Investeşte în oameni!
FONDUL SOCIAL EUROPEAN
Programul Operaţional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007 – 2013
Axa prioritară 1 „Educaţie şi formare profesională în sprijinul creşterii economice şi dezvoltării societăţii bazate pe cunoaştere”
Domeniul major de intervenţie 1.5. „Programe doctorale şi post-doctorale în sprijinul cercetării”
Titlul proiectului: Burse doctorale si postdoctorale pentru cercetare de excelenta
Numărul de identificare al contractului: POSDRU/159/1.5/S/134378
Beneficiar: Universitatea Transilvania din Braşov

ȘCOALA DOCTORALĂ INTERDISCIPLINARĂ

Facultatea: Silvicultură și Exploatări Forestiere

Ing. Aurelian CANDREA-GRIGORAȘ

TEZĂ DE DOCTORAT

Cercetări privind conectivitatea habitatelor pe culoarul Brașov-Comarnic. Amplasarea și construcția ecoductelor, în contextul dezvoltării infrastructurii rutiere

Research regarding the habitat connectivity on the Brașov - Comarnic corridor. Locating the appropriate ecoduct construction sites in the road infrastructure development context

REZUMAT / ABSTRACT

Conducător ştiinţific

Prof.dr.ing. Gheorghe IGNEA

BRAȘOV, 2018

D-lui (D-nei) .....

COMPONENȚA

Comisiei de doctorat

Numită prin ordinul Rectorului Universității Transilvania din Braşov
Nr. ..... din .....

PREŞEDINTE:	Prof.univ.dr.ing. **Iosif VOROVENCII** Prodecan – Facultatea de Silvicultură și Exploatări Forestiere Universitatea Transilvania din Brașov
CONDUCĂTOR ŞTIINȚIFIC:	Prof.univ.dr.ing. **Gheorghe IGNEA** Universitatea Transilvania din Brașov
REFERENȚI:	Prof.univ.dr.ing. **Ovidiu IONESCU** Universitatea Transilvania din Brașov
	Prof.univ.dr.ing. **Dan ZAROJANU** Universitatea Ștefan cel Mare din Suceava
	C.S. gr. I. dr. ing. **Lucian DINCĂ** INCDS Brașov

Data, ora şi locul susținerii publice a tezei de doctorat: 28.09.2018 , ora 11, sala **S1II** (Facultatea de Silvicultură și Exploatări Forestiere din Brașov) .

Eventualele aprecieri sau observații asupra conținutului lucrării vor fi transmise electronic, în timp util, pe adresa alcandrearo@yahoo.com

Totodată, vă invităm să luați parte la şedința publică de susținere a tezei de doctorat.

Vă mulțumim!

CUPRINS

Pag rezumat/Pag. teză

INTRODUCERE 1/1

CAPITOLUL I. ANALIZA STADIULUI ACTUAL AL CUNOȘTINȚELOR 2/2

1.1 Specii umbrelă 2/2

1.1.1 Concept 2/2

1.1.2 Alegerea speciilor focale (umbrelă) 2/2

1.2 Descrierea coridoarelor si determinarea conectivității habitatelor 3/4

1.2.1 Coridorul ecologic 3/4

1.2.2 Tipuri de coridoare 4/5

1.2.3 Planificarea unui coridor: Biodiversitate, scară și obiective 4/6

1.2.4 Obiective ale coridoarelor 5/7

1.2.5 Beneficii biologice 5/7

1.2.6 Beneficii aduse oamenilor 5/7

1.2.7 Cauze ale erodării biodiversității și legătura cu conectivitatea ecologică 5/8

1.2.8 Abordări teoretice ale beneficiilor conectivității ecologice 5/9

1.3 Ingineria ecologică 7/12

1.4 Conceptul de ecoduct 7/14

1.4.1 Utilizarea ecoductelor la nivel mondial și național 7/14

1.4.2 Tipuri de ecoducte construite 9/17

CAPITOLUL II. SCOPUL ȘI OBIECTIVELE CERCETĂRILOR 12/24

2.1 Scopul cercetărilor 12/24

2.2 Obiectivele cercetărilor 12/24

CAPITOLUL III. LOCUL ȘI METODELE DE CERCETARE 13/25

3.1 Locul cercetărilor 13/25

3.2 Metode de cercetare 15/29

3.2.1 Principiile de selecție ale unei specii umbrelă. Analiza eco-etologică și caracteristicile speciei în raport cu factorul antropic 15/29

3.2.2 Metoda de determinare a permeabilității habitatelor 15/39

3.2.3 Metodologia obținerii datelor din teren 16/43

3.2.4 Metode statistice de determinare a trendului populație 22/51

3.2.5 Metode GIS utilizate pentru analiza conectivității habitatelor și modelarea coridoarelor ecologice 23/52

3.2.6 Analiza condițiilor tehnice de proiectare 25/62

3.2.7 Stabilirea încărcărilor 28/67

3.2.8 Analiza condițiilor staționale și sinteza speciilor forestiere utilizabile 30/69

CAPITOLUL IV. REZULTATE ȘI DISCUȚII 31/73

4.1 Analiza populației de urs (Ursus arctos) din zona de studiu (Brașov – Comarnic) 31/73

4.1.1 Situația populației de urs din Fondurilor Cinegetice 33/76

4.1.2 Determinarea statistică a trendului populație 33/76

4.2 Rezultate privind studiul permeabilității habitatelor pe sectorul Brașov – Comarnic 35/79

4.2.1 Sistematizarea datelor preluate din teren 37/83

4.2.2 Prelucrarea datelor primare 37/88

4.2.3 Permeabilitatea pentru Drumurile Național-Europene(E) 37/89

4.2.4 Permeabilitatea pentru Drumurile Naționale (DN) 38/90

4.2.5 Permeabilitatea pentru drumuri județene(DJ) 38/91

4.2.6 Permeabilitatea pentru drumuri comunale (CO) 39/92

4.2.7 Harți GIS privind permeabilitatea habitatelor 39/93

4.3 Coridoare ecologice pentru specia urs (Ursus arctos) 43/97

4.3.1 Harți GIS privind coridoarele ecologice pentru ursul brun (Ursus arctos) 43/97

4.3.2 Validarea în teren a coridoarelor rezultate din modelare 44/98

4.4 Identificarea zonelor de intersecție a infrastructurii cu coridoarelor ecologice 49/104

4.5 Stabilirea amplasamentelor ecoductelor pe tronsoanele critice 50/105

4.6 Studiul pofilelor transversale ale terenului 54/109

4.6.1 Profil transversal concav 54/109

4.6.2 Profil transversal înclinat 55/112

4.6.3 Profil transversal mixt 55/117

4.6.4 Profil transversal plat (orizontal) 56/118

4.6.5 Profil DN1 ..... 57/120

4.7 Studiul formei ecoductelor 58/122

4.7.1 Calculul structurii ecoductului de tip ,,Green Bridge'' 60/125

4.7.2 Identificarea formei optime pentru construcția ecoductelor 68/153

4.8 Soluții silvo-tehnice privind instalarea vegetației forestiere pe învelișului superior al ecoductului de tip ,, Green Bridge'' 77/162

4.8.1 Descrierea obiectivului propus a fi protejat 77/162

4.8.2 Descrierea condițiilor care impun instalarea vegetației forestiere pe ecoduct .. 77/162

4.8.4 Rolul speciilor forestiere în protejarea obiectivul propus 77/162

4.8.5 Stabilirea caracteristicilor structurale ale vegetației forestiere pentru ecoduct 78/163

CAPITOLUL V . CONCLUZII FINALE. CONTRIBUȚII PERSONALE 82/167

5.1 Concluzii privind studiul permeabilității habitatelor 82/167

5.2 Concluzii privind modelarea coridoarelor ecologice 82/167

5.3 Cocluzii privind studiul profilelor transversale 82/167

5.4 Concluzii privind studiul formei arcelor 82/167

5.5 Contribuții personale 83/169

BIBLIOGRAFIE 84/170

ANEXE 92/178

Anexa 2. Rezumat 93/179

Anexa 3. Curriculum Vitae 94/180

Contents

INTRODUCTION 1/1

CHAPTER I. THE ANALYSIS OF THE ACTUAL STATE OF KNOWLEDGE 2/2

1.1 Umbrella species 2/2

1.1.1 Concept 2/2

1.1.2 The selection of the focal species (umbrella) 2/2

1.2 The corridors description and the determination of habitats connectivity 3/4

1.2.1 The ecological corridor 3/4

1.2.2 Types of corridors 4/5

1.2.3 The planning of a corridor : Biodiversity, scale and objectives 4/6

1.2.4 Objectives of the corridors 5/7

1.2.5 Biological benefits 5/7

1.2.6 Benefits brought to people 5/7

1.2.7 Causes of biodiversity erosion and the connection with the ecological connectivity 5/8

1.2.8 Theoretical approaches of the ecological connectivity benefits 5/9

1.3 Ecological engineering 7/12

1.4 The ecoduct concept 7/14

1.4.1 The use of ecoducts worldwide and nationally 7/14

1.4.2 Types of constructed ecoducts 9/17

CHAPTER II. PURPOSE AND OBJECTIVES OF THE RESEARCH 12/24

2.1 The purpose of the research 12/24

2.2 The objectives of the research 12/24

CHAPTER III. THE LOCATION AND THE METHODS OF RESEARCH 13/25

3.1 The location of the research 13/25

3.2 Methods of research 15/29

3.2.1 The principles of selection of an umbrella species. The eco-ethological analysis and species features in relation to the anthropic factor 15/29

3.2.2 The method of determining the habitats permeability 15/39

3.2.3 The methodology of obtaining field data 16/43

3.2.4 Statistical methods for determination of the population trend 22/51

3.2.5 GIS methods used for the habitats connectivity analysis and the ecological corridors modeling.....23/52

3.2.6 The analysis of the technical conditions for the design.....25/62

3.2.7 The loadings establishment.....28/67

3.2.8 Analysis of static conditions and the synthesis of usable forestry species.....30/69

CHAPTER IV. RESULTS AND DISCUSSIONS.....31/73

4.1 The analysis of bear population (Ursus arctos) from the study zone (Brașov – Comarnic).....31/73

4.1.1 The situation of the bear population from the hunting funds.....33/76

4.1.2 The statistical determination of the population trend.....33/76

4.2 Results regarding the permeability study of habitats on the Brașov – Comarnic sector.....35/79

4.2.1 Systematization of the data taken from the field.....37/83

4.2.2 Processing of primary data.....37/88

4.2.3 The permeability for the National European roads(E).....37/89

4.2.4 The permeability for the national roads(DN).....38/90

4.2.5 The permeability for the county roads(DJ).....38/91

4.2.6 The permeability for the communal roads(CO).....39/92

4.2.7 GIS maps regarding the permeability of habitats.....39/93

4.3 Ecological corridors for the bear species (Ursus arctos).....43/97

4.3.1 GIS maps regarding the ecological corridors for the brown bear (Ursus arctos)43/97

4.3.2 The validation on field of the corridors resulted from modeling.....44/98

4.4 Identification of the intersection zones of the infrastructure with the ecological corridors.....49/104

4.5 Establishing ecodesign locations on the critical sections.....50/105

4.6 Study of cross profiles of the field.....54/109

4.6.1 Concave cross profile.....54/109

4.6.2 Inclined cross profile.....55/112

4.6.3 Mixed cross profile.....55/117

4.6.4 Flat cross profile (horizontally).....56/118

4.6.5 DN1 profile.....57/120

4.7 The study of the shape of ecoducts.....58/122

4.7.1 Calculation of the „Green Bridge" type ecoduct structure 60/125

4.7.2 Identification of the optimal shape for the construction of the ecoducts 68/153

4.8 Silvicultural solutions regarding the instalation of the forestry vegetation on the top cover of the ecoduct type „Green Bridge" 77/162

4.8.1 Description of the proposed objective meant to be protected..... 77/162

4.8.2 Description of the conditions which require the instalation of the forestry vegetation on the ecoduct..... 77/162

4.8.4 The role of the forestry species in protecting the proposed objective..... 77/162

4.8.5 Establishing the structural features of the forestry vegetation for the ecoduct 78/163

CHAPTER V. FINAL CONCLUSIONS. PERSONAL CONTRIBUTIONS 82/167

5.1 Conclusions regarding the study of the permeability of habitats..... 82/167

5.2 Conclusions regarding the modeling of the ecological corridors 82/167

5.3 Conclusions regarding the study of cross profiles 82/167

5.4 Conclusions regarding the study of the shape of the arches..... 82/167

5.5 Personal contributions..... 83/169

BIBLIOGRAPHY 84/170

ATTACHMENTS..... 94/178

Mulțumiri

Acum, la finalul stagiului doctoral, mă simt profund marcat de sentimente de fericire şi împlinire care provin din mulțumirea profesională și personală a studiilor duse la bun sfârșit. Pe această cale, doresc să le mulțumesc tuturor acelor oameni minunați care mi-au oferit consultanță științifică și care și-au rupt din timpul lor liber pentru a-mi oferi sprijin şi ajutor.

Domnului Prof. dr. ing. **Gheorghe IGNEA** sincere mulțumiri şi sentimente de recunoştință pentru sprijinul acordat în elaborarea tezei de doctorat, pentru răbdarea şi înțelegerea dumneavoastră. Vă mulțumesc pentru faptul că ați acceptat să-mi împărtăşiți din bogata dumneavoastră experiență dobândită de-a lungul anilor de studiu, iar fără sprijinul dumneavoastră nu aş fi putut realiza această teză. Mulțumiri cordiale adresez profesorilor mei din perioada facultății şi a cursurilor de master, care mi-au îndreptat paşii spre domeniul cercetării ştiințifice.

Deosebită gratitudine datorez membrilor comisiei de îndrumare: Cercetător științific gr.II. dr.ing **Georgeta IONESCU**, Prof. univ. dr. ing **Alexandru BORZ** și Prof. univ. dr. ing. **Rudolf DERCZENI**, pentru timpul prețios acordat, pentru sfaturile ştiințifice valoroase cât şi pentru îndrumarea competentă şi permanentă pe parcursul elaborării şi realizării acestei teze de doctorat.

Mulțumesc distinşilor referenți oficiali Prof. univ. dr. **Ovidiu IONESCU**, Universitatea Tansilvania din Brașov, Prof. univ. dr. **Dan ZAROJANU**, Universitatea Ștefan cel Mare Suceava şi Domnului C.S. gr. I. dr. ing. **Lucian DINCĂ** pentru onoarea acordată de a recenza această lucrare.

Această teză de doctorat nu ar fi fost completă fără ajutorul esențial al colegilor mei de la INCDS Marin Drăcea din Braşov și a colectivului Fundației Carpați, care m-au sprijinit şi încurajat în fiecare moment dificil şi alături de care am beneficiat de un cadru ambiental foarte plăcut.

Cu deosebită recunoștință şi dragoste, dedic această teză părinților mei, care au fost alături de mine, m-au înconjurat cu afecțiunea şi răbdarea lor și care m-au sprijinit din toate punctele de vedere în această perioadă.

Vă mulțumesc și vă dedic această lucrare...

INTRODUCERE

În Europa, extinderea continuă a infrastructurii (urbană și transport), alături de practicarea agriculturii intensive, reprezintă o mare amenințare asupra biodiversității, erodând din ce în ce mai mult structura și capitalul natural. Multe din habitatele naturale / semi-naturale ale Europei, sunt extrem de fragmentate și prezintă riscul fragmentării ulterioare. Toate modificările de utilizare sau de acoperire a terenului duc la schimbări ale tiparului peisagistic.

Dezvoltarea infrastructurii influențează pozitiv progresul economic al unei țări, dar poate afecta biotopul natural, exercitând efecte negative asupra habitatelor, speciilor și a calității vieții în general. România înregistrează una dintre cele mai ridicate valori ale biodiversității la nivelul Europei, având o rețea ecologică de arii protejate în dezvoltare, cu populații de carnivore mari bine reprezentate la nivelul întregului lanț carpatic. Acest fapt implică o responsabilitate mare din parte statului și a comunității științifice privind menținerea și conservarea acestei bogății naturale.

Culoarul Brașov - Comarnic a cunoscut în ultimii ani o puternică expansiune turistică, impactul antropic fiind accentuat de dezvoltarea imobiliară masivă (hoteluri, pensiuni, case de vacanță) și de intensificarea traficului rutier până la valori excesive pe DN1, cu efecte negative asupra faunei sălbatice. Realizarea unei noi alternative de transport pe Valea Prahovei va influența pozitiv dezvoltarea regională, dar va produce și efecte limitative asupra animalelor sălbatice, prin fragmentarea habitatelor și întreruperea coridoarelor ecologice. Utilizarea unor structuri de menținere a permeabilității habitatelor pe tronsoanele critice, pentru a diminua impactul produs de construcția unei autostrăzi, devine o condiție obligatorie pentru conservarea speciilor din fauna sălbatică.

Stabilirea condițiilor tehnice de proiectare determină tipul și structura ecoductului în raport cu orografia terenului, gradul de fragmentare al habitatelor, prezența coridoarelor ecologice și specia umbrelă monitorizată. Optimizarea acestor structuri se concretizează prin propunerea celor mai bune soluții tehnice de menținere a permeabilității pe tronsoanele critice și prin stabilirea soluțiilor silvo-tehnice necesare instalării vegetației pe terasamentul ecoductului.

CAPITOLUL I. ANALIZA STADIULUI ACTUAL AL CUNOȘTINȚELOR

1.1 Specii umbrelă

1.1.1 Concept

Noțiunea de specie umbrelă, a fost utilizată de Frankel și Soule pentru prima dată în 1981, prin corelația directă între măsurile de conservare și speciile de interes. Aceștia afirmă faptul că măsurile de conservare aplicate direct pentru speciile mari, pot garanta și protecția altor specii, având ca rezultat conservarea acestora (Ciubuc et al. 2016). Lambeck (1997) afirmă că determinarea coridoarelor ecologice se poate face cu ajutorul unor specii umbrelă, îndeosebi amenințate, specii cheie sau indicatoare, speciile de faună fiind principalii beneficiari ai unor rețele cu conectivitate eficientă între habitate. Conceptul de specii umbrelă face referire explicit, asupra tipului și suprafeței de habitat care trebuie protejat (Caro și O'Doherty, 1999), luând în considerare cerințele ecologice ale speciei, provocarea constând în identificarea acelei specii focale în ecosisteme diferite și de a-i cuantifica cerințele ecologice.

1.1.2 Alegerea speciilor focale (umbrelă)

Speciile umbrelă sunt folosite în studii de conectivitate (Ciubuc et al.2016 după Anderson și Jenkis 2005) deoarece ele:

- utilizează suprafețe mari;
- au cerințe de habitat specifice, bine definite;
- istoricul lor este bine cunoscut (ideal fac parte din programe de monitorizare);
- populațiile sunt stabile sau reintroducerea lor este prioritară în eforturile de conservare;

Din grupa speciilor focale trebuie să facă parte atât specii cu mobilitate mare/de pasaj, care sunt capabile să se deplaseze pe suprafețe mari, cât și specii cu mobilitate mică, care pentru a se deplasa între blocurile/peticele de habitate adecvate au nevoie de perpetuarea mai multor generații.

Selecția speciilor umbrelă sau focale sau a grupurilor de specii se poate realiza pe baza analizei a 12 criterii considerate esențiale **(Ciubuc et al. 2016)** , respectiv:

1. Datele existente;
2. Mărimea home-range-ului;
3. Complexitatea relațiilor interspecifice;
4. Deplasarea sezonieră sau migrația;
5. Ușurința determinării în teren a speciei;
6. Influența factorilor antropici;
7. Capacitatea de dispersie;
8. Gradul de utilizare al habitatelor;
9. Statutul speciei și gradul de protecție;
10. Mărimea populației;
11. Hrana;
12. Longevitatea;

1.2 Descrierea coridoarelor si determinarea conectivității habitatelor

1.2.1 Coridorul ecologic

De-a lungul timpului, diverși cercetători și autori au avut diferite abordări asupra definirii coridoarelor ecologice și a conectivității la nivel de ecosistem. Perault și Lomolino (2000) definesc conceptul de coridor ecologic ca fiind ruta care facilitează răspândirea neselectiva a faunei între regiuni. Mai multe definiții ale coridoarelor ecologice au fost dezvoltate în diverse țări europene, fiecare evidențiind obiective și abordări diferite, având ca scop principal conservarea biodiversității, susținând efortul Uniunii Europene de a introduce și dezvolta rețelele ecologice regionale (Jongman et al. 2004).

Importanța coridoarelor ecologice se confirmă atunci fenomenul de fragmentare a habitatelor își face apariția din varii motive, consolidarea conectivității fiind un instrument important pentru menținerea viabilității populațiilor în peisajele fragmentate (Forman, 1995; Perault și Lomolino, 2000).

Cu alte cuvinte, coridoarele mai pot fi reprezentate sau materializate de diverse structuri care străbat un drum sau un canal, sau pot fi evidențiate de o matrice (matrix) (Figura 1.1) cu dimensiuni având câțiva metri sau zeci de metri lățime (Szacki și Liro, 1993). Cele de dimensiuni mici pot fi reprezentate de trasee marcate sau de poteci folosite de animale ce străbat vegetația densă peste topografii dificile ale terenurilor. Cu toate acestea, chiar și traseele faunei sălbatice marcate cu substanțe odorifice, respectiv cele definite de mamifere sau furnici, pot fi etichetate ca și coridoare, având aspect liniar, sporind circulația organismelor, având capacitatea de a conecta părți de habitate (Kozakiewicz și Szacki, 1995).

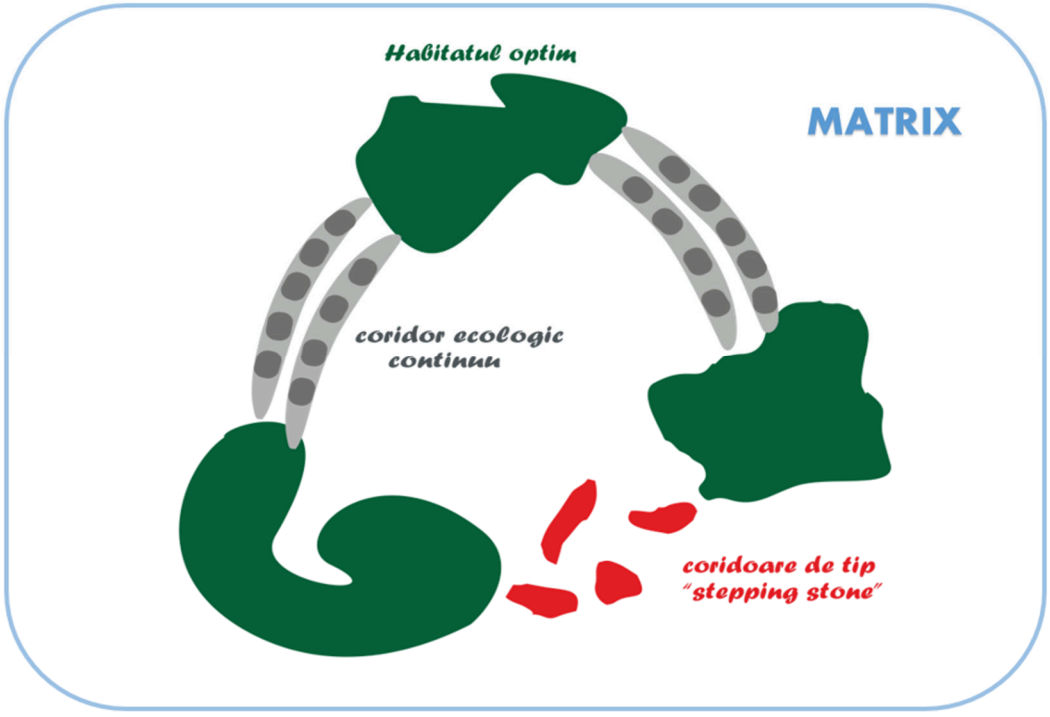


Figura 1.1 O reprezentare grafică a trei parți de habitat, interconectate de două coridoare continue și un coridor întrerupt (Candrea A., 2016)

Figure 1.1 A graphical representation of two patches of habitat, interconnected by two continuous corridors and one disrupted corridor (Candrea A., 2016)

1.2.2 Tipuri de coridoare

La ameliorarea conectivității pot contribui diverse tipuri de elemente peisagistice, ca de exemplu vegetația de pe marginea drumurilor, zonele verzi care deservesc coridoarelor, dar acestea nu sunt dezvoltate exclusiv în aceste scopuri. Hilty et al. (2006) afirmă că există cazuri în care coridoarele sunt menținute și restaurate deliberat, pentru facilitarea conectivității habitatelor pentru specii, grupuri de specii sau comunități ecologice. Au fost identificate două tipuri de coridoare după cum urmează:

a. Coridoare neplanificate

Acestea sunt elemente ale peisajului care îmbunătățesc conectivitatea. Pot exista zone în care habitatul adecvat sau cel relativ optim rămâne neschimbat, pentru a conferi o structură variată a vegetației comparativ cu matricea ambientală (Figura. 1.1) (utilizări adiacente ale terenurilor și habitatelor) (Kubes, 1996).

b. Coridoarele planificate

Chiar și atunci când coridoarele sunt planificate, conectivitatea pentru biodiversitate poate fi doar unul dintre scopurile propuse, unele coridoare concentrându-se exclusiv și în mod explicit pe nevoile ecologice (Rosemberg et al. 1997).

1.2.3 Planificarea unui coridor: Biodiversitate, scară și obiective

Următoarea listă conține nivelurile ierarhice ale biodiversității luate în considerare atunci când se planifică un coridor, exprimă scara la care sunt implementate aceste coridoare, dar și obiective potențiale care rezulta din implementarea coridorului, nivelurile ierarhice ale biodiversității fiind următoarele (Fedorca et al. 2016):

- Specii;
- Comunitate;
- Peisaj;
- Scala spațială (legătura) exprimată local (de exemplu, pasaj subteran);
- Regional (de exemplu, râu coridor) ;
- Continental (de exemplu, zona de munte);
- Obiective potențiale;
- Circulație de zi cu zi (de exemplu, accesul la resurse de zi cu zi) mișcare de sezon (de exemplu, migrația);
- Dispersarea (de exemplu, schimbul genetic, împerechere) Habitat (de exemplu, un coridor verde cu lățime mare);
- Persistența speciei pe termen lung (de exemplu, adaptarea la încălzirea globală);

Pentru planificarea unui coridor distingem două categorii funcționale, respectiv:

a. Coridoare pentru conservarea unei singure specii

În plus față de protejarea elementelor de peisaj specifice, cum ar fi zonele de peisaj riverane, coridoarele pot fi utilizate în planurile de gestionare individuală a speciilor (Adamescu et al. 2017).

b. Coridoarele care protejează integritatea comunității

În scopul protejării integrității biologice a comunității și a speciilor care se deplasează între ariile protejate sau parcuri, conectivitatea poate fi promovată și folosită ca promotor în conservarea peisajului (Adamescu et al. 2017; Craighead, 1997; Ndubisi et al.1995; Walker și Noss, 1991).

1.2.4 Obiective ale coridoarelor

Coridoarele pot asigura ca rutele de deplasare spre resursele necesare să nu fie întrerupte, astfel evitându-se suprimarea unei populații. Coridoarele pot proteja, de asemenea, habitatele cheie ajutând animalele sălbatice să evite prădătorii, atunci când traversează habitate modificate de om (Noss, 1987).

Un alt obiectiv comun îl reprezintă sporirea speranței de viață a indivizilor dispersați, ajutând conservarea indivizilor, familiilor și speciilor. Pentru facilitarea deplasărilor sau migrației sezoniere, conservarea stării coridoarelor devine un obiectiv prioritar (Noss, 2004).

1.2.5 Beneficii biologice

Menținerea și restabilirea conectivității înseamnă uneori întreținerea sau îmbunătățirea habitatului natural, ca un beneficiu evident adus conservării habitatului. În unele cazuri, coridoarele pot sprijini populațiile care se reproduc în mod activ (Perrault și Lomolino, 2000). Un factor important în creșterea capacității de adaptare la modificările de mediu ale speciilor îl manifestă variabilitatea genetică (Rosenberg et al.1997).

1.2.6 Beneficii aduse oamenilor

De proiectarea, dezvoltarea și menținerea unei rețele de conectivitate a peisajului beneficiază în mod direct și oamenii, datorită conservării biodiversității. În timp ce aceste zone de conectivitate permit accesul public, spațiile deschise devin zone pentru agrement, ciclism și relaxare (Adamescu et al. 2016) . Dincolo de recreere, drumurile verzi rurale și urbane joacă un rol important în limitarea expansiunii urbane prin menținerea și extinderea limitelor distincte în jurul diferitelor zone urbane (Kubes, 1996; Ahern, 1995).

1.2.7 Cauze ale erodării biodiversității și legătura cu conectivitatea ecologică

Conectivitatea ecologică nu reprezintă neapărat doar legătura structurală, la fel cum este prezentată în general (legătură continuă), așa cum este descrisă de cele mai multe ori, ci poate însemna existența unor habitate distribuite la distanțe pe care indivizii speciilor le pot parcurge relativ ușor (zone umede aflate la distanțe suficient de mici astfel încât indivizii le pot parcurge rapid) (Adamescu et al. 2017). Legăturile ecologice susțin totodată și reziliența[1] ecologică a speciilor și a comunităților în fața impacturilor diverselor variații antropice (Olds et al.2012).

1.2.8 Abordări teoretice ale beneficiilor conectivității ecologice

1.2.8.1 Teoria echilibrului insulei biogeografice

[1] **Reziliența** este capacitatea unui sistem de a absorbi perturbări și de a se reorganiza, astfel încât sistemul să-și păstreze în continuare structura și funcțiile (Walker *et al.* 2004).

McArthur și Wilson (1967) accentuează importanța deplasărilor animalelor ca bază a conservării biodiversității, demonstrând că populațiile sunt influențate de configurația habitatului/habitatelor. Teoria echilibrului explică aceste observații prin două fenomene: imigrarea (colonizarea) și extincția: un grad de izolare ridicat al insulei determină rata de imigrare, suprafața determină rata extincției și numărul de specii reprezintă echilibrul între cele două procese (Adamescu et al. 2016).

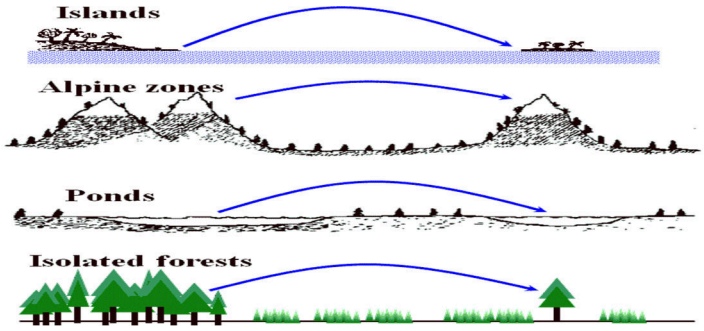


Figura 1.2 Reprezentarea teoriei insulei biogeografice (Wilson și Bossert, 1971)
Figure 1.2 The representation of the biogeographic island theory (Wilson and Bossert, 1971)

Cu toate acestea, procesele ecologice sunt mai complexe, conceptul fiind realizat într-o situație simplificată a realității, ținând cont de faptul că habitatele izolate diferă de o insulă de habitat. Important de remarcat este faptul că atunci când ținem cont de teoria simplificată a insulei biogeografice (Figura1.2) și considerăm important faptul că această teorie pune accentul pe fenomenul de izolare și pe mărimea habitatului fragmentat, planificarea activităților de conservare ecologică se poate face doar integrând acești doi factori.

1.2.8.2 Teoria metapopulațiilor (a populațiilor subdivizate)

O specie poate fi considerată ca fiind o serie de populații locale, odată ce există o legătură între populațiile locale (Quinn și Harrison, 1988), conceptul fiind recunoscut de asemenea sub denumirea de meta-populație sau populația populațiilor . În figurile de mai jos (Figura 1.4a, 1.4b) sunt reprezentate teoria și tipurile de meta - populații.

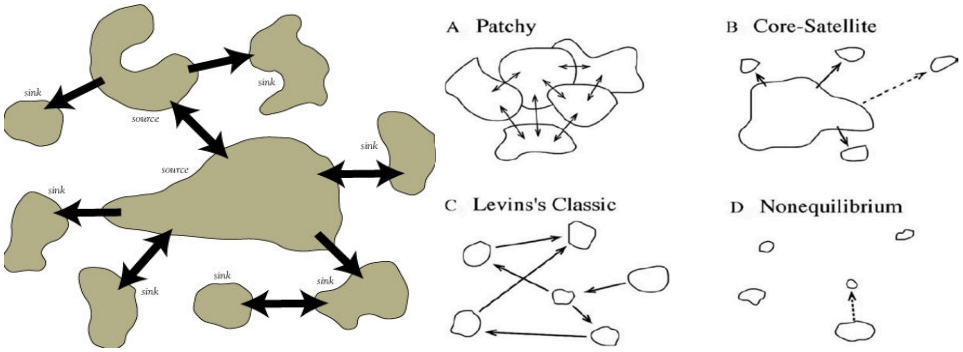


Figura 1.4 Reprezentarea teoriei meta-populații (a) și tipuri de meta-populații (b) (Sursă: Hilty et al.2006)
Figure 1.4 The representation of the meta-populations (a) and types of meta-populations (b) theory (Source: Hilty et al.2006)

1.3 Ingineria ecologică

De-a lungul timpului, multe concepte au fost dezvoltate plecând de la ecologie și ecologia peisajului, oferind o perspectivă de ansamblu asupra sistemelor ecologice și ecosistemelor, incluzând diferite concepte generale (Farina, 2000; Forman, 1995; Odum, 1983; Odum, 1963, 1971) precum și concepte cu privire la domenii secundare, cum ar fi fragmentarea habitatelor și dezvoltarea infrastructurii rutiere (Saunders și Hobbs, 1991), teoria meta-populațiilor (Harrison, 1994; Opdam, 1991) și importanța coridoarelor ecologice în menținerea conectivității peisajului (Forman, 1995; Saunders și Hobbs, 1991; Noss, 1991).

Primul care a definit conceptul de inginerie ecologică ca fiind ,, manipularea mediului de către om folosind cantități mici de energie suplimentară, pentru a controla sistemele în care principalele unități de energie provin din resurse naturale'' a fost americanul Odum (1963). În anul 1983 acesta accentuează următorul aspect: ,,ingineria de noi modele de ecosisteme este un domeniu care utilizează sisteme care sunt în principal auto-organizate''.

Funcțiile ecosistemice, conform lui De Groot (1992), reprezintă "capacitatea proceselor și a componentelor naturale de a furniza bunuri și servicii care satisfac nevoile umane'' (direct sau indirect). Acestea pot fi împărțite în două categorii principale:

a. **nevoile fiziologice** - nevoia de O2, apă, hrană, sănătate ;
b. **nevoile psihologice** - oportunități de dezvoltare cognitivă și spirituală, recreere, asigurarea unui viitor sigur pentru generațiile actuale și viitoare;

1.4 Conceptul de ecoduct

Ecoductele reprezintă soluții constructive elaborate de menținere a permeabilității habitatelor, adoptate în contextul dezvoltării infrastructurii rutiere, utilizate în special cu scopul de a diminua efectele negative generate de apariția barierelor antropice, asupra mobilității populațiilor de faună sălbatică dintr-un coridor ecologic sau dintr-un habitat **(Candrea A., 2016)**. Gradul ridicat al mortalității faunei sălbatice și fragmentarea habitatelor în contextul modificării peisajului prin intervenție antropică, reprezintă principalele problemele de conservare asociate dezvoltării infrastructurii. Cumularea acestora cu costurile umane și economice substanțiale care rezultă din accidente, a impus adoptarea unor măsuri viabile, rezultat al cooperării dintre oamenii de știință, ingineri și autoritățile de transport, pentru adoptarea unor instrumente de atenuare și reducere a conflictului pe care-l generează prezența și dezvoltarea rețelei rutiere în habitatele faunei sălbatice (Smith et al. 2015).

1.4.1 Utilizarea ecoductelor la nivel mondial și național

Primul ecoduct a fost construit în Franța, în anul 1950 (Chilson, 2003). Multe țări europene dintre care amintim Olanda, Suedia, Germania și Franța au folosit în decursul anilor diverse structuri de traversare a barierelor artificiale, pentru a reduce impactul negativ al infrastructurii asupra faunei, rezultând o varietate de pasaje supraterane (overpasses) și subterane (underpasses), pentru a proteja și restabili armonia habitatului pentru speciile de vertebrate, nevertebrate și mamifere (Bank et al. 2002).

Cel mai lung ecoduct se găsește lângă localitatea Crailoo în Olanda (Figura 1.7), viaductul având o lungime de 800 de metri și o lățime de 50 metri, se întinde peste o autostradă, o cale ferată și un teren de golf (WIkipedia.org).

Figura 1.7 Ecoductul Natuurbrug Zanderij Crailoo, **Olanda** (Foto. atlasobscura.com)
Figure 1.7 Natuurbrug Zanderij Crailoo, Ecoduct **Holland** (Foto. atlasobscura.com)

În România, în acord cu conceptul „dezvoltării durabile" și al integrării principiilor care stau la baza funcționarii rețelei de arii naturale protejate Natura 2000, s-a propus îmbunătățirea implementării acestor norme, astfel încât să fie atins scopul propus de „protejare a peisajului natural - cultural autentic și bunăstarea comunităților locale prin înlesnirea activităților omului în armonie cu natura" (Nistorescu et al. 2016). Utilizarea bazelor de date internaționale (e.g. Global Biodiversity Information Facility) pentru stabilirea rutelor de deplasare ale speciilor de carnivore mari, concomitent cu interpretarea studiilor și rezultatelor unor proiecte derulate la nivel național privind carnivorele mari și coridoarele ecologice (e.g. COREHABS), reprezintă punctul de plecare pentru adoptarea celor mai bune tehnici de menținere a permeabilității în habitate fragmentate.

În contextul actual de dezvoltare al infrastructurii din România, au fost realizate puține studii privind permeabilitatea habitatelor și amplasarea ecoductelor, cele mai relevante de acest tip fiind realizate pentru Autostrada Comarnic – Brașov (în fază de proiect în acest moment) și Autostrada Transilvania, unde încă se lucrează la unele tronsoane prevăzute cu soluții tehnice de menținere a permeabilității (ecoducte) de tip green - bridge și pasaje multifuncționale (Figura 1.9), utilizabile atât de către oameni cât și de fauna sălbatică.

Figura 1.9 Construcția unui ecoduct pe traseul coridorului ecologic la Autostrada LUGOJ – DEVA (Foto. Vodă Flaviu)
Figure 1.9 Construction of an ecoduct on the ecological corridor trail to the LUGOJ-DEVA Highway (Photo. Vodă Flaviu)

1.4.2 Tipuri de ecoducte construite

1.4.2.1 Pasaje superioare infrastructurii (Overpasses)

Aceste pasaje sunt structuri de tip ecoduct (Figura 1.10), care traversează drumurile sau liniile de cale ferată, fiind situate deasupra nivelului traficului și construite special pentru menținerea permeabilității peisajului și a rutelor de deplasare ale faunei sălbatice (Smith et al. 2015). Podurile pentru faună includ toate pasajele, fiind denumite și poduri verzi. În general, termenul de "pasaj sălbatic" se referă la legăturile de la nivelul populației / meta-populației, iar "podul peisaj" se referă la conexiunile la nivel de peisaj / ecosistem (Clevenger, 2012).

Figura 1.10 Autostrada E45 - Regiunea Midtjylland, **Danemarca** (Foto. Aurelian CANDREA)
Figure 1.10 E45 Highway – Midtjylland Region, **Denmark** (Photo. Aurelian CANDREA)

Aceste soluții tehnice se adoptă atunci când se proiectează o sosea de mare viteză, cu două sau mai multe benzi de circulație, sau o nouă cale ferată, ce se va intersecta cu habitate de importanță deosebită din punct de vedere al conservării ecologice (Bank et al. 2002). Este adevărat faptul că aceste soluții de menținere a permeabilității sunt costisitoare, dar reprezintă o soluție viabilă pentru diminuarea efectului negativ pe care-l manifestă fragmentarea habitatului asupra conservării faunei sălbatice (Brudin, 2003).

