European Commission, Joint Research Centre https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/soil-erosion-water-rusle2015

*** (2019), Institutul Național de Hidrologie și Gospodărirea Apelor, Tema A6, M.M.A.P. "**Finalizarea și publicarea Atlasului secării râurilor din România**", București.

*** (2021), **Planul de Management Actualizat (2022-2026) al Spațiilor Hidrografice Mureș, Olt & Siret**, AN Apele Române București și ABA Mureș, Olt & Siret.

*** (2021), **Raport județean privind starea mediului**, Agenția Pentru Protecția Mediului Harghita.

*** (2022), **Copernicus Land Monitoring Service - EU-DEM**, https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/copernicus-land-monitoring-service-eu-dem

*** http://www.meteomanz.com/?l=1

*** SGA Harghita (2023), https://apeolt.ro/sga-harghita/

ANEXE

Anexa 1: Valorile altitudinale caracteristice în cadrul UATB din județul Harghita

Nr. crt.	UATB	Altitudine minimă (m)	Altitudine maximă (m)	Altitudine medie (m)
1.	Atid	380,0	1020,0	594,9
2.	Avrămești	400,0	780,0	545,1
3.	Băile Tușnad	629,2	761,8	656,6
4.	Bălan	840,0	965,1	875,7
5.	Bilbor	800,0	2031,0	1215,2
6.	Borsec	761,8	1380,0	1033,8
7.	Brădești	500,0	880,0	705,2
8.	Căpâlnița	666,4	1719,9	979,1
9.	Cârța	720,0	1380,0	900,5
10.	Ciceu	677,7	1740,0	992,7
11.	Ciucsângeorgiu	678,2	1417,3	1036,0
12.	Ciumani	740,0	1680,0	1032,4
13.	Corbu	680,0	1660,0	1049,3
14.	Corund	520,0	1020,0	825,1
15.	Cozmeni	648,6	1280,0	854,3
16.	Cristuru Secuiesc	380,0	771,8	473,4
17.	Dănești	700,0	1580,0	992,2
18.	Dârjiu	499,1	780,0	606,0
19.	Dealu	520,0	1000,0	787,5
20.	Ditrău	720,0	1480,0	977,0
21.	Feliceni	460,0	920,0	622,6
22.	Frumoasa	698,1	1400,0	992,4
23.	Gălăuțaș	668,6	1122,7	819,5
24.	Gheorgheni	763,5	1660,0	1155,2
25.	Joseni	720,0	1680,0	1009,9
26.	Lăzarea	720,0	1477,1	867,7
27.	Leliceni	680,0	1060,0	819,2
28.	Lueta	600,0	1100,0	828,8
29.	Lunca de Jos	776,7	1500,0	1094,0
30.	Lunca de Sus	860,0	1400,0	1134,2
31.	Lupeni	500,0	1060,0	773,8
32.	Mădăraș	700,0	1799,6	1070,0
33.	Mărtiniș	480,0	880,0	633,1
34.	Merești	540,0	1160,0	812,9
35.	Miercurea Ciuc	660,0	1354,2	871,0
36.	Mihăileni	700,0	1540,0	947,2
37.	Mugeni	440,0	869,2	571,3
38.	Ocland	500,0	979,7	641,7
39.	Odorheiu Secuiesc	474,3	880,0	601,5
40.	Păuleni-Ciuc	686,0	1433,3	942,6
41.	Plăieșii de Jos	600,0	1440,0	940,3
42.	Porumbeni	420,0	830,7	568,2

Nr. crt.	UATB	Altitudine minimă (m)	Altitudine maximă (m)	Altitudine medie (m)
43.	Praid	460,0	1720,0	885,8
44.	Racu	680,0	1740,0	927,2
45.	Remetea	712,7	1500,0	917,5
46.	Săcel	400,0	740,0	530,5
47.	Sărmaș	680,0	1380,0	958,2
48.	Sâncrăieni	660,0	1400,0	919,3
49.	Sândominic	758,4	1780,0	1076,8
50.	Sânmartin	645,4	1220,0	880,1
51.	Sânsimion	640,0	1540,0	833,9
52.	Sântimbru	660,0	1540,0	956,0
53.	Satu Mare	532,3	880,0	731,4
54.	Secuieni	380,0	600,0	440,2
55.	Siculeni	680,0	1740,0	968,1
56.	Subcetate	680,0	1620,0	888,2
57.	Suseni	720,0	1633,5	1026,0
58.	Șimonești	400,0	880,0	563,8
59.	Tomești	728,6	1439,7	941,8
60.	Toplița	640,0	2020,0	1043,4
61.	Tușnad	629,3	1373,1	837,5
62.	Tulgheș	620,0	1660,0	1029,0
63.	Ulieș	480,0	800,0	611,6
64.	Vărșag	660,0	1520,0	990,0
65.	Vlăhița	660,0	1740,0	1159,3
66.	Voșlăbeni	760,0	1520,0	899,0
67.	Zetea	520,0	1780,0	867,1

