



Universitatea