1.4.2.2 Pasaje inferioare infrastructurii (Underpasses)

Pasajele inferioare infrastructurii reprezintă pasaje subterane pentru animale sălbatice și includ toate tipurile de structuri construite sub nivelul infrastructurii, care facilitează deplasările faunei în condiții de siguranță, atunci când expansiunea antropică fragmentează habitatele și întrerupe culoarele ecologice. Multe pasaje subterane sunt construite pentru alte scopuri, dar cu mici adaptări pot funcționa și ca pasaje pentru faună, reducând considerabil rata mortalității înregistrată la traversarea căilor de comunicație și menținând permeabilitatea peisajului (Clevenger et al. 2011).

Figura 1.17 Pasaj pentru mamifere mari – **Republica Cehă** (a) (Foto. J. Dufek) și **Franța** (b) (Foto. SETRA)

Figure 1.17 Passage for large mammals – **Czech Republic** (a) (Photo. J. Dufek) and **France** (b) (Photo. SETRA)

Tunelurile pentru animalele mari (Figura 1.17) sunt în primul rând construite ca puncte de trecere în condiții de siguranță pentru mamifere. Smith et al. (2015) definește tunelul pentru faună ca fiind o structură construită sub un drum sau o cale ferată, proiectată special pentru a oferi un punct de trecere sigur, iar în funcție de mărimea trecerii subterane, acesta poate fi folosit de animalele mici până la cele de talie mare. Alegerea acestui tip de ecoduct poate reprezenta o soluție potrivită în special în zonele deluroase sau în cazul în care infrastructura este construită pe un terasament, fiind soluții viabile pentru protejarea speciilor focale (cerb, mistreț, urs, lup, râs) (Clevenger et al. 2012). Uneori, aceste pasaje sunt considerate mai puțin potrivite pentru conectarea habitatelor, deoarece permit doar o creștere limitată a vegetației, din lipsa luminii și a apei (Smith et al. 2015). Pasajele multifuncționale (Figura 1.18) pot avea forme și dimensiuni diferite, fiind soluții tehnice de menținere a permeabilității, adoptate în contextul expansiunii rețelei rutiere, utilizabile atât de către oameni cât și de exemplarele din faună sălbatică.

Figura 1.18 Pasaj multifuncțional – **Danemarca** (a) (Foto.B. Wandall) și **România** (b) (Foto.Vodă Flaviu)

Figure 1.18 Multifunctional passage – **Denmark** (a) (Foto. B. Wandall) and **Romania** (b) (Photo. Vodă Flaviu)

Viaductele (Figura 1.19) nu sunt structuri construite special pentru fauna sălbatică, dar pot asigura continuitatea rutelor de deplasare sau de migrație în habitatele fragmentate. Viaductul mai poate fi definit ca fiind un pod lung și adesea ridicat, sprijinit de obicei pe piloni, care transportă un drum sau cale ferată peste un râu sau o vale, având ca rol secundar menținerea permeabilității și conservarea habitatelor continentale și acvatice (Clevenger et al. 2010).

Figura 1.19 Viaduct în Parcul Natural Montseny, **Spania** (Foto. C. Rosell)

Figure 1.19 Viaduct in Montseny National Park, **Spain** (Photo. C. Rosell)

CAPITOLUL II. SCOPUL ȘI OBIECTIVELE CERCETĂRILOR

2.1 Scopul cercetărilor

Evaluarea conectivității habitatelor din culoarul Brașov – Comarnic și stabilirea amplasamentelor, a formei și a tipurilor constructive optime a ecoductelor pe tronsoanele critice, în vederea menținerii permeabilității în contextul dezvoltării infrastructurii rutiere.

2.2 Obiectivele cercetărilor

I. Identificarea unei speciei umbrelă pentru habitatele din culoarul Brașov – Comarnic;

II. Determinarea fragmentării habitatelor;

III. Stabilirea coridoarelor ecologice;

IV. Identificarea zonelor de intersecție a infrastructurii cu coridoarelor ecologice;

V. Stabilirea zonelor optime de amplasare a ecoductelor și propunerea celor mai bune soluții tehnice de menținere a permeabilității pe tronsoanele critice;

VI. Cercetări pentru stabilirea tipului și formei optime a ecoductelor;

VII. Soluții silvo-tehnice pentru instalarea vegetației pe terasamentul ecoductului;

CAPITOLUL III. LOCUL ȘI METODELE DE CERCETARE

3.1 Locul cercetărilor

Zona Brașov-Valea Prahovei (Comarnic) a cunoscut în ultimii ani o puternică expansiune turistică, impactul antropic fiind accentuat de dezvoltarea imobiliară masivă (hoteluri, pensiuni, case de vacanță), având ca efect negativ secundar intensificarea traficului rutier la valori excesive pe DN1, în absenta unei alternative de transport de tip autostradă, generând diferite tipuri de conflicte între fauna sălbatică și populație. Din acest motiv, aceast studiu are ca scop analiza fragmentării habitatelor în raport cu dezvoltarea infrastructurii, pentru a identifica locul optim de amplasare a structurilor de menținere a permeabilității de tip ecoduct necesare reducerii accidentelor și diminuării mortalității înregistrate de fauna sălbatică la traversarea căilor de comunicație.

Tabel 3.1 Situația Fondurilor de Vânătoare
Table 3.1 The Hunting Funds situation

CARACTERISTICI SPECIFICE					
Nr. crt.	**Jud.**	**Nr. FV**	**Denumire FV**	**Zonare**	**S (ha)**
1	BV	18	Timiș	munte	13780
2	BV	23	Gârcin	munte	13476
3	BV	26	Râșnov	munte	9781
4	BV	27	Bran-Șimon	munte	12919
5	PH	24	Comarnic	munte	13843
6	PH	25	Sinaia	munte	11373
7	PH	26	Azuga	munte	13760
8	DB	16	Valea Ialomiței	munte	19976
TOTAL					**108908**

Rețeaua Natura 2000 cuprinde o serie de arii naturale protejate pe cuprinsul Uniunii Europene pentru implementarea Directivelor Habitate (Directiva CE 92/43 privind conservarea habitatelor naturale, a florei și faunei sălbatice) și Păsări (Directiva CE 79/409 privind conservarea pasărilor sălbatice). Ariile protejate incluse în rețeaua ecologică europeană Natura 2000 (Tabel 3.2) se întind pe aproximativ 40% din suprafața ariei de studiu, subliniind importanța acestei zone pentru conservarea biodiversității.

Tabel 3.2 Arii Natura 2000
Table 3.2 Natura 2000 areas

Nr. Crt.	**Codul Sitului**	**Denumirea Sitului**	**Coordonate**		**Suprafață (ha)**
			Longitudine	**Latitudine**	
1	ROSCI 0013	Bucegi	25.465861	45.380078	38683,6
2	ROSCI 0195	Piatra Mare	25.638611	45.555639	4281,4
3	ROSCI 0207	Postăvarul	25.578497	45.565447	1288,2
Total					**44253,2**

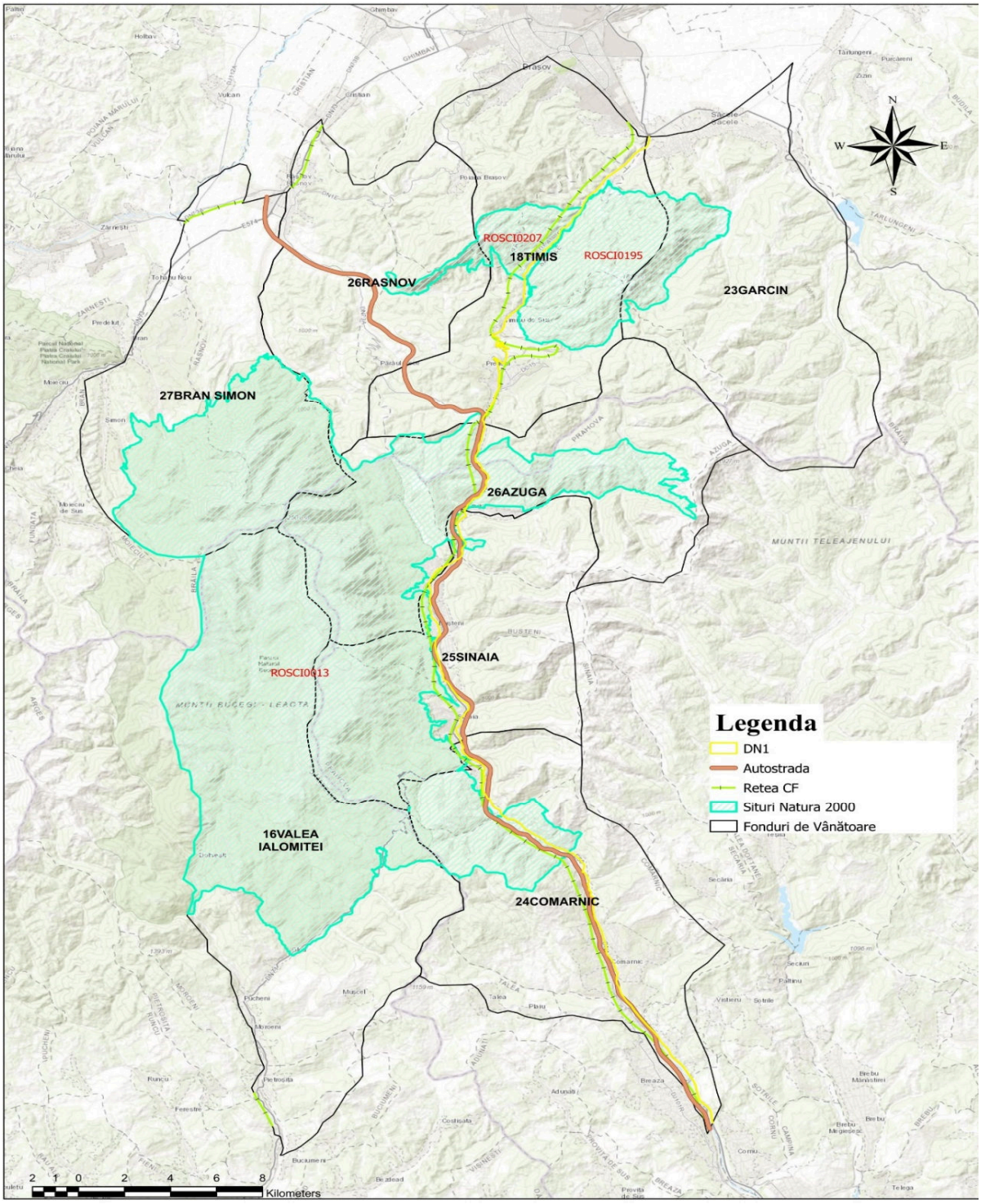


Figura 3.1 Localizarea cercetărilor în raport cu Infrastructura, Fondurile Cinegetice și Siturile Natura 2000
Figure 3.1 Locating research in relation to infrastructure, Hunting Funds and Natura 2000 sites

Cercetările întreprinse pentru acest studiul de caz se întind pe suprafața a 8 Fonduri Cinegetice (Tabel 3.1) din 3 județe diferite care cuprind și 3 Situri Natura 2000 (Tabel 3.2). Din Figura 3.1 se pot distinge cu exactitate limitele fondurilor cinegetice, traseele infrastructurii existente, respectiv tronsonul DN1 de la Comarnic până la Brașov, rețeaua CF și tronsonul de autostradă Brașov - Comarnic, proiect ce se află încă în stadiul de actualizare a Studiului de Fezabilitate.

3.2 Metode de cercetare

3.2.1 Principiile de selecție ale unei specii umbrelă. Analiza eco-etologică și caracteristicile speciei în raport cu factorul antropic

Printr-o analiză atentă a literaturii de specialitate privind biologia și etologia speciilor din fauna sălbatică a României, s-au conturat anumite principii exprimate prin existența unor criterii care stau la baza selectării specie umbrelă (focală), în acest sens plecându-se de la premisa că această specie trebuie să aibă un areal bine conturat la nivel național și local (culoarul Brașov-Valea Prahovei). Criterii de selecție în determinarea speciei umbrelă pentru ursul brun (Ursus arctos) :

1. **Abundența datelor existente**
2. **Mărimea home range-ului**
3. **Complexitatea relațiilor intraspecifice**
4. **Deplasarea sezonieră sau migrația**
5. **Determinarea în teren a speciei**
6. **Capacitatea de dispersie**
7. **Gradul de utilizare al habitatelor**
8. **Statutul speciei și gradul de protecție**
9. **Mărimea populației**
10. **Hrana**
11. **Longevitatea**
12. **Influența factorilor antropici**

3.2.2 Metoda de determinare a permeabilității habitatelor

Pentru realiza o clasificare a permeabilității habitatelor din zona de studiu, am adoptat metodă folosită de specialiștii de la INCDS Marin Drăcea Brașov în proiecte privind conectivitatea ecologică (e.g. COREHBS), care propune analiza a trei factori importanți, respectiv **evaluarea posibilității traversării sectorului delimitat, estimarea "costului" traversării zonelor adiacente și o estimare a factorilor care pot influența în timp gradul de permeabilitate**. Analiza permeabilizații în teren s-a realizat utilizând patru clase de favorabilitate (permeabilitate a habitatelor), pentru sectoarele de drum ce străbat suprafața celor opt Fonduri de Vânătoare ce alcătuiesc aria de studiu.

0	Sectoare prin care trecerea animalelor este practic imposibilă / costul traversării este extrem de mare / probabilitatea ameliorării permeabilității este redusă;
1	Sectoare prin care trecerea este posibilă în prezent / costul deplasării este mediu / probabilitatea menținerii permeabilității este redusă;
2	Sectoare prin care trecerea este posibilă în prezent / costul deplasării este mediu-redus / probabilitatea menținerii permeabilității este mare;
3	Sectoare prin care trecerea este posibilă în prezent / costul deplasării este redus / probabilitatea menținerii permeabilității este foarte mare;

a) **Evaluarea posibilității traversării sectorului delimitat**
b) **Evaluarea ,,costului'' deplasării**
c) **Menținerea favorabilității în timp**

Analiza impactului infrastructurii de transport la nivel regional și local s-a făcut prin evaluarea pe teren a permeabilității tuturor drumurilor categoriilor de drumuri (europene, naționale, județene și comunale) ce străbat habitatele ursului din cele opt fonduri de vânătoare luate in studiu. Au fost parcurși și evaluați un număr de **291 km** prin acordarea de clase de permeabilitate a sectoarelor de drum, în funcție de barierele prezente. Studiu s-a răspândit pe raza a trei județe, respectiv Brașov, Prahova și Dâmbovița.

Fluxul de lucru:

1.Preluarea datelor din teren- stabilirea permeabilității pe tronsoane de drum

2.Constituirea bazei de date

3.Sistematizarea datelor primare

4.Realizarea hărților GIS de permeabilitate

3.2.3 Metodologia obținerii datelor din teren

Metode și echipamentele folosite pentru colectarea datelor în teren

Pentru colectarea datelor din teren s-a utilizat metoda recomandată de Linnell et al (1998, 2001), care aduce referire la combinarea mai multor tehnici de observație în teren. Abordarea clasică constă în efectuarea unor observații directe prin identificarea urmelor pe zăpadă și noroi (Figura 3.20), localizarea culcușurilor (bârloage) (Figura 3.21), prezenței resturilor de hrană sau fecale (Figura 3.22). Uneori se poate întâmpla ca să existe și contact vizual direct, dar aceste situații se întâlnesc mai rar. O importanță deosebită o manifestă și recomandările personalului silvic din cadrul ocoalelor, paznicilor de vânătoare, și specialiștilor INCDS Marin Drăcea, SCDP Brașov (Secția Cinegetică), coroborând datele obținute cu fișele fondurilor cinegetice din zona de interes.

Figura 3.20 Urmă de urs brun pe noroi (Foto. Aurelian Candrea, Proiect COREHABS)
Figure 3.20 Bear trail on mud (Photo. Aurelian Candrea, COREHABS Project)

Figura 3.21 Bârlog de urs localizat la baza unui arbore doborât (Foto. George Sîrbu, INCDS)
Figure 3.21 Bear lair situated at the base of a broken tree (Foto. George Sîrbu, INCDS)

Figura 3.22 Excremente de urs (Foto. George Sîrbu, INCDS)
Figure 3.22 Bear Excrements (Photo. George Sîrbu, INCDS)

Camerele instalate (Figura 3.23) au fost de tip foto-trap și s-au amplasat în teren urmând recomandările lui Forconi et al. (2009), având ca scop principal identificarea prezenței speciei de interes în punctele de monitorizare din culoarul Brașov-Valea Prahovei și înregistrarea frecvenței trecerilor. Pentru colectarea datelor locul de amplasare al acestora s-a ales în punctele de trecere cunoscute sau în locuri fără perturbare antropică și au fost verificate la un interval de minim 48 h, pentru schimbarea acumulatorilor și înlocuirea cardurilor de memorie.

Figura 3.23 Camera folosită în teren
(Ltl Acorn- LTL-6310MG)
Figure.3.23 Phototrap camera
(Ltl Acorn- LTL-6310MG)

Zonele unde influența sau prezența antropică este minimă sau unde topografia terenului este prielnică, determină alegerea locului, camerele fiind amplasate în locații care pot fi utilizate de către carnivore mari pentru patrularea unor zone funcționale din teritoriul acestora (culmi, șei), unde traversarea peste infrastructura existentă sau propusă se poate face cu un cost ecologic redus. Aceste porțiuni reprezintă și puncte de concentrare a speciilor pradă, determinate de același considerent.

Tehnologia aduce un avantaj major în acest sens, utilizarea ei prin folosirea camerelor foto/video IR (Figura 3.23) cu declanșare la mișcare, colare dotate cu transmițătoare GSM/GPS (Figura 3.25) pentru monitorizarea faunei sălbatice a înregistrat un progres major în ultimii ani. Toate aceste tehnologii au influențat pozitiv calitatea și acuratețea achiziționării datelor din teren. Aceste procedee ușurează monitorizarea speciei, putându-se estima totodată efectivele existente. Odată determinate, aceste elemente contribuie la conturarea unei imagini de ansamblu privind prezenta unor eventuale coridoare ecologice cu rol deosebit în dezvoltarea infrastructurii pe principii ecologice.

Figura 3.25 Echipamente de monitorizare prin GPS(colar) LOTEK LiteTrack Series
(Sursă: Proiectul LIFE FOR BEAR)
Figure 3.25 GPS monitoring equipment (collarsl) LOTEK LiteTrack Series
(Source: LIFE FOR BEAR Project)

Referindu-ne la aspectul de monitorizare, respectiv montarea de colare GPS si Radio, este necesară o metodologie elaborată privind capturarea, tranchilizarea si eliberarea ulterioară în condiții de siguranță a animalului luat în studiu. Etapele principale atunci când se instalează un sistem de monitorizare prin GPS (colar) sunt următoarele:

1. Capturarea ursului cu ajutorul unei cuști metalice dotate cu sistem de închidere cu declanșare automată și tranchilizarea propriu-zisă (Figura 3.26);

Figura 3.26 Capturarea și tranchilizarea ursului (Foto. George Sîrbu, INCDS)
Figure 3.26 Catching and tranquilizing the bear (Photo by George Sîrbu, INCDS)

2. Efectuarea măsurătorilor specifice și montarea colarului GPS (Figura 3.27);

Figura 3.27 Montarea colar-ului GPS (Foto. George Sîrbu, INCDS)
Figure 3.27 Installing GPS tracking equipment (Photo by George Sirbu, INCDS)

3. Aplicarea substanței antagonice (antisedan) după instalarea colarului (Figura 3.28);

Figura 3.28 Aplicarea substanței antagonice (antisedan) după instalarea colarului
(Foto. George Sîrbu, INCDS -Proiectul LIFE FOR BEAR)
Figure 3.28 Application of the antagonist substance (antisedan) after the installation of the collar
(Photo by George Sîrbu, INCDS - LIFE FOR BEAR Project)

4. Monitorizarea de la o distanță sigură a ursului până la revenirea completă a animalului (Figura3.29)

Figura 3.29 Colar LOTEK instalat pe un exemplar tânăr de urs
(Foto. George Sîrbu, INCDS, Proiectul LIFE FOR BEAR)
Figure 3.29 LOTEK Collar installed on a young bear
(Photo by George Sîrbu, INCDS, LIFE FOR BEAR Project)

Ulterior acestei operațiuni urmează o perioadă importantă privind incrementarea și prelucrarea datelor obținute. Finalitatea acestei prelucrări se concretizează prin crearea unei modelări utilizând programe software specializate, realizându-se astfel o bază de date complexă privind specia și zona studiată. În funcție de cel mai bun model ales (considerente de ordin orografic, permeabilitate, infrastructură, etc) se elaborează programele privind managementul speciei.

Colectarea datelor privind prezența speciei umbrelă (în acest studiu de caz fiind abordată specia urs), a fost realizată utilizând observațiile din teren pe o perioadă de 5 ani. Această perioadă se suprapune cu proiectele desfășurate prin cooperare interinstituțională, și anume: **LIFE FOR BEAR** (Conservarea populației de urs brun din România) și **COREHABS** (Coridoare ecologice pentru habitate și specii din România). În cadrul acestor proiecte am participat la colectarea și prelucrarea datelor de teren, integrând totodată și date colectate anterior de către personalul INCDS Marin Drăcea, Secția Cinegetică, privind scopuri comune unor metode de gestionare și management a infrastructurii în tronsoanele cu impact asupra faunei sălbatice.

3.2.4 Metode statistice de determinare a trendului populație

Pentru a determina evoluția populației de urs din cele 8 Fonduri Cinegetice incluse în studiul de caz, vom apela și la metoda statistică pentru a determina trendul populației. Acest lucru ne conferă o imagine de ansamblu asupra evoluției populației de urs în trecut și viitor. Informațiile privind situația efectivelor de urs (2011-2017) din fondurile cinegetice incluse în acest studiu caz au fost preluate de la ANPM Brașov și ANPM Ploiești, cu o confirmare prealabilă a gestionarilor fondurilor cinegetice aferente și reprezintă date oficiale ce au ca suport observațiile de teren realizate de personal calificat.

Pentru stabilirea trendului populației s-a calculat probabilitatea de a observa trendul, rezultat din observațiile făcute în teren, dat fiind faptul că în realitate, în populație, trendul este constant (panta regresiei este zero). Acest lucru este similar verificării valorii **p**, în ceea ce privește panta regresiei (numărul de efective în funcție de anul observației).

Pentru a afla semnificația trendului populației s-a calculat valoarea **p**, in funcție de valoarea **t**:

$$t = \frac{\beta}{SE_\beta}$$

β reprezintă valoarea pantei regresiei, SE_β este eroarea standard a pantei. Semnificația lui **p** a fost determinată în funcție de valoarea lui **t**. Dacă valoarea lui **t** a fost mai mare decât valoarea critică a lui **t** (determinată în funcție de numărul de grade de libertate și de probabilitatea urmărită, respectiv 95%), panta regresiei este semnificativ diferită de zero. Acest lucru înseamnă că trendul populației este semnificativ diferit de zero.

3.2.5 Metode GIS utilizate pentru analiza conectivității habitatelor și modelarea coridoarelor ecologice

În Europa, extinderea continuă a infrastructurii (urbană și transport), alături de practicarea agriculturii intensive, reprezintă o mare amenințare asupra biodiversității, erodând din ce în ce mai mult structura și capitalul natural. Multe din habitatele naturale / semi-naturale ale Europei, sunt extrem de fragmentate și prezintă riscul fragmentării ulterioare. Toate modificările de utilizare sau de acoperire a terenului duc la schimbări ale tiparului peisagistic.

Analiza metodelor de exprimare conectivității

Conectivitatea (după Adamescu și Cazacu, 2017) mai poate fi definită ca și gradul în care complexele de ecosisteme (landscape) facilitează sau împiedică deplasarea indivizilor populațiilor între suprafețe de habitat favorabile (ecosisteme); Coridorul poate fi de tip liniar sau coridor cu habitate insulare (stepping stone).

3.2.5.1 Metode de analiză a conectivității

Cele mai utilizate metode în analizele de conectivitate sunt:

- Analiza costului minim (eng. least cost path)
- Analiza bazată pe teoria grafurilor (eng. Graph theory)

Analiza costului (efortului) minim de deplasare (eng. least cost path)

Această abordare presupune că abilitatea de dispersie a speciilor studiate este influențată de caracteristicile structurii peisajului, facilitând sau împiedicând mobilitatea acestora între zonele nucleu (Adriaensen et al., 2003), exprimată la nivel local și social .

Teoria grafurilor

În teoria grafurilor, peisajul este tradus într-un graf compus din zone nucleu (noduri), mai mult sau mai puțin interconectate printr-o rețea în care legăturile reprezintă dispersia indivizilor prin peisaj (Bunn et al, 2000. Minor şi Urban, 2008).

3.2.5.2 Metode de determinare a coridoarelor ecologice

3.2.5.2.1 Prelucrarea datelor cu programe software specializate

Pentru stabilirea coridoarelor ecologice pentru specia urs s-au utilizat doua tipuri de softuri diferite, respectiv MaxEnt pentru determinarea habitatului potențial al speciei și Linkage Mapper, Conefor pentru stabilirea conectivității dintre zonele nucleu.

Softul MaxEnt – prin identificarea entropiei maxime (cel mai apropiat, cel mai adecvat, cel mai răspândit), estimează o distribuție spațială ce se va supune unui set de condiții ce reprezintă informații incomplete despre distribuția analizată (Phillips et al. 2006). Maxent oferă mai multe avantaje (Phillips *et al.* 2006) printre care:

Softurile și Linkage Mapper și Conefor- Utilizează de hărți GIS ale zonelor favorabile de habitat (eng. Core areas) și hărți de rezistență la mișcare pentru a identifica posibilele conexiuni dintre acestea

(McRae&Kavanagh 2011). Cele mai mici costuri energetice la deplasarea între zonele favorabile se exprimă vizual, cu ajutorul unui set de hărți ale suprafețelor (McRae et al. 2016). Rezultatul arată valoarea relativă a fiecărei celule din rețeaua care asigură conexiunile dintre zonele nucleu (core areas).

Morphological Spațial Pattern Analysis (MSPA) - Analiza modelului spațial morfologic asupra modelului rezultat din MaxEnt.

MSPA (Analiza modelului spațial morfologic) este o secvența personalizată a operatorilor matematici morfologici orientați spre descrierea geometriei și conectivității componentelor imaginii. Bazată exclusiv pe concepte geometrice, aceasta metodă este aplicabilă la orice scală și la orice tip de imagini digitale. Zona de prim plan a unei imagini binare este împărțita în șapte clase ale MSPA:

1. Core – Nucleu, habitat, coridoare foarte mari, uneori de tip stepping-stone
2. Islet - Insule izolate
3. Perforation - Margine din interior a perimetrului unui obiect
4. Edge – Margine Exterioară
5. Loop – Enclave, coridor de tip buclă care leaga doua habitate din același trup
6. Bridge – Coridor care leagă două habitate sau două trupuri de pădure diferite
7. Branch - Habitat îngust (prea îngust pentru locuire)

Date de intrare

Se referă la introducerea unor date referitoare la prezența speciei (coordonate spațiale), semne de prezență (prezență fizică, monitorizate animale cu colare GPS, camere foto-trap, urme, excremente, bârloguri, etc), împreună cu informații despre condițiile fizico-geografice ale zonei studiate;

Principalele date de intrare sunt:

- Zonele nucleu delimitate din modelul MaxEnt; Model care descrie mișcarea specie determinat de factorii care influențează distribuția și deplasarea speciilor: acoperirea terenurilor și gradul de folosință (Corine Land Cover, Hansen Global Forest Watch);
- Morfometria (modelul digital de elevație – DEM);
- Localități (Corine Land Cover);
- Rețeaua hidrografică;
- Rețeaua de drumuri publice;
- Hrană, densitate ungulate;

3.2.5.2.2 Modelarea coridoarelor cu programe software specializate

În modelarea coridoarelor ecologice pentru o anumită specie umbrelă este necesară parcurgerea unor etape specifice. Validarea rezultatelor în teren reprezintă o confirmare a acurateței modelării. În acest caz, pentru ursul brun (Ursus arctos), s-a aplicat un tipar (Figura 3.35) ce presupune parcurgerea unor etape necesare modelării, iar apoi validării acestor coridoare.

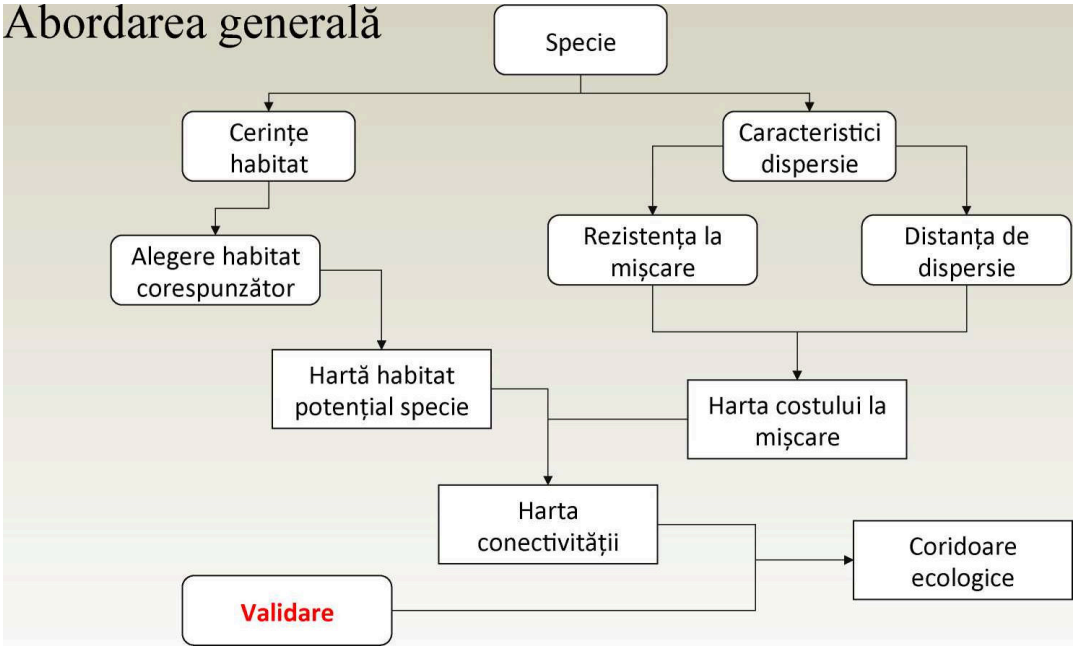


Figura 3.35 Abordarea generală asupra modelarii coridoarelor (Niță et al, 2017)
Figure 3.35 The general approach of corridor modeling (Niță et al, 2017)

3.2.6 Analiza condițiilor tehnice de proiectare

3.2.6.1 Profile transversale caracteristice infrastructurii

Dimensionarea soluțiilor constructive pentru atenuarea impactului negativ manifestat de construcția unei autostrăzii asupra habitatelor ursului brun (Ursus arctos) pe sectorul BRAȘOV-COMARNIC, se va realiza utilizând un profil transversal caracteristic unei autostrăzi în regiunea de munte (Lp = 23,50 m). Acolo unde infrastructura va intersecta un coridor ecologic vor rezulta zone unde habitatul se fragmentează și va fi nevoie de aplicarea unor măsuri de menținere a permeabilității (ecoducte), viabile atât din punct de vedere economic cât și ecologic. Pentru DN1, profilul transversal este tipic drumurilor naționale, cu doua benzi de circulație (Lp = 7,00 m). Există zone unde traseul DN1 merge în paralel cu calea ferată, iar în acest caz vom lua în considerare și caracteristicile principale ale căilor ferate din România. Analizând caracteristicile tehnice generale, vom considera o cale ferată normală dublă, cu un ecartament al șinelor de 1435 mm și cu o lățime a platformei de 2 x 3,30 m, având o distanță de 1,30 m între platforme.

3.2.6.2 Gabarite

Gabaritul de liberă trecere, definit conform **STAS 2924-91**, reprezintă conturul geometric transversal limită, cuprins în planul vertical, perpendicular pe axa longitudinală a căii de comunicație, în interiorul căruia nu trebuie să pătrundă nici un element de construcție al infrastructurii și suprastructurii podului. Dimensiunea, pe orizontală, a gabaritului de liberă trecere diferă de la caz la caz în funcție de tipul drumului și profilul specific conform STAS-urilor în vigoare. Dimensiunea pe verticală a gabaritului de liberă trecere, H, trebuie asigurată pe toată lățimea părții carosabile. Proiectarea pasajelor peste căile

de comunicație se va face conform Normativului pentru proiectarea autostrăzilor extraurbane indicativ PD 162-83 și respectând normele tehnice 46/27.01.1998 anexa la ordonanța 43/1997 aprobată prin Legea 82/15.04.1998, în acest caz gabaritul de liberă trecere trebuie să fie de minim 5,5 m pentru pasajele peste autostradă sau la pasajele ce traversează drumuri naționale, județene sau comunale și de minim 7,5m la pasajele peste liniile CF conform Normativului privind proiectarea liniilor și stațiilor de cale ferată pentru viteze până la 200 km/h", indicativ NP 109-04 din 15.02.2005.

Traseul teoretic al autostrăzii se va desfășura paralel cu traseul DN1 până în apropiere de Predeal, zona de studiu va fi delimitată în sectorul BRAȘOV-COMARNIC, împărțit în două tronsoane, respectiv Comarnic-Predeal și Predeal-Brașov, legătura secundară cu orașul Brașov fiind realizată prin localitatea Cristian. Fiind principala axă rutieră ce leagă Brașovul de București, Drumul National 1 va fi inclus în acest studiu, fiind analizat doar tronsonul BRAȘOV-COMARNIC, legătura cu orașul Brașov realizându-se prin localitatea Timișul de Jos. Aceste sectoare deservesc centre economice și turistice importante, cu un impact major asupra conservării faunei și a fragmentarii habitatelor.

3.2.6.3 Pricipii de dimensionare a ecoductelor

3.2.6.3.1 Lățimea medie a ecoductului

Pentru ca fluxul de gene, migrațiile, rutele de deplasare pentru hrană, împerechere și teritoriu să nu fie întrerupte, animalele sălbatice trebuie să poată folosi spontan structurile de trecere artificial create (ecoducte) ce vor traversa infrastructura rutieră. Din acest motiv, dimensiunile de proiectare pot varia în funcție de importanță, mărimea culoarului și de speciile afectate (Candrea A., 2015). Lățimea medie a ecoductului este determinată de lățimea traseului migrației, măsurată pe suprafața de teren într-o direcție paralelă cu axa drumului, fiind punte în mijlocul podului (lățimea liberă dintre garduri pe ecoduct). Stabilirea **lățimii de bază a ecoductului** se adoptă în funcție de tipul deplasării sau a categoriei de migrație (TC X /2011/SK):

- **categoria A - lățime 80 m** - migrația supra-regionala (deplasare) pentru mamifere mari;
- **categoria B - lățime 50 m -** migrația regională (deplasare) pentru mamifere mari și pentru mamifere de dimensiuni medii.
- **categoria C - lățime 25 m -** migrația locală (deplasare) pentru mamifere de dimensiuni medii și mari.

Pentru ipoteza de proiectare, pentru sectorul Brașov-Valea Prahovei (Comarnic), datorită orografiei și caracteristicilor particulare ale terenului (vale, versanți abrupți, permeabilitate), în ipoteza de proiectare se poate considera o lățime a ecoductului de minim **25m** până la maxim **50m**. Aceasta trebuie stabilită în funcție de cerințele speciilor umbrelă (focale), tipul coridorului ecologic și deciziei proiectantului.

3.2.6.3.2 Lungimea ecoductului

Lungimea ecoductului este determinată de lățimea medie a structurii rutiere și de lățimea locală a sectorului de drum. Cu cât distanța de traversare este mai mică, cu atât ruta artificială de migrație va fi mai favorabilă.

În cazul în care se impune existența unui drum cu destinație specială (traseu de bicicleta, drum forestier) care urmează un traseu similar cu cel al rutei de migrație identificate, se proiectează un ecoduct cu funcționalitate multiplă. Acest drum va fi construit în afara traseului de migrație, la o distanță de cel puțin 1.5 m de la marginea traseului migrației și va fi prevăzut cu o bandă de separare de cel puțin 1.5 m (Candrea A., 2015 după TC X /2011/SK).

3.2.6.3.3 Inclinația terasamentului ecoductului

Forma de relief predominantă influențează decisiv modelarea terenului din imediata vecinătate a ecoductului. La câmpie putem avea o inclinație a terasamentului de maxim 14-18%, iar la munte această înclinare nu trebuie să depășească 20 % (TC X /2011/SK).

3.2.6.3.4 Indicele de deschidere relativă (IDR) al pasajelor (underpasses)

În cazul tunelurilor pentru faună sau a pasajelor multifuncționale, nu se va ține cont de funcționalitatea lor pentru asigurarea traficului rutier, ci doar de rolul lor pentru menținerea permeabilității habitatului și asigurarea continuității coridorului ecologic. Analizând permeabilitatea peisajului vom obține o imagine de ansamblu asupra gradului de fragmentare a habitatului. Menținerea continuității coridoarelor ecologice și evitarea fragmentării habitatelor devin obiective principale ce trebuie respectate pentru ca nevoile primare ale faunei sălbatice ce privesc deplasările sezonale, migrația, procurarea hranei, împerecherea cu evitarea consangvinizării să nu fie condiționate de prezența infrastructurii. Utilizarea acestor lucrări de artă (ecoducte) în sprijinirea măsurilor de conservarea a faunei sălbatice, trebuie să constituie o parte integrantă din complexul de măsuri ce trebuie adoptate atunci când dezvoltarea infrastructurii rutiere devine o prioritate.

Pentru stabilirea înălțimii libere a tunelului, vom apela la recomandările studiului COST 341, respectând condițiilor tehnice de proiectare a ecoductelor (TC X /2011/SK**)** și vom calcula un indice favorabil de deschidere, în funcție de speciile de faună din habitatul respectiv.

Elementele principal ale unui tunel pentru faună sunt: **lungime (A), lățime (B) și înălțime (C)**
Recomandări generale pentru dimensionare tunelului:

- Lățime minimă: 15 m
- Înălțime minimă: 3-4 m
- Indicele de deschidere (lățime x înălțime / lungime >1.5)

Lungimea corespunde, în principiu, lățimii platformei drumului (+ racordare la profilul terenului, dacă este cazul), având dimensiune fixă. Cu toate acestea, lățimea și, într-o măsură mai mică, înălțimea pot fi alese în funcție de cerințele dimensiunile animalelor din habitatul respectiv. Pentru proiectarea unui pasaj, se calculează un indice de deschidere relativă (**IDR**), definit ca **lățime x înălțime / lungime**. Pentru a calcula indicele de deschidere în studiul de caz realizat, vom introduce în calcul dimensiunile minime recomandate pentru lățime și înălțime, iar valorile lungimii vor fi extrase în funcție de profilul transversal al drumului, respectiv **autostrada în regiunea de munte și drum național european** cu două benzi de circulație. Dacă acest indice va indica o valoare mai mică de 1,5, vom efectua o ajustare a valorilor variabile, respectiv lățimea și înălțimea, până când tunelul propus va corespunde recomandărilor tehnice și va satisface cerințele eco-etologice ale speciilor de faună vizate.