Sursa: autorii

Anexa 2: Indici ai temperaturii şi precipitaţiilor utilizaţi în analiză

Nr. crt.	Denumire	Abreviere	Definiţie	Exprimare	Domenii de aplicare*
INDICI DE TEMPERATURĂ					
1.	Numărul valurilor de frig	CWN	Numărul valurilor de frig din perioada rece a anului (octombrie-aprilie)	nr. de cazuri	H, AFS, WRS, T
2.	Durata valurilor de frig	CWD	Numărul maxim de zile al unui val de frig	zile	H, AFS, WRS, T
3.	Durata cumulată a valurilor de frig	CWF	Numărul de zile dintr-un an în care se manifestă valuri de frig	zile	H, AFS, WRS, T
4.	Amplitudinea termică zilnică	DTR	Media diferenţei de temperatură între valoarea maximă şi cea minimă dintr-un an	°C	A, AFS, DTR
5.	Zile cu îngheţ	FDO	Număr de zile cu temperatura minimă sub 0°C	zile	H, AFS
6.	Suma temperaturilor eficiente pentru vegetaţie	GDDgrow10	Suma anuală a temperaturilor de peste 10°C înregistrate în perioada de vegetaţie	°C	H, AFS, T
7.	Durata sezonului vegetativ	GSL	Numărul zilelor din an între prima perioadă de minimum 6 zile consecutive cu temperatura medie >5°C şi prima perioadă de minimum 6 zile consecutive cu temperatura medie <5°C	zile	AFS
8.	Numărul valurilor de căldură	HWN	Numărul valurilor de căldură din perioada caldă a anului (mai-septembrie)	nr. de cazuri	H, AFS, WRS, T
9.	Durata valurilor de căldură	HWD	Numărul maxim de zile al unui val de căldură	zile	H, AFS, WRS, T
10.	Durata cumulată a valurilor de căldură	HWF	Numărul de zile dintr-un an în care se manifestă valuri de căldură	zile	H, AFS, WRS, T
11.	Zile de iarnă	ID	Numărul anual de zile cu temperatura maximă <0°C	zile	H, AFS, T
12.	Zile de vară	SU25	Numărul anual de zile cu temperatura maximă >25°C	zile	H

Nr. crt.	Denumire	Abreviere	Definiţie	Exprimare	Domenii de aplicare*
INDICI DE TEMPERATURĂ					
13.	Zile tropicale	TXGE30	Numărul anual de zile cu temperatura maximă >30°C	zile	H, AFS
14.	Zile caniculare	TXGE35	Numărul anual de zile cu temperatura maximă >35°C	zile	H, AFS, T
15.	Media temperaturii medii zilnice	TMm	Media aritmetică a temperaturilor medii zilnice	°C	
16.	Media temperaturii minime zilnice	TNm	Media aritmetică a temperaturilor minime zilnice	°C	H, AFS, T
17.	Minima temperaturii minime zilnice	TNn	Temperatura minimă zilnică cea mai coborâtă	°C	AFS, T
18.	Ponderea nopţilor reci	TN10p	Procentul zilelor din an în care temperatura minimă zilnică este mai mică decât percentila 10	%	H, AFS, T
19.	Ponderea nopţilor calde	TN90p	Procentul zilelor din an în care temperatura minimă zilnică este mai mare decât percentila 90	%	H, AFS
20.	Nopţi tropicale	TR	Numărul anual de zile cu temperatura minimă >20°C	zile	H, AFS
21.	Ponderea zilelor răcoroase	TX10p	Procentul zilelor din an în care temperatura maximă zilnică este mai mică decât percentila 10	%	H, AFS
22.	Ponderea zilelor foarte calde	TX90p	Procentul zilelor din an în care temperatura maximă zilnică este mai mare decât percentila 90	%	H, AFS, T
23.	Media temperaturii maxime zilnice	TXm	Media aritmetică a temperaturilor maxime zilnice	°C	H, AFS, T, TR
24.	Maxima temperaturii maxime zilnice	TXx	Temperatura maximă zilnică cea mai ridicată	°C	AFS, T, TR
INDICI DE PRECIPITAŢII					
1.	Zile consecutive fără precipitaţii semnificative	CDD	Numărul maxim anual de zile consecutive în care cantitatea zilnică de precipitaţii este ≤ 1.0 mm	zile	H, AFS, WRS

Nr. crt.	Denumire	Abreviere	Definiţie	Exprimare	Domenii de aplicare*
INDICI DE TEMPERATURĂ					
2.	Zile consecutive cu precipitaţii semnificative	CWD	Numărul maxim anual de zile consecutive în care cantitatea zilnică de precipitaţii este ≥ 1.0 mm	zile	AFS, WRS, T, TR
3.	Cantitatea de precipitaţii cumulată în zilele cu precipitaţii semnificative	PRCPTOT	Cantitatea anuală de precipitaţii cumulată în zilele cu precipitaţii semnificative	mm	AFS, WRS
4.	Zile cu precipitaţii abundente	R10	Numărul anual de zile în care cantitatea zilnică de precipitaţii >10 mm	zile	AFS, WRS, T, TR
5.	Zile cu precipitaţii foarte abundente	R20	Numărul anual de zile în care cantitatea zilnică de precipitaţii >20 mm	zile	AFS, WRS, T, TR
6.	Zile foarte umede	R95p	Cantitatea anuală de precipitaţii cumulată în cele mai ploioase 5% zile din an	mm	AFS, WRS, TR
7.	Zile extrem de umede	R99p	Cantitatea anuală de precipitaţii cumulată în cele mai ploioase 1% zile din an	mm	AFS, WRS, TR
8.	Cantitatea maximă de precipitaţii înregistrată într-o zi	Rx1day	Cea mai mare cantitate de precipitaţii înregistrată într-o zi	mm	H, AFS, WRS, T, TR
9.	Cantitatea maximă de precipitaţii înregistrată în 3 zile	Rx3days	Cea mai mare cantitate de precipitaţii înregistrată în 3 zile consecutive	mm	H, AFS, WRS, T, TR