3.2.7 Stabilirea încărcărilor

3.2.7.1 Estimarea greutății pamântului

Greutatea specifică medie γm a unui corp, este raportul dintre greutatea corpului G si volumul V:

$$\gamma m=G/V$$

Estimarea greutății specifice a pământului și determinarea încărcărilor de calcul se face prin analiza unui cumul factori și situații care pot avea loc (Tabel 3.7). Astfel, am studiat următoarele variabile:

Tabel 3.7 Greutatea pământului

Table 3.7 Weight of the soil

Greutatea specifică medie	
pământ afânat uscat	13 kN/mc
pământ uscat	16 kN/mc
pământ de terasament, uscat	14 kN/mc
pământ de terasament, cu umiditate naturală	16 kN/mc
pământ de terasament, saturat	18 kN/mc
zăpadă afânata	1 kN/mc
zăpadă bătătorită	5 kN/mc

3.2.7.2 Stabilirea încărcărilor pe structură

Încărcările pe ecoduct ce intervin în calculul structurii vor fi următoarele:

- **Greutatea proprie a structurii**

Greutatea structurii se va determina pe baza volumului construit și a greutății specifice a materialelor din care este realizat. Vom considera un scenariu de calcul pentru o structură din beton armat, cu o greutate specifică de 24kN/mc, iar încărcarea se estimează în funcție de deschidere .

Greutatea stratului de pământ preluat de structură

Încărcarea de calcul se va obține înmulțind greutatea specifică a pământului saturat (18kN/mc) cu volumul său, la care, pentru siguranța, se va aplica un coeficient de supraîncărcare cu o valoare de 1,2.

18 kN*1.2 = 21,60 kN/mc

- **Încărcarea din zăpadă**

În scenariul de calcul se va considera o încărcare de 1m grosime a stratului de zăpadă raportat la 1mp, pentru a avea scenariul asigurat la ierni unde se vor depune cantități mai mari.

În acest caz, am o am stabilit o încărcare de 2,5 kN/mp de deschidere (respectând scenariul de calcul, respectiv 1m grosime /1mp). Fiind vorba de un ecoduct cu sistem de drenaj activ cu sisteme

de eliminare a apelor pluviale și terasament înclinat, încărcările la precipitații lichide vor avea valori mai mici decât cele din zăpada, iar în acest caz le vom considera incluse în această valoare de calcul.

- **Încărcarea din vegetație**

Pentru speciile arbustive și arborescente de înălțime mică ce vor fi instalate pe ecoduct conform schemei de plantare, vom consemna o încărcare de **2,5 kN/mp**.

Aceste specii au un rol principal în refacerea mediului natural, iar împreuna cu sistemele artificiale de delimitare a perimetrului de protejat și de atenuare a zgomotului, realizează un sistem complex. Acest sistem va fi util în atingerea scopului final, respectiv înregistrarea unei rate ridicate de utilizare a structurii pe tot parcursul anului, atât pentru speciile umbrelă (e.g. ursul brun) cât și la celelalte specii de faună prezente în habitat (cerb, căprior, mistreț, etc).

- **Încărcări temporare**

Fiind un ecoduct cu un rol important în asigurarea continuității coridorului ecologic și a permeabilității habitatului, dedicat exclusiv speciilor de faună, cu un tranzit asigurat doar în perioada deplasărilor sezonale și folosit sporadic pentru traversarea infrastructurii rutiere, **nu vom include în calcul o astfel de încărcare**, având o valoare neglijabilă comparativ cu restul încărcărilor.

Concluzii

Evaluarea încărcărilor și calculul se va realiza pe o lățime a structurii egală cu unitatea (m).

Pentru a obține valoare totală a încărcărilor vom folosi următoarea formulă:

G= G pământ (variabil) + G vegetație (constant) + G zăpadă (constant)

G=21,6+2,5+2,5 G=26,6 kN/mp

3.2.8 Analiza condițiilor staționale și sinteza speciilor forestiere utilizabile

3.2.8.1 Analiza condițiilor staționale din U.P. I Bucegi

Pentru selecționa și stabili modul de asociere a speciilor forestiere pentru realizarea benzii vegetale de protecție a ecoductului, vom analiza condițiile staționale dintr-o unitate de producție de referință, respectiv **U.P. I Bucegi**, administrată de INCDS Marin Drăcea, secția Brașov. Datele necesare au fost preluate conform amenajamentului.

3.2.8.2 Sinteza speciilor forestiere utilizabile pentru ecoducte

Speciile din Flora României identificate ca fiind compatibile cu lucrările de împădurire ce se vor propune pentru realizarea benzii vegetale de protecție ale unei structuri de menținere a permeabilității de tip ecoduct sunt sistematizate (Tabel 3.11) în funcție de înălțime, formă și calitatea de a constitui o sursă alternativă de hrană pentru specia urs (Ursus arctos). Speciile identificate ca posibile soluții pentru realizarea lucrarilor de instalare a vegetațieiau fost selecționate corelând cerințele ecologice cu condițiile staționale locale, rusticitatea manifestată constituind un avantaj în selecția speciei.

Tabel 3.11 Specii din Flora României utilizabile pentru realizarea ,,stratului verde'' al ecoductului

Table 3.11 The species of Romania Flora usable for the "green layer" of a Green Bridge

Nr. crt.	Specia		Înălțime				Formă		Sursa de hrană pentru urs	
	Denumire științifica	Denumire populară	< 1 m	1-3 m	3-5 m	> 5m	Arbustivă	Arborescentă	da	nu
1	Berberís vulgaris	Dracilă		X			X			X
2	Carpinus orientalis	Cărpiniță				X	X	X		X
3	Corylus avellana	Alun			X		X		X	
4	Alnus viridis	Anin de munte		X			X			X
5	Ribes alpinum	Coacăz de munte		X			X		X	
6	Ribes nigrum	Coacăz negru		X			X		X	
7	Ribes uva-crispa	Agriș		X			X		X	
8	Spiraea chamaedrifolia	Cununiță		X			X			X
9	Rubus idaeus	Zmeur		X			X		X	
10	Rubus hirtus	Mur târâtor	X	X			X		X	
11	Rosa canina	Măceș		X			X		X	
12	Crataegus monogyna	Păducel		X	X	X	X	X	X	
13	Prunus spinosa	Porumbar			X		X	X	X	
14	Amorpha fruticosa	Salcâm mic		X	X		X			X
15	Buxus sempervirens	Merișor		X	X	X	X	X		X
16	Hippophae rhamnoides	Cătină albă		X			X		X	
17	Salix caprea	Salcie căpreasca				X		X	X	
18	Vaccinium myrtillus	Afin	X				X		X	
LEGENDA										
			Specii doar cu rol de protecție							
			Specii cu rol de protecție și sursă alternativă de hrană							

CAPITOLUL IV. REZULTATE ȘI DISCUȚII

4.1 Analiza populației de urs (Ursus arctos) din zona de studiu (Brașov – Comarnic)

În Carpații României, o parte din drumurile cu nivel de utilizare redus intersectează habitate ale faunei, majoritatea acestor drumuri având impact redus asupra acesteia. O problemă deosebită în acest sens o reprezintă relațiile ce leagă marile orașe. Dintre acestea, relația **București – Brașov** reprezintă una dintre cele mai afectate rețele rutiere privind impactul cu fauna sălbatică, unde densitatea acesteia și în special a marilor carnivore are valori ridicate. Culoarul Văii Prahovei face practic legătura dintre cele două masive importante, respectiv Munții Bucegi și Carpații de Curbură. Existența unor suprafețe foarte mari de pădure și implicit o faună bogată, determină o deplasare activă a acesteia (în căutare de hrană, împerechere, etc) peste această barieră constituită artificial, prin existența Drumului Național 1. Aplicând același raționament însă având un impact mai redus, se află și drumul Pitești - Sibiu ce traversează Valea Oltului. Barierele naturale aproape impenetrabile create pe acest tronson prin infrastructura abordată, determină anumite specii să evite acest culoar. Cu un impact ceva mai redus ce alterează conectivitatea habitatelor ursului brun sunt relația Brașov - Bacău, situat, de asemenea, într-o zonă cu densitate mare de urși și relația Deva – Hunedoara - Arad, care prin coridorul ecologic determinat de bazinul Mureșului face conexiunea dintre habitatele Munților Apuseni, Munții Banatului și restul Carpaților. Chiar dacă aceste drumuri nu au un regim de exploatare de tip drum expres sau autostradă, inexistenta mijloacelor de protecție aferente infrastructurii generează un impact negativ asupra faunei din zonă. Luând în considerare cele afirmate mai sus, ca urmare a unor estimări privind creșterea valorilor traficului, autoritățile propun pentru viitor, dezvoltarea capacității de transport prin construcția și dezvoltarea rețelei de drumuri expres și autostrăzi.

Relațiile feroviare dintre principalele rute, respectiv București - Brașov și Sibiu - Deva - Arad ce ar avea un impact semnificativ cu privire la accidentele în care au fost implicate exemplare din fauna sălbatică, în mod expres a marilor carnivore, nu au relevat o rată ridicată a mortalității comparativ cu infrastructura rutieră .

Valea Prahovei a cunoscut în ultimii ani o puternică expansiune turistică, impactul antropic fiind accentuat de dezvoltarea imobiliară masivă (hoteluri, pensiuni, case de vacanță), având ca efect negativ secundar intensificarea traficului rutier la valori excesive pe DN1, în absența unei alternative de transport de tip autostradă. În această zonă sunt cunoscute populații de urși habituați, prezența unor exemplare pe străzile orașelor Sinaia, Predeal, Azuga sau Brașov fiind un fenomen des întâlnit, degenerând uneori cu pagube materiale dar, din păcate, și cu pierderi de vieți omenești.

Autostrada care va face legătura între București și Brașov, va traversa habitate cu concentrări mari ale populației de urși din Valea Prahovei (Figura 4.2), având o importanță deosebită pentru conservarea speciei. Aceste căi de comunicație cu impact antropic privind fracturarea habitatelor, trebuie să includă măsuri de menținere a permeabilității. Acestea se referă la acele construcții speciale (viaducte, ecoducte, tuneluri) cu rol în asigurarea conectivității populației de urși din zonă. Analiza populației de urs s-a realizat în 8 Fonduri Cinegetice.

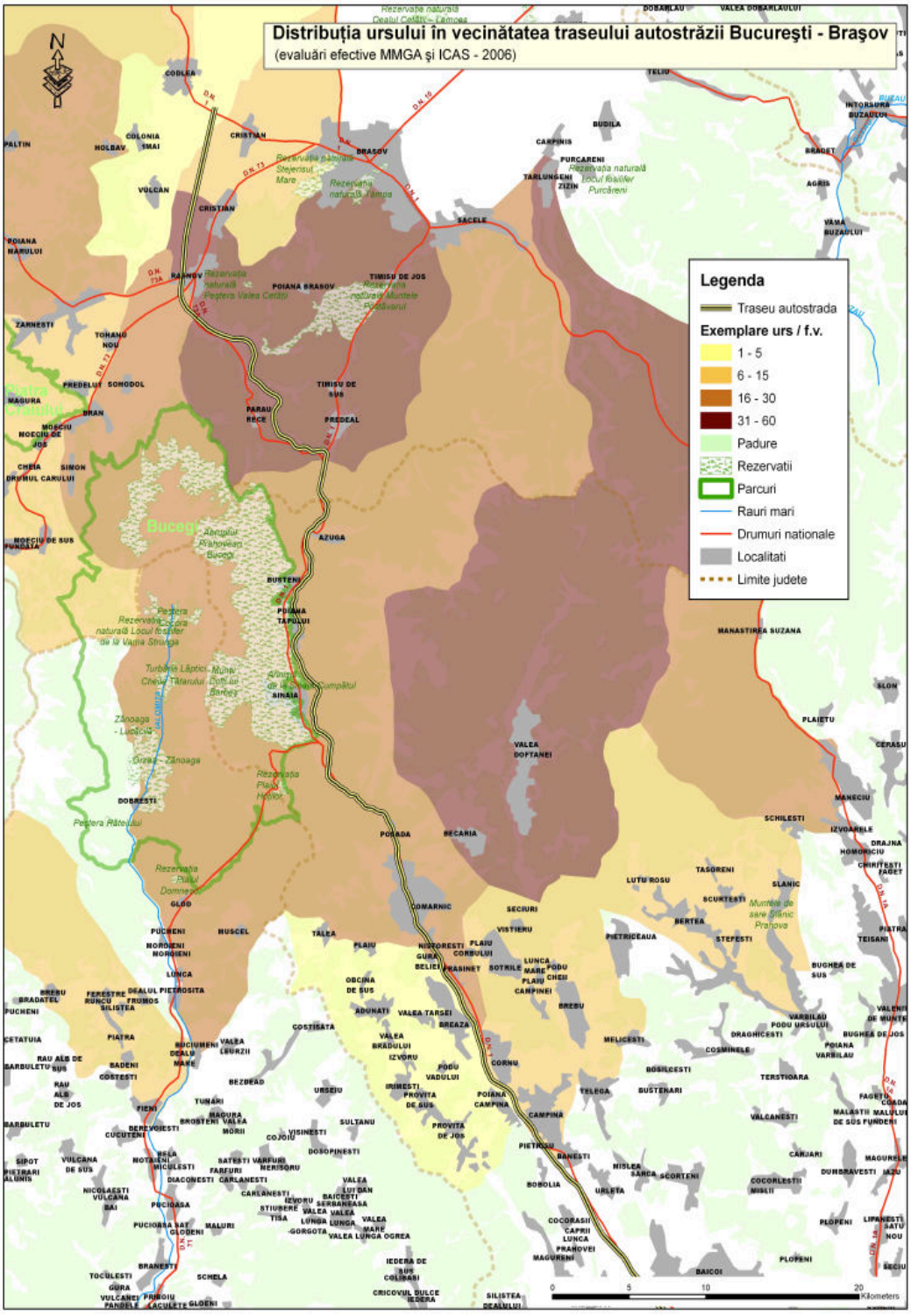


Figura 4.2 Distribuția ursului în vecinătatea traseului autostrăzii (Realizat: Marius Popa – INCDS)
Figure 4.2 Distribution of the bear in the vicinity of the highway
(Implemented by: Marius Popa - INCDS)

4.1.1 Situația populației de urs din Fondurilor Cinegetice

Analiza populațiilor de urs din acest studiu de caz s-a realizat pe o perioadă de monitorizare de 7 ani (2011-2017), pe cele 8 fonduri cinegetice (Tabel 4.1) , cu o suprafață de aproximativ 109 mii hectare, fiind traversate de DN1 și de traseul probabil al viitoarei autostrăzi. Datele oficiale au fost furnizate cu amabilitatea ANPM și a gestionarilor acestor fonduri cinegetice.

Tabel 4.1 Situația FV din culoarul Brașov -Comarnic

Table 4.1 Hunting Funds situation - Brașov – Comarnic corridor

CARACTERISTICI SPECIFICE							EFECTIVE EVALUATE						
Nr.	Jud.	FV	Denumire FV	Zonare	S(ha)	Bonitatea	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	BV	18	Timiș	munte	13780	II	36	43	40	58	54	53	55
2	BV	23	Gârcin	munte	13476	II	23	24	24	24	24	24	25
3	BV	26	Râșnov	munte	9781	II	47	47	48	51	52	50	54
4	BV	27	Bran-Șimon	munte	12919	I	30	29	35	37	41	44	44
5	PH	24	Comarnic	munte	13843	IV	14	13	14	15	17	21	24
6	PH	25	Sinaia	munte	11373	IV	26	22	25	27	27	29	35
7	PH	26	Azuga	munte	13760	III	45	46	38	41	42	42	44
8	DB	16	Valea Ialomiței	munte	19976	III	45	46	48	51	53	55	61
TOTAL					108908	Perioada de evaluare 2011-2017							

4.1.2 Determinarea statistică a trendului populație

Pentru a înțelege mai bine evoluția populației de urs brun din cele 8 Fonduri Cinegetice pe parcursul ultimilor 7 ani, am apelat la o modelare statistică (Figura 4.3) a datelor oficiale cu privire la efectivele din teren.

De remarcat este faptul că doar în cazul Fondul Cinegetic **PH 26 AZUGA** panta este negativă , numărul de urşi scăzând, în medie, cu valoare de 0,25 pe an. În celelalte Fonduri de Vânătoare analizate, numărul de urşi din populație creşte anual, cea mai productiv fond fiind **BV 18 TIMIȘ**, cu o creștere a numărului de indivizi de **3.25** anual.

Din prelucrarea statistică a datelor oficiale, se observă o creştere anulă a numarul indivizilor din populație, excepție facând doar FV 26 AZUGA, unde populația este relativ constantă.

Putem observa că populația de urs din aceste Fonduri Cinegetice a crescut exponențial în ultimii ani. Odată cu aplicarea aceastei măsuri protecționiste, s-a renunțat la atribuirea unei cote anuale de vânătoare, singurele exemplare extrase fiind cele pentru care se emit derogări, acest lucru fiind posibil doar în condiții speciale.

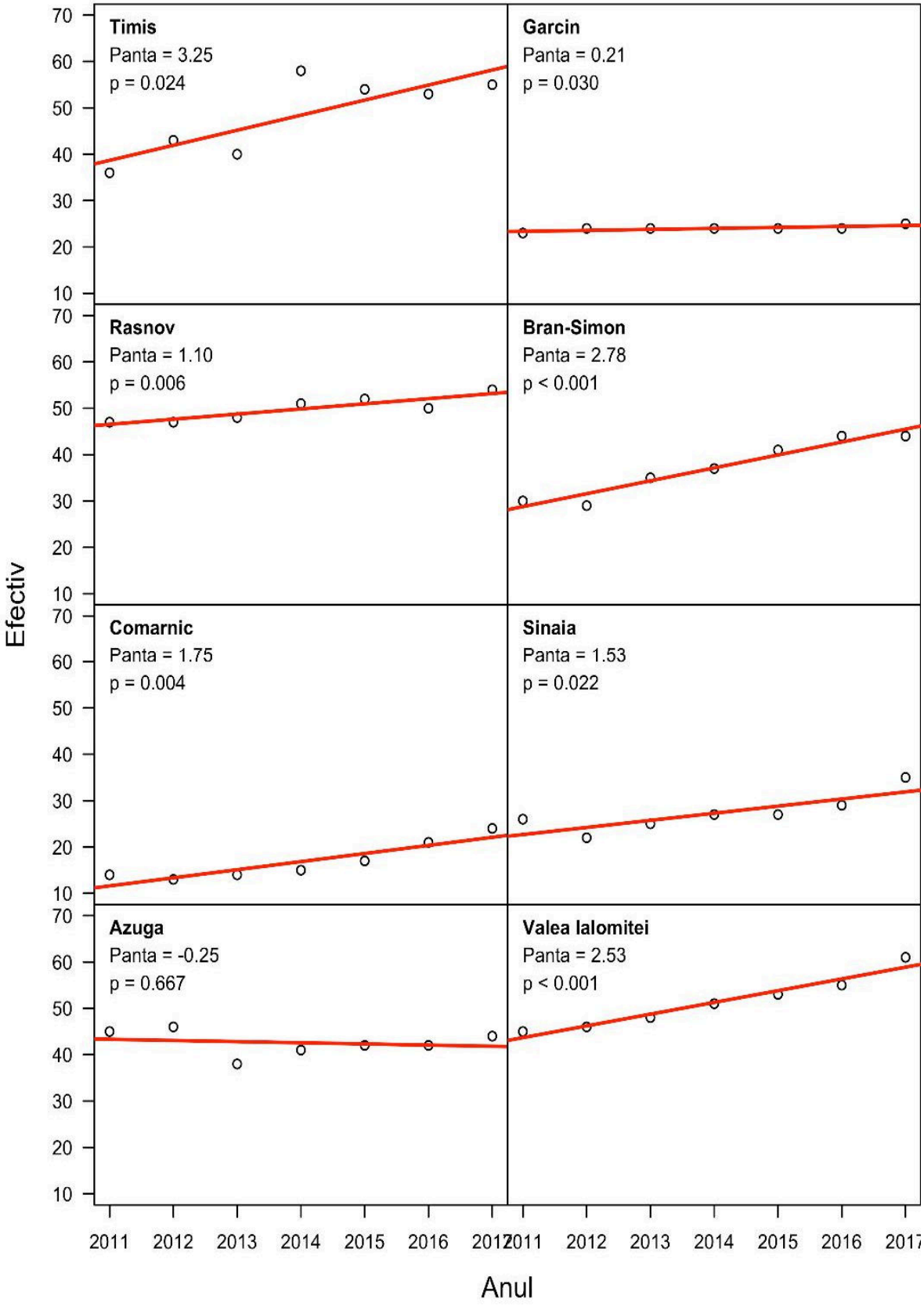


Figura 4.3 Analiza statistică a trendului populației de urs din Fondurile Cinegetice
Figure 4.3 Statistical Determination of Population Trend in the Hunting Funds

4.2 Rezultate privind studiul permeabilității habitatelor pe sectorul Brașov – Comarnic

Evaluarea permeabilității peisajului reprezintă o metoda de estimare gradului de fragmentare al habitatului pentru o specie, respectiv ursul brun (Ursus arctos) în cazul de față.

Un grad de permeabilitate ridicat al peisajului este cu atât mai important cu cât specia-țintă este caracterizată de o mobilitate redusă și/sau de dependența accentuate fată de un anumit tip de habitat. Într-o situație ideală, un animal în dispersie ar trebui să parcurgă drumul cel mai scurt, cel mai sigur și cel mai puțin costisitor din punct de vedere al energiei consumate, între habitatul-sursă și cel de destinație (Ionescu et al. 2014).

În ultimul timp, odată cu înmulțirea numărului de urși în habitatele învecinate localităților și/sau străbătute de infrastructura de transport, apar și situații accidentale, soldate cu victime atât din partea faunei sălbatice cât și din partea populației. Drumului Național 1 (sectorul Brașov-Comarnic) străbate habitate de o importanță deosebită pentru conservarea populației de urs din Valea Prahovei, influențând negativ viața sălbatică. Zona Timiș este cea mai cunoscută pentru accidentele unde sunt implicate animale sălbatice (Figura 4.4), în special fiind afectată populația de urs. Din acest motiv, studiul privind permeabilitatea habitatelor în această zonă, ne va conferi o imagine clară asupra zonelor cu probleme unde infrastructura manifestă un grad ridicat de încărcare, atât rutier cat si CF. Situația accidentelor produse a fost centralizată, iar locațiile acestora au fost materializată pe o hartă GIS (Figura 4.6), conform coordonatelor GPS.

Figura 4.4 Accident pe calea ferată - zona Timiș (Foto. Jurj Ramon –INCDS)
Figura 4.4 Railway accident - Timiş area (Photo by Jurj Ramon -INCDS)

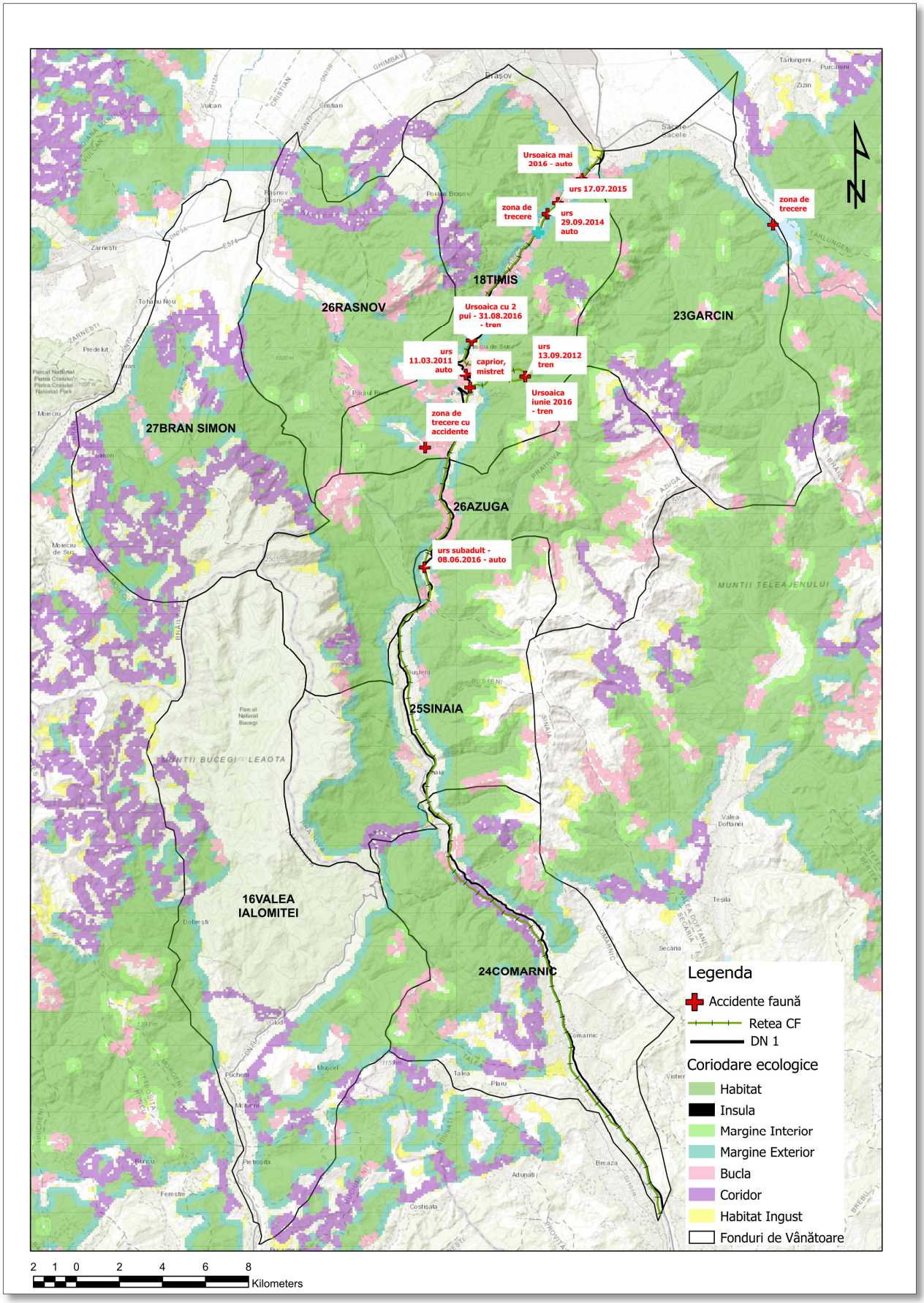


Figura 4.6 Locații accidente DN1

Figure 4.6 Accident Locations on DN1

4.2.1 Sistematizarea datelor preluate din teren

Datele primare privind permeabilitatea habitatelor pentru specia urs au fost generate prin alocarea unor clase de favorabilitate (0,1,2,3) pe tronsoane a tuturor tipurilor de drum parcurse situate în habitatele din cele opt fonduri cinegetice. După sistematizarea datelor din teren, am realizat o clasificare a tronsoanelor de drum în funcție de tipul de drum parcurs și valoarea clasei de favorabilitate acordata tronsonului respectiv .

4.2.2 Prelucrarea datelor primare

După sistematizarea datelor din teren, am realizat o clasificare a tronsoanelor de drum în funcție de tipul de drum parcurs și valoarea clasei de favorabilitate acordată tronsonului respectiv, parcurgându-se aproximativ 291 km (Tabel 4.3).

Sinteza infrastructurii în raport cu permeabilitatea

Tabel 4.3 Statistica datelor primare introduse

Table 4.3 Statistics of primary data entered

UM	km	%		UM	km	%
Lungime totala drumuri CO	87,849	30,17		Tronsoane permeabilitate 0	75,446	25,91
Lungime totala drumuri DJ	62	21,36		Tronsoane permeabilitate 1	75,899	26,07
Lungime totala drumuri DN	59	20,40		Tronsoane permeabilitate 2	30,492	10,47
Lungime totala drumuri E	81,689	28,06		Tronsoane permeabilitate 3	109,3	37,54
Total	**291,137**	**100**		**Total**	**291,137**	**100**

4.2.3 Permeabilitatea pentru Drumurile Național-Europene(E)

În cazul drumurilor **Național-Europene(E)** (Tabel 4.4), s-a parcurs o distanță de aproximativ **82 km** și conform metodei aplicate, nu am identificat tronsoane cu permeabilitate foarte ridicată (3) predominând cele cu **permeabilitate 0** , ceea ce ne indică faptul ca aceste tipuri de drumuri preiau cea mai mare încărcare de trafic din Valea Prahovei, fiind rute intens circulate ziua, noaptea (în special autocamioane), în week-end și în perioadele cu sărbători legale (supraîncărcare din turism excesiv).

Tabel 4.4 Tronsoanele de permeabilitate pentru drumurile național-europene

Table 4.4 Permeability sections for National-European roads

UM	km	%
Tronsoane permeabilitate 0	47,16	57,73
Tronsoane permeabilitate 1	28,28	34,61
Tronsoane permeabilitate 2	6,26	7,66
Tronsoane permeabilitate 3	0,00	0,00
Total	**81,689**	**100**

Prezența acestui tip de infrastructură precum și lucrările auxiliare executate (poduri, podețe, gabioane, parapete, lucrări de susținere a versanților, etc), având sectoare cu permeabilitate redusă, manifestă un puternic impact negativ asupra faunei sălbatice, fapt ce se confirmă cu numărul mare de accidente înregistrate în încercarea de traversare a infrastructurii (Sectoare: Timiș, Predeal, Sinaia, etc).

4.2.4 Permeabilitatea pentru Drumurile Naționale (DN)

Acest tip de drum manifestă o încărcare de trafic mai scăzută decât drumul european (E), prezenta tronsoanelor cu permeabilitate ridicată (36%) (Tabel 4.5) fiind o consecința directă a acestui fapt.

Tabel 4.5 Tronsoanele de permeabilitate pentru drumurile naționale

Table 4.5 Permeability sections for national roads

UM	km	%
Tronsoane permeabilitate 0	12,40	20,87
Tronsoane permeabilitate 1	12,86	21,64
Tronsoane permeabilitate 2	12,63	21,27
Tronsoane permeabilitate 3	21,52	36,22
Total	**59,40**	**100**

4.2.5 Permeabilitatea pentru drumuri județene(DJ)

În cazul drumurilor județene, s-au parcurs aproximativ **62 km,** din care 42 km (Tabel 4.6) au reprezentat tronsoane cu permeabilitate ridicată și doar 2 km (3%) au fost tronsoane cu permeabilitate 0. Acest fapt ne sugerează faptul că la nivelul acestui tip de drum, fragmentarea habitatului este medie.

Tabel 4.6 Tronsoanele de permeabilitate pentru drumurile județene

Table 4.6 Permeability sections for county roads

UM	km	%
Tronsoane permeabilitate 0	1,98	3,18
Tronsoane permeabilitate 1	13,70	22,02
Tronsoane permeabilitate 2	3,98	6,39
Tronsoane permeabilitate 3	42,55	68,41
Total	**62,20**	**100**

4.2.6 Permeabilitatea pentru drumuri comunale (CO)

Tabel 4.7 Tronsoanele de permeabilitate pentru drumurile comunale

Table 4.7 Permeability sections for county roads

UM	km	%
Tronsoane permeabilitate 0	13,92	15,84
Tronsoane permeabilitate 1	21,07	23,99
Tronsoane permeabilitate 2	7,63	8,68
Tronsoane permeabilitate 3	45,24	51,49
Total	**87,85**	**100**

Figure 4.12 Permeability for country roads (CO)

Procentul cu sectoare de permeabilitate ridicată crește foarte mult în cazul drumurilor județene (69%)) și comunale (51%) (Tabel 4.7), probabilitatea menținerii permeabilității pe viitor fiind mare.

4.2.7 Harți GIS privind permeabilitatea habitatelor

În urma prelucrării datelor de teren, s-a constituit o bază de date (geodatabase) pentru a se genera următoarele hărți privind permeabilitatea habitatului:

- Tipuri de infrastructură rutieră în raport cu limitele Fondurilor Cinegetice (Figura 4.13);
- Evaluarea tronsoanelor de favorabilitate (Figura 4.14);
- Fragmentarea habitatului în raport cu infrastructura rutieră (Figura 4.15);

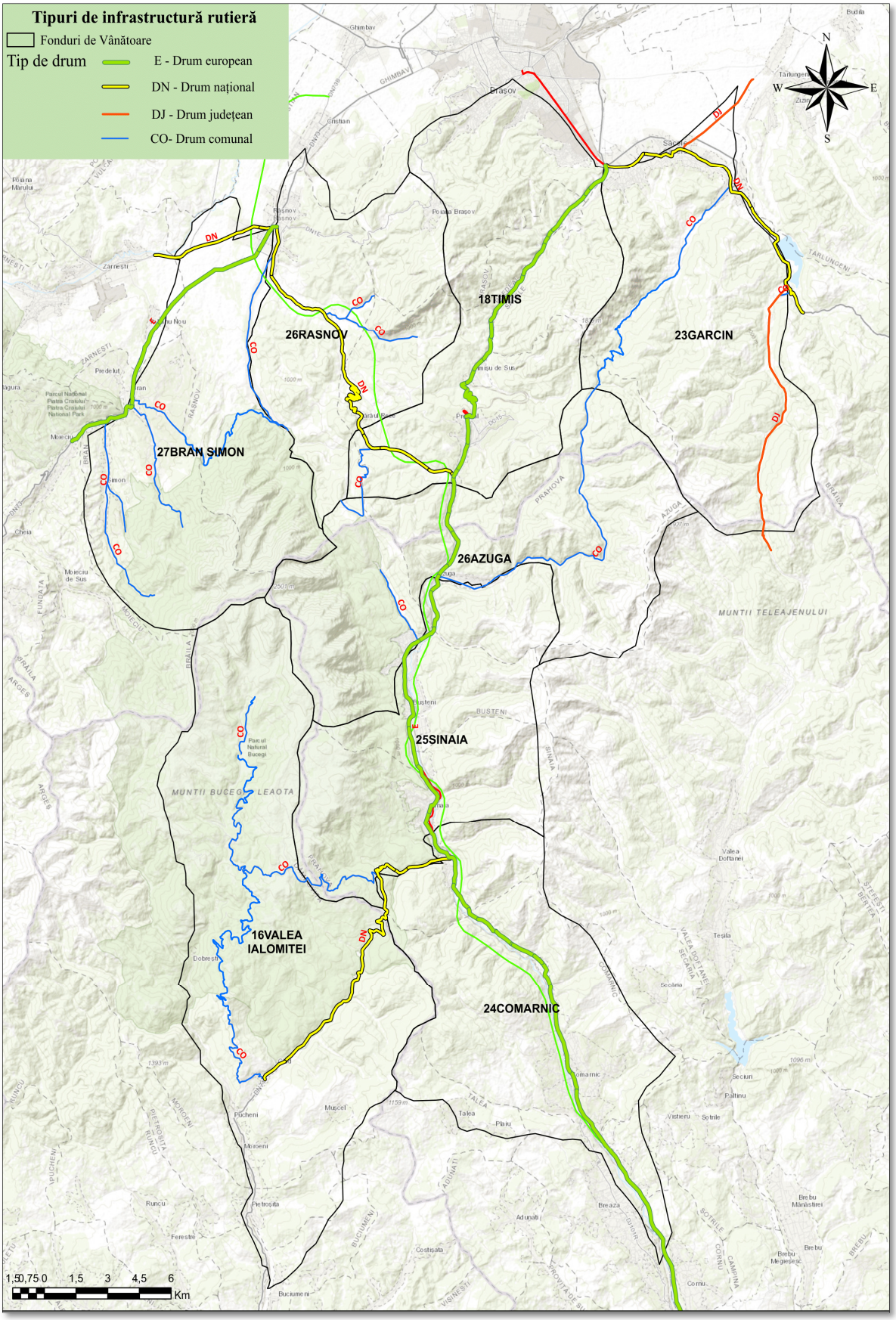


Figura 4.13 Tipuri de infrastructură rutieră

Figure 4.13 Types of road infrastructure

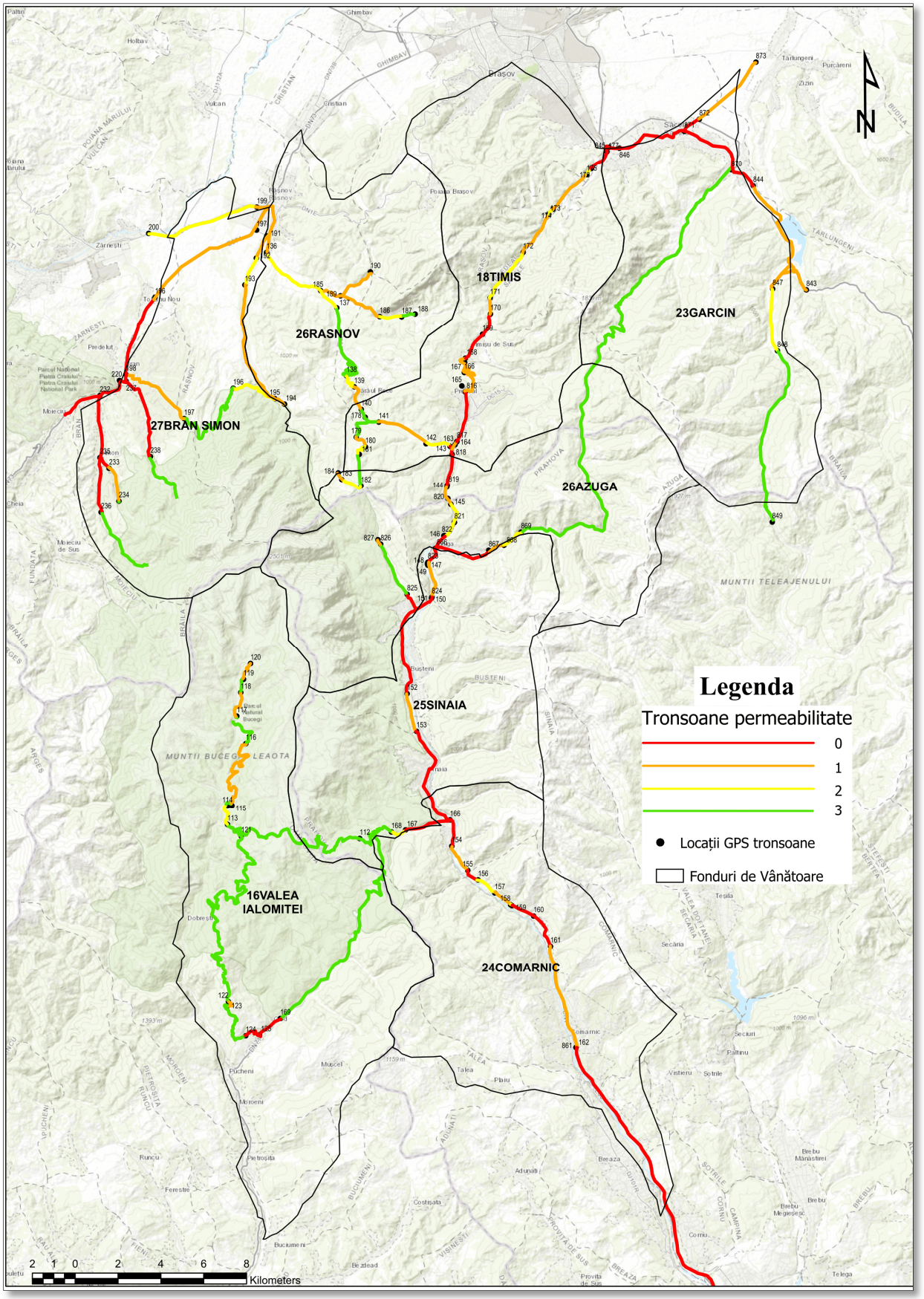


Figura 4.14 Evaluarea tronsoanelor de favorabilitate

Figura 4.14 Evaluarea tronsoanelor de favorabilitate

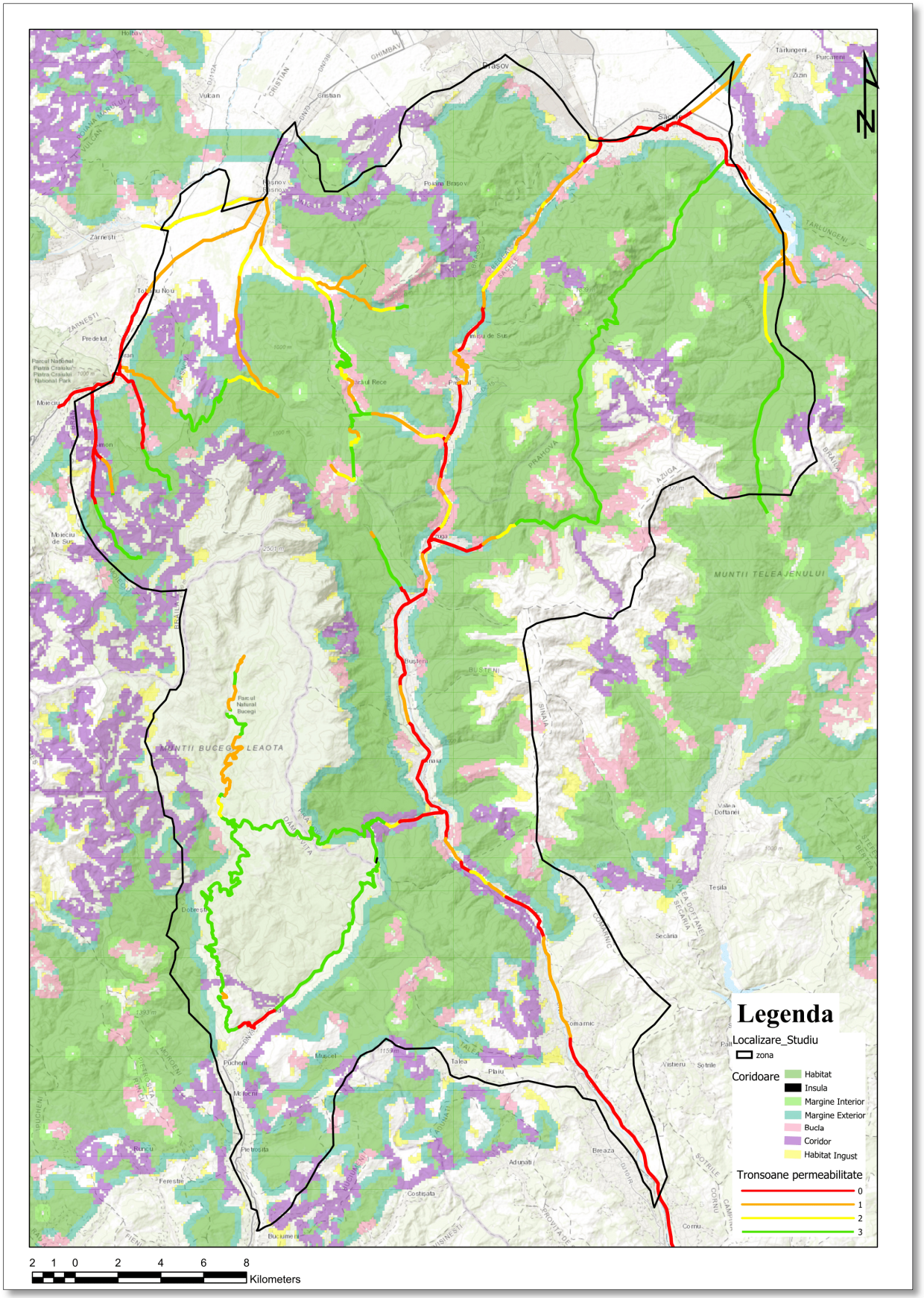


Figura 4.15 Fragmentarea habitatului ursului brun (Ursus arctos) în raport cu infrastructura rutieră

Figure 4.15 Brown bear (Ursus arctos) habitat fragmentation in relation to road infrastructure

4.3 Coridoare ecologice pentru specia urs (Ursus arctos)

4.3.1 Harți GIS privind coridoarele ecologice pentru ursul brun (Ursus arctos)

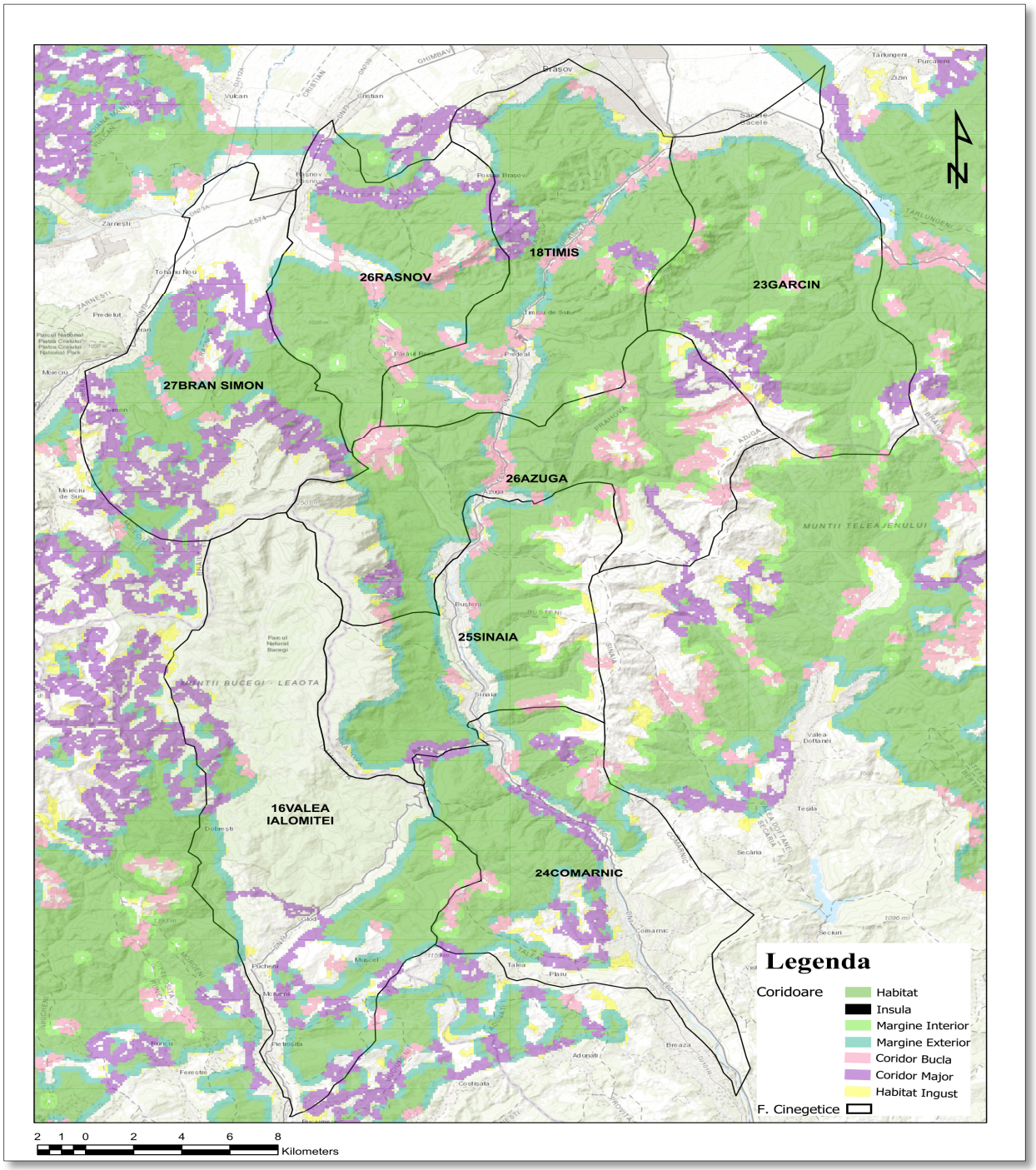


Figura 4.16 Coridoare ecologice pentru ursul brun (Ursus arctos) culoarul Brașov –Comarnic

Figure 4.16 Ecological corridors for Brown bear in Brașov – Comarnic area

Rezultate obținute din modelare s-au materializat prin realizarea unei hărți GIS (Figura 4.16) care ne oferă posibilitatea de a identifica coridoarele ecologice din habitatul ursului brun. Cu ajutorul acestor prelucrări grafice vom putea stabili tronsoanele critice de intersecție a coridoarelor ecologice cu infrastructura, dar și zonele favorabile amplasării și construcției ecoductelor, structuri tehnice cu rol important în menținerea permeabilității habitatelor în contextul dezvoltării infrastructurii.

4.3.2 Validarea în teren a coridoarelor rezultate din modelare

Validarea în teren a coridoarelor reprezintă o etapa de confirmare rezultatelor obținute prin modelare GIS și reprezintă o etapa importantă în finalizarea studiului privind fragmentarea habitatelor. Aceasta validare s-a realizat pentru Coridorul Timișul de jos – Comarnic (Sectorul Brașov- Valea Prahovei), în conformitate cu perimetrul ariei în care am desfășurat actualul studiu de caz, respectiv cele opt fonduri cinegetice adiacente infrastructurii existente și autostrăzii propuse. Pentru validarea în teren a coridoarele am utilizat camere produse de LTL ACORN (Ltl Acorn LTL-6310MG HD MMS TRAIL CAMERA) , instalate în locații determinate de prezența unui coridor ecologic sau în apropierea lui (Figura 4.18).

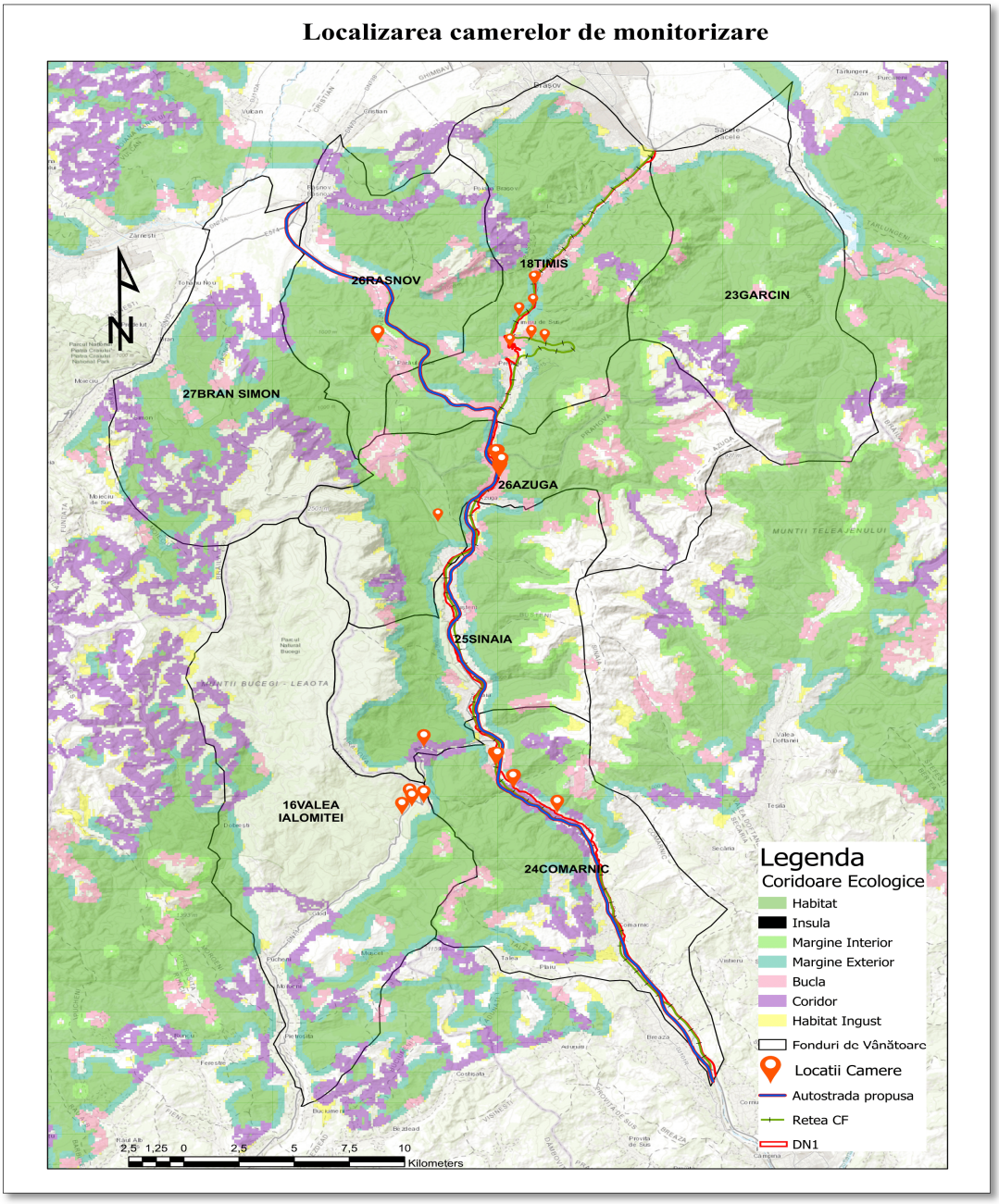


Figura 4.18 Locații de instalare a camerelor de tip photo-trap

Figure 4.18 Photo-trap camera locations

Figura 4.19 Prezență urs sub pod, coridor ecologic, zona Timiș (Sursă. Proiect COREHABS)
Figure 4.19 Bear located under the bridge, ecological corridor, Timiş area (COREHABS Project)

Figura 4.20 Prezență urs pod CF, coridor ecologic, zona Timiș (Sursă. Proiect COREHABS)
Figure 4.20 Bear located under railroadbridge, ecological corridor, Timiş area (COREHABS Project)

Figura 4.21 Exemplar tânar de urs, coridor ecologic, zona Azuga (Sursă. Proiect COREHABS)
Figure 4.21 Young Bear, ecological corridor, Azuga area (COREHABS Project)

Figura 4.22 Prezență urs, coridor ecologic, zona Azuga (Sursă. Proiect COREHABS)
Figure 4.22 Young Bear, ecological corridor, Azuga area (COREHABS Project)

Figura 4.23 Urs brun, coridor ecologic, pod ieșire Sinaia spre Comarnic (Sursă. Proiect COREHABS)
Figure 4.23 Bear located under the bridge, Sinaia - Comarnic area (COREHABS Project)

Figura 4.24 Prezență urs, coridor ecologic, pod Valea Orății (Sursă. Proiect COREHABS)
Figure 4.24 Bear located under the bridge, ecological corridor, Valea Orății (COREHABS Project)

Figura 4.25 Prezență urs, coridor ecologic, Comarnic (Sursă. Proiect COREHABS)
Figure 4.25 Brown bear, ecological corridor, Comarnic (COREHABS Project)

Prezența ursilor a fost confirmată în majoritatea locațiilor de instalare a camerelor de monitorizare (Figurile 4.19 - 4.25), fapt ce ne validează rezultatele modelării coridoarelor ecologice pentru specia urs (Ursus arctos).

4.4 Identificarea zonelor de intersecție a infrastructurii cu coridoarelor ecologice

Această prelucrare grafică (Figura 4.26) ne conferă posibilitatea de identifica locația tronsoanelor critice unde intervine fragmentarea habitatelor, fenomen antropic generat prin dezvoltarea infrastructurii.

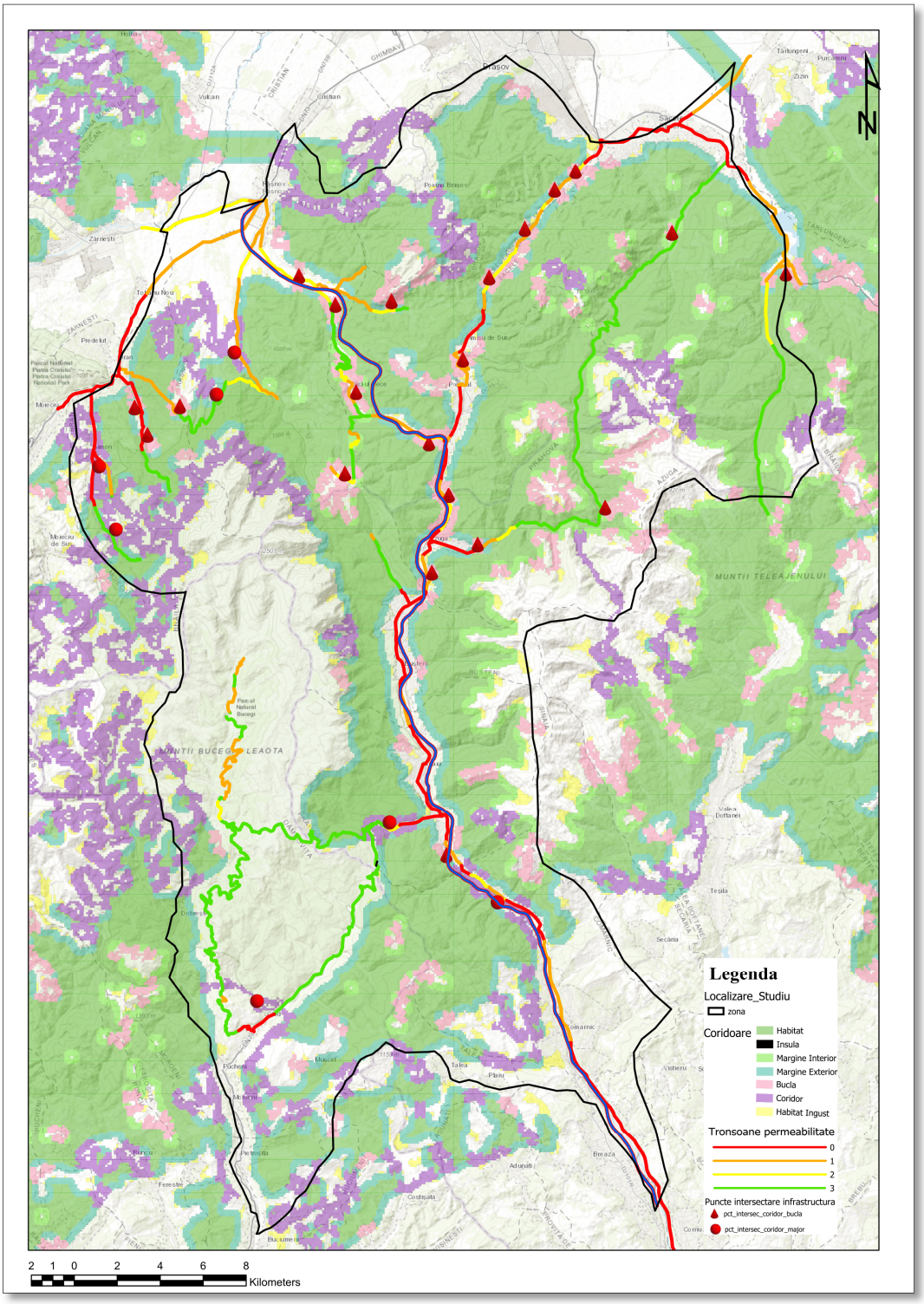


Figura 4.26 Zonele de intersecție a infrastructurii cu coridoarele ecologice

Figure 4.26 Infrastructure intersection zones with ecological corridors

4.5 Stabilirea amplasamentelor ecoductelor pe tronsoanele critice

Stabilirea amplasamentelor ecoductelor(Figura 4.27) s-a realizat utilizând rezultatele obținute în urma modelării coridoarelor ecologice, la care s-au adăugat informații despre situația actuală a infrastructurii (DN1), traseul autostrăzii viitoare (Brașov – Comarnic), pasajele utilizate de fauna sălbatică (Comarnic – Azuga) ce mențin permeabilitatea peisajului și locurile unde se înregistrează cel mai frecvent accidente în care sunt implicate animale sălbatice.

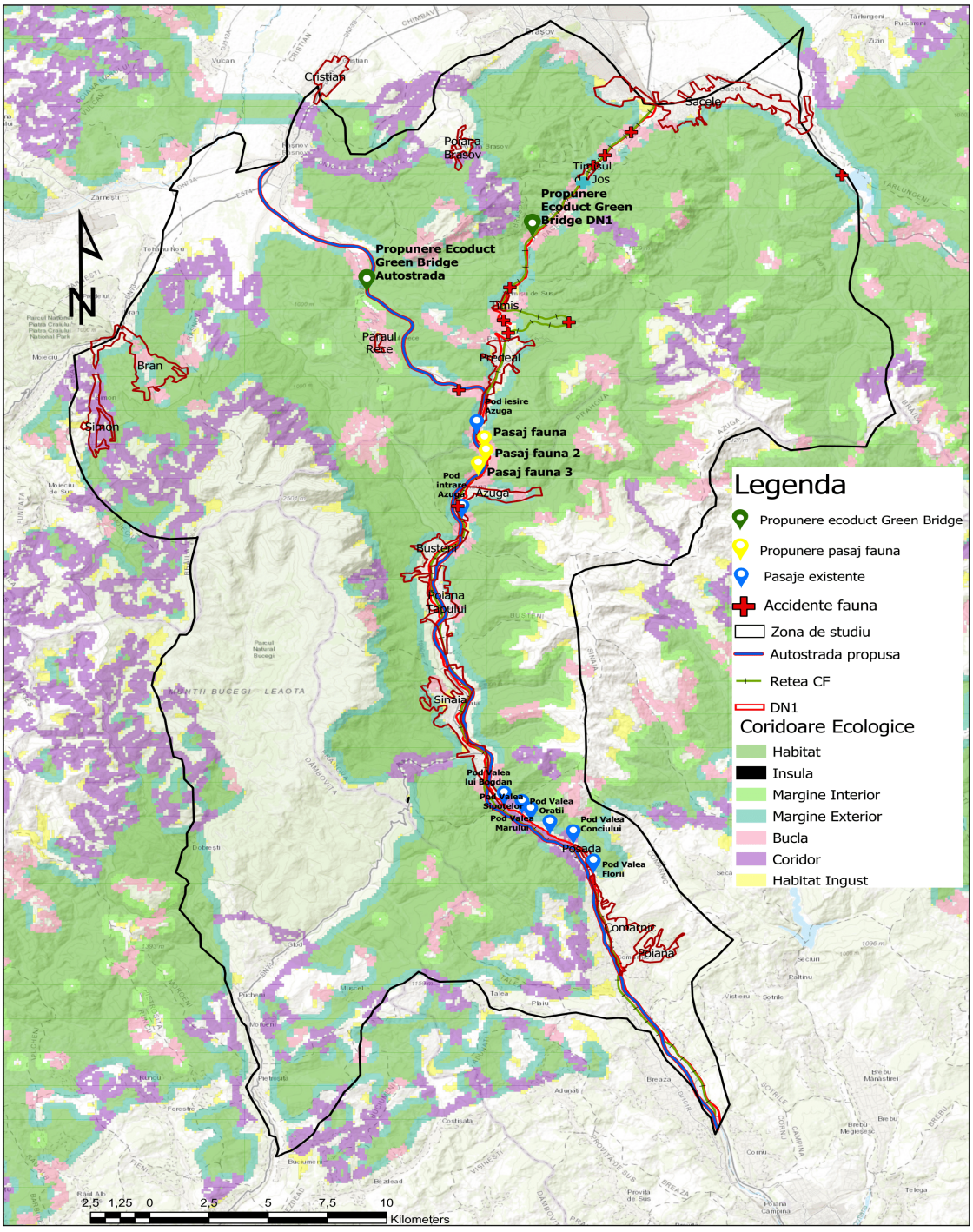


Figura 4.27 Amplasamentele ecoductelor pe tronsoanele critice

Figure 4.27 Ecoductelor sites on critical sections

Pentru acest studiu de caz, am propus utilizarea a două tipuri de ecoducte, respectiv ,,poduri verzi'' (Overpasses sau Green bridges) (Figura 4.28 și 4.30) și tuneluri pentru faună (Underpasses) (Figura 4.29) în contextual actual al infrastructurii rutiere (DN1) și în contextul dezvoltării ei pe viitor (Autostrada Brașov – Comarnic).

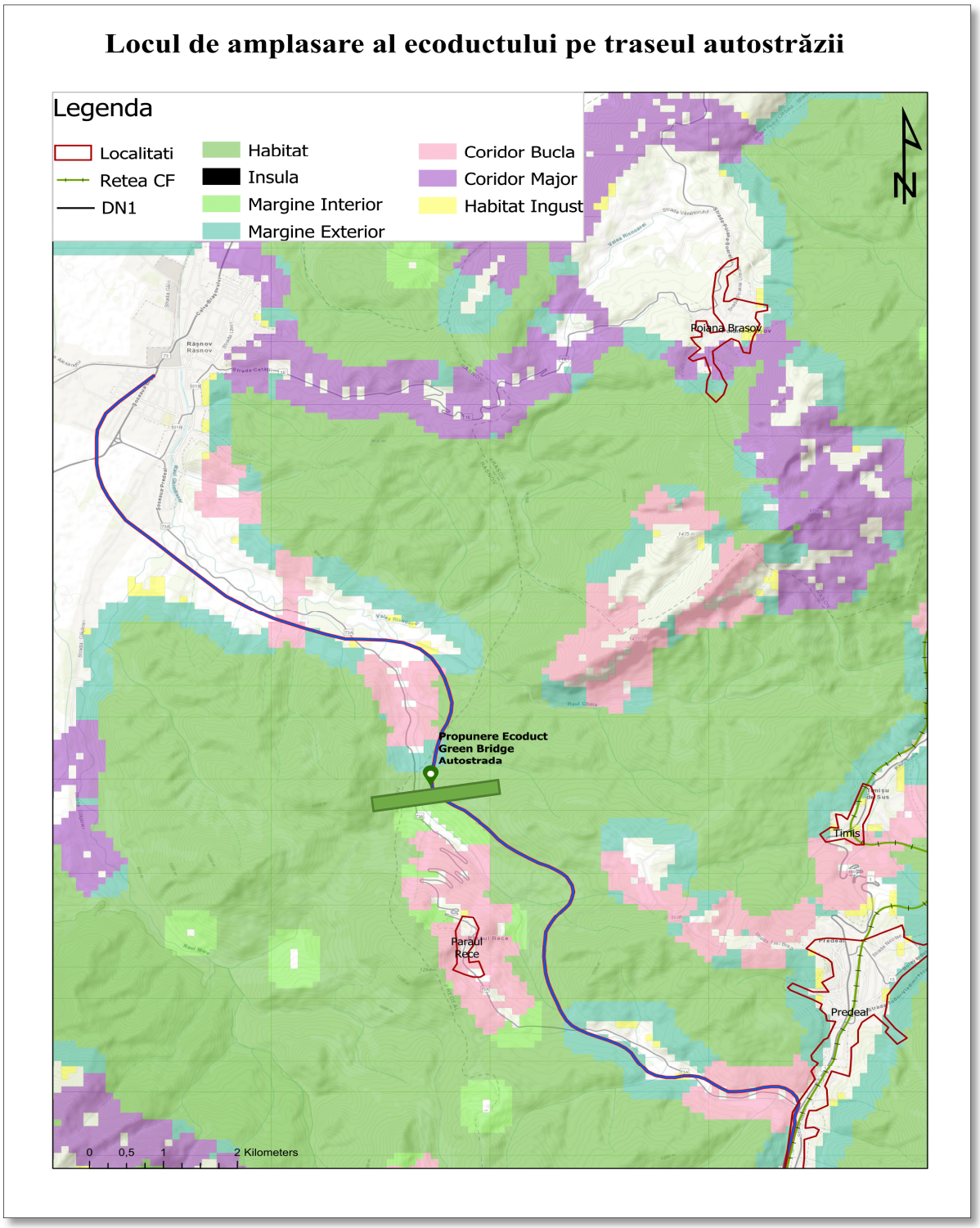


Figura 4.28 Localizarea amplasamentului ecoductului pe traseul autostrăzii Brașov – Comarnic, zona Pârâul Rece – Râșnov (detaliu)

Figure 4.28 Ecoduct site location – Brașov – Comarnic Highway, Pârâul Rece – Râșnov area (detail)

Locul de amplasare al pasajelor pentru faună (underpasses) pe traseul autostrăzii

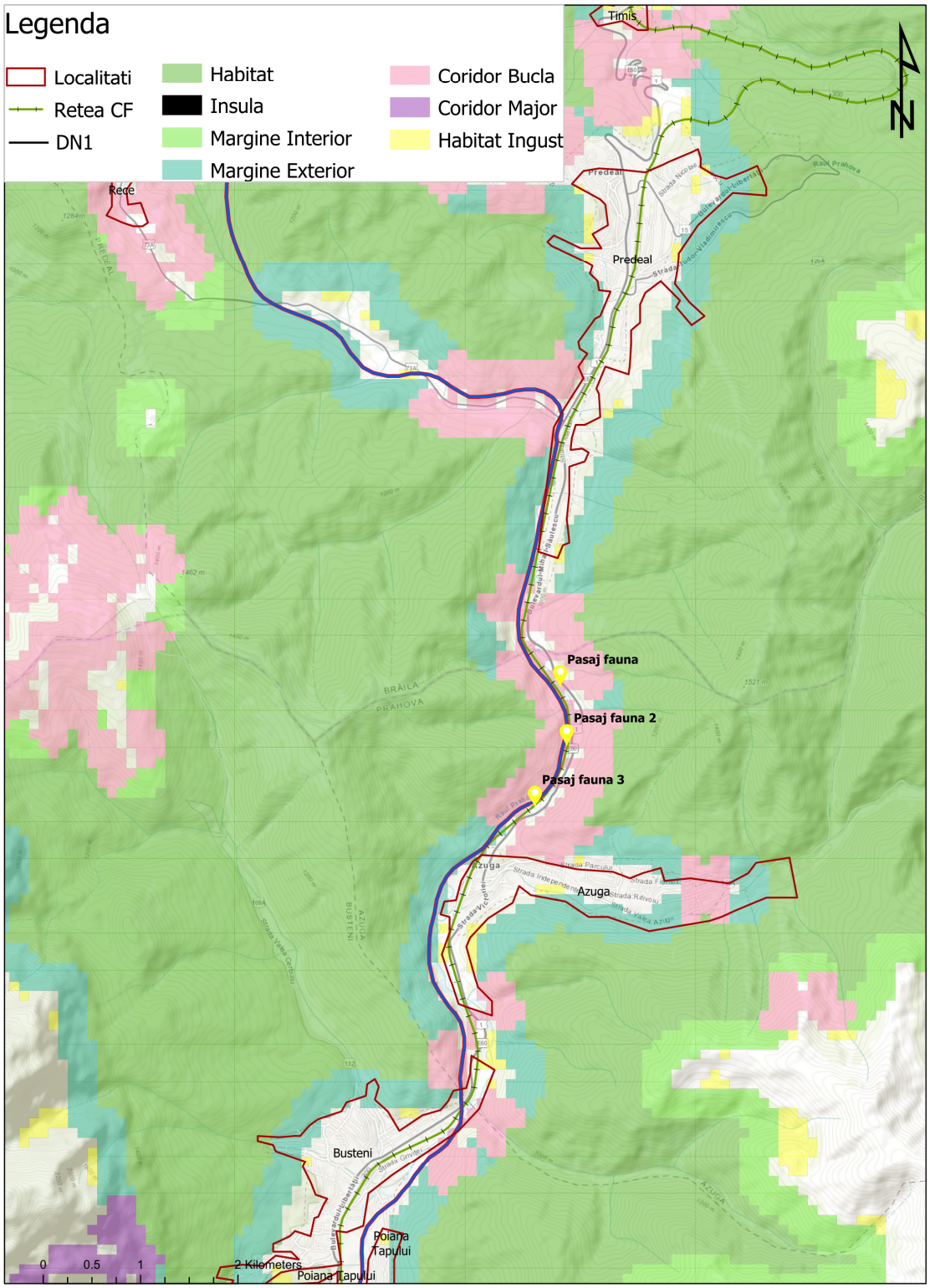


Figura 4.29 Localizarea amplasamentelor pasajelor pentru faună – Zona Azuga - Predeal (detaliu)

Figure 4.29 Fauna underpass passages site location – Azuga-Predeal area (detail)

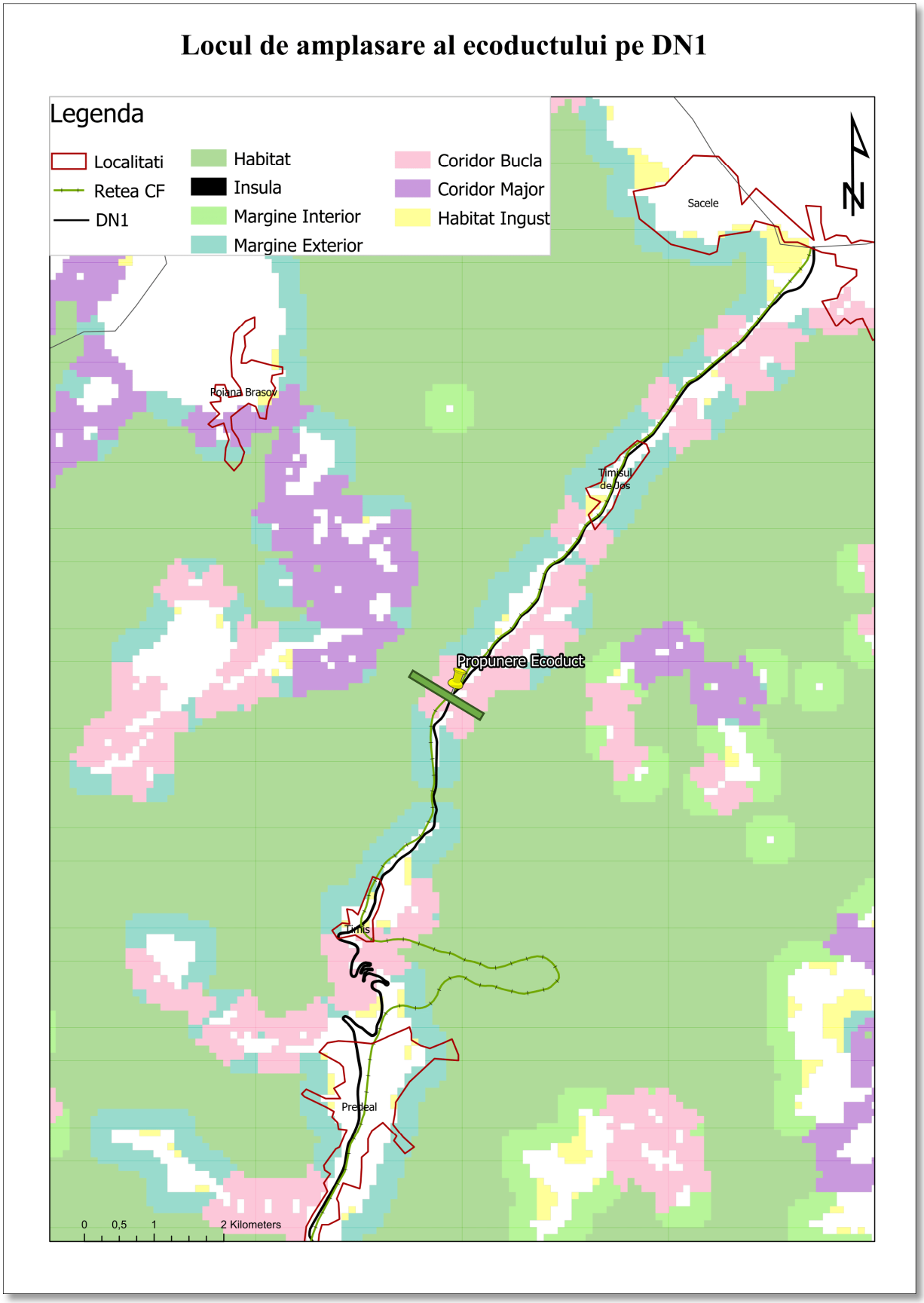


Figura 4.30 Localizarea amplasamentului ecoductului pe DN1 – Zona Timiș (detaliu)

Figure 4.30 Ecoduct site location on National Road (DN1) – Timiș area (detail)

4.6 Studiul pofilelor transversale ale terenului

Pentru a genera o imagine de ansamblu asupra tipurilor de profile transversale ce pot genera situații de proiectare în cazul construcției unor ecoducte în zonele unde se impune menținerea permeabilității pe traseul teoretic al autostrăzii Brașov – Comarnic, am folosit funcția **Path Profiler** implementată în aplicația **Google Earth Pro,** ce utilizează modulul **Terrain** din Google Maps, fiind un instrument foarte util în realizarea profilelor topografice. În cazul de față, profilul s-a generat în zonele unde traseul autostrăzii intersectează un coridor ecologic identificat anterior.

În funcție de tipul profilelor au rezultat 4 clase principale, respectiv:

- Profil transversal concav
- Profil transversal înclinat
- Profil transversal plat (orizontal)
- Profil transversal mixt

4.6.1 Profil transversal concav

Din analiza locurilor posibile de amplasare a ecoductelor, pe traseul teoretic al Autostrăzii Brașov-Comarnic am identificat 5 locații unde întâlnim acest tip de profil (Figura 4.31).

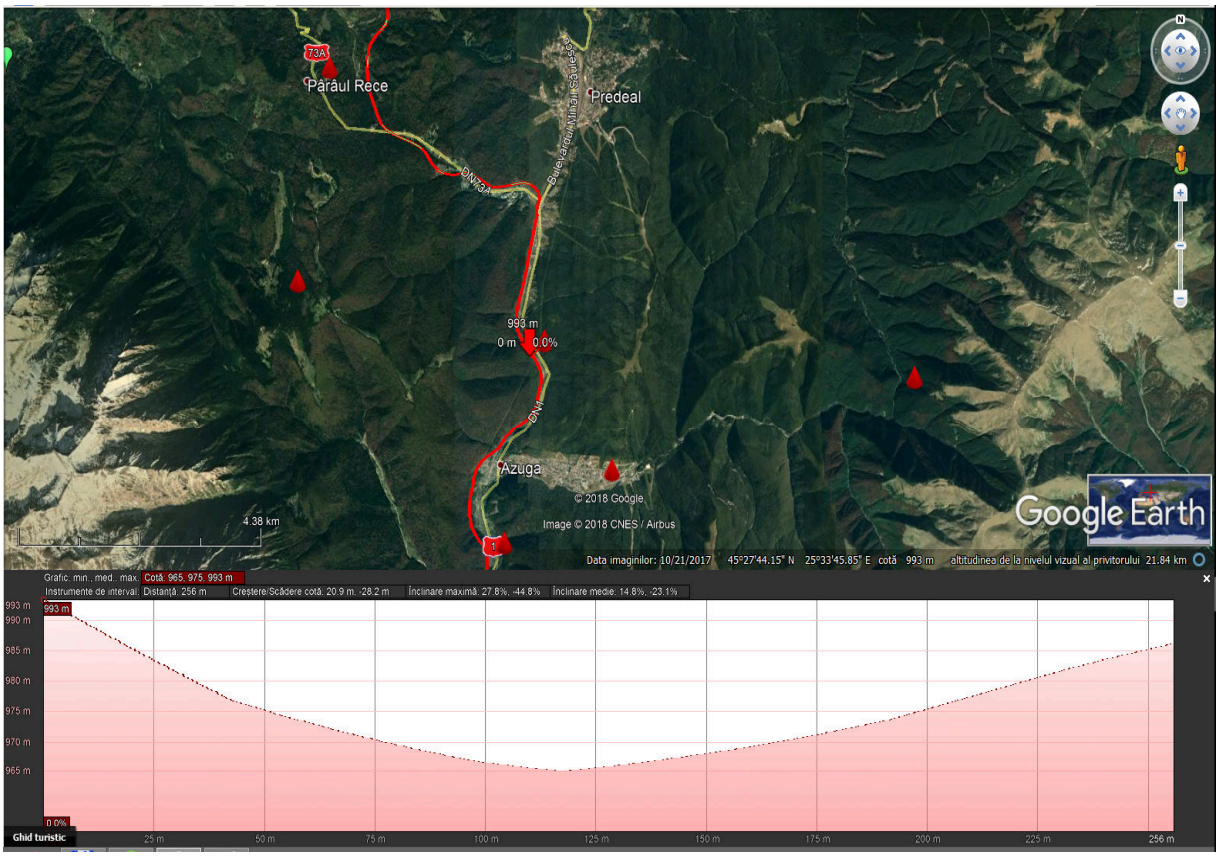


Figura 4.31 Profil transversal concav (P1) zona Azuga (Sursă: Google Earth Pro)

Figure 4.31 Transversely concave profile (P1) Azuga area (Source: Google Earth Pro)

4.6.2 Profil transversal înclinat

Acest tip de profil transversal este cel mai răspândit de-a lungul traseului teoretic al Autostrăzii Brașov-Comarnic, el fiind localizat în 11 puncte, localizate conform Figurii 4.36.