*H – sănătate; AFS – agricultură şi siguranţă alimentară; WRS – resurse de apă; T – turism; TR – transporturi

Sursa: Alexander şi Nichols, 2016

Anexa 3: Durata maximă (HWD) şi numărul de zile anual (HWF) al valurilor de căldură şi tendinţa acestora (zile/an), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022)

Anul	Durata maximă anuală a unui val de căldură (HWD)					Numărul anual de zile cu valuri de căldură (HWF)				
	Topliţa	Joseni	Miercurea Ciuc	Odorheiu Secuiesc	Bucin	Topliţa	Joseni	Miercurea Ciuc	Odorheiu Secuiesc	Bucin
1961	3	3	3	-	3	3	3	3	-	3
1962	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1963	4	4	5	4	5	7	8	10	7	13
1964	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1965	6	7	5	6	7	6	7	5	6	7
1966	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1967	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1968	3	3	10	3	4	3	6	13	6	10
1969	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4
1970	5	7	6	4	7	5	7	6	4	7
1971	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1972	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1973	4	4	5	4	5	7	7	8	7	12
1974	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1975	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1976	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1977	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1978	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1979	-	-	3	-	3	-	-	3	-	3
1980	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1981	8	7	7	7	9	8	7	7	7	9
1982	-	6	4	3	7	-	9	10	3	7
1983	3	3	4	5	4	3	3	4	9	10
1984	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1985	5	5	7	5	5	5	5	7	5	5
1986	5	7	6	5	8	5	7	6	5	8
1987	7	8	9	7	8	10	12	19	7	15
1988	3	4	5	3	5	6	7	8	3	8
1989	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1992	3	4	4	4	6	3	4	4	4	6
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	4	4	6	4	9	17	17	17	7	23
1995	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	3	4	3	3	4	6	7	6	3	7
1997	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3
1998	3	3	3	3	4	6	6	6	6	7
1999	5	4	4	9	5	8	10	10	14	12
2000	5	5	5	5	5	9	8	8	8	9
2001	-	-	3	-	3	-	-	3	-	3
2002	4	8	4	3	8	7	18	16	6	18
2003	8	8	8	8	8	16	18	20	16	25
2004	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3
2005	5	6	7	4	6	8	11	12	7	14
2006	4	4	6	3	5	4	4	6	3	5

Anul	Durata maximă anuală a unui val de căldură (HWD)					Numărul anual de zile cu valuri de căldură (HWF)				
	Topliţa	Joseni	Miercurea Ciuc	Odorheiu Secuiesc	Bucin	Topliţa	Joseni	Miercurea Ciuc	Odorheiu Secuiesc	Bucin
2007	9	9	9	7	9	20	22	29	17	28
2008	4	4	5	3	5	4	7	8	3	8
2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	5	6	15	5	7	13	19	24	9	26
2011	-	-	3	-	4	-	-	3	-	7
2012	8	7	8	9	9	39	41	49	44	50
2013	8	6	6	5	8	13	12	15	14	19
2014	3	-	-	4	-	3	-	-	4	-
2015	8	8	8	10	7	35	20	18	34	12
2016	10	9	8	9	5	19	17	11	14	5
2017	12	11	5	7	4	15	11	5	17	4
2018	7	6	4	7	6	11	6	4	13	6
2019	6	3	-	4	-	9	3	-	14	-
2020	4	4	3	4	-	7	7	3	7	-
2021	12	4	4	4	-	19	10	4	11	-
2022	7	7	5	7	-	11	12	10	13	-
Media	**5,5**	**5,5**	**5,6**	**5,1**	**5,6**	**6,1**	**6,2**	**6,6**	**5,9**	**6,8**
Tendinta	***0,099***	***0,068***	***0,053***	***0,078***	**0,035**	***0,236***	***0,186***	***0,159***	***0,229***	***0,131***

***Italic*: tendinţe statistic semnificative; „-„: fără valuri de căldură**

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bârsan, 2015) şi ANM (2023)

Anexa 4: Durata maximă (CWD) şi numărul de zile anual (CWF) al valurilor de frig şi tendinţa acestora (zile/an), la staţiile meteorologice din Judeţul Harghita (1961-2022)