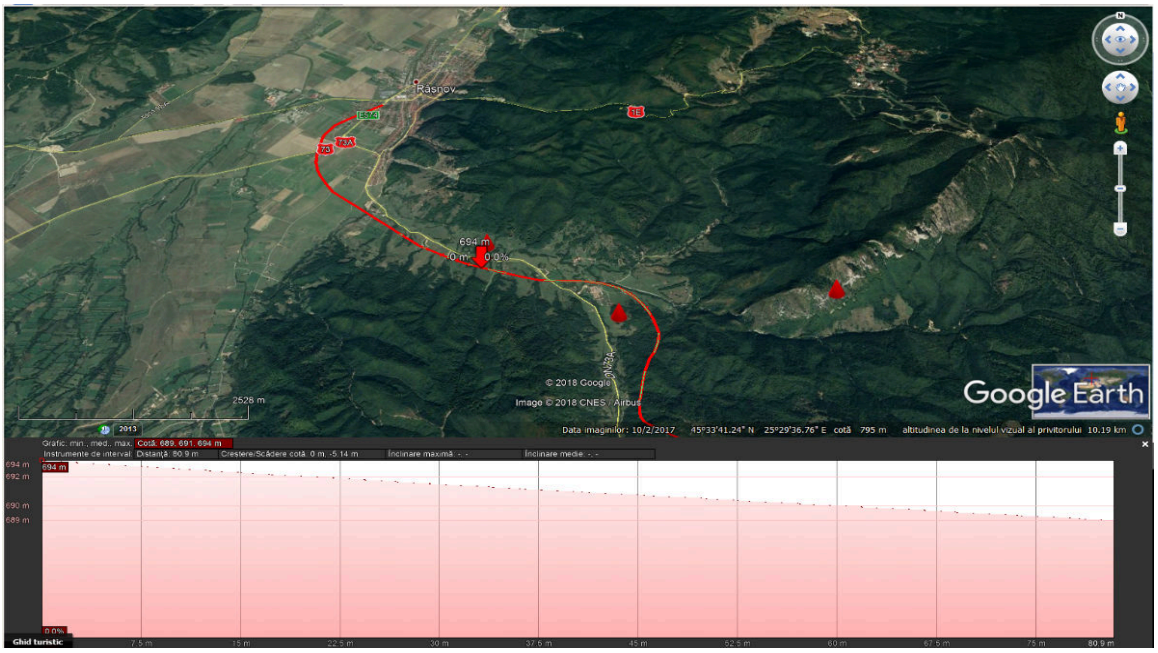


Figura 4.36 Profil transversal înclinat (P11) zona 1 Pârâul Rece - Râșnov (Sursă: Google Earth Pro)

Figure 4.36 Transversely inclined profile (P11) Pârâul Rece – Râșnov area 1(Source: Google Earth Pro)

4.6.3 Profil transversal mixt

În cazul profilului transversal mixt am identificat doar o singura situație unde acest tip de profil este întâlnit, respectiv în zona Pârâul Rece (Figura 4.47).

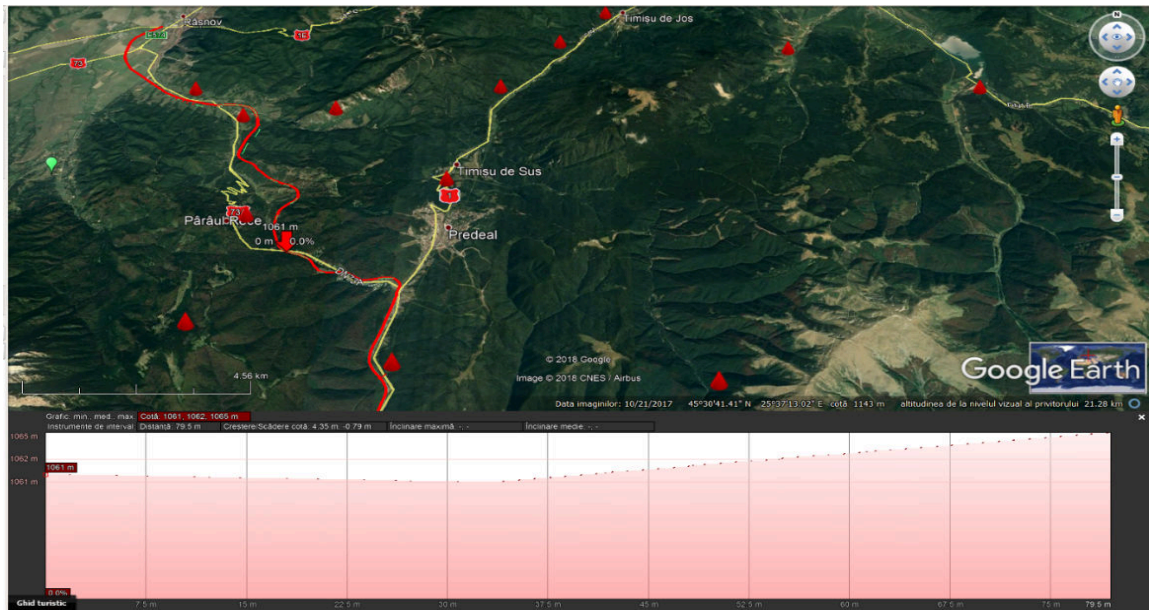


Figura 4.47 Profil transversal mixt (P4) zona Pârâul Rece (Sursă: Google Earth Pro)

Figure 4.47 Mixt profile (P4) Pârâul Rece area (Source: Google Earth Pro)

4.6.4 Profil transversal plat (orizontal)

Exista și situații în care orografia terenului generează profile de acest tip, în cazul nostru fiind vorba de 3 situații similare întâlnite pe traseul Autostrăzii Brașov-Comarnic, respectiv un profil în zona Pârâul Rece (Figura 4.48), iar alte două în apropiere de Râșnov dinspre Pârâul Rece.

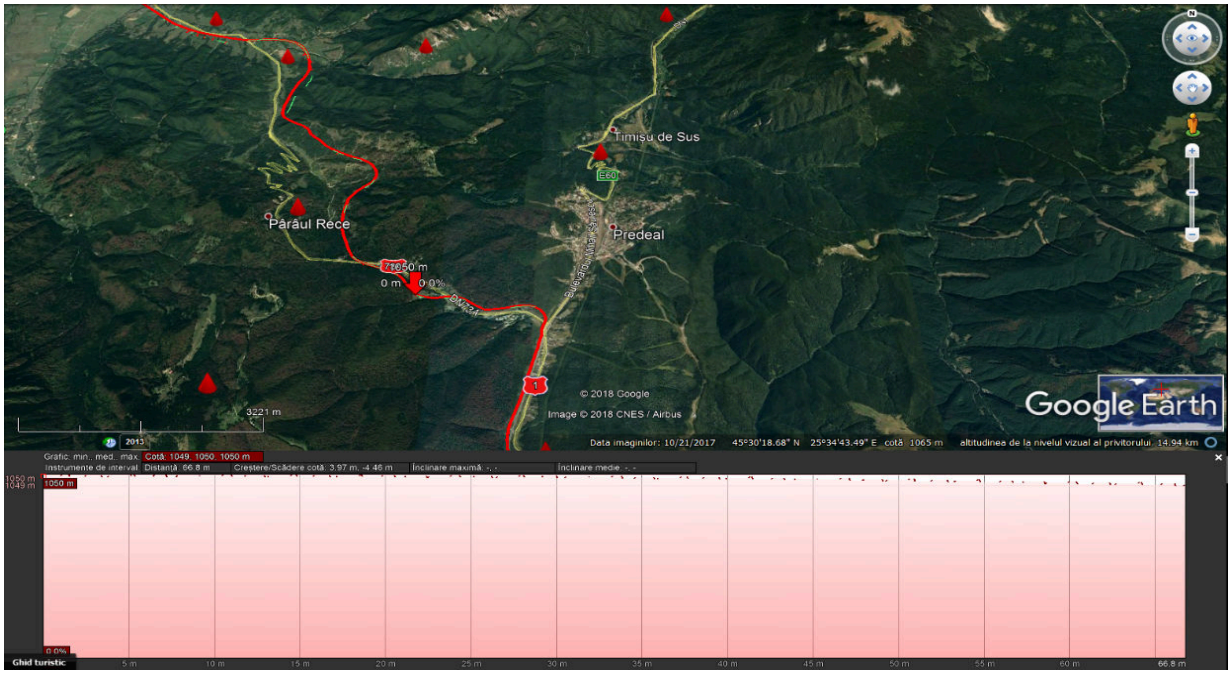


Figura 4.48 Profil transversal plat (orizontal) (P3) zona Pârâul Rece (Sursă: Google Earth Pro)

Figure 4.48 Flat profile (P3) Pârâul Rece area (Source: Google Earth Pro)

În concluzie, profilul transversal înclinat este cel mai întâlnit profil transversal, având un procent de 55%. Situația finală este sistematizată în tabelul următor (Tabel 4.8) :

Tabel 4.8 Tipuri de profile transversale

Table 4.8 Types of transversely profiles

Nr. Crt.	Tip Profil	Situații	Procent
1	Profil transversal concav	5	25 %
2	Profil transversal înclinat	11	55 %
3	Profil transversal mixt	1	5 %
4	Profil transversal plat (orizontal)	3	15 %
Total		20	100 %

4.6.5 Profil DN1

În cazul Drumul Național 1, am folosit aceeași funcție (**Path Profiler**) a aplicației **Google Earth Pro**, în locul în care am considerat oportună posibilitatea adoptării unei soluții tehnice de creștere a permeabilității habitatului pentru reducerea mortalității faunei sălbatice la traversare și limitarea accidentelor rutiere.

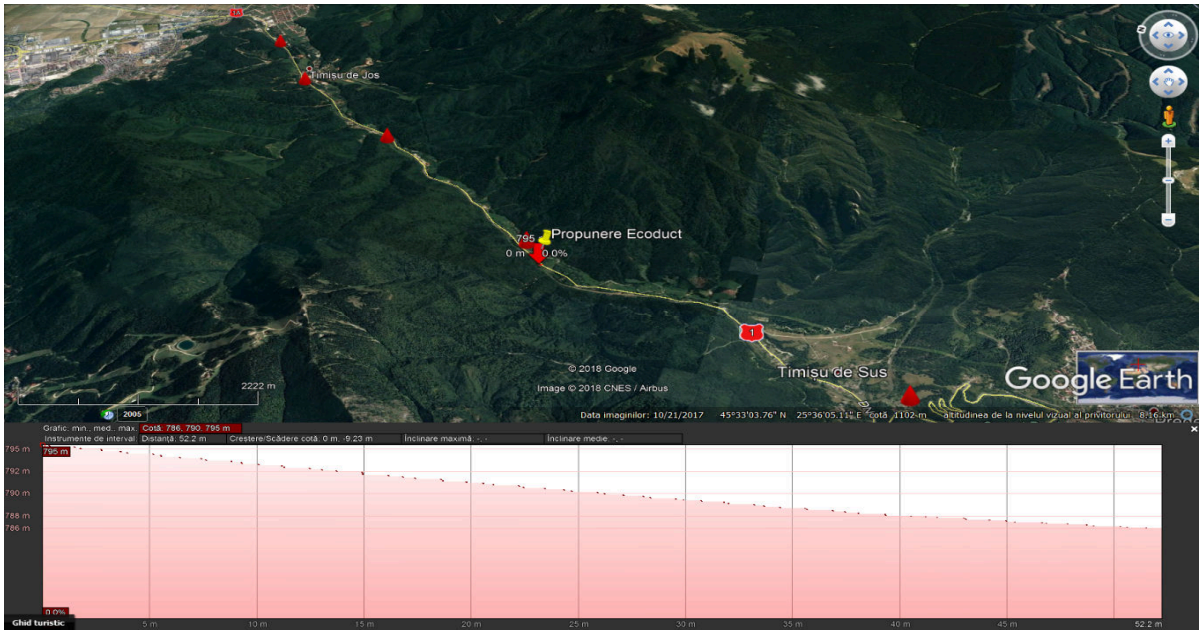


Figura 4.51 Profil transversal înclinat (P21DN1) zona Timiș (Sursă: Google Earth Pro)
Figure 4.51 Transversely inclined profile (P21DN1) Timiș area (Source: Google Earth Pro)

Această locație (Figura 4.51) poate reprezinta cel mai bun amplasament pentru construcția unei structuri de menținere a permeabilității de tip ecoduct dacă se va decide creșterea permeabilității peisajului pentru reducerea accidentelor și a mortalității la traversare. Principiul ecologic este sustinut de prezența unui micro-coridor ecologic tranzitat activ de faună sălbatica în zona (Timiș), cunoscută pentru accidentele frecvente în care sunt implicate animale sălbatice.

Principiul economic se aplică pentru reducerea dimensiunilor structurii ecoductului prin stabilirea amplasamentului adecvat, corelat cu cerintele eco-etologice ale speciei umbrelă (urs, în acest caz). Faptul că în locația propusă infrastructura rutieră este construită în paralel cu infrastructura CF, reduce dimensiune de proiectare, în special lungimea ecoductului. Din profilul transversal realizat, deschiderea minimă pentru structură ar trebui să fie de 22,05 m , respectându-se condiția de înălțime liberă pentru gabarit, respectiv 7,5 m pentru liniile CF și 5,5 m pentru drumuri național-europene.

4.7 Studiul formei ecoductelor

Forma arcului, respectiv curba axei arcului influențează eforturile din secțiunea acestora, și ca urmare consumul de materiale, generând în final costul total al lucrării. Printr-o alegere judicioasă a formei arcului, în raport cu încărcările aferente acestuia se pot reduce în special momentele incovoietoare știindu-se că acestea au o influență foarte mare asupra dimensiunilor necesare în secțiuni. În cazul încărcărilor constante pe deschidere, forma parabolică a arcului conduce la minimizarea momentelor încovoietoare și în acest caz se poate considera că forma parabolica este cea mai potrivită, dar nu în toate cazurile acest lucru se realizează. Forma axei arcului care conduce la anularea momentelor încovoietoare pe toată secțiunea, reprezintă curba de coincidență a arcului. În cele ce urmează ne propunem să determinam forma curbei arcului care se apropie cel mai mult de curba de coincidență pentru diferite tipuri de încărcare ale arcului. Pentru a evita supradimensionarea inutilă a structurii ecoductului și pentru ca acesta sa fie eficient atât din punct de vedere funcțional cât și economic, trebuie să stabilim dimensiunile optime în funcție de forma arcului și tipul infrastructurii, respectând în același timp înălțimea liberă pentru gabarit impusă de normele tehnice de proiectare. Pentru scenariul de calcul, vom utiliza ecuațiile celor mai întâlnite forme folosite la construcția ecoductelor de tip ,,green bridge'', respectiv forma arcului circulară și forma parabolică.Trebuie sa stabilim forma și dimensiunile optime pentru ecoduct în funcție de încărcări și tipul de infrastructură peste care se va construi ecoductul.

Înclinația terasamentului

Fiind vorba de o zonă de munte, inclinația terasamentului ecoductului va fi de maxim 20% pentru terasamentul ecoductului, conform recomandărilor de proiectare a ecoductelor (TC /2011/SK). Pentru toate tipurile de profile transversale, cota de racordare s-a obținut respectând valoarea de maxim admisă (20%) pentru înclinația terasamentului. În această situație, din calcul a rezultat valoarea inclinației totale și parțiale (pe fiecare secțiune) a terasamentului ecoductului, urmărind-se minimizarea încărcărilor, fapt ce ne conduce la utilizarea declivității maxime pentru racordarea profilului curent cu terasamentul ecoductului.

Respectarea gabaritului

Conform Normativului privind proiectarea autostrăzilor extraurbane – Compania națională de drumuri și autostrăzi din România – Ind. PD – 2002, Pasajele de traversare a altor căi de comunicație peste autostradă trebuie să aibă lungimi și deschideri care să permită înscrierea profilului transversal al autostrăzii cu lățimea curentă, unde se va asigura o înălțime liberă[2] sub pasajele care traversează autostrada de 5,50 m. În acest caz, pentru studierea formei optime a ecoductului și realizarea studiului de caz vom ține cont de înălțimea liberă minimă. Pentru înscrierea în gabaritul indicat de Normativul de Proiectare, această înălțime trebuie să aibă o valoare de minim 5,5 m pentru pasajele peste infrastructura rutieră și de minim 7,5m la pasajele peste liniile CF.

[2] Înălțimea liberă reprezintă distanta pe verticală de la cota minimă a intradosului suprastructurii pasajului până la cel mai înalt nivel al părții carosabile a drumului (indiferent de categorie sau clasă tehnică) în amplasamentul pasajului.

Calculul deschiderii relative a pasajelor pentru faună (IDR)

Pentru autostradă în regiunea de munte, lățimea platformei drumului va avea valoarea de 23,50 m, iar in calcul vom introduce următoarele valori: lățime =15m , înălțime=3m, lungime = 25 m (23.50 m-lățimea platformei + 1.50 m racordare).

Indicele de deschidere relativă (IDR) = 1,8 (15 x3 / 25)

În acest caz putem afirma că **Indicele de deschidere relativă (IDR)** satisface cerințele recomandate de normativul de proiectare al ecoductelor(IDR >1.5), iar în acest caz se pot utiliza dimensiunilor minime recomandate, în cazul unei autostrăzi în regiunea de munte.

Pentru un drum național-european (DN1), lățimea platformei drumului va avea valoarea de 7 m, iar in calcul vom introduce următoarele valori: lățime =15m , înălțime=3m, lungime = 7 m (7m lățimea platformei + 2 m racordare).

Indicele de deschidere relativă (IDR) = 5 (15 x3 / 9)

În acest caz putem afirma că **Indicele de deschidere relativă (IDR)** satisface cerințele recomandate de normativul de proiectare al ecoductelor (IDR >1.5), iar în acest caz se pot utiliza dimensiunilor minime recomandate sau se poate ajusta valoare lățimii pentru reducea costurile, până la obținerea unui indice convenabil, cu valoare mai mare de 1,5.

Pentru determinarea deschiderii minime și realizarea calculului structurii, vom folosi datele din Tabelul 4.9, unde sunt sistematizate principalele caracteristici de calcul.

Caracteristici de calcul

Pentru a calcula structura ecoductului vom considera următoarele carateristici de calcul determinate anterior (Tabel 4.9).

Tabel 4.9 Caracteristicile de calcul

Table. 4.9 Calculating characteristics

Încărcare din vegetație si zăpadă (Gvz)	5	kN/mp
Greutatea structurii (Gs)	8	kN/m
Unghi frecare pământ (p)	30	gr.s
Greutatea de calcul pentru stratul de pământ (Gs)	21,6	kN/mc
Lățimea platformei drumului (Lp)	23,5	m
Înălțimea minimă a stratului de pământ (hu)	1,5	m
Înălțimea liberă minimă pentru gabarit	5,5	m
Număr secțiuni (sec)	10	

4.7.1 Calculul structurii ecoductului de tip „Green Bridge"

4.7.1.1 Forma arcului cerc

Putem afirma că în cazul unui ecoduct cu forma arc de cerc pentru o autostradă construită în regiunea de munte (Lp = 23,5m), deschiderea minimă va fi de 26 m (L) cu o săgeată aferentă cu valoare de 13m (f), rezultând un raport săgeată/deschidere de 0,5, în condițiile respectării tuturor reglementărilor ce se impun la construcția unei astfel de structuri. Pentru forma circulară vom considera o singura situație, valoare săgeții fiind întotdeauna jumătate din valoarea deschiderii (f= L/2).

4.7.1.1.1 Profil transversal concav al terenului

Situația de calcul a fost generată prin respectarea înălțimii libere pentru gabarit și a inclinației terasamentului de maxim 20%, În Figura 4.53 sunt ilustrate grafic toate caracteristicile ce reies din calcule pentru un ecoduct cu forma arc de cerc.

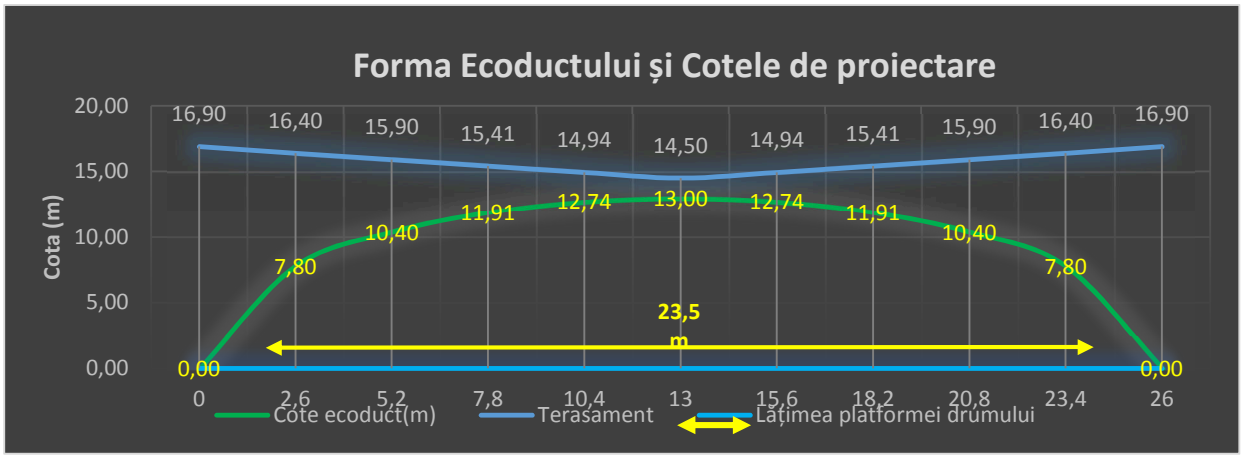


Figura 4.53 Forma ecoductului și cotele de proiectare – profil concav
Figure 4.53 Ecoduct shape and design dimensions - concave profile

4.7.1.1.2 Profil transversal înclinat al terenului

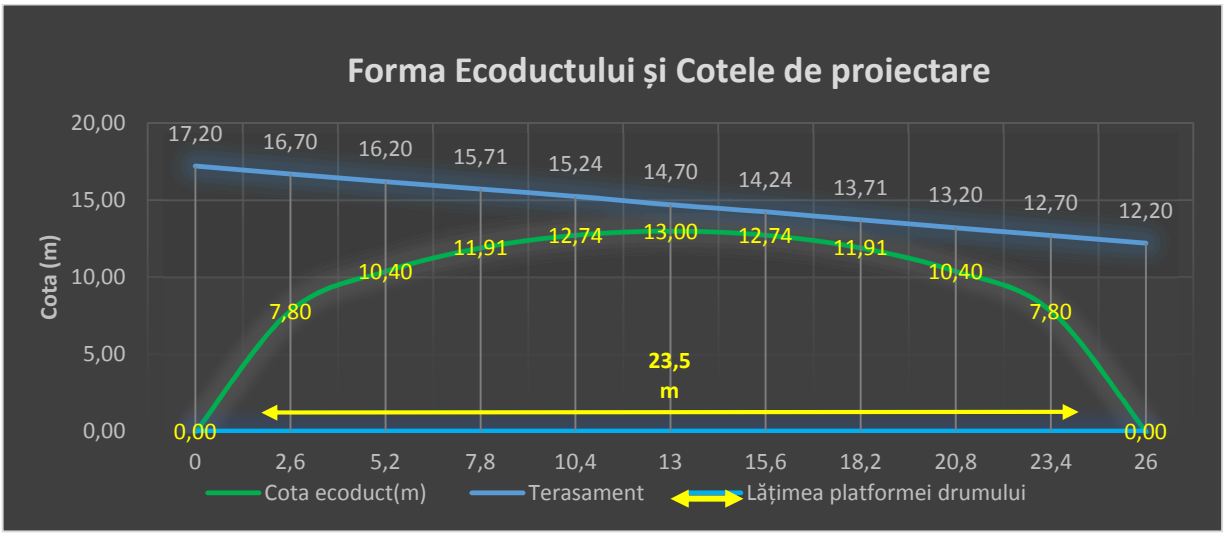


Figura 4.54 Forma ecoductului și cotele de proiectare – profil înclinat
Figure 4.54 Ecoduct shape and design dimensions – inclined profile

4.7.1.1.3 Profil transversal mixt al terenului

Pentru această situație, valoare determinată pentru deschiderea ecoductului (L) este de 26 m, cu o săgeată aferentă de 13 m (f), încadrarea pentru gabarit realizând-se la valorile coordonatelor de 5,56 m (Y) și 1,25 m (X), iar racordarea terasamentului ecoductului la profilul terenului se atinge la cotele de 12,20 m, respectiv 16,50 m în acest caz. În Figura 4.55 sunt ilustrate grafic toate caracteristicile ce reies din calcule pentru un ecoduct cu forma arc de cerc, ce traversează o autostradă construită în regiunea de munte, profil transversal mixt al terenului.

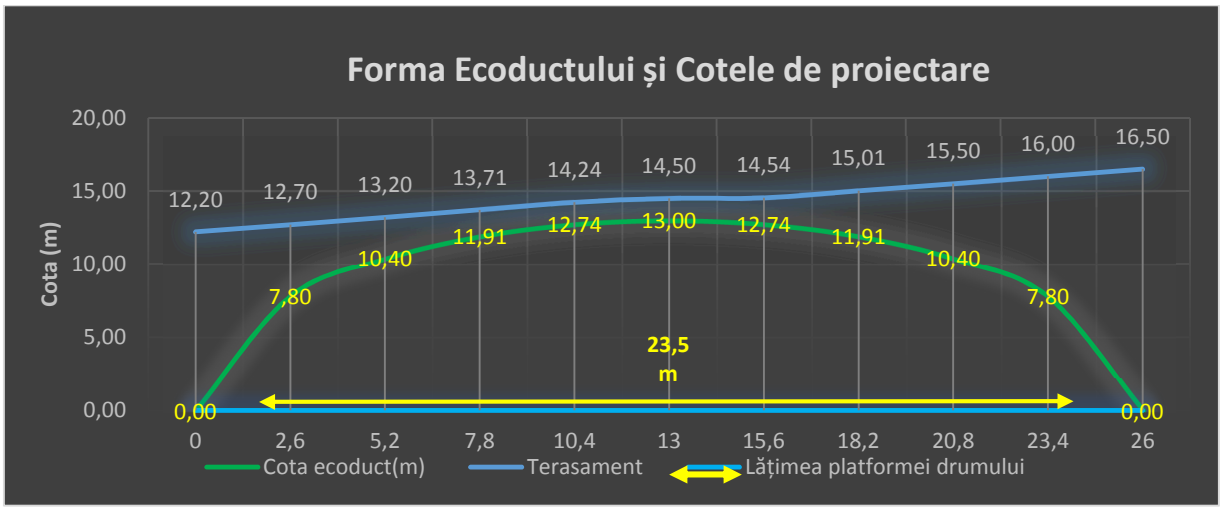


Figura 4.55 Forma ecoductului și cotele de proiectare – profil mixt
Figure 4.55 Ecoduct shape and design dimensions – profil înclinat

4.7.1.1.4 Profil transversal plat (orizontal) al terenului

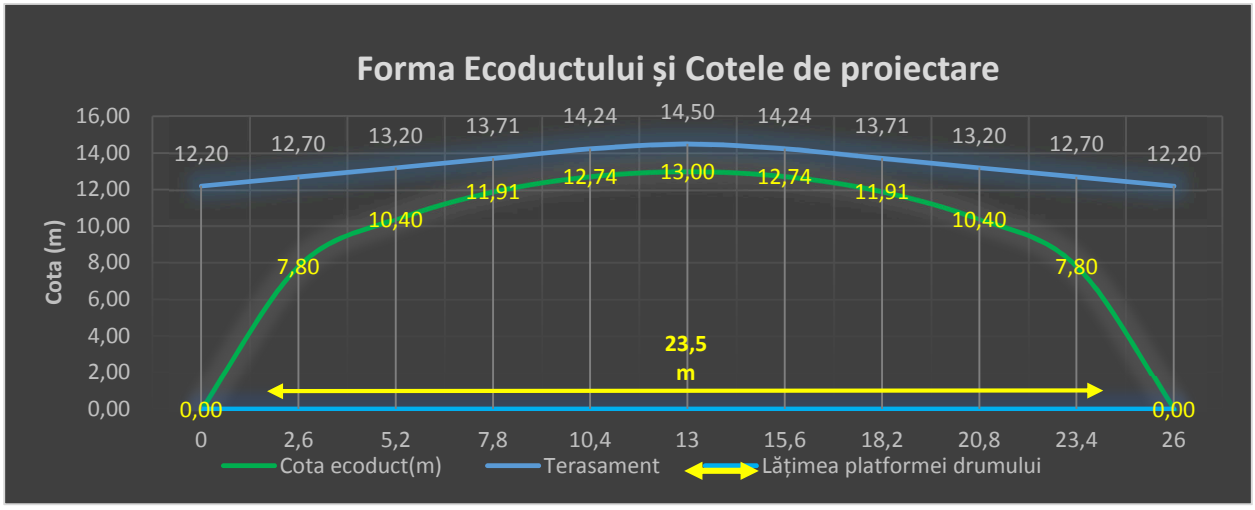


Figura 4.56 Forma ecoductului și cotele de proiectare – profil plat (orizontal)
Figure 4.56 Ecoduct shape and design dimensions – flat (horizontal) profile

În Figura 4.56 sunt ilustrate grafic toate caracteristicile ce reies din calcule pentru un ecoduct cu forma arc de cerc, ce traversează o autostradă construită în regiunea de munte, profil plat (orizontal) al terenului.

4.7.1.2 Forma arcului elipsă

Putem afirma că în cazul unui ecoduct cu forma arcului elipsă pentru o autostradă construită în regiunea de munte (Lp = 23,5m), deschiderea va avea de 30 m (L), cu o săgeată aferentă cu valoare de 15m (f) , pentru situația în care raportul săgeată/deschidere este 0,5, în condițiile respectării tuturor reglementărilor ce se impun la construcția unei astfel de structuri.

4.7.1.2.1 Profil transversal concav al terenului

Situația de calcul a fost generată prin respectarea înălțimii libere de gabarit și a inclinației terasamentului de maxim 20%. În Figura 4.57 sunt ilustrate grafic toate caracteristicile ce reies din calcule pentru un ecoduct cu forma arcului elipsă, ce traversează o autostradă construită în regiunea de munte.

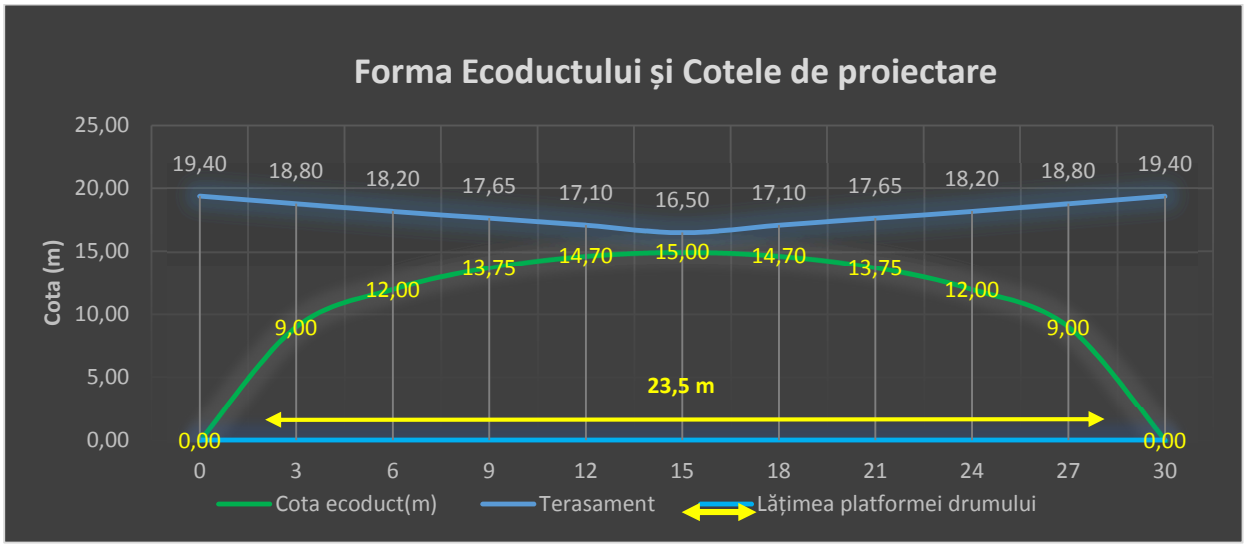


Figura 4.57 Forma ecoductului și cotele de proiectare – profil concav

Figure 4.57 Ecoduct shape and design dimensions - concave profile

4.7.1.2.2 Profil transversal înclinat al terenului

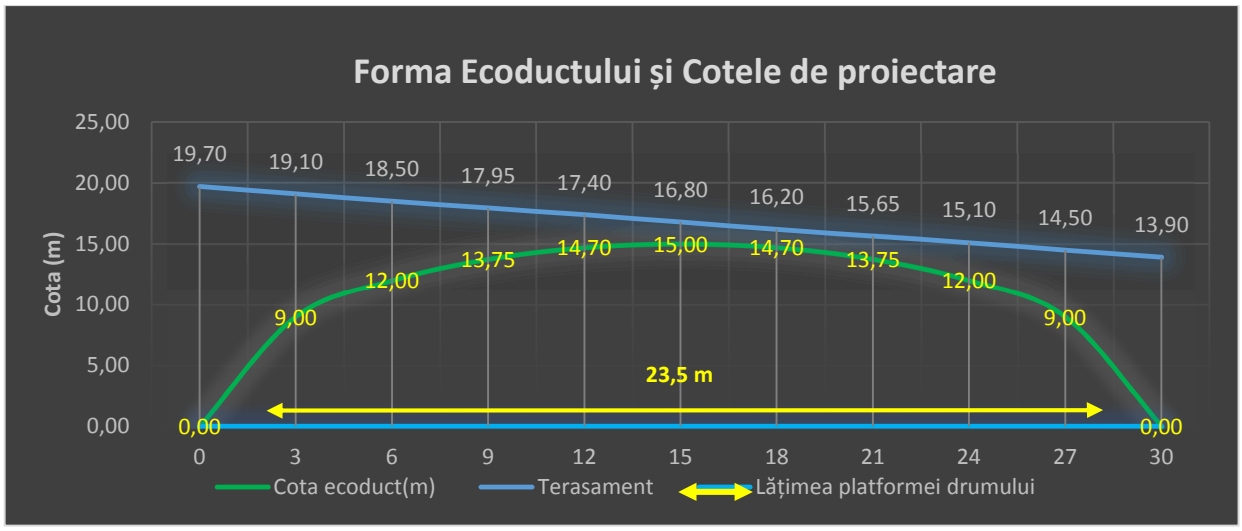


Figura 4.58 Forma ecoductului și cotele de proiectare – profil înclinat

Figure 4.58 Ecoduct shape and design dimensions – inclined profile

Pentru această situație, valoare determinată pentru deschiderea ecoductului (L) este de 26 m, cu o săgeată aferentă de 13 m (f), încadrarea pentru gabarit realizând-se la valorile coordonatelor de de 5,72 m (Y) și 3,20 m (X), iar racordarea terasamentului ecoductului la profilul terenului se atinge la cotele de 19,70 m, respectiv 13,90 m în acest caz (Figura 4.58).

4.7.1.2.3 Profil transversal mixt al terenului

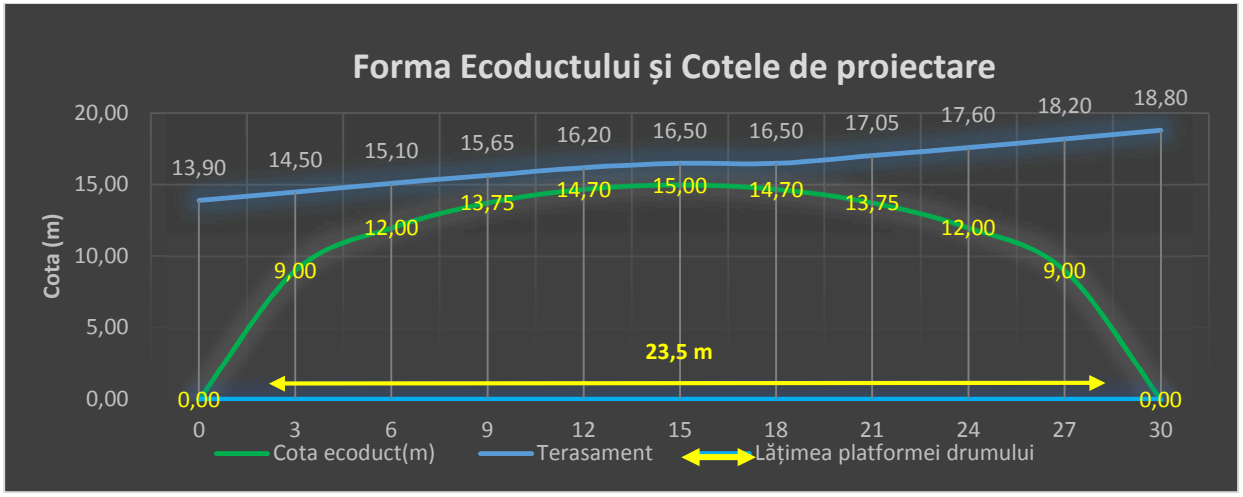


Figura 4.59 Forma ecoductului și cotele de proiectare – profil mixt

Figure 4.59 Ecoduct shape and design dimensions – profil înclinat

În Figura 4.59 sunt ilustrate grafic toate caracteristicile ce reies din calcule pentru un ecoduct cu forma arcului elipsă, ce traversează o autostradă construită în regiunea de munte, profil transversal mixt al terenului.

4.7.1.2.4 Profil transversal plat (orizontal) al terenului

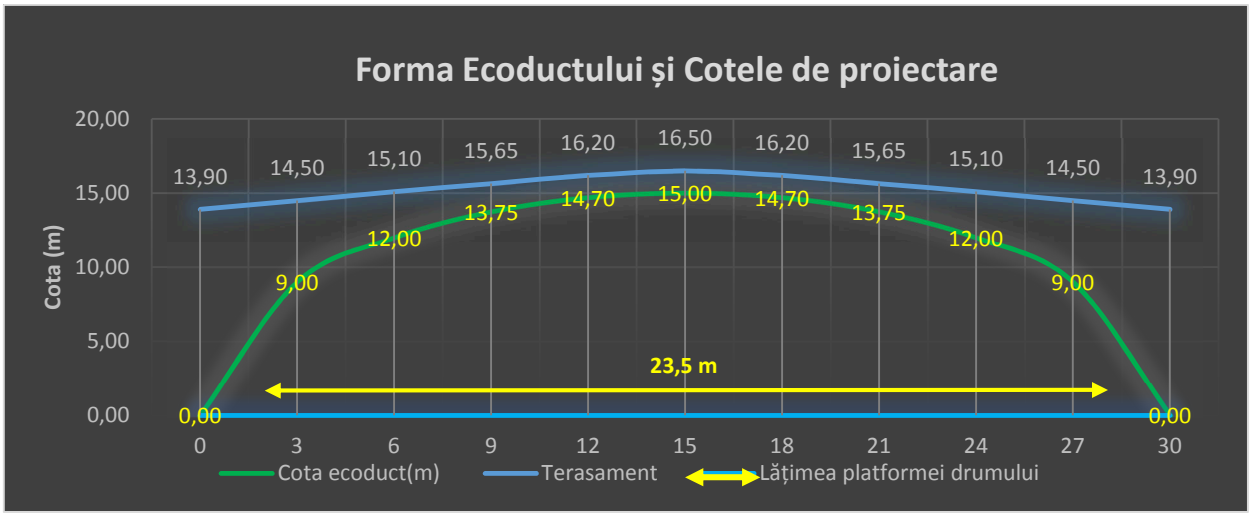


Figura 4.60 Forma ecoductului și cotele de proiectare – profil plat (orizontal)

Figure 4.60 Ecoduct shape and design dimensions – - flat (horizontal) profile

Pentru situația în care vom avea un profil transversal plat (orizontal) al terenului, valoare determinată pentru deschiderea ecoductului (L) este de 30 m, cu o săgeată aferentă de 15 m (f), încadrarea pentru gabarit realizând-se la valorile coordonatelor de 5,72 m (Y) și 3,20 m (X), iar racordarea terasamentului ecoductului la profilul terenului se atinge la cota de 13,90 m (Figura 4.60.)

4.7.1.3 Forma arcului parabolă

Pentru a determina valoarea minimă a deschiderii ecoductului, acolo unde dimensiunile platformei și condițiile de gabarit sunt întrunite, am efectuat un calcul suplimentar, aplicând același principiu și formulă pentru a obține noi valori ale coordonatelor X și Y ce corespund condițiilor impuse de caracteristicile de calcul.

Tabel 4.14 Valori determinate prin calcul

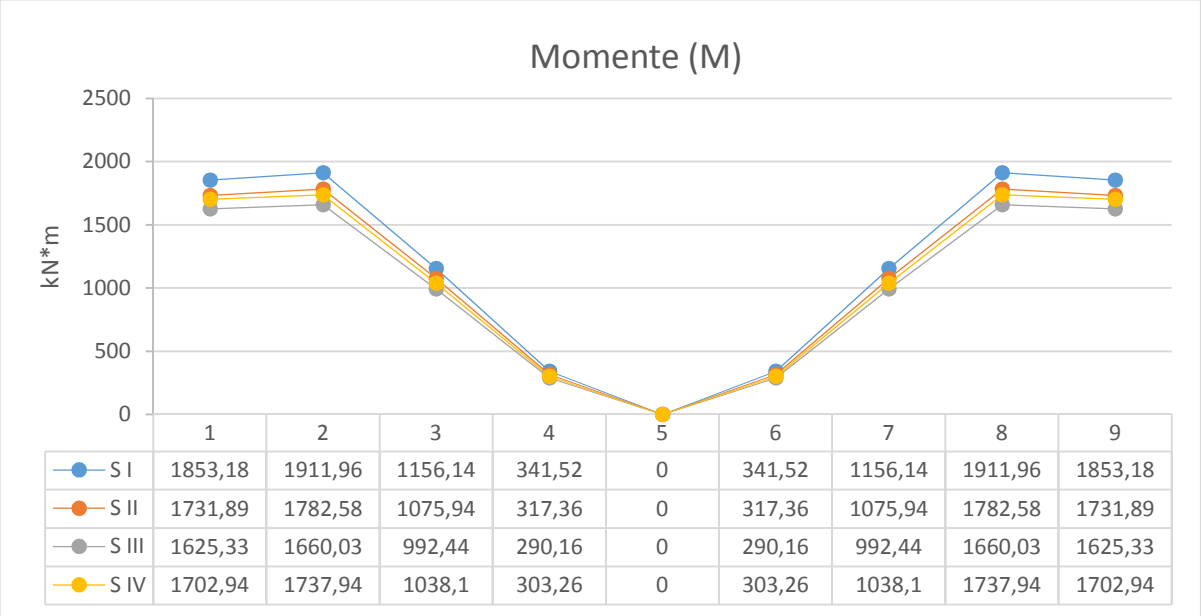
Table 4.14 Values determined by calculation

Situația	X (m)	Y (min. 5,5 m)	Lățimea platformei (Lp)	Deschidere (L)	Săgeata (f)	Raport Săgeată/Deschidere
S I	6,20 m	5,70 m	23.5 m	36 m	10 m	0,28
S II	5,20 m	5,70 m	23.5 m	34 m	11 m	0,32
S III	3,85 m	5,62 m	23.5 m	31,2 m	13 m	0,42
S IV	3,25 m	5,80 m	23.5 m	30 m	15 m	0,5

Atunci când vom avea situații în care vom alege o formă parabolică a arcului pentru ecoduct, vom putea crea diverse scenarii de calcul. Deschiderea structurii va fi condiționată de înălțimea săgeții (f), respectând înălțimea liberă pentru gabarit și lățimea platformei drumului (Lp). Pentru acest studiu vom considera 4 situații pentru forma arcului parabola (Tabel 4.14).

4.7.1.3.1 Profil transversal concav al terenului

Analiza momentelor încovoietoare pentru situațiile S I –S IV



	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S I	1853,18	1911,96	1156,14	341,52	0	341,52	1156,14	1911,96	1853,18
S II	1731,89	1782,58	1075,94	317,36	0	317,36	1075,94	1782,58	1731,89
S III	1625,33	1660,03	992,44	290,16	0	290,16	992,44	1660,03	1625,33
S IV	1702,94	1737,94	1038,1	303,26	0	303,26	1038,1	1737,94	1702,94

Figura 4.65 Distribuția momentelor încovoietoare (S I - S IV) - profil concav[3]

Figure 4.65 The distribution of the bending moments (S I - S IV) - concave profile

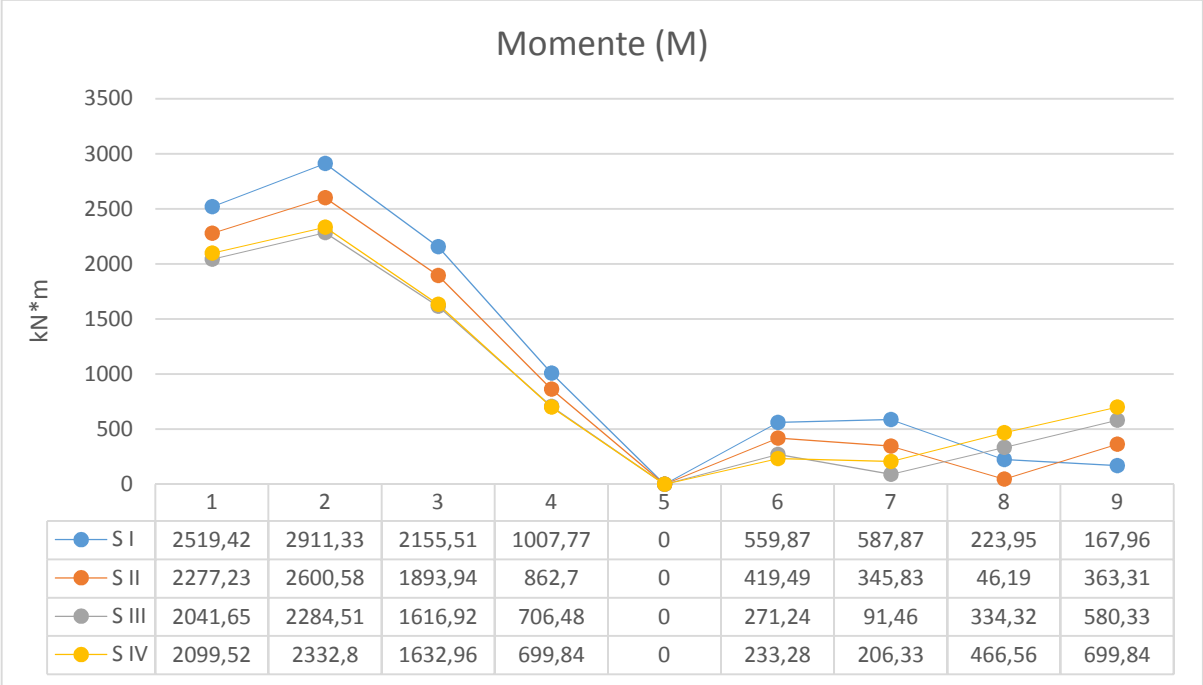
[3] Pentru realizarea graficului s-au considerat valori absolute ale momentelor.

Din analiza graficului (Figura 4.65), atunci când condiția de gabarit și de inclinare a terasamentului este îndeplinită (max 20%), rezultă că situația a III-a (SIII) (L=31,2 m, f=13 m) este cea mai favorabilă, raportului indicelui săgeata/deschidere având valoare de 0,42.

Odată cu depășirea valorii de 13 m pentru săgeata, respectând aceleași condiții de proiectare, momentele încep să se intensifice, fapt ce ne sugerează că o creștere a săgeții peste pragul de 13 m pentru micșorarea deschiderii structurii nu este recomandabilă în acest caz. Pentru alegerea judicioasă a dimensiunilor ecoductelor în situații similare, se recomandă utilizarea unei structuri ce respectă un indice săgeata/deschidere cu o valoare similară (0,42) sau apropiată .

4.7.1.3.2 Profil transversal înclinat al terenului

Analiza momentelor încovoietoare pentru situațiile S I –S IV



	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S I	2519,42	2911,33	2155,51	1007,77	0	559,87	587,87	223,95	167,96
S II	2277,23	2600,58	1893,94	862,7	0	419,49	345,83	46,19	363,31
S III	2041,65	2284,51	1616,92	706,48	0	271,24	91,46	334,32	580,33
S IV	2099,52	2332,8	1632,96	699,84	0	233,28	206,33	466,56	699,84

Figura 4.70 Distribuția momentelor încovoietoare (S I - S IV) - profil înclinat[4]

Figure 4.70 The distribution of the bending moments (S I - S IV) – inclined profile

În cazul unui profil transversal înclinat al terenului, am analizat cele patru situații în aceleași condiții de înclinare a terasamentului și gabarit. Din analiza graficului (Figura 4.70), a rezultat că cea mai favorabilă situația este tot (SIII) (L=31,2 m, f=13 m), cu valoare 0,42 a raportului indicelui săgeata/deschidere.

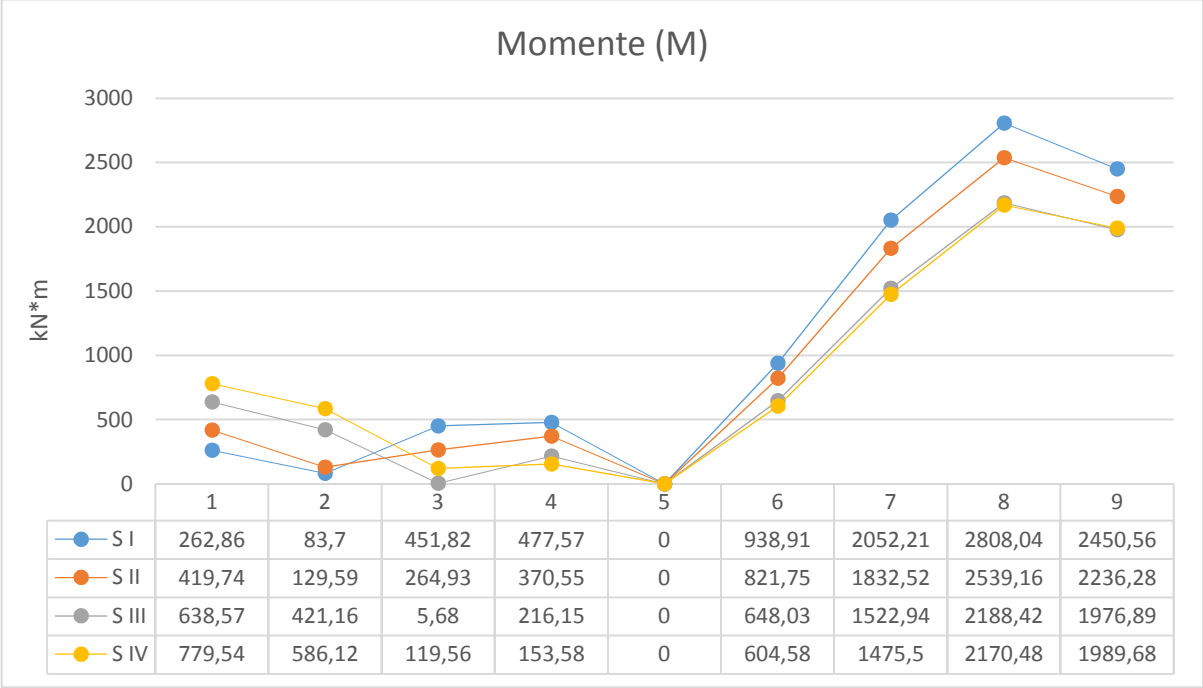
[4] Pentru realizarea graficului s-au considerat valori absolute ale momentelor.

Cele mai mari momente sunt generate de prima situație (S I) (L=36 m, f=10 m), în care valoarea raportului indicelui săgeata/deschidere este de 0,28. Această situație se datorează valorilor mai mari ale încărcărilor din terasament (hu) care acționează în secțiunile din partea amonte, acolo unde se realizează racordarea cu profilul terenului la cea mai mare cotă. De asemenea, aceeași situație (S I) generează și cele mai mici momente în secțiunile din partea aval, acolo unde valorile încărcărilor scad, fiind distribuite pe o lungime mai mare a deschiderii ecoductului (L/2 = 13 m).

Pentru o alegerea judicioasa a dimensiunilor ecoductului, în cazuri similare se recomandă utilizarea unei structuri ce se apropie de valoarea de 0,42 a indicelui săgeata/deschidere.

4.7.1.3.3 Profil transversal mixt al terenului

Analiza momentelor încovoietoare pentru situațiile S I –S IV



	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S I	262,86	83,7	451,82	477,57	0	938,91	2052,21	2808,04	2450,56
S II	419,74	129,59	264,93	370,55	0	821,75	1832,52	2539,16	2236,28
S III	638,57	421,16	5,68	216,15	0	648,03	1522,94	2188,42	1976,89
S IV	779,54	586,12	119,56	153,58	0	604,58	1475,5	2170,48	1989,68

Figura 4.75 Distribuția momentelor încovoietoare - profil mixt[5]

Figure 4.75 The distribution of the bending moments (S I - S IV) - mixt profile

În cazul unui profil transversal mixt al terenului, am analizat cele patru situații în aceleași condiții de înclinare a terasamentului și gabarit. Din analiza graficului (Figura 4.75), a rezultat că cea mai favorabilă situația este tot (SIII) (L=31,2 m, f=13 m), cu valoare 0,42 a raportului indicelui săgeata/deschidere.

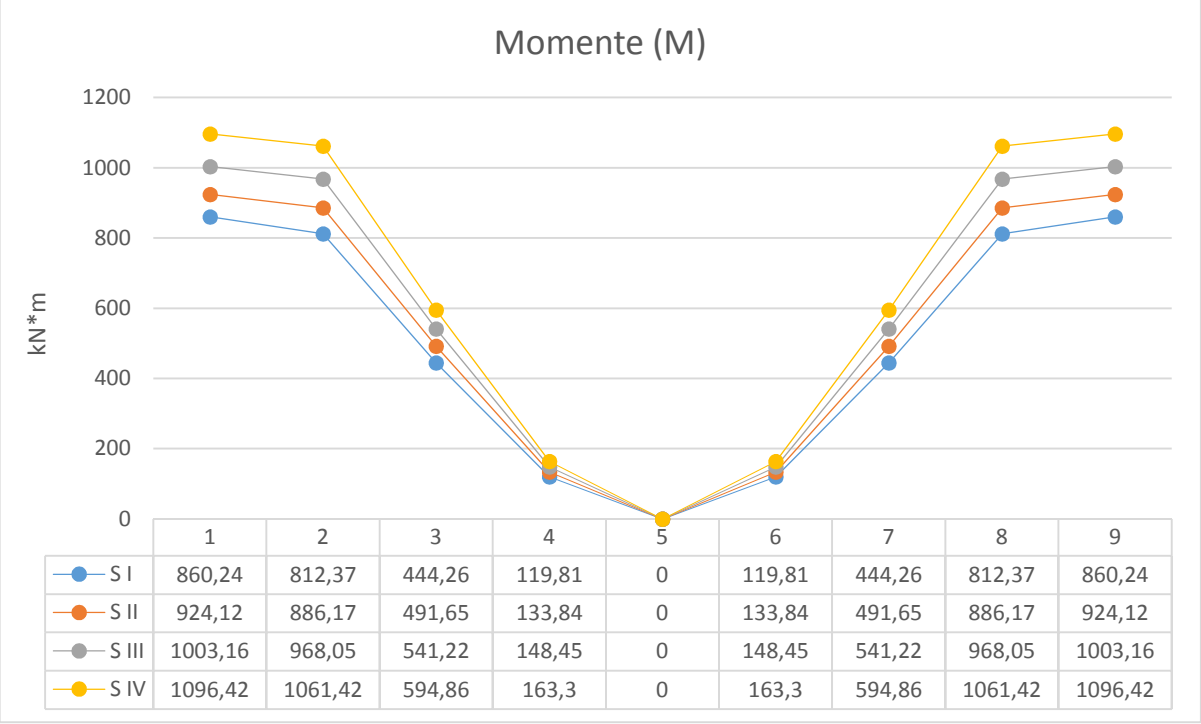
Cele mai mari momente sunt generate de prima situație (S I) (L=36 m, f=10 m), acolo unde deschiderea are valoarea cea mai mare, iar valoarea indicelui săgeata/deschidere este de 0,28. Pentru

[5] Pentru realizarea graficului s-au considerat valori absolute ale momentelor.

o alegerea judicioasă a dimensiunilor ecoductului, în cazuri similare se recomandă utilizarea unei structuri ce se apropie de valoarea de 0,42 a indicelui săgeata/deschidere, respectând lungimea platformei în funcție de tipul de drum traversat și înălțimea liberă minimă pentru gabarit și valorile stabilite de Normativele de Proiectare în vigoare.

4.7.1.3.4 Profil transversal plat (orizontal) al terenului

Analiza momentelor încovoietoare pentru situațiile S I –S IV



	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S I	860,24	812,37	444,26	119,81	0	119,81	444,26	812,37	860,24
S II	924,12	886,17	491,65	133,84	0	133,84	491,65	886,17	924,12
S III	1003,16	968,05	541,22	148,45	0	148,45	541,22	968,05	1003,16
S IV	1096,42	1061,42	594,86	163,3	0	163,3	594,86	1061,42	1096,42

Figura 4.80 Distribuția momentelor încovoietoare - profil plat (orizontal)[6]

Figure 4.80 The distribution of the bending moments (S I - S IV) - flat (horizontal) profile

Analizând graficul (Figura 4.80), observăm că situația se schimbă în cazul terenului plat (orizontal), iar cele mai mici momente în secțiuni (atunci când încărcarea este simetrică, inclinație de maxim 20%) apar în situația I (S I) (L=36 m, f=10 m) , atunci când valoarea deschiderii este mare, iar valoarea săgeții este mică, având o valoare a indicelui săgeata/deschidere de 0,28. Valorile momentelor cresc direct proporțional cu valoarea indicelui săgeata/deschidere și invers proporțional cu valoarea deschiderii (deschidere mica = momente mari), deoarece aceleași valori ale încărcărilor în secțiuni generează momente mai mari cu cât valoarea deschiderii tinde să scadă.

Putem afirma că în cazul în care profilul terenului va fi plat (orizontal) cu încărcarea din pământ (hu) simetrică, respectând condiția de înclinare a terasamentului, alegerea cea mai bună va fi construcția unui ecoduct cu deschidere mare, cu o valoare a indicelui săgeata/deschidere mai mic sau egal 0,28 dacă locația amplasamentului va permite.

[6] Pentru realizarea graficului s-au considerat valori absolute ale momentelor.

4.7.2 Identificarea formei optime pentru construcția ecoductelor

Pentru a determina care dintre cele trei forme uzuale ale arcului (cerc, parabolă sau elipsă) va fi cea mai potrivită pentru construcția ecoductelor în diverse situații, vom compara momentele obținute pentru cele patru scenarii corespunzătoare profilelor transversale ale terenului, respectiv concav, înclinat, mixt și plat (orizontal). Analizând rezultatele obținute din calculul structurii și condiționate de aceeași valoarea a săgeții și de respectarea încadrării pentru gabarit, am obținut o valoare a raportului săgeată/deschidere de 0,42 pentru parabolă și elipsă, respectiv 0,5 pentru arc de cerc (Tabel 4.23).

Primul scenariu de analiză va fi compus din patru situații, respectiv atunci când înclinația terasamentului va tinde spre maxim (20%) în toate secțiunile ecoductului, în condițiile respectării valorii de 13 m pentru săgeată, indiferent de forma arcului. Valoarea deschiderii (L) se obține prin respectarea condiției de gabarit în funcție de săgeată, pentru o platformă specifică unei autostrăzi în regiunea de munte (Lp=23.5 m).

În al doilea scenariu vom analiza momentele încovoietoare rezultate atunci când valoarea săgeții va fi aceeași (13 m), deschiderea (L) va fi minimă respectând înălțimea pentru gabarit (5,5 m) în contextul unei platforme caracteristice autostrăzilor construite în zona de munte (Lp = 23,5 m), iar înălțimea stratului de pământ (hu) pentru realizarea terasamentului va avea valori identice în secțiuni pentru toate tipurile de arce.

În **al treilea scenariu** vom analiza valorile momentelor încovoietoare generate de formele uzuale (cerc, parabola, elipsă) ale ecoductelor, în condițiile unui raport săgeată/deschidere de **0,5**, respectând înălțimea liberă pentru gabarit și înclinația terasamentului de maxim 20%. De menționat este faptul că valorile încărcărilor în secțiuni au fost alese astfel încât să genereze valori ale înclinației spre maximul admis.

Tabel 4.23 Valori de calcul

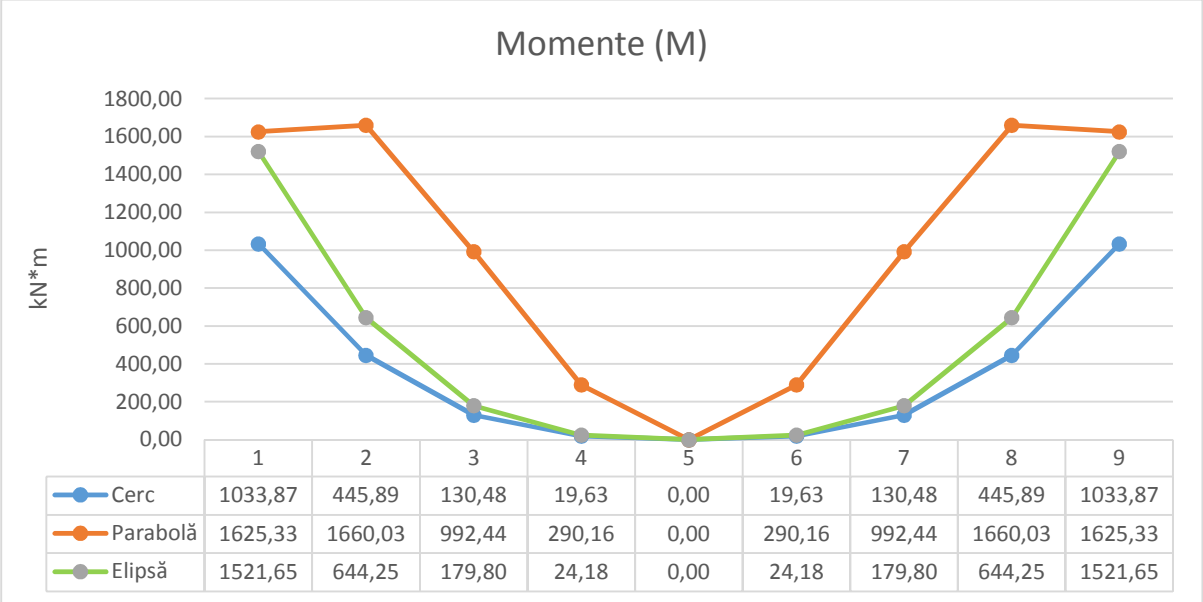
Table 4.23 Calculation values

Forma arcului	X (m)	Y (min. 5,5 m)	Lățimea platformei (Lp)	Deschidere (L)	Săgeata (f)	Raport Săgeată/Deschidere
CERC	1,25 m	5,56 m	23,5 m	26 m	13 m	0,5
PARABOLĂ	3,85 m	5,62 m	23,5 m	31,2 m	13 m	0,42
ELIPSĂ	3,70 m	5,50 m	23,5 m	31 m	13 m	0,42

4.7.2.1 Scenariul I

(f=13 m, inclinația spre maxim - 20%, valoarea deschiderii minimă respectînd gabaritul de 5,5 m)

A1. PROFIL TRANSVERSAL CONCAV



	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cerc	1033,87	445,89	130,48	19,63	0,00	19,63	130,48	445,89	1033,87
Parabolă	1625,33	1660,03	992,44	290,16	0,00	290,16	992,44	1660,03	1625,33
Elipsă	1521,65	644,25	179,80	24,18	0,00	24,18	179,80	644,25	1521,65

Figura 4.91 Distribuția momentelor încovoietoare profil concav[7]

Figure 4.91 The distribution of the bending moments - concave profile

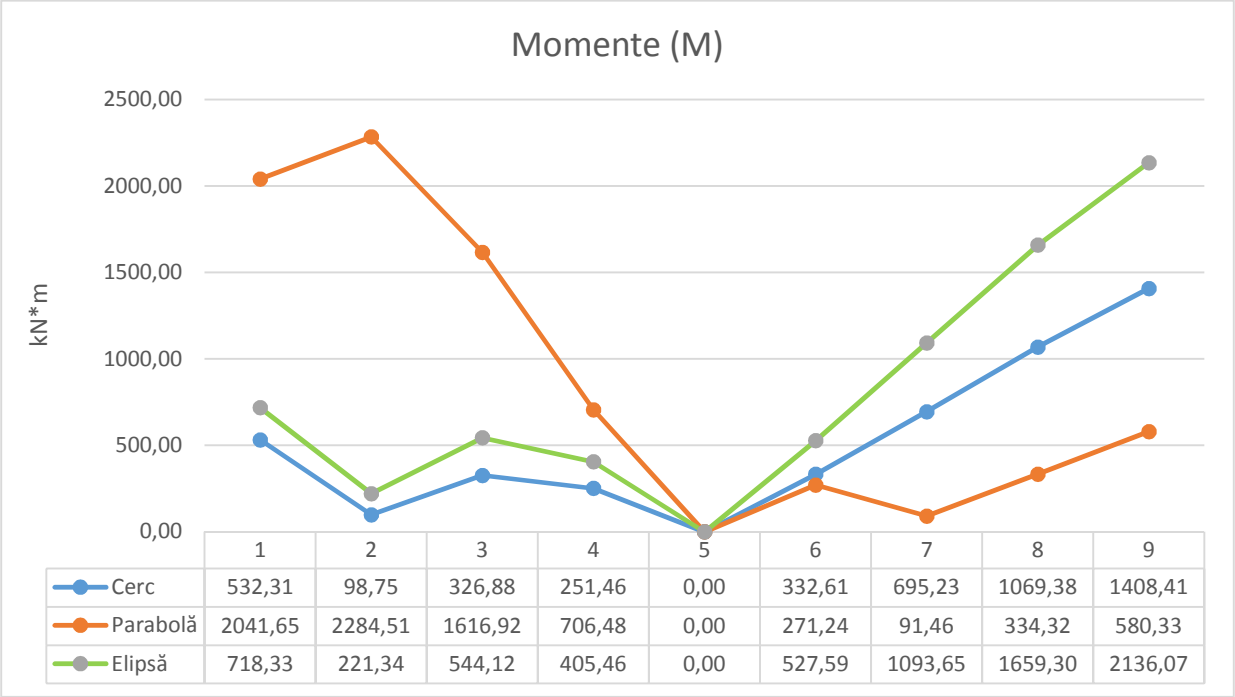
Analizând caracteristicile de calcul (Tabel 4.23) și calculând momentele încovoietoare pentru fiecare formă a arcului în parte (Figura 4.91) conform acestui scenariu, observăm că cele mai mari momente sunt generate de o structură cu forma arcului parabolă. Forma eliptică a arcului genereză momente medii, alegerea ei justificându-se dacă ne raportăm la forma parabolică. Putem afirma că pentru construcția unui ecoduct într-o situție similară, respectiv profil tranversal concav al terenului, săgeată condiționată (13 m), inclinația spre de maxim (20%) și gabarit de minim 5,5 m, se recomandă alegerea unei structuri cu forma arcului cerc. Un alt avantaj al alegerii acestei forme ale arcului îl reprezintă valoarea mai mică a deschiderii ecoductului (L =26), comparativ cu celelalte forme ale ecoductului (L= 31; L=31,2), evidențiat atunci când proiectarea se va realiza pe un amplasament situat într-o vale îngustă.

A2. PROFIL TRANSVERSAL ÎNCLINAT

Analizând datele de calcul și graficul (Figura 4.92) și calculând momentele încovoietoare pentru fiecare formă a arcului în parte, observăm că pentru acest acest scenariu, respectiv profil transversal înclinat, cele mai mari momente sunt generate de o structură cu forma arcului parabolă. Forma eliptică a arcului genereză momente medii, alegerea ei justificându-se raportându-ne la forma parabolică.

[7] Pentru realizarea graficului s-au considerat valori absolute ale momentelor.

Putem afirma că pentru construcția unui ecoduct într-o situție similară, respectiv profil transversal înclinat al terenului, săgeată condiționată (13 m), inclinația spre de maxim (20%) a terasamentului și gabarit de minim 5,5 m, se recomandă alegerea unei structuri cu forma arcului cerc.

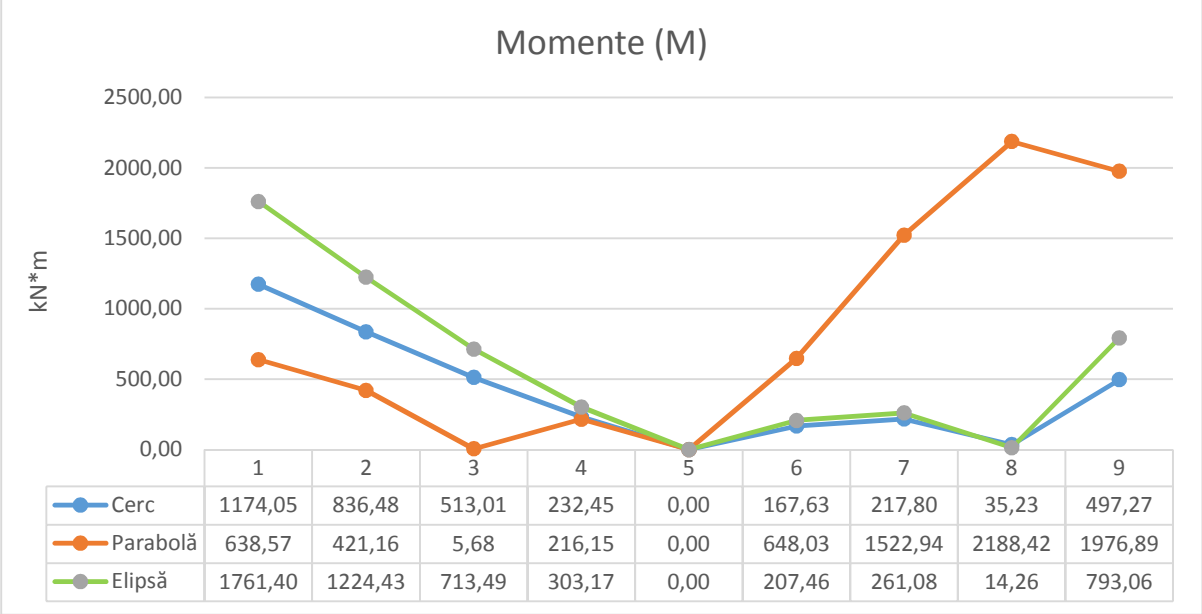


	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cerc	532,31	98,75	326,88	251,46	0,00	332,61	695,23	1069,38	1408,41
Parabolă	2041,65	2284,51	1616,92	706,48	0,00	271,24	91,46	334,32	580,33
Elipsă	718,33	221,34	544,12	405,46	0,00	527,59	1093,65	1659,30	2136,07

Figura 4.92 Distribuția momentelor încovoietoare - profil înclinat[8]

Figure 4.92 The distribution of the bending moments– inclined profile

A3. PROFIL TRANSVERSAL MIXT



	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cerc	1174,05	836,48	513,01	232,45	0,00	167,63	217,80	35,23	497,27
Parabolă	638,57	421,16	5,68	216,15	0,00	648,03	1522,94	2188,42	1976,89
Elipsă	1761,40	1224,43	713,49	303,17	0,00	207,46	261,08	14,26	793,06

Figura 4.93 Distribuția momentelor încovoietoare - profil mixt[9]

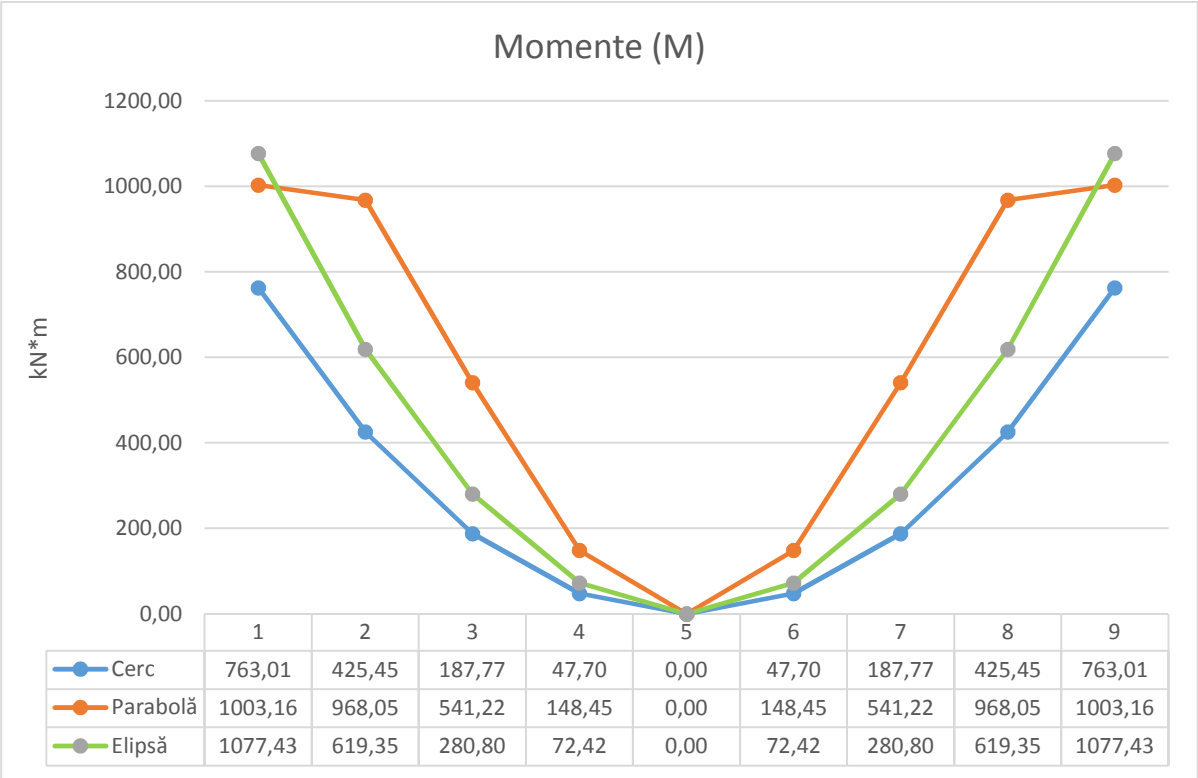
Figure 4.93 The distribution of the bending moments - mixt profile

[8]

[9] Pentru realizarea graficului s-au considerat valori absolute ale momentelor.

În cazul profilului transversal mixt (Figura 4.93), observăm o situație similară, respectiv forma circulară a arcului generează cele mai mci momente, iar utilizarea unui ecoduct cu forma arc de cerc pentru situații asemănătoare în teren va fi cea mai bună alegere atât din punct de vedere economic cât și ecologic.

A4. PROFIL TRANSVERSAL PLAT (ORIZONTAL)



	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cerc	763,01	425,45	187,77	47,70	0,00	47,70	187,77	425,45	763,01
Parabolă	1003,16	968,05	541,22	148,45	0,00	148,45	541,22	968,05	1003,16
Elipsă	1077,43	619,35	280,80	72,42	0,00	72,42	280,80	619,35	1077,43

Figura 4.94 Distribuția momentelor încovoietoare - profil plat (orizontal)[10]

Figure 4.94 The distribution of the bending moments - flat (horizontal) profile

Acelați tipar apare și în cazul profilului transversal orizontal (Figura 4.94), alegerea formei arcului fiind condiționată de amplasamentul stabilit în teren și de energia de relief. Pentru acest caz, alegerea unei structuri de menținere a permeabilității cu forma arcului circulară devine cea mai bună soluție viabilă economic și ecologic. Remarcăm în acest caz că forma arcului parabolică generează momente mai mici decat forma eliptică.

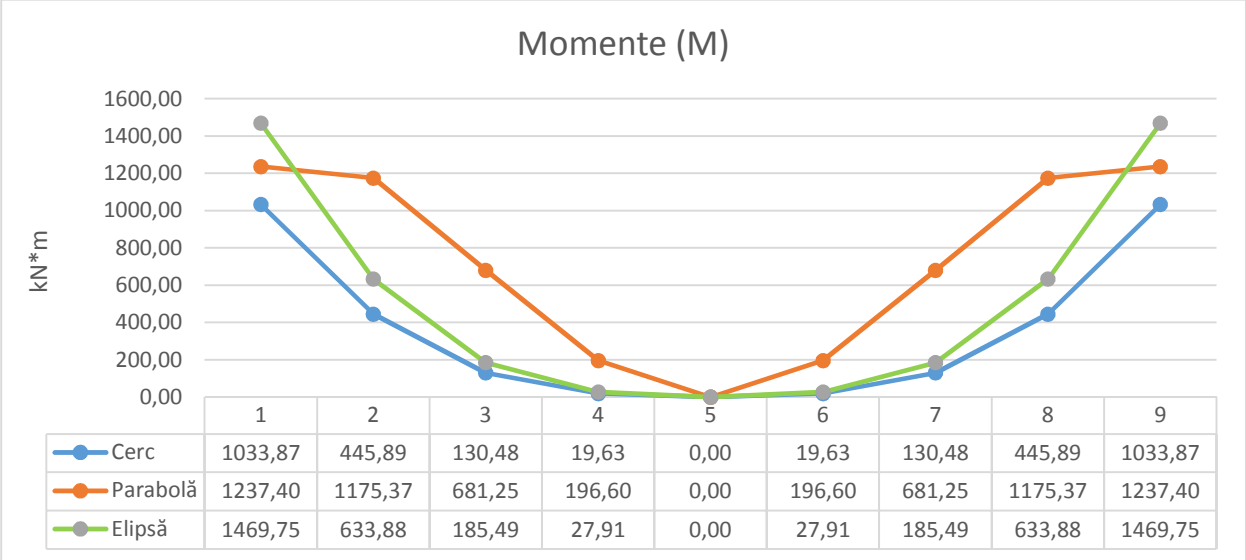
După analiza primului scenariu de calcul aplicat celor trei tipuri de arce studiate, putem concluziona că alegerea formei circulare pentru realizare unui ecoduct reprezintă o soluție optimă din punct de vedere economic dar și ecologic. Avantajul suplimentar pe care-l are un ecoduct cu forma arc de cerc în comparație cu celelalte forme, îl reprezintă versatilitatea cu care poate fi implementat în situații de teren cu profile transversale diverse

[10] Pentru realizarea graficului s-au considerat valori absolute ale momentelor.