Anul	Durata maximă anuală a unui val de frig (CWD)					Numărul anual de zile cu valuri de frig (CWF)				
	Topliţa	Joseni	Miercurea Ciuc	Odorheiu Secuiesc	Bucin	Topliţa	Joseni	Miercurea Ciuc	Odorheiu Secuiesc	Bucin
1961	7	5	5	6	6	10	8	8	9	12
1962	9	7	5	7	7	15	13	8	22	10
1963	21	18	19	21	20	34	31	32	33	32
1964	20	19	19	20	19	37	30	29	37	36
1965	11	12	12	12	13	24	25	24	25	26
1966	6	5	5	6	6	10	9	9	6	6
1967	12	9	8	13	13	33	33	21	38	35
1968	9	8	8	11	9	17	17	11	15	12
1969	12	12	11	11	11	24	30	21	21	24
1970	3	4	4	5	4	9	10	4	8	10
1971	-	-	-	3	4	-	-	-	3	4
1972	9	8	6	6	6	20	13	6	9	9
1973	7	7	6	8	7	20	19	13	18	18
1974	12	12	12	7	12	15	12	12	10	12
1975	-	-	-	3	-	-	-	-	3	-
1976	14	9	10	7	8	33	32	29	23	26
1977	6	7	6	11	6	14	11	11	11	6
1978	7	7	6	7	6	15	14	13	15	15
1979	7	7	7	7	7	15	10	14	11	11
1980	12	12	11	9	11	19	19	17	16	19
1981	7	7	7	6	7	11	14	10	15	11
1982	21	21	20	8	21	37	38	37	28	35
1983	7	6	6	5	5	10	9	9	16	10
1984	17	15	8	15	15	25	22	17	24	25
1985	23	22	17	22	22	41	40	39	42	40
1986	7	5	6	7	6	17	14	13	17	16
1987	9	8	8	18	13	35	23	21	40	33
1988	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4
1989	6	6	5	9	5	16	13	8	22	13
1990	8	8	7	11	7	14	14	12	11	12
1991	7	7	6	8	8	19	16	14	29	20
1992	17	17	17	18	17	28	24	25	40	29
1993	8	8	8	9	8	28	23	27	23	31
1994	4	-	-	3	4	4	-	-	3	4
1995	9	9	9	7	10	20	20	17	7	16
1996	10	10	10	6	14	34	27	31	16	35
1997	3	3	3	3	4	7	7	4	4	8
1998	15	14	14	7	7	23	21	23	18	17
1999	4	4	4	4	4	8	8	11	8	11
2000	6	9	6	10	10	17	21	21	28	27
2001	15	15	15	23	14	26	20	20	23	19

Anul	Durata maximă anuală a unui val de frig (CWD)					Numărul anual de zile cu valuri de frig (CWF)				
	Topliţa	**Joseni**	**Miercurea Ciuc**	**Odorheiu Secuiesc**	**Bucin**	**Topliţa**	**Joseni**	**Miercurea Ciuc**	**Odorheiu Secuiesc**	**Bucin**
2002	5	5	5	8	5	19	19	23	28	16
2003	4	5	7	9	9	14	15	18	15	17
2004	4	4	6	7	7	11	11	13	19	15
2005	13	13	7	13	13	19	16	13	20	17
2006	10	9	9	10	10	22	21	23	25	26
2007	11	5	5	9	3	11	12	9	17	3
2008	11	18	18	17	18	16	23	27	25	23
2009	7	14	14	13	14	16	17	17	17	14
2010	9	9	9	9	9	16	16	16	18	16
2011	5	6	6	7	6	10	11	11	15	15
2012	7	6	6	7	12	27	23	22	21	28
2013	4	4	3	5	4	7	7	6	5	7
2014	5	6	8	4	6	5	11	13	4	6
2015	4	6	4	4	5	10	16	10	7	11
2016	7	6	6	7	8	15	13	13	24	19
2017	11	11	6	6	8	21	24	23	17	12
2018	5	5	4	4	6	8	14	11	4	12
2019	-	3	3	3	7	-	3	3	3	7
2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021	3	3	3	3	6	6	3	3	6	14
2022	4	4	3	4	6	4	4	3	4	12
Media	**8,4**	**8,2**	**7,6**	**8,6**	**8,7**	**16,9**	**16,0**	**14,9**	**16,9**	**16,6**
Tendinţa	***-0,086***	**-0,054**	***-0,049***	***-0,061***	**-0,027**	***-0,182***	**-0,120**	**-0,068**	**-0,111**	**-0,089**

***Italic*: tendinţe statistic semnificative;„-„: fără valuri de frig**

Sursa: date prelucrate după ROCADA (Dumitrescu şi Bârsan, 2015) şi ANM (2023)

Anexa 5: Distribuţia fluxului de radiaţie al energiei solare (kWh/m2) şi al potenţialului electric fotovoltaic (kWh/kWp), în județul Harghita (1994-2018)

Nr. crt.	Cod SIRUTA	UATB	Fluxul radiativ (kWh/m^2/an)	Potenţialul electric fotovoltaic (kWh/kWp/an)
1.	83785	Atid	predominant 1168-1241 şi 1095-1168, restul pe versantii adăpostiţi	predominant 1241-1277
2.	83320	Miercurea Ciuc	predominant 1022-1095, 1095-1168	pe creste 1095-1131, predominant 1131-1168
3.	83428	Băile Tușnad	predominant 1168-1241 şi 1095-1168	predominant 1205-1241
4.	83561	Gheorgheni	949-1168	pe creste 1095-1131, predominant 1131-1168
5.	83847	Avrămești	predominant 1168-1241 şi 1095-1168 pe versantii adăpostiţi	predominant 1241-1277
6.	83464	Balan	predominant 1022-1095, restul 1095-1168	pe creste 1095-1131, predominant 1131-1168
7.	83936	Bilbor	predominant 1022-1095, iar pe creste sub 1022	pe creste 1095-1131, predominant 1131-1168
8.	83491	Borsec	predominant 949-1022	pe creste 1095-1131, predominant 1131-1168
9.	83133	Odorheiu Secuiesc	predominant 1168-1241 şi 1095-1168 pe versantii adăpostiţi	1277-1313
10.	83632	Toplița	predominant 1022-1095; pe creste, sub 1022	predominant 1205-1241
11.	83525	Cristuru Secuiesc	predominant 1168-1241 şi 1095-1168 pe versantii adăpostiţi	1277-1313
12.	83151	Brădești	predominant 1168-1241	1241-1313
13.	83963	Căpâlnița	predominant 1168-1241	predominant 1241-1277
14.	83749	Vlăhița	predominant 1168-1241	predominant 1241-1277
15.	84102	Cârța	predominant 1168-1241 şi 1095-1168	predominant 1205-1241
16.	86461	Ciceu	predominant 1168-1241 şi 1095-1168	predominant 1205-1241
17.	83981	Ciucsângeorgiu	predominant 1022-1095 1095-1168	pe creste 1095-1131, predominant 1131-1168

Nr. crt.	Cod SIRUTA	UATB	Fluxul radiativ (kWh/m^2/an)	Potenţialul electric fotovoltaic (kWh/kWp/an)
18.	84086	Ciumani	1095-1241	predominant 1205-1241
19.	84148	Corbu	predominant 949-1022	pe creste 1095-1131, predominant 1131-1168
20.	84175	Corund	predominant 1168-1241	predominant 1241-1277
21.	86446	Cozmeni	predominant 1168-1241 şi 1095-1168	predominant 1205-1241
22.	84237	Dănești	1168-1241 şi 1095-1168	predominant 1205-1241
23.	84380	Dârjiu	predominant 1168-1241 şi 1095-1168 pe versantitii adăpostiţi	1277-1313
24.	84264	Dealu	predominant 1168-1241	predominant 1241-1277
25.	84344	Ditrău	predominant 1022-1095, respectiv1095-1168	predominant 1205-1241
26.	83197	Feliceni	predominant 1168-1241 şi 1095-1168 pe versanti adăpostiţi	1277-1313
27.	84415	Frumoasa	predominant 1022-1095, 1095-1168	pe creste 1095-1131, predominant 1131-1168
28.	84460	Gălăuțaș	predominant 1022-1095, 1095-1168	predominant 1205-1241
29.	84558	Joseni	1095-1241	predominant 1205-1241
30.	84594	Lăzarea	predominant 1022-1095, 1095-1168	predominant 1205-1241
31.	86479	Leliceni	predominant 1022-1095, 1095-1168	pe creste 1095-1131, predominant 1131-1168
32.	84629	Lueta	predominant 1168-1241	predominant 1241-1277
33.	84656	Lunca De Jos	predominant 1022-1095, 1095-1168	pe creste 1095-1131, predominant 1131-1168
34.	84754	Lunca De Sus	predominant 1022-1095, 1095-1168	pe creste 1095-1131, predominant 1131-1168
35.	84825	Lupeni	predominant 1168-1241	predominant 1241-1277
36.	86438	Mădăraș	1168-1241 şi 1095-1168	predominant 1205-1241

Nr. crt.	Cod SIRUTA	UATB	Fluxul radiativ (kWh/m^2/an)	Potenţialul electric fotovoltaic (kWh/kWp/an)
37.	84923	Mărtiniș	predominant 1168-1241 şi 1095-1168 pe versantii adăpostiţi	1277-1313
38.	85056	Merești	predominant 1168-1241	predominant 1241-1277
39.	85074	Mihăileni	predominant 1022-1095, 1095-1168	pe creste 1095-1131, predominant 1131-1168
40.	85127	Mugeni	predominant 1168-1241 şi 1095-1168 pe versantii adăpostiţi	1277-1313
41.	85243	Ocland	predominant 1168-1241 şi 1095-1168 pe versantii adăpostiţi	predominant 1241-1277
42.	83375	Păuleni-Ciuc	predominant 1022-1095, 1095-1168	pe creste 1095-1131, predominant 1131-1168
43.	85289	Plăieșii De Jos	predominant 1022-1095, 1095-1168	pe creste 1095-1131, predominant 1131-1168
44.	86487	Porumbeni	predominant 1168-1241 şi 1095-1168 pe versantiii adăpostiţi	1277-1313
45.	85341	Praid	predominant 1168-1241	predominant 1241-1277
46.	86495	Racu	predominant 1168-1241 şi 1095-1168	predominant 1205-1241
47.	85412	Remetea	predominant 1022-1095 1095-1168	predominant 1205-1241
48.	85467	Săcel	predominant 1168-1241 şi 1095-1168 pe versanti adăpostiţi	predominant 1241-1277
49.	85680	Sâncrăieni	predominant 1168-1241 şi 1095-1168	predominant 1205-1241
50.	85760	Sândominic	predominant 1022-1095, 1095-1168	pe creste 1095-1131, predominant 1131-1168
51.	85788	Sânmartin	predominant 1022-1095, 1095-1168	pe creste 1095-1131, predominant 1131-1168
52.	85840	Sânsimion	predominant 1168-1241 şi 1095-1168	predominant 1205-1241
53.	86519	Sântimbru	predominant 1168-1241 şi 1095-1168	predominant 1205-1241
54.	85528	Sărmaș	predominant 1022-1095, 1095-1168	predominant 1205-1241

Nr. crt.	Cod SIRUTA	UATB	Fluxul radiativ (kWh/m^2/an)	Potenţialul electric fotovoltaic (kWh/kWp/an)
55.	86501	Satu Mare	predominant 1168-1241	1277-1313
56.	85582	Secuieni	predominant 1168-1241 şi 1095-1168 pe versanti adăpostiţi	1277-1313
57.	85626	Siculeni	predominant 1168-1241 şi 1095-1168	predominant 1205-1241
58.	85984	Șimonești	predominant 1168-1241 şi 1095-1168 pe versanti adăpostiţi	predominant 1241-1277
59.	85877	Subcetate	predominant 1022-1095, 1095-1168	predominant 1205-1241
60.	85920	Suseni	1095-1241	predominant 1205-1241
61.	86453	Tomești	predominant 1168-1241 şi 1095-1168	pe creste 1095-1131, predominant 1131-1168
62.	86133	Tulgheș	predominant 949-1022	pe creste 1095-1131, predominant 1131-1168
63.	86188	Tușnad	predominant 1168-1241 şi 1095-1168	predominant 1205-1241
64.	86222	Ulieș	predominant 1168-1241 şi 1095-1168 pe versantii adăpostiţi	1277-1313
65.	86311	Vărșag	predominant 1168-1241	predominant 1241-1277
66.	86339	Voșlăbeni	1095-1168	pe creste 1095-1131, predominant 1131-1168
67.	86366	Zetea	predominant 1168-1241	predominant 1241-1277

Sursa: Global Solar Atlas (https://globalsolaratlas.info/download/romania)

Anexa 6: Viteza medie (m/s) şi densitatea medie de putere a vântului (W/m^2) la diferite înălţimi, în Jud. Harghita (1994-2018)

Nr. crt.	Denumire UATB	Viteză vânt 50 m (m/s)	Densitate putere vânt 50 m (W/m^2)	Viteză vânt 100 m (m/s)	Densitate putere vânt 100 m (W/m^2)
1.	Atid	3-5	100-300	3-5	200-300
2.	Miercurea Ciuc	2-7	100-500	3-7	100-200
3.	Băile Tușnad	4-5	<100	4-6	100-200
4.	Gheorgheni	3-9	100-900	3-7	100-1000
5.	Avrămești	3-5	100-300	3-5	100-200
6.	Balan	2-3	<100	4-6	100-200
7.	Bilbor	4-7	<300	8-9	100-700
8.	Borsec	3-7	100-300	3-7	< 100
9.	Odorheiu Secuiesc	3-5	100-300	3-5	100-200
10.	Toplița	2-7	<300	3-7	100-900
11.	Cristuru Secuiesc	3-5	100-300	3-5	100-200
12.	Brădești	3-5	100-300	4-6	100-200
13.	Căpâlnița	3-5	100-300	3-5	100-200
14.	Vlăhița	3-5	100-500	3-5	100-800
15.	Cârța	2-3	<100	3-7	200-300
16.	Ciceu	2-7	<100	3-7	200-300
17.	Ciucsângeorgiu	3-6	100-300	3-7	100-200
18.	Ciumani	2-4	<100	3-7	100-200
19.	Corbu	3-7	100-300	3-7	< 100
20.	Corund	2-5	100-300	4-6	100-200

Nr. crt.	Denumire UATB	Viteză vânt 50 m (m/s)	Densitate putere vânt 50 m (W/m^2)	Viteză vânt 100 m (m/s)	Densitate putere vânt 100 m (W/m^2)
21.	Cozmeni	3-5	<300	3-7	100-200
22.	Dănești	2-3	<500	3-7	100-200
23.	Dârjiu	3-5	100-300	3-5	100-200
24.	Dealu	2-4	100-300	2-4	200-300
25.	Ditrău	2-6	100-300	3-7	< 100
26.	Feliceni	3-5	100-300	3-5	100-200
27.	Frumoasa	3-6	<300	3-7	100-300
28.	Gălăuțaș	2-5	<300	2-3	< 100
29.	Joseni	2-7	<500	3-7	< 100
30.	Lăzarea	2-3	100-500	3-7	< 100
31.	Leliceni	2-3	100-300	3-5	< 100
32.	Lueta	3-5	100-300	3-5	100-700
33.	Lunca de Jos	3-8	100-1000	3-7	100-900
34.	Lunca de Sus	3-7	100-300	3-7	100-200
35.	Lupeni	2-5	100-300	3-5	200-300
36.	Mădăraș	3-6	<500	3-7	100-200
37.	Mărtiniș	3-5	100-300	3-5	100-200
38.	Merești	3-5	100-300	3-5	100-200
39.	Mihăileni	2-3	<300	3-7	< 100
40.	Mugeni	3-5	100-300	3-5	100-200
41.	Ocland	3-5	100-300	3-5	100-200
42.	Păuleni-Ciuc	3-6	<300	3-7	100-200
43.	Plăieșii de Jos	3-6	100-900	3-7	100-400
44.	Porumbeni	3-5	100-300	3-5	100-200
45.	Praid	2-5	100-300	4-6	100-400
46.	Racu	2-7	<100	3-7	200-300
47.	Remetea	2-6	<300	2-3	< 100
48.	Săcel	3-5	100-300	3-5	100-200
49.	Sâncrăieni	2-7	<300	3-7	100-200
50.	Sândominic	3-8	100-500	3-7	100-500
51.	Sânmartin	3-5	<300	3-5	100-400
52.	Sânsimion	2-7	<300	3-7	100-400
53.	Sântimbru	2-7	<300	3-7	100-400
54.	Sărmaș	2-5	100-300	3-7	< 100
55.	Satu Mare	3-5	100-300	2-4	100-200
56.	Secuieni	3-5	100-300	3-5	100-200
57.	Siculeni	2-7	<100	3-7	200-300
58.	Șimonești	3-5	100-300	3-5	100-200
59.	Subcetate	2-5	<300	2-3	< 100
60.	Suseni	2-6	<500	3-7	100-200
61.	Tomești	2-3	<100	3-7	100-200
62.	Tulgheș	3-9	100-300	3-7	< 100
63.	Tușnad	3-5	<300	3-7	100-400

Nr. crt.	Denumire UATB	Viteză vânt 50 m (m/s)	Densitate putere vânt 50 m (W/m^2)	Viteză vânt 100 m (m/s)	Densitate putere vânt 100 m (W/m^2)
64.	Ulieș	3-5	100-300	3-5	100-200
65.	Vărșag	3-5	100-300	4-6	100-200
66.	Voșlăbeni	3-6	<300	3-7	100-200
67.	Zetea	3-7	<300	2-4	100-200

Sursa: după Global Wind Atlas (https://globalwindatlas.info)

Anexa 7: Ponderea terenurilor agricole în cadrul UAT-urilor din județul Harghita în anul 2021

Nr. crt.	UATB	Suprafața agricolă (ha)	Ponderea terenurilor agricole (%)
1.	Secuieni	3468	87,1
2.	Dârjiu	3617	86,0
3.	Gălăuțaș	2611	85,8
4.	Tomești	5562	82,1
5.	Feliceni	6172	80,7
6.	Voșlăbeni	4537	80,6
7.	Ulieș	5504	79,8
8.	Lăzarea	6346	77,8
9.	Remetea	8382	77,8
10.	Cârța	6192	77,5
11.	Brădești	2433	77,2
12.	Mărtiniș	10937	77,2
13.	Leliceni	2734	75,3
14.	Mihăileni	6151	74,4
15.	Sărmaș	5131	74,0
16.	Frumoasa	6124	72,7
17.	Ocland	4440	72,7
18.	Mugeni	4643	72,1
19.	Dănești	4474	70,6

Nr. crt.	UATB	Suprafața agricolă (ha)	Ponderea terenurilor agricole (%)
20.	Lueta	7194	70,3
21.	Odorheiu Secuiesc	3303	70,1
22.	Satu Mare	2878	70,0
23.	Lupeni	8757	69,9
24.	Racu	3253	69,9
25.	Sânmartin	3386	69,7
26.	Ditrău	7912	69,6
27.	Subcetate	3570	69,1
28.	Șimonești	8032	69,1
29.	Atid	9401	68,7
30.	Lunca de Sus	5650	68,4
31.	Sânsimion	4530	68,2
32.	Cristuru Secuiesc	3668	68,1
33.	Lunca de Jos	9254	66,7
34.	Căpâlnița	4955	66,1
35.	Săcel	4759	65,2
36.	Siculeni	2559	63,5
37.	Avrămești	3686	63,4
38.	Joseni	14132	63,3
39.	Dealu	5999	63,2
40.	Porumbeni	2609	62,3
41.	Ciucsângeorgiu	14897	61,5
42.	Păuleni-Ciuc	2877	60,9
43.	Cozmeni	4211	60,2
44.	Toplița	20091	59,5
45.	Corund	6599	57,7
46.	Ciumani	5348	56,0
47.	Suseni	12373	55,5
48.	Plăieșii de Jos	16257	55,0
49.	Ciceu	3807	54,3
50.	Gheorgheni	11708	53,1
51.	Miercurea Ciuc	6092	51,3
52.	Tușnad	3893	50,9
53.	Mădăraș	3330	50,5
54.	Sâncrăieni	2559	49,0
55.	Sândominic	7353	48,6
56.	Sântimbru	2660	48,3
57.	Vlăhița	3605	47,9
58.	Merești	5051	46,6
59.	Praid	8403	46,6
60.	Vârșag	3258	41,8
61.	Corbu	6940	40,6
62.	Zetea	7653	40,4
63.	Tulgheș	7266	29,8

Nr. crt.	UATB	Suprafața agricolă (ha)	Ponderea terenurilor agricole (%)
64.	Bilbor	5085	22,4
65.	Bălan	24	17,0
66.	Borsec	1022	16,6
67.	Băile Tușnad	28	14,8

Sursa: Direcția Agricolă Harghita

Anexa 8: Suprafața forestieră la nivel de UATB în județul Harghita la data de 31.12.2021

Nr. crt.	UATB	Suprafață forestieră (ha)	Suprafață totală (ha)	Ponderea suprafeței forestiere (%)
1.	Borsec	4984,0	6143,0	81,1
2.	Bilbor	17206,0	22685,0	75,8
3.	Tulgheș	16896,0	24396,0	69,3
4.	Corbu	9837,0	17073,0	57,6
5.	Zetea	10667,0	18966,0	56,2
6.	Vărșag	4304,0	7792,0	55,2
7.	Merești	5410,0	10849,0	49,9
8.	Praid	8893,0	18046,0	49,3
9.	Sântimbru	2679,0	5502,0	48,7
10.	Vlăhița	3558,0	7525,0	47,3
11.	Mădăraș	3080,0	6588,0	46,8
12.	Sâncrăieni	2437,0	5223,0	46,7
13.	Tușnad	3388,0	7646,0	44,3
14.	Gheorgheni	9715,0	22051,0	44,1
15.	Sândominic	6505,0	15129,0	43,0
16.	Miercurea Ciuc	4890,0	11886,0	41,1
17.	Suseni	9171,0	22294,0	41,1
18.	Plăieșii De Jos	11862,0	29569,0	40,1
19.	Ciumani	3803,0	9544,0	39,8
20.	Toplița	12880,0	33770,0	38,1
21.	Corund	4198,0	11436,0	36,7
22.	Ciucsângeorgiu	8836,0	24223,0	36,5
23.	Ciceu	2529,0	7016,0	36,0
24.	Cozmeni	2464,0	6998,0	35,2
25.	Joseni	7219,0	22321,0	32,3
26.	Avrămești	1837,0	5814,0	31,6
27.	Siculeni	1270,0	4031,0	31,5
28.	Dealu	2920,0	9495,0	30,8
29.	Căpâlnița	2304,0	7497,0	30,7
30.	Săcel	2236,0	7296,0	30,6
31.	Păuleni-Ciuc	1406,0	4724,0	29,8
32.	Lunca De Jos	4085,0	13879,0	29,4
33.	Băile Tușnad	55,0	189,0	29,1
34.	Porumbeni	1197,0	4189,0	28,6
35.	Atid	3891,0	13682,0	28,4
36.	Subcetate	1451,0	5166,0	28,1
37.	Sânmartin	1360,0	4861,0	28,0
38.	Lunca De Sus	2300,0	8262,0	27,8
39.	Sânsimion	1774,0	6644,0	26,7
40.	Racu	1216,0	4653,0	26,1

Nr. crt.	UATB	Suprafață forestieră (ha)	Suprafață totală (ha)	Ponderea suprafeței forestiere (%)
41.	Lupeni	3238,0	12534,0	25,8
42.	Șimonești	2946,0	11618,0	25,4
43.	Dănești	1601,0	6337,0	25,3
44.	Satu Mare	1028,0	4113,0	25,0
45.	Cristuru Secuiesc	1327,0	5384,0	24,6
46.	Ditrău	2800,0	11368,0	24,6
47.	Lueta	2480,0	10227,0	24,2
48.	Mugeni	1488,0	6442,0	23,1
49.	Ocland	1390,0	6110,0	22,7
50.	Frumoasa	1888,0	8427,0	22,4
51.	Mihăileni	1763,0	8272,0	21,3
52.	Leliceni	711,0	3629,0	19,6
53.	Sărmaș	1343,0	6930,0	19,4
54.	Brădești	574,0	3151,0	18,2
55.	Lăzarea	1479,0	8156,0	18,1
56.	Remetea	1925,0	10773,0	17,9
57.	Mărtiniș	2489,0	14162,0	17,6
58.	Cârța	1369,0	7994,0	17,1
59.	Odorheiu Secuiesc	745,0	4712,0	15,8
60.	Voșlăbeni	871,0	5628,0	15,5
61.	Tomești	1015,0	6777,0	15,0
62.	Feliceni	1122,0	7649,0	14,7
63.	Dârjiu	450,0	4206,0	10,7
64.	Gălăuțaș	280,0	3042,0	9,2
65.	Secuieni	266,0	3982,0	6,7
66.	Ulieș	397,0	6898,0	5,8
67.	Bălan	0,0	141,0	0,0

Sursa: Direcția Agricolă a județului Harghita