4.7.2.2 Scenariul II

(f=13 m, încărcarea egală din terasament pe secțiuni, gabarit 5,5 m)

B1. PROFIL TRANSVERSAL CONCAV



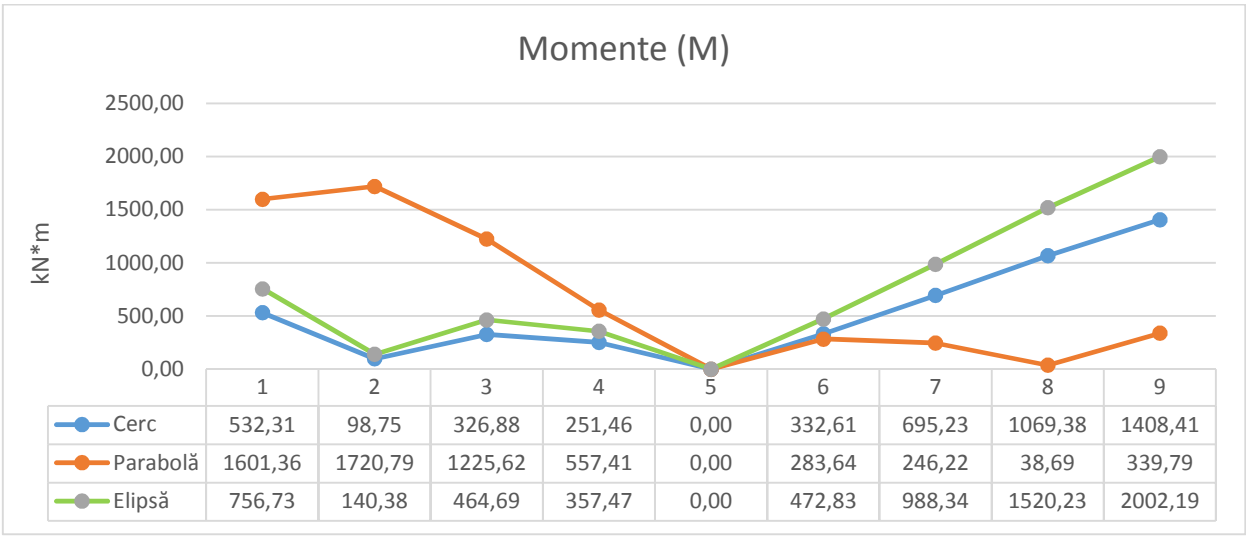
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cerc	1033,87	445,89	130,48	19,63	0,00	19,63	130,48	445,89	1033,87
Parabolă	1237,40	1175,37	681,25	196,60	0,00	196,60	681,25	1175,37	1237,40
Elipsă	1469,75	633,88	185,49	27,91	0,00	27,91	185,49	633,88	1469,75

Secțiune	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Înălțimea stratului de pământ (hu)	16,9	8,6	5,5	3,5	2,2	1,5	2,2	3,5	5,5	8,6	16,9

Figura 4.95 Distribuția momentelor încovoietoare profil concav[11]

Figure 4.95 The distribution of the bending moments - concave profile

B2. PROFIL TRANSVERSAL ÎNCLINAT



	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cerc	532,31	98,75	326,88	251,46	0,00	332,61	695,23	1069,38	1408,41
Parabolă	1601,36	1720,79	1225,62	557,41	0,00	283,64	246,22	38,69	339,79
Elipsă	756,73	140,38	464,69	357,47	0,00	472,83	988,34	1520,23	2002,19

Secțiune	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Înălțimea stratului de pământ (hu)	17,2	8,9	5,8	3,8	2,5	1,7	1,5	1,8	2,8	4,9	12,2

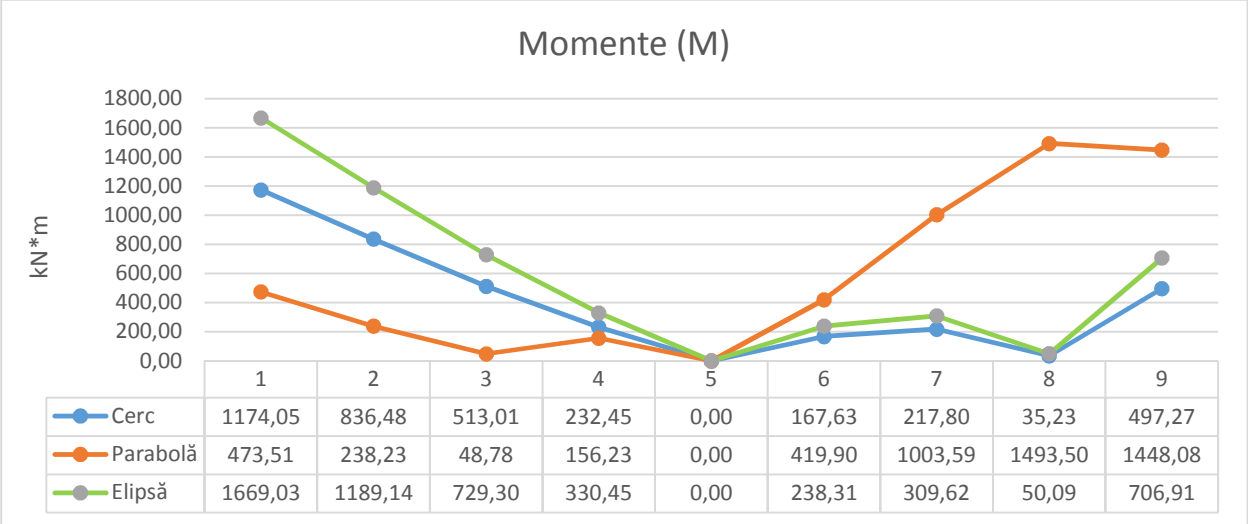
Figura 4.96 Distribuția momentelor încovoietoare - profil înclinat[12]

Figure 4.96 The distribution of the bending moments– inclined profile

[11] Pentru realizarea graficului s-au considerat valori absolute ale momentelor.

[12] Pentru realizarea graficului s-au considerat valori absolute ale momentelor.

B3. PROFIL TRANSVERSAL MIXT



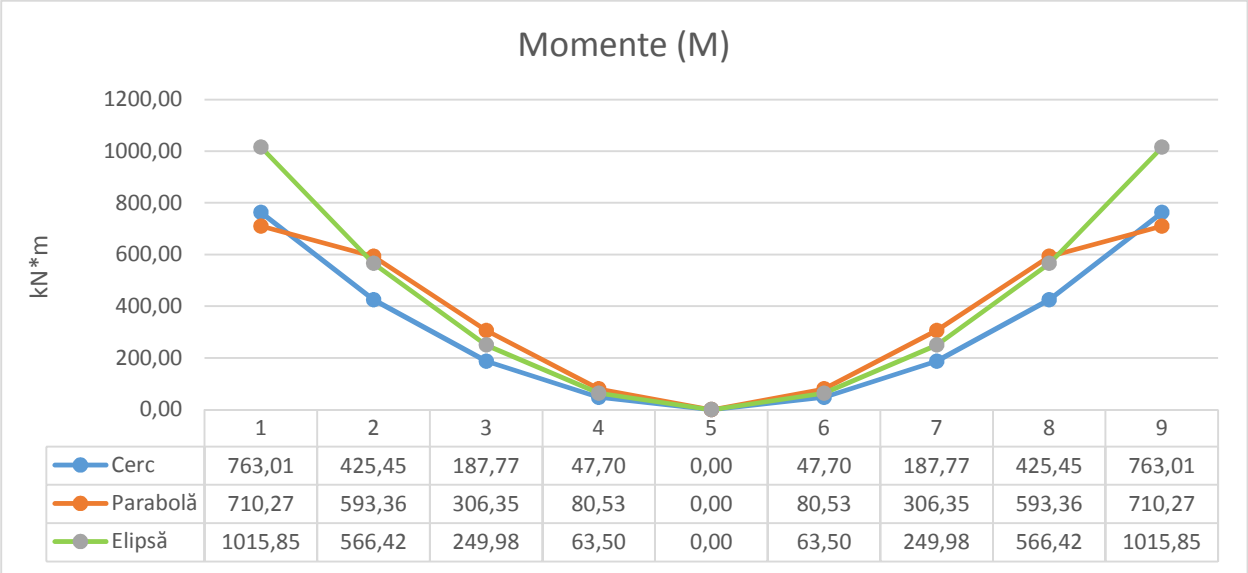
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cerc	1174,05	836,48	513,01	232,45	0,00	167,63	217,80	35,23	497,27
Parabolă	473,51	238,23	48,78	156,23	0,00	419,90	1003,59	1493,50	1448,08
Elipsă	1669,03	1189,14	729,30	330,45	0,00	238,31	309,62	50,09	706,91

Secțiune	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Înălțimea stratului de pământ (hu)	12,2	4,9	2,8	1,8	1,5	1,5	1,8	3,1	5,1	8,2	16,5

Figura 4.97 Distribuția momentelor încovoietoare - profil mixt

Figure 4.97 The distribution of the bending moments - mixt profile

B4. PROFIL TRANSVERSAL PLAT (ORIZONTAL)



	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cerc	763,01	425,45	187,77	47,70	0,00	47,70	187,77	425,45	763,01
Parabolă	710,27	593,36	306,35	80,53	0,00	80,53	306,35	593,36	710,27
Elipsă	1015,85	566,42	249,98	63,50	0,00	63,50	249,98	566,42	1015,85

Secțiune	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Înălțimea stratului de pământ (hu)	12,2	4,9	2,8	1,8	1,5	1,5	1,5	1,8	2,8	4,9	12,2

Figura 4.98 Distribuția momentelor încovoietoare - profil plat (orizontal)[13]

Figure 4.98The distribution of the bending moments - flat (horizontal) profile

Reprezentările grafice (Figurile 4.95 - 4.98) ale momentelor rezultate din calculul structurii în acest scenariu de calcul (SII,f=13 m, încarcarea din pământ egală pe secțiuni, gabarit 5,5 m) ne conferă o imagine unitară a distribuției momentelor încovoietoare. De remarcat este faptul că, într-un scenariu

[13] Pentru realizarea graficului s-au considerat valori absolute ale momentelor.

de calcul unde s-a respectat un gabarit impus (5,5 m), iar valorile încarcărilor generate de prezența terasamentului sunt egale în secțiuni, forma parabolică asociată arcului generează momente mai mici comparativ cu forma eliptică.

Analizând al doilea scenariu de calcul pentru cele trei tipuri de arce studiate, putem afirma că alegerea formei circulare pentru realizarea unui ecoduct în situații similare în teren în detrimentul celorlalte două forme (parabolică și eliptică), reprezintă cea mai bună soluție din punct de vedere economic și ecologic în primele trei situații, respectiv profil concav, înclinat și mixt al terenului. Pentru profilul plat (orizontal) cele mai mici momente sunt generate de o forma parabolică a arcului, urmată de forma circulară, ultima poziție fiind ocupată de forma eliptică.Avantajul suplimentar pe care-l are un ecoduct cu forma arc de cerc în comparație cu celelalte forme, îl reprezintă versatilitatea cu care poate fi implementat în situații de teren cu diverse profile transversale.

4.7.2.3 Scenariul III

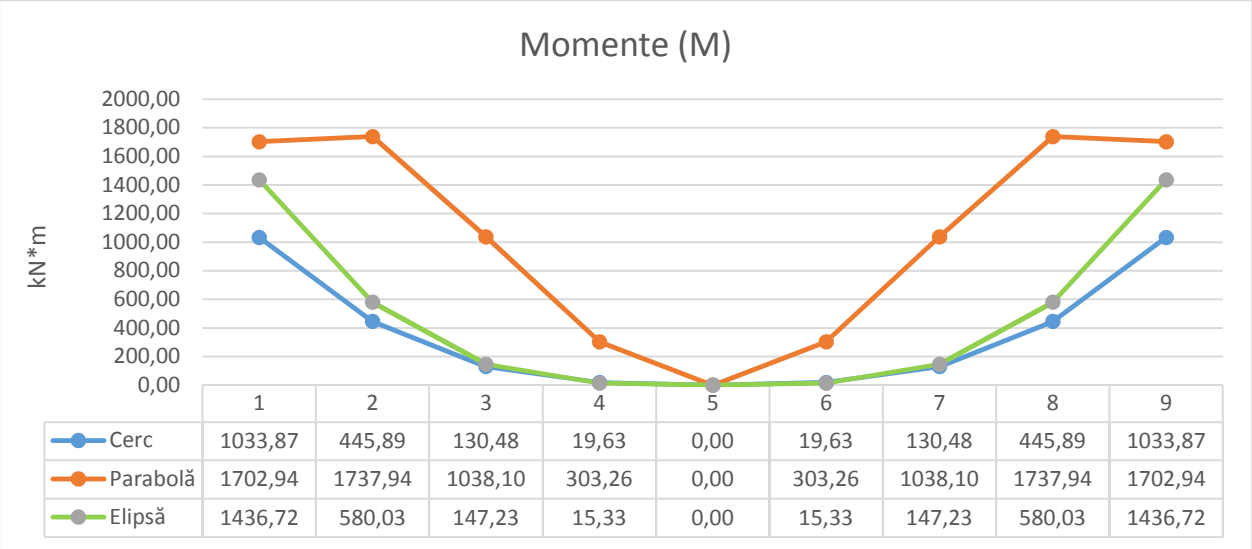
(Raport Săgeată/Deschidere = 0,5, gabarit 5,5 m, înclinația 20% max)

Tabel 4.24 Caracteristici de calcul

Table 4.24 Calculation features

Forma arcului	X (m)	Y (min. 5,5 m)	Lățimea platformei (Lp)	Deschidere (L)	Săgeata (f)	Raport Săgeată/Deschidere
CERC	1,25 m	5,56 m	23,5 m	26 m	13 m	0,5
PARABOLĂ	3,25 m	5,80 m	23.5 m	30 m	15 m	0,5
ELIPSĂ	3,20m	5,72 m	23,5 m	30 m	15 m	0,5

C1. PROFIL TRANSVERSAL CONCAV



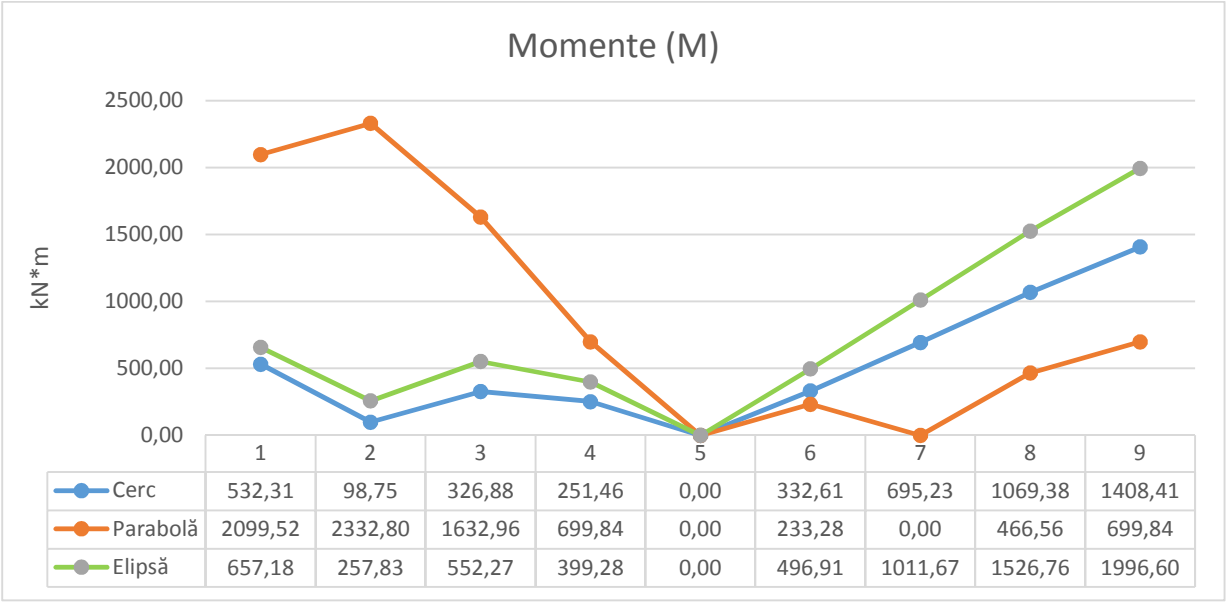
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cerc	1033,87	445,89	130,48	19,63	0,00	19,63	130,48	445,89	1033,87
Parabolă	1702,94	1737,94	1038,10	303,26	0,00	303,26	1038,10	1737,94	1702,94
Elipsă	1436,72	580,03	147,23	15,33	0,00	15,33	147,23	580,03	1436,72

Figura 4.99 Distribuția momentelor încovoietoare profil concav[14]

Figure 4.99 The distribution of the bending moments - concave profile

[14] Pentru realizarea graficului s-au considerat valori absolute ale momentelor.

C2. PROFIL TRANSVERSAL ÎNCLINAT

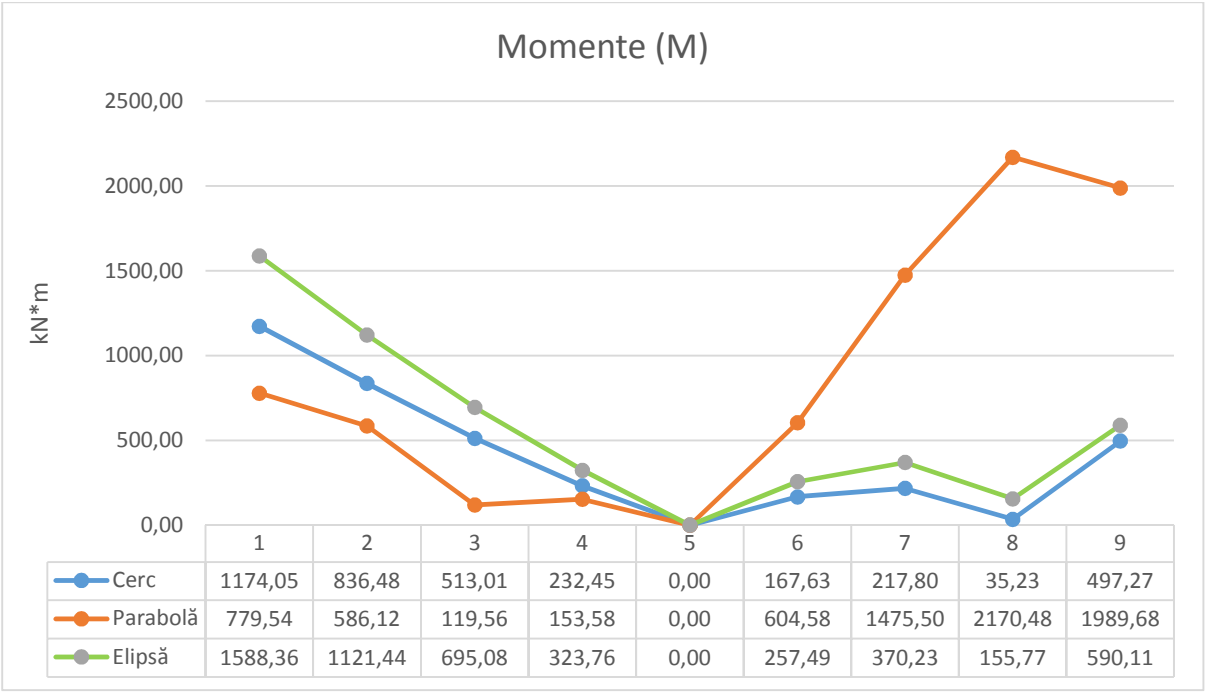


	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cerc	532,31	98,75	326,88	251,46	0,00	332,61	695,23	1069,38	1408,41
Parabolă	2099,52	2332,80	1632,96	699,84	0,00	233,28	0,00	466,56	699,84
Elipsă	657,18	257,83	552,27	399,28	0,00	496,91	1011,67	1526,76	1996,60

Figura 4.100 Distribuția momentelor încovoietoare - profil înclinat[15]

Figure 4.100 The distribution of the bending moments– inclined profile

C3. PROFIL TRANSVERSAL MIXT



	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cerc	1174,05	836,48	513,01	232,45	0,00	167,63	217,80	35,23	497,27
Parabolă	779,54	586,12	119,56	153,58	0,00	604,58	1475,50	2170,48	1989,68
Elipsă	1588,36	1121,44	695,08	323,76	0,00	257,49	370,23	155,77	590,11

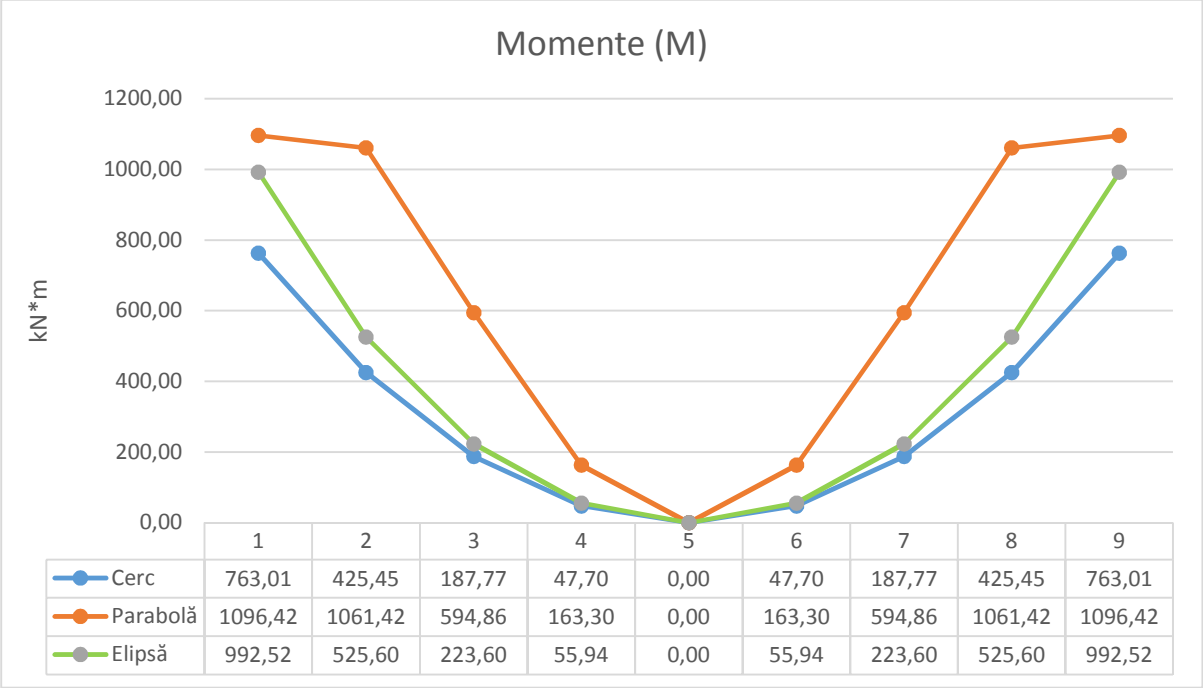
Figura 4.101 Distribuția momentelor încovoietoare - profil mixt[16]

Figure 4.101 The distribution of the bending moments - mixt profile

[15] Pentru realizarea graficului s-au considerat valori absolute ale momentelor.

[16] Pentru realizarea graficului s-au considerat valori absolute ale momentelor.

C4. PROFIL TRANSVERSAL PLAT (ORIZONTAL)



	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cerc	763,01	425,45	187,77	47,70	0,00	47,70	187,77	425,45	763,01
Parabolă	1096,42	1061,42	594,86	163,30	0,00	163,30	594,86	1061,42	1096,42
Elipsă	992,52	525,60	223,60	55,94	0,00	55,94	223,60	525,60	992,52

Figura 4.102 Distribuția momentelor încovoietoare - profil plat (orizontal)[17]

Figure 4.102 The distribution of the bending moments - flat (horizontal) profile

Reprezentările grafice (Figurile 4.99 – 4.102) ale momentelor încovoietoare rezultate din calculul structurii în acest scenariu, atunci atunci când ne raportăm direct la **indicele săgeată/deschidere** (SIII, f=13 m, **indicele săgeată/deschidere = 0,5**, gabarit 5,5 m), ne conferă o imagine unitară a distribuției momentelor încovoietoare. De remarcat este faptul că, într-un scenariu de calcul unde trebuie respectat un gabarit impus (5,5 m), iar indicele săgeată/deschidere are valoare de 0,5, forma parabolică a arcului asociată ecoductului generează momente mai mari comparativ cu forma eliptică și circulară.

Analizând al treilea scenariu de calcul pentru cele trei tipuri de arce studiate (Tabel 4.24), putem observă că alegerea formei circulare pentru realizarea unui ecoduct în situații similare în teren în detrimentul celorlalte două forme (parabolică și eliptică), reprezintă cea mai bună soluție din punct de vedere economic și ecologic. Avantajul suplimentar pe care-l are un ecoduct cu forma arc de cerc în comparație cu celelalte forme, îl reprezintă versatilitatea cu care poate fi implementat în situații de teren cu diverse profile transversale.

[17] Pentru realizarea graficului s-au considerat valori absolute ale momentelor.

4.8 Soluții silvo-tehnice privind instalarea vegetației forestiere pe învelișului superior al ecoductului de tip „ Green Bridge''

4.8.1 Descrierea obiectivului propus a fi protejat

Pentru atingerea scopului propus, ecoductul trebuie să ofere o modalitate viabilă și sigură de traversare a infrastructurii pentru animalele sălbatice, eliminând efectele negative ale fragmentarii habitatelor și menținând coridorul ecologic neîntrerupt. Protejarea acestei structuri cu destinație specială trebuie să se realizează atât din punct de vedere fizic cât și funcțional. Daca ecoductul nu va avea rol multifuncțional (folosit de către om și de animale sălbatice), protecția fizică va fi asigurată prin împrejmuirea obiectivului cu garduri metalice de limitare a accesului, cu rol secundar în direcționarea faunei sălbatice pe ruta prestabilită. Gardul viu va completa rolul protectiv al gardului metalic, și va participa și la atenuarea poluării fonice generată de trafic, împreună panourile fonoabsorbante instalate. Pentru protecția funcțională se impun măsuri de ordin administrativ în fondurile cinegetice. Pentru ca ecoductul să-și îndeplinească rolul în menținerea permeabilității habitatului, caracteristicile tehnice se vor stabili și adopta doar cu avizul experților (silvic-cinegetic, constructor).

4.8.2 Descrierea condițiilor care impun instalarea vegetației forestiere pe ecoduct

a) Protecția solului: Construcția ecoductului se va realiza în doua etape, respectiv execuția podului ce va traversa infrastructura și realizarea terasamentului. Protecția acestui strat de sol nou instalat constituie un obiectiv cu o importanță deosebită, el avînd rol dublu, respectiv racordarea la profilul terenului și instalarea speciilor ce alcătuiesc stratul vegetal de protecție.

b) Protecția faunei sălbatice prin:

- Reducerea efectului negativ al noxelor toxice degajate de autoturismele ce folosesc drumul/autostrada;
- Reducerea poluării fonice și minimizarea efectului repulsiv resimțit de fauna, împreuna cu metodele convenționale (panouri fonoabsorbante);
- Creare unui mediu ambiental similar cu cel natural pentru integrarea structurii ecoductului în peisaj, facilitând utilizarea ei pentru atingerea scopului propus. Unele specii de arbuști pot constitui un mediu atractiv pentru specia umbrelă (e.g. ursul), introducerea lor (zmeur, coacăz, mur, alun, etc.) constituind un atu în plus, ele reprezentând surse de hranp alternativă;
- Zonele adiacente ecoductelor vor beneficia de condiții speciale de protecție (interzicerea accesului, împrejmuiri speciale, interzicerea vânătorii), reglementarea lor la nivel local devenind obligatorie;

4.8.4 Rolul speciilor forestiere în protejarea obiectivul propus

Odată cu expansiunea și dezvoltarea antropică, intervin inevitabil și modificări multiple în dinamica peisajului. Dezvoltarea infrastructurii rutiere și feroviare în zone în care coridoarele ecologice au fost neîntrerupte până în acel moment, pot afecta grav comportamentul animalelor sălbatice (întreruperea rutelor de migrației folosite, perturbarea mișcărilor sezonale pentru hrană și împerechere, etc). Adoptarea unei alternative prin construirea de Green Bridges (poduri verzi pentru faună) poate diminua semnificativ impactul negativ, doar dacă soluția de traversare realizată va avea caracteristici

similare cu cele ale habitatului natural local. Alegerea corectă a speciilor de arbori și arbuști care vor oferi protecție optica, fonică și hrană faunei sălbatice, va reprezenta un obiectiv în sine.

4.8.5 Stabilirea caracteristicilor structurale ale vegetației forestiere pentru ecoduct

4.8.5.1 Înălțimea benzii vegetale de protecție

Înălțimea maximă atinsă de speciile alese pentru stabilizarea terasamentului ecoductului va depinde de doi factori: înălțimea biologică a speciei limitată decondițiilor staționale locale și de lucrările de îngrijire propuse în perioada de după instalare până la atingerea scopului propus.

4.8.5.2 Lungimea benzii vegetale de protecție

Lungimea benzii vegetale de protecție va avea o valoare direct proporțională cu lungimea ecoductului la care se adaugă și zona de racordare a terasamentului la profilul terenului, fiind condiționata doar de lățimea platformei specifice fiecărui tip de drum (drum național, drum expres, autostradă, etc).

4.8.5.3 Lățimea benzii vegetale de protecție

Lățimea benzii vegetale de protecție, la fel ca și lungimea ei, va avea un corespondent direct proporțional cu lățimea ecoductului propus. În zona de racordare a terasamentului la profilul terenului, lățimea acestei benzi va crește, integrând ecoductul în structura peisajului local.

4.8.5.4 Principii de alegere a speciilor forestiere

Speciile care vor fi folosite pentru realizarea structurii verzi de pe ecoduct trebuie să îndeplinească obligatoriu o serie de condiții și să aibă anumite caracteristici specifice. Cele mai importante se referă la corelarea cerințelor ecologice specifice speciei cu condițiile staționale locale. Un principiu important de alegere al speciilor îl reprezintă înălțimea și forma pe care aceste specii (arbustive sau arborescente) o ating la maturitate. Al doilea principiu definitoriu în alegerea speciilor se referă la atractivitatea (sursă de hrană alternativă) manifestată de fauna sălbatică pentru fructele și frunzele acestora.

4.8.5.5 Selecționarea speciilor forestiere

În aceasta etapă de proiectare este importantă alegerea tipului de vegetație adecvat și să se stabilească compoziția speciilor pentru realizarea stratului vegetal al ecoductului. Beneficiile pentru conservarea naturii și integrarea în peisajul local vor fi caracteristici definitorii în realizarea acestei etape. Speciile alese trebuie să fie indigene și să apară în mod natural pe tipul de sol adiacent traseului. În primii ani, este recomandabil (daca există posibilitatea) folosirea irigațiilor până la instalare cu succes a plantulelor. Unde este posibil, regenerarea naturală ar trebui considerată o metodă alternativă de vegetație pentru ,,stratul vegetal'' al terasamentului ecoductului, permițând în acest fel crearea unui habitat optim ce se va încadra în peisajul local. O buna gestionare a tuturor tipurilor de vegetație reprezintă o condiție esențială pentru atingerea obiectivului dorit. Managementul durabil trebuie prevăzut încă din etapa de proiectare prin caracteristici specifice precum: alegerea dimensiunii plantelor, a distanței de plantare, a pregătirii solului, detalierea procedeelor și lucrărilor de întreținere până la realizarea obiectivului.

Petru acest studiu vom simula o situație în care ecoductul va fi construit în culoarul Brașov – Comarnic, condițiile staționale și locatiile propuse fiind detaliate în capitolele anterioare. Dupa analiza acestor doi factori, am selecționat 9 specii din cele 18 utilizabile identificate anterior, 7 dintre acestea constituind și o sursă alternativă de hrană pentru urs.

Simularea grafică (Figura 4.103) ilustrează dispunerea în teren a speciilor condiționate de structura ecoductului și de racordarea terasamentului acestuia cu profilul terenului. Distanța de plantare va avea valori variabile, așezarea și gruparea în teren a speciilor făcând-se în biogrupe de 25 - 100 mp sau sub formă de benzi de 2-5 rânduri în funcție de rolul ecologic și funcțional. Speciilor le sunt atribuite simboluri (Tabel 4.25) pentru realizarea simulării grafice.

Tabel 4.25 Simbolizarea grafică a speciilor selecționate
Table 4.25 Graphic symbolization of selected species

Nr. crt.	Specia		Simbol
1	Spiraea chamaedrifolia	Cununiță	♦
2	Alnus viridis	Anin de munte	♠
3	Corylus avellana	Alun	♣
4	Prunus spinosa	Porumbar	<>
5	Salix caprea	Salcie căpreasca	⊗
6	Ribes alpinum	Coacăz de munte	♥
7	Rubus idaeus	Zmeur	■
8	Rubus hirtus	Mur târâtor	□
9	Rosa canina	Măceș	●

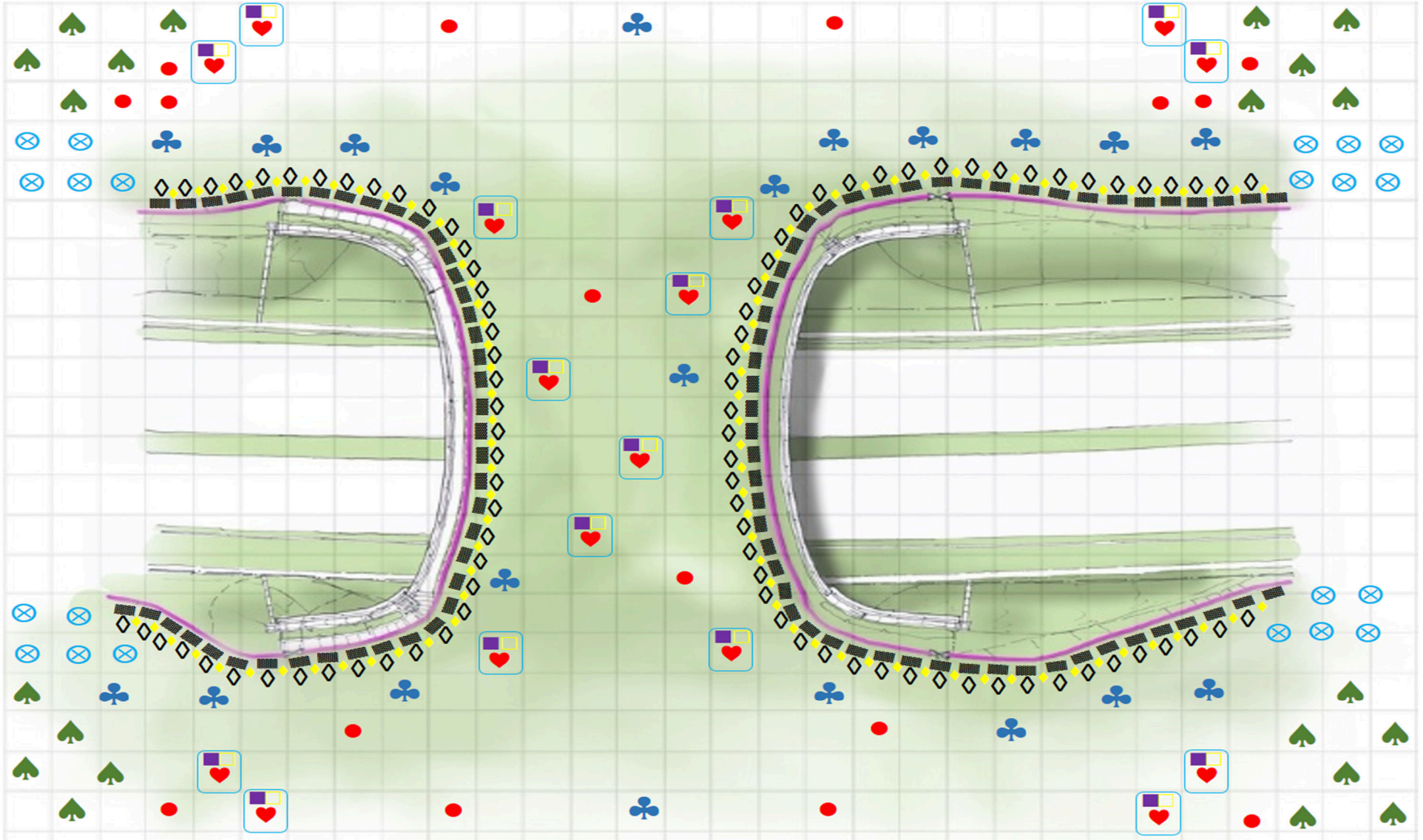


Figura 4.103 Exemplu de dispunere a speciilor pe terasamentul ecoductului și în zona de racordarea la profilul terenului

Figure 4.103 Example of the disposal of the selected species for the ecoduct embankment and the jonction area to the terrain profile

4.8.5.6 Stabilirea metodei de instalare a vegetației

Instalarea vegetației se poate face folosind puieți cu rădăcină nudă sau cu rădăcină protejată. Pentru prima categorie, plantarea se face în gropi cu adâncime normală (30 – 40 cm), cu formă prismatică sau cilindrică, în funcție de forma și mărimea sistemului radicelar, iar pentru puieții care vor avea rădăcina protejată, vom corela dimensiunile gropilor cu mărimea balului de sol sau a recipientului în care acestea se găsesc (Abrudan, 2006). În final, puietul trebuie sa fie suficient de bine fixat în pământ, astfel încât acesta să nu se disloce. Se va urmări ca așezarea plantulei să se facă în gropi corespunzătoare ca mărime, astfel încât întregul sistem radicelar să fie acoperit. Acoperirea se va face concomitent cu tasarea pământului din jurul rădăcinilor (operațiune deosebit de importantă). Este important ca poziția puietului să fie cât mai apropiată de cea verticală. Puieții se plantează în timpul repausului vegetativ, toamna începând cu sfârșitul sezonului de vegetație și până la înghețarea solului și primăvara timpuriu, imediat după topirea zăpezii (Florescu și Abrudan, 2003), în funcție de finalizarea lucrărilor de construcție a ecoductului.

4.8.5.7 Îngrijirea culturilor

4.8.5.7.1 Stabilirea categoriilor de lucrări de îngrijire a culturilor

Acestea lucrări cuprind: mobilizarea solului, revizuiri, îndepărtarea vegetației copleșitoare (ierburi, lăstari, rugi etc) prin descopleșiri, curățiri și degajări. Se poate interveni manual, mecanizat sau chimic selectiv în funcție de volumul de lucrări și de evoluția vegetației. Aceste lucrări se vor efectua începând cu instalarea culturii până la reușita plantației, stadiu ce se materializează odată cu încheierea stării de masiv pe suprafața benzii vegetale de protecție. În vederea facilitării executării lucrărilor de întreținere se vor păstră căi de acces pe terasamentul ecoductului, ce se vor securiza în prealabil.

4.8.5.7.2 Stabilirea frecventei lucrărilor de îngrijire a culturilor

Controlul anual are ca scop determinarea reușitei și a stării de dezvoltare a regenerărilor, precum și stabilirea măsurilor necesare pentru grăbirea și definitivarea reușitei culturilor forestiere. Revizuirea culturilor se efectuează o data pe an, concomitent cu controlul anual și reprezintă lucrarea silviculturală menită să remedieze deficiențele intervenite în timpul iernii prin: refacerea vetrelor, descopleșiri, degajări, replantări, etc. Datorită importanței sale, această bandă vegetală instalată pe terasamentul ecoductului va avea un regim de protecție special. Reușita totală a funcționalității ecoductului nu se va putea atinge fără ca speciile plantate să fie sănătoase și viguroase, în acest fel fiind asigurat rolul ecologic pentru habitat și rolul funcțional pentru speciile din faună sălbatică. Din aceasta cauză, este posibil ca în primii ani de la instalare, dacă se constată existența unor întârzieri în dezvoltării puieților sau apariția unor probleme de ordin tehnic, determinate de unii factori limitativi antropici sau naturali, intervenția cu lucrări de îngrijire se poate face constant, ori de câte ori se va impune, în decursul unui an calendaristic.

CAPITOLUL V . CONCLUZII FINALE. CONTRIBUȚII PERSONALE

5.1 Concluzii privind studiul permeabilității habitatelor

Studiul permeabilității habitatelor pe relațiile studiate, a scos în evidență un număr de **113** tronsoane specifice. Analiza acestor tronsoane pe categorii de drumuri prin alocarea fiecărui tronson a claselor de favorabilitate, respectiv 0,1,2,3, s-a concretizat prin stabilirea procentuală a permeabilității, respectiv:

- pentru drumurile național europene: 57,73% - permeabilitate 0; 34,61% permeabilitate 1; 7,66% permeabilitate 2 și 0% permeabilitate 3, dintr-un număr de aproximativ 82 de kilometri analizați;
- pentru drumurile naționale: 20,86% permeabilitate 0; 21,64% permeabilitate 1; 21,27% permeabilitate 2; 36,22% permeabilitate 3, dintr-un număr de 60 de kilometri;
- pentru drumuri județene: 3,18% permeabilitate 0; 22,02% permeabilitate 1; 6,39% permeabilitate 2 şi 68,41% permeabilitate 3 din 62,2 kilometri;
- drumuri comunale 15,84% permeabilitate 0; 23,99% permeabilitate 1; 8,68% permeabilitate 2 şi 51,49% permeabilitate 3 din 88 de kilometri.

Gradul de permeabilitate 0, crește substanțial în funcție de categoria de drum ca efect al încărcării traficului. Un caz particular, în care acest fenomen nu respectă tendința, este cel dintre drumurile județene și drumuri comunale, unde procentul permeabilității de tip 0 este superior pentru drumurile comunale, în favoarea drumurilor județene, explicația fiind pusă pe seama faptului că valorile încărcării traficului ca factor determinant, este înlocuit de factorul exprimat de densitatea localităților din zonele rurale. Analiza tronsoanelor la un număr total de 291 de kilometri ca imagine de ansamblu, a relevat următoarele aspecte: 26% reprezintă tronsoane cu permeabilitate 0, 26% tronsoane cu permeabilitate 1, 10% tronsoane cu permeabilitate 2 şi 38% tronsoane cu permeabilitate 3.

5.2 Concluzii privind modelarea coridoarelor ecologice

Putem afirma că în cazul modelării coridoarelor ecologice, am obținut rezultate relevante privind miscările faunei sălbatice din coridorul Brașov – Comarnic. Studierea ursului brun (Ursus arctos) din prisma speciei umbrelă fiind confirmată de validarea ulterioară a rezultatelor acestei modelări în teren și de identificarea speciei în coridoarele ecologice determinate.

5.3 Cocluzii privind studiul profilelor transversale

Din cele patru profile regăsite în locurile posibile de amplasare a ecoductelor pe traseul autostrăzii, s-a constatat că profilul transversal înclinat este cel mai răspândit, ocupând o proporție de 55% din situații, urmat de cel concav cu 25% şi 15% de cel plat. Acest rezultat sugerează că în zona studiată, racordarea posibilelor ecoducte, prezintă o variație accentuată şi în acelaşi timp discontinuă a energiei de relief.

5.4 Concluzii privind studiul formei arcelor

Calculul momentelor la încovoiere pentru cele patru situațiile analizate, au relevat că pentru forma arcului parabolă, situația ideală este respectarea unui indice 0,42 săgeată per deschidere în cazul pofilelor concave, înclinate și mixte. Situația se schimbă atunci când am analizat profilul transversal plat

(orizontal), alegerea cea mai bună fiind construcția unui ecoduct cu deschidere mare, cu o valoare a indicelui săgeata/deschidere mai mic sau egal 0,28.

Analizând cele trei forme de arce (cerc, parabolă și elipsă) din prisma momentelor încovoitoare pe care le generează în situațiile impuse de cele trei scenarii de calcul, am obținut următoarele rezultate:

SCENARIUL I (f=13 m, inclinația spre maxim - 20%, valoarea deschiderii (L) minimă respectând gabaritul de 5,5 m)

- După analiza primului scenariu de calcul aplicat celor trei tipuri de arce studiate, am concluzionat că alegerea formei circulare pentru realizare unui ecoduct reprezintă soluția optimă din punct de vedere economic și ecologic în această situație.
- De remarcat este faptul că pentru aceste scenariu, **forma parabolică** a arcului generează **cele mai mari momente** indiferent de profilul transversal al terenului.
- Avantajul suplimentar pe care-l are un ecoduct cu forma arc de cerc în comparație cu celelalte forme, îl reprezintă versatilitatea cu care poate fi implementat în situații de teren cu profile transversale diverse, în special în zone cu văi înguste.

SCENARIUL II (f=13 m, încărcarea egală din terasament în secțiuni , gabarit 5,5 m)

- Analizând al doilea scenariu de calcul pentru cele trei tipuri de arce studiate, putem afirma că alegerea formei circulare pentru realizarea unui ecoduct în situații similare în teren în detrimentul celorlalte două forme (parabolică și eliptică), reprezintă cea mai bună soluție din punct de vedere economic și ecologic în primele trei situații, respectiv profil concav, înclinat și mixt al terenului. Pentru profilul plat (orizontal) cele mai mici momente sunt generate de o forma parabolică a arcului, urmată de forma circulară, ultima poziție fiind ocupată de forma eliptică.
- De remarcat este faptul că, într-un scenariu de calcul unde trebuie respectat un gabarit impus (5,5 m), iar valorile încărcărilor generate de prezența terasamentului sunt egale în secțiuni, **forma parabolică** a arcului asociată ecoductului generează **momente mai mici** comparativ cu forma eliptică.

SCENARIUL III (Raport Săgeată/Deschidere = 0,5, gabarit 5,5 m, înclinația 20% maxim)

- Aplicând acest scenariu de calcul pentru cele patru sitații, putem afirma că **forma parabolică** a arcului generează **cele mai mari momente** indiferent de profilul transversal al terenului, urmată de forma eliptică și circulară.
- Analizând al treilea scenariu de calcul pentru cele trei tipuri de arce studiate, putem concluziona că alegerea formei circulare pentru realizarea unui ecoduct, indiferent de profilul transversal al terenului, reprezintă cea mai bună soluție din punct de vedere economic și ecologic pentru această situație, în detrimentul celorlalte două forme (parabolică și eliptică).

5.5 Contribuții personale

- A fost realizată o analiză integrată a principalilor factori de impact, ce acționează asupra unei populații (specii – ursul brun), în cazul fragmentării habitatului produs de infrastructura rutieră existentă și de ipoteza dezvoltării ei pe viitor, prin construcția unei autostrăzi;

- Clasificarea tronsoanelor pe relațiile studiate în funcție de clasa de favorabilitates şi stabilirea valorilor de permeabilitate;

- Identificarea punctuală a unor tronsoane unde infrastructura (CF şi DN), exercită un impact major în fragmentarea habitatelor;

- Realizarea de hărți GIS privind coridoarele ecologice, permeabilitatea habitatelor, tipurile de infrastructură, evaluarea favorabilității, fragmentarea habitatelor și mortalitatea la traversarea căilor de comunicație, în raport cu infrastructura rutieră şi CF.

- Identificarea şi stabilirea traseelor critice de intersecție a coridoarelor ecologice cu infrastructura pentru specia urs (Ursus arctos) pe culoarul Brașov – Comarnic;

- Stabilirea amplasamentelor și tipurilor constructive optime ale ecoductelor pe baza studiilor efectuate, pentru menținerea permeabilității habitatului în contextul dezvoltării infrastructurii;

- Studiul profilelor transversale ale terenului în locurile posibile de amplasare a ecoductelor, cu aplicabilitate specifică pe tronsoanele analizate;

- Realizarea unei analize bazate pe calcul privind forma ecoductelor sub aspect constructiv şi de dimensionare, utilizând cele patru tipuri de profile transversale în diferite scenarii de calcul, identificând formele optime pentru fiecare situație în parte;

- Propunerea soluțiilor silvo-tehnice optime necesare instalării vegetației forestiere pe terasamentul unui ecoduct de tip ,, Green Bridge'' ;

BIBLIOGRAFIE

1. Adamescu Mihai și Cazacu Constantin, 2017. Monitorizarea conectivității ecologice, Proiect: Coridoare Ecologice pentru habitate şi specii în România (COREHABS).
2. Adamescu Mihai, Pop Mihai, Hălălișan Florin, Salca Gabriela, **Candrea Aurelian**, Râșnoveanu Geta, Geamana Nicoleta, Ciocîrlan Elena, Teșileanu Roxana, 2016. Analiza critică a literaturii cu privire la conectivitatea ecologică, Proiect: Coridoare Ecologice pentru habitate şi specii în România (COREHABS).
3. Apps, Clayton & Mclellan, Bruce & F. Proctor, Michael & Stenhouse, Gordon & Servheen, Christopher., 2016. Predicting spatial variation in grizzly bear abundance to inform conservation. The Journal of Wildlife Management. n/a-n/a. 10.1002/jwmg.1037.
4. Ahern, Jack.,1995. Greenways as a Planning Strategy. Landscape and Urban Planning - LANDSCAPE URBAN PLAN. 33. 131-155. 10.1016/0169-2046(95)02039-V.
5. Armitage, Derek & Plummer, Ryan & Berkes, Fikret & Arthur, Robert & Charles, Anthony & Davidson-Hunt, Iain & Diduck, Alan & Doubleday, Nancy & Johnson, Derek & Marschke, Melissa & McConney, Patrick & Pinkerton, Evelyn & Wollenberg, Eva., 2008. Adaptive co-management for social–ecological complexity. Frontiers in Ecology and the Environment. 7. 95-102.
6. Andren, H., 1999. Habitat fragmentation, the random sample hypothesis and criticai Thresolds. In: Oikos, 84:306-308.
7. Anderson, A.B., Jenkins, C.N., 2006. Applying Nature's Design.Corridors as a Strategy for Biodiversity Conservation. Columbia University Press, New York Chichester, West Sussex, 243 p.
8. Abrudan, I.V., 2006. Împăduriri. Editura Universității Transilvania din Braşov, ISBN 973-635-688-4, 200p.
9. Adriaensen, Frank & Chardon, J.P. & De Blust, Geert & Swinnen, Else & Villalba, S & Gulinck, Hubert & Matthysen, Erik., 2003. The Application of 'Least-Cost' Modelling as a Functional Landscape Model. Landscape and Urban Planning. 64. 233-247. 10.1016/S0169-2046(02)00242-6.
10. Almpanidou, Vasiliki & Mazaris, Antonios & Mertzanis, Yorgos & Avraam, Ioannis & Antoniou, Ioannis & Pantis, John & Sgardelis, Stefanos., 2014. Providing insights on habitat connectivity for male brown bears: A combination of habitat suitability and landscape graph-based models. Ecological Modelling. 286. 37-44. 10.1016/j.ecolmodel.2014.04.024.
11. Bennett, A. F., 2003. Linkages in the landscape: the role of linkages and connectivity in wildlife conservation. IUCN, Gland, 253 p.
12. Beier, P.,1993. A checklist for evaluating impacts to wildlife movement corridors. Wildlife Society Bulletin 20:434-440.Determining minimum habitat areas and habitat corridors for cougars.Conservation Biology 7:94-108.
13. Bradshaw, A.D.,1987. In: Restoration Ecology: A Synthetic Approach to Ecological.
14. Bank, F. G.; C. L. Irwin; G. L. Evink; M. E. Gray; S. Hagood; J. R. Kinar; A. Levy; D. Paulson; B. Ruediger; R. M. Sauvajot; D. J. Scott; P. White, 2002. Wildlife habitat connectivity across European highways (Report). U. S. Department of Transportation: Federal Highway Administration. pp. 1–45.

15. Bissonctte. J. A. and P. Cramer., 2008. Evaluation of the use and effectiveness of wildlife crossings. NCHRP Report no. 615. National Cooperative Research Program. Transportation Research Board of the National Academics. Washington. DC.. 161 pp.
16. Bissonette, J. A. and W. A. Adair., 2008. Restoring habitat permeability to roaded landscapes with Isomctrically-scaled wildlife crossings. Biological Conservation 141:482-488. Bowman. J., J. A. G. Jaeger and L. Fahrig. 2002. Dispersal distance of mammals is proportional to home range size. Ecology 83:2049-2055.
17. Brudin. C. 0., 2003. Wildlife use of existing culverts and bridges in north central Pennsylvania. In C. L. Irwin. P. Garrett and K. P. McDermott, editors. Proceedings of the International Conference on Ecology and Transportation. Center for Transportation and the Fjivironmcnt. North Carolina State University. Raleigh. NC. pp. 344-352.
18. Beier, P., 1995. Dispersal of juvenile cougars in fragmented habitat. Journal of WildlifeManagement 59:228-237.
19. Bunn, Andrew & Urban, Dean & Keitt, Timothy., 2000. Landscape Connectivity: A Conservation Application of Graph Theory. Journal of Environmental Management. 59. 265-278. 10.1006/jema.2000.0373.
20. Candrea-Grigoraș, A., 2014. Impactul și efectele infrastructurii asupra ursului brun. Modalități de determinare a permeabilității habitatelor în cazul prezenței infrastructurii majore (The impact and effects of infrastructure on the brown bear (Ursus arctos). Methods for determining the habitat permeability when major infrastructure is present). Revista de Silvicultură și Cinegetică, 19 (35), 158-160.
21. Candrea-Grigoraș, A., 2015. Stabilirea condițiilor tehnice de amplasare a ecoductelor la intersecția infrastructurii majore cu coridoarele ecologice (Determining the technical conditions for placing the ecoducts at the junction between the ecological corridors and the major infrastructure). Revista de Silvicultură și Cinegetică, 20 (36), 130-132.
22. Candrea-Grigoraș, A., 2016. Importanța coridoarelor ecologice în proiectarea ecoductelor (Importance of ecological corridors in designing ecoducts). Revista de Silvicultură și Cinegetică, 21 (39), 110-113.
23. Caro, T.M. & Doherty, Gillian & O'Doherty, Gillian., 1999. On the Use of Surrogate Species in Conservation Biology. Conservation Biology. 13. 805 - 814. 10.1046/j.1523-1739.1999.98338.x.
24. Cotovelea Ancuța, 2014. Evaluarea structurii genetice a ursului brun (Ursus arctos L.) din Carpații României prin analize de markeri moleculari – Teză de Doctorat.
25. Chilson, P., 2003. "Cutting Edge: Right of way". Audubon. Archived from the original on 2012-07-22. Retrieved 19 July 2012.
26. Clevenger, T., 2007. „Highways through habitats: The Banff Wildlife Crossings Project". Transportation Research News 249: 14–17.
27. Clevenger. A. P. and A. T. Ford., 2010. Wildlife crossing structures. fencing, and other highway design considerations. In J. P. Beckmann ct al.. editors. Safe Passages: Highways. Wildlife, and Habitat Connectivity. Island Press. New York, pp. 17-49.

28. Clevenger. A. P. and M. P. Huijscr., 2011. Wildlife crossings structure handbook: Design and evaluation in North America. U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. Publication no. FHWA-CFL/ TD-11 -003. Lakewood CO. 211 pp.
29. Clevenger. A. P., 2012. 15 years of BaufT research: What we've learned and why it's important to transportation managers beyond the park boundary. In Sustainability in Motion. Proceedings of the 2011 International Conference on Ecology and Transportation. Seattle. WA. pp. 409-423.
30. Cotta Vasile, Bodea Mihai, Micu Ion, 2008. Vânatul și vânătoarea în Romania, 788p.
31. COMSIA V. M., 1961. Biologia și principiile culturii vânatului, Editura Academiei, 587p.
32. Castillo Vardaro, Jessica & Epps, Clinton & R Davis, Anne & Cushman, Samuel., 2014. Landscape effects on gene flow for a climate-sensitive montane species, the American pika. Molecular ecology. 23. 10.1111/mec.12650.
33. Cazacu C., Adamescu M., Popa M., Niță M., Candrea B., Ionescu V., **Candrea A**., Bouros G., 2016. Elaborarea Bazei de Date GIS (GEODATABASE). Proiect: Coridoare Ecologice pentru habitate şi specii în România (COREHABS).
34. Ciubuc F., Adamescu M., Pop M., Pașca C., Isaia G., Risnoveanu G., Ionescu D., Cristea I., Ionescu G., Cotovelea A., 2016 . Selectarea speciilor umbrelă pentru fiecare grup de habitate și fiecare ecoregiune. Proiect: Coridoare Ecologice pentru habitate şi specii în România (COREHABS).
35. De Groot, R.,1992. Functions of Nature: Evaluation of Nature in Environmental Planning, Management and Decision Making. Thesis, Wolters and Noordhoff, Groningen.
36. Daily,G.C., 1997. Nature's Services; Societal dependence on natural ecosystems. Island Press.
37. Donaldson, B. M., 2005 .The Use of Highway Underpasses by Large Mammals in Virginia and Factors Influencing their Effectiveness.
38. Fedorca Ancuța, Mihai Daniel Niță, Ramon Jurj, Claudiu Pasca, Mihai Pop, Mihai Fedorca, Mihai Pop, Radu Moț., 2016 .Metodologii de stabilire a coridoarelor ecologice pentru specii, Proiect COREHABS - Coridoare ecologice pentru habitate şi specii în România.
39. Fedorca Ancuța, Fedorca Mihai, Elena Ciocîrlan, Pop Mihai, Niță Mihai, Hălălișan Florin, Salcă Cristina, Adamescu Mihai, 2017. Metodologii pentru identificarea coridoarelor.
40. Ferretti, V., Pomarico, S., 2013. An integrated approach for studying the land suitability for ecological corridors through spațial multicriteria evaluations. In: Environ Dev Sustain, No. 15, p.859-885, DOI: 10.1007/sl0668-012-9400-6 .
41. Forman, R.T.T, 1995. Land mosaics; The ecology of landscapes and regions. Cambridge University Press, Cambridge.
42. Farina, A., 2000. Landscape Ecology in Action. Kluwer Acad. Publ. Dordrecht/Boston/London.
43. Forconi, P., V. Di Martino, P. Forlini, 2009 – Mammiferi. Come studiarli con le fototrappole. Camerino, Italy, 147 pp.
44. FLORESCU, GH., ABRUDAN, I.V., 2003: împăduriri. Semințe. Pepiniere. Ed. Universității Transilvania din Braşov.
45. Fernández, Néstor & Selva, Nuria & Yuste, Carmen & Okarma, H & Jakubiec, Zbigniew., 2012. Brown bears at the edge: Modeling habitat constrains at the periphery of the Carpathian population. Biological Conservation. 153. 134-142. 10.1016/j.biocon.2012.04.013.
46. Fielding, A.H.; Bell, J.F., 1997. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. Environ. Conserv., 24, 38-49.

47. Gambino, R., 2004. Conservazione e pianificazione dei sistemi di area vasta. In: Proceedings of the National Conference W.W.F. ITALIA ONLUS, Ecoregioni e reti ecologiche. Rome, 27-28 May 2004, 34.
48. Hilty A., Jodi & Lidicker, William & M. Merenlender, Adina., 2006. Corridor Ecology: The Science and Practice of Linking Landscapes for Biodiversity Conservation.
49. Henle, K., Lindenmayer, D.B., Margules, C.R., Saunders, D.A., Wiessel, C., 2004. Species survival in fragmented landscapes: where are we now? Biodiversity and Conservation.
50. Harrison, S., 1994. Metapopulations and Conservation, In: Large-Scale Ecology and Conservation Biology. ed. PJ. Edwards, R.M.May and N.R.Webb, p.111-128, Blackwell, London.
51. Hălălişan Florin, Dr. Mihai Adamescu, Drd. Mihai Pop, Florina Ciubuc, Dr. Constantin Cazacu, Dr. Roxana Cazacu, Dr. Nita Mihai Dan, Ioana Negrea, 2015. Definirea inițiala a criteriilor și a seturilor de date necesare pentru identificarea coridoarelor ecologice, Proiect COREHABS - Coridoare ecologice pentru habitate şi specii în România.
52. Holling, C.S., 1992. Cross-Scale Morphology, Geometry, and Dynamics of Ecosystems. Ecological Monographs. 62. 447-502. 10.2307/2937313.
53. Hager, H. A., 1997. Conservation of Species Richness: Are all Umbrella Species of Similar Quality? University of Guelph, Ontario, Canada.
54. Ilkka Hanski and Oscar Gaggiotti, 2004. Preface, In Ecology, Genetics and Evolution of Metapopulations, Academic Press, Burlington, , Pages xiii-xiv, ISBN 9780123234483, https://doi.org/10.1016/B978-012323448-3/50001-5.
55. Iuell, B., Bekker, G.J., Cuperus, R., Dufek, J., Fry, G., Hicks, C., Hlavá ̌c, V., Keller, V., B., Rosell, C., Sangwine, T., Torslov, N., Wandall, B. le Maire, (Eds.) 2003. Wildlife and Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions (COST 341).
56. Ionescu O. 2002,.Bear status and management in Carpathians, Studiu ICAS.
57. Ionescu O. 2016. Teză de Abilitare ,, Managementul carnivorelor mari în românia,, UNITBV.
58. IONESCU O., IONESCU G., 2014. Analiza ecologică a influenței factorilor biotici şi abiotici in conectivitatea ecosistemelor folosite de urs. Proiectul : Monitorizarea stării de conservare a populației de urs din Carpații de Curbură și Carpații Occidentali .
59. Jorgensen, S.E. and Mueller F (ed.), 2000. Handbook of Ecosystem Theories and Management. Lewis Publ., Orlando, Florida.
60. Jongman, R.H.G.,Kiilvik, M., Kristiansen, Ib., 2004. European ecological networks and greenways. In: Landscape and Urban Planning 68305-319.
61. Jongman, R., and G. Pungetti. 2004. Ecological Networks and Greenways - Concept, Design, Implementation. Cambridge University Press, New York.
62. Kozakicwicz, Vi., and J Szacki., 1995. Movements of small mammals in a landscape: patch restriction or nomadism? Pages 78 94 in W.Z Lidickcr, Jr., editor. Landscape approaches in mammalian ecology and conservation. University of Minnesota Press, Minneapolis, Minnesota.
63. Kubes" J., 1996. Biocentres and corridors in a cultural landscape: A criticai assessment ofthe territorial system of ecological stability. Landscape and Urban Planning 35:231-240.
64. Londo, G., 1997. Natuurontwikkeling, Bos- en Natuurbeheer in Nederland. deel 6, Backhuys Publishers, Leiden

65. Lambeck, R. J., 1997. Focal species: A multi-species umbrella for nature conservation. Conservation Biology 1 1:849-856.
66. Linnel, J., E. Swenson, A. Landa, T. Kvam, 1998 – Methods for monitoring European large carnivores. A worlwide review of relevant experience. NINA Oppdrasmelding 549: 1-38.
67. Linnell, J.D.C., Swenson, J.E. & Andersen, R. (2001) Predators and people: conservation of large carnivores is possible at high human densities if management policy is favourable. Animal Conservation, 4, 345-349.
68. MAPDR, MMGA, 2006. Management and action plan for the bear population in Romania.
69. Merriam, G., and A. Lanoue., 1990. Corridor use by small mammals: field measurement for three experimental types of Peromyscus leucopus. Landscape Ecology 4:123-131.
70. MacNally. R. and Bennett, A.F., 1997. Species-specific predictions of the impact of habitat fragmentation: local extinction of birds in the Box-Ironbark forests of central Victoria, Australia. Biological Conservation 82: 147-55.4.
71. Mateo-Sánchez, M.C., Balkenhol, N., Cushman, S., Pérez, T., Domínguez, A. & Saura, S. (2015) A comparative framework to infer landscape effects on population genetic structure: are habitat suitability models effective in explaining gene flow? Landscape Ecology, 30, 1405-1420.
72. Mitsch, W.J., 1991. Ecological Engineering: approaches to sustainability and biodiversity in the US and China. In: R.Constanze (ed.), Ecological Economics. The Science and Management of Sustainability, Columbia University Press, N.Y, 428-448.
73. Mills L.S., Soule M.E., Doak D.F., 1993. The Keystone-Specis Concept in Ecology and Conservation. BioScience 43(4): 319-224.
74. Minor, Emily & Urban, Dean., 2008. A Graph-Theory Framework for Evaluating Landscape Connectivity and Conservation Planning. Conservation biology : the journal of the Society for Conservation Biology. 22. 297-307. 10.1111/j.1523-1739.2007.00871.x.
75. McRae, Brad & Shah, Viral & Edelman, Alan., 2016. Circuitscape: modeling landscape connectivity to promote conservation and human health. 10.13140/RG.2.1.4265.1126.
76. McRae, Brad & Singleton, Peter & L. Cosentino, Brian & Kavanagh, Darren., 2011. Washington Connected Landscapes Project: Synthesis of Statewide Results and New GIS Tools for Regional Connectivity Assessments. 10.1898/1051-1733-92.2.136.
77. Martin, Jodie & Revilla, Eloy & Quenette, Pierre-Yves & Naves, Javier & Allainé, Dominique & Swenson, Jon., 2012. Brown bear habitat suitability in the Pyrenees: Transferability across sites and linking scales to make the most of scarce data. Journal of Applied Ecology. 49. 621-631. 10.2307/23259059.
78. Micu Ion, 1998. Ursul brun, Editura Ceres, București.
79. Micu Ion, 2005. Etologia faunei cinegetice, Editura Ceres, București.
80. Micu Ion, Gărgărea Petre, Popescu Vladimir, 2010. Eco-etologia ursului brun din România, Editura Ceres, București.
81. Noss RF, 1993. Wildlife corridors. Ecology of greenways: design and function of linear conservation areas. In H. P. Smith DS, ed. University of Minnesota Press, Minneapolis, MN. pp.
82. Ndubisi, Forster & DeMeo, Terry & D. Ditto, Niels., 1995. Environmentally sensitive areas: a template for developing greenway corridors. Landscape and Urban Planning. 33. 159-177. 10.1016/0169-2046(94)02016-9.

83. Noss, Reed., 1987. Protecting Natural Areas in Fragmented Landscapes. Natural Areas Journal.7.1 2-13 .
84. Noss, Reed., 2004. Conservation targets and information needs for regional conservation planning. Natural Areas Journal. 24. 223-231.
85. Noss, R. F., Daly, K. M., 2006. Incorporating connectivity into broad-scale conservation planning. Pages 587-619 in M. Sanjayan, editor. Connectivity conservation. Cambridge University Press, Cambridge.
86. Noss, R.F., 1991. Landscape connectivity: Different functions at different scales: In Landscape Linkages and Biodiversity. ed. W.E. Hudson, 27-39, Island Press.
87. Nielsen Eric, Scott & Stenhouse, Gordon & Boyce, Mark., 2006. A habitat-based framework for grizzly bear conservation in Alberta. Biological Conservation. 130. 217-229. 10.1016/j.biocon.2005.12.016.
88. Niță Mihai Daniel, 2017. Metodologii pentru identificarea coridoarelor ecologice la nivel regional și local, Proiect: Coridoare Ecologice pentru habitate şi specii în România (COREHABS).
89. Niță Mihai Daniel, Adamescu Mihai, Cazacu Constantin, Mihai Pop, Florin Hălălișan, **Candrea Aurelian**, 2016. Identificarea, selectarea și compilarea datelor relevante existente. Proiect: Coridoare Ecologice pentru habitate şi specii în România (COREHABS).
90. Olds, A.D. et al., 2012. Synergistic effects of reserves and connectivity on ecological resilience. Journal of Applied Ecology, 49(6), pp.l 195-1203.
91. Odum, E.P, 1963. Ecology. Modern Biology Series, Holt, Rinehart and Winston, N.Y.
92. Odum, E.P, 1971. Fundamentals of ecology. Saunders Company, USA (3e edition).
93. Odum, H.T., 1983. Systems Ecology. Wiley, N.Y.
94. Opdam, P, 1991. Metapopulation theory and habitat fragmentation; a review of holarctic breeding birds studies. Landscape Ecology, 4, 93-106.
95. Perault, D. R. and Lomolino, M. V., 2000. Corridors and mammal community structure across a fragmented, old-growth forest landscape. Ecological Monographs.
96. Poague KL, Johnson RJ, Young LJ, 2000. Bird use of rural and urban converted railroad rights-of-way in southeast Nebraska. Wildlife Soc B 2000:852-864.
97. Pârvu C., 2005. Dicționar enciclopedic de mediu (DEM). Vol. 1, A-K. București. Regia Autonomă Monitorul Oficial.
98. Pop, I.M., Sallay, A., Bereczky, L., Chiriac, S., 2012. Land use and Behavioral Patterns of Brown Bears in the South-Eastern Romanian Carpathian Mountains: A Case Study of Relocated and Rehabilitated Individuals. Procedia Environ. Sci. 14, 111-122.
99. Pop, I.M., Sallay, A., Bereczky, L., Chiriac, S., 2012. Land use and Behavioral Patterns of Brown Bears in the South-Eastern Romanian Carpathian Mountains: A Case Study of Relocated and Rehabilitated Individuals. Procedia Environ. Sci. 14, 111-122.
100. Phillips, S. J., Anderson, R. P., Schapire, R. E., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological modelling,190(3), 231-259.
101. Quinn, J. F., & Harrison, S. P., 1988. Effects of habitat fragmentation and isolation on species richness: evidence from biogeographic patterns. Oecologia, 75(1), 132-140.
102. Rosenberg, D. K., B. R. Noon, and E. C. Meslow. 1997. Biological corridors: Form,function, and efficacy. Bioscience 47:677-687.Conservation Biology 7:94-108.

103. Roberge JM, Angelstam P., 2004. Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. Conserv Biol 18:76-85.
104. Seiler, A. & Folkeson, L., 2006. Habitat fragmentation due to transportation infrastructure: COST 341 național state-of-the-art report Sweden. VTI rapport, 530 A, p.164.
105. Szacki, Jakub & Babińska-Werka, Joanna & Liro, Anna., 1993. The influence of landscape spatial structure on small mammal movements. Acta Theriologica. 38. 113-123. 10.4098/AT.arch.93-10.
106. Saunders, D.A. and R.J. Hobbs, eds., 1991. Nature Conservation 2: The Role of corridors. Surrey Beatty, Chipping Norton, Australia.
107. Saunders, D.A. and R.J. Hobbs, eds., 1991. Nature Conservation 2: The Role of corridors. Surrey Beatty, Chipping Norton, Australia.
108. Smith, D. J., van der Ree, D., & Rosell, C., 2015. Wildlife crossing structures: An effective strategy to restore or maintain wildlife connectivity across roads. Handbook of road ecology, 172-183.
109. Sanderson E.W., K.H. Redford, A. Vedder. P.C. Coppolillo, S. E. Ward, 2002. A conceptual model for conservation planning based on landscape species requirements. Landscape and Urban Planning 58: 41-56.
110. Szabó, S., Both, J., Pop, M., Chiriac, S., 2013. Ghid practic pentru prevenirea degradării și fragmentării habitatului ursului brun și asigurarea conectivității siturilor Natura 2000 în România 64.
111. Spear, Stephen & Storfer, Andrew., 2008. Landscape genetic structure of coastal tailed frogs (Ascaphus truei) in protected vs. managed forests. Molecular ecology. 17. 4642-56. 10.1111/j.1365-294X.2008.03952.x.
112. Tjallingii, S., 1996. Ecological Conditions. Thesis, IBN (Alterra) - Scientific Contribution nr. 2, Wageningen.
113. Uniunea Europeană, 2010. Asigurarea creşterii inteligente, durabile şi incluzive. Revista PANORAMA INFOREGIO, nr.36.
114. Van Bohemen, H.D., 2003. Ecological engineering and road infrastructure; Lecture notes MSc course CT4100. Faculty of Civil Engineering and Geosciences, TUD.
115. Wegner, J., and G. Merriam., 1990. Use of spatial elements in a farmland mosaic by a woodland rodent. Biological Conservation 54:263-276.
116. Walker, Richard & Craighead, Frank., 1997. Analyzing Wildlife Movement Corridors in Montana Using GIS.
117. Walker, B. et al., 2004. Resilience , Adaptability and Transformability in Social - ecological Systems. Ecology and Society, 9(2).
118. Wilson O. Edward and William H. Bossert. (1971). A primer of population biology. Sinauer Associates. 192p.
119. Yin, R.K., 1994. Case-study Research, Design and Methods. London, Sage Publications (2nd edition).
120. Zhao-hua Lu, Ling Ma, Qing-xi Gou, 2001. Concepts of keystone species and species importance in ecology. Journal of Forestry Research 12(4): 250-252.
121. Directiva Habitate (92/43/CEE)

122. Legea vânătorii și a protecției fondului cinegetic 407/2006 (versiune actualizată la data de 24/07/2015)
123. STAS 3221-86 – 1986. Poduri de șosea. Convoaie tip și clase de încărcare, Consiliul Național pentru Știință și Tehnologie și Institutul Român de Standardizare
124. STAS 2924-91 – 1991. Poduri pe sosea. Gabarite.
125. ORDIN nr. 45 din 27 ianuarie 1998 pentru aprobarea Normelor tehnice privind proiectarea, construirea și modernizarea drumurilor, emitent MINISTERUL TRANSPORTURILOR, Publicat în MONITORUL OFICIAL nr. 138 bis din 6 aprilie 1998.
126. Normativului privind proiectarea autostrăzilor extraurbane – Compania națională de drumuri și autostrăzi din România – Ind. PD 162 – 2002, REDACTAREA 2
127. Normativ privind proiectarea liniilor și stațiilor de cale ferată pentru viteze până la 200 km/h", indicativ NP 109-04 din 15.02.2005.
128. TC X/2011 - Technical conditions - Migration structures for wildlife, Ministry of Transport, Construction and Regional Development of the Slovak Republic Department of Road Transport, Land Routes and Investment Projects -IND- 2011 0481 SK 20111006- PROJECT
129. www.gbif.org - Global Biodiversity Information Facility , Free and open access to biodiversity data
130. www.corehabs.ro - Coridoare Ecologice pentru habitate şi specii în România
131. www.ecncgroup.eu - European Expertise Centre for Biodiversity and Sustainability
132. http://forest.jrc.ec.europa.eu/download/software/guidos/mspa/ - Analiza MSPA
133. www.conefor.org - Quantifying the importance of habitat patches and links for landscape connectivity
134. www.geoportal.ancpi.ro - TOPRO5
135. https://www.wikimedia.org/ - https://commons.wikimedia.org
136. https://www.wikipedia.org/
137. https://images.google.com/

ANEXE

Anexa 2. Rezumat

Rezumatul lucrării: Dezvoltarea infrastructurii poate genera multe efecte pozitive asupra economiei și dezvoltării unei țări ca România, dar trebuie analizate și efectele negative pe care le implică asupra habitatelor și populațiilor din fauna sălbatică. Necesitatea folosirii construcțiilor de tip ecoduct în condițiile dezvoltării infrastructurii rutiere din culoarul Brașov – Comarnic, prezintă o importanță deosebită, atât din punct de vedere economic cât și cinegetic. Ursul (Ursus arctos) se află în vârful piramidei trofice, întrunind criteriile de selecție ale speciei umbrelă pentru acest studiu. Cel mai mare risc îl reprezintă fragmentarea habitatelor și consangvinizarea populațiilor, efecte ce apar odată cu întrerupere coridoarele ecologice, cu influențe puternice asupra întregii populații de urs brun de pe teritoriul României. Din datele anterioare, culoarul Brașov - Comarnic este zona cu cel mai mare flux genetic, dar cu tendință mare de fragmentare datorată traficul intens de pe DN1, în special în weekend și noaptea, atunci când este permisă circulația de tonaj greu. Stabilirea soluțiilor constructive fezabile pentru realizarea ecoductelor în contextul dezvoltării infrastructurii rutiere, se realizează prin analiza cerințelor eco - etologice ale speciei umbrelă în raport cu impactul antropic și reprezintă un factor de importanță majoră în scopul diminuării efectului negativ generat de construcția unei autostrăzi, asupra mobilității populației de urs din culoarul Brașov – Comarnic.

Cuvinte cheie: habitat, fragmentarea habitatelor, faună sălbatică, specie umbrelă, urs brun, infrastructură rutieră, coridor ecologic, ecoduct, impact antropic

Abstract: The infrastructure development can bring important benefits to the economy and the general progress of a developing country like Romania, but an analysis of the downsides it entails on the quality of habitats and wildlife populations is imperative. The requirement to use ecoduct-type constructions, in the context of transport infrastructure development in the Brasov- Comarnic corridor is of upmost importance, both from the economic and biodiversity conservation perspective. The brown bear is situated on the top of the trophic pyramid, being the most suitable for the present study as an umbrella species. The highest risk is represented by the Brown bear habitat and population fragmentation from the ecological corridors, with powerful influence on the entire population of Brown bear from Romania. From previous data, the Brașov - Comarnic corridor is the area with the highest gene flow, but with a fragmentation tendency that is due to the intense traffic on National Road 1 (DN1), especially during weekend time and by night when the heavy duty traffic is allowed. Its deterioration leads to the consanguinity of populations and a poor conservation state. The establishment of suitable and feasible solutions for the construction of ecoducts is of vital importance, with a view to mitigate the negative effect of the planned highway on the population mobility. This can be achieved by analyzing the ecological and ethological aspects regarding the Brown Bear (Ursus arctos), the human negative impact and concluded by proposing constructive solutions for the adequate communication channels, in the Brașov - Comarnic corridor.

Keywords: habitat, habitat fragmentation, wildlife, umbrella species, brown bear, road infrastructure, ecological corridor, ecoduct, anthropogenic impact

Anexa 3. Curriculum Vitae

CURRICULUM VITAE RO

Date personale:

Nume și prenume: Aurelian CANDREA-GRIGORAȘ

Educație și formare profesională:

2013 - 2018 - Doctorand - Universitatea *Transilvania* din Brașov/ Facultatea de Silvicultură și Exploatări Forestiere

20011 - 2013 - Diplomă de master – Management și Sisteme Tehnice în Exploatări Forestiere - Universitatea *Transilvania* din Brașov/ Facultatea de Silvicultură și Exploatări Forestiere

2007 - 2011 - Diplomă de inginer - Universitatea *Transilvania* din Brașov/ Facultatea de Silvicultură și Exploatări Forestiere

2003 - 2007 - Diplomă de bacalaureat – Grup Școlar Silvic C-lung. Moldovenesc, jud. Suceava – România.

Limbi străine: Engleză (Nivel B2)

Experiență profesională:

2013 – 2017 – Inginer Fundația Carpați Brașov

- Specialist Informatică / administrare website
- Expert Baze Date / GIS
- Inginer de teren

2007 – prezent - Facultatea de Silvicultură și Exploatări Forestiere din Brașov

- Voluntar - ACTIVITATE IT- Rețele de calculatoare și mentenanță servere

Publicații:

A. Lucrări publicate în reviste indexate BDI/B+: 3 (prim autor)

B. Lucrări prezentate la conferințe și simpozioane internaționale: 2

CURRICULUM VITAE ENG

Personal data:

Name and surname: Aurelian CANDREA-GRIGORAȘ

Education:

2013 - 2018 - Doctoral studies - Transylvania University of Brasov/ Faculty of Silviculture and Forest Engineering

2011 - 2013 – Master diploma in Management and Technical Systems in Forest Exploitation - Transylvania University of Brasov/ Faculty of Silviculture and Forest Engineering

2007 - 2011 - Engineer in Forestry Diploma - Transylvania University of Brasov/ Faculty of Silviculture and Forest Engineering

2003 - 2007 – Graduated Grup Școlar Silvic C-lung. Moldovenesc, jud. Suceava – România.

Foreign languages: English (B2)

Professional experience:

2013 - 2017 - Engineer Carpathian Wildlife Foundation Brașov

- IT specialist / website administration
- Database / GIS Expert
- Field Engineer

2007 - present - Faculty of Forestry Braşov

- Voluntary - IT ACTIVITY- Computer networks and maintenance servers

Publications:

A. Papers published in indexed BDI/B+ journals: 3 (first author)

B. Papers presented at international conferences and symposiums: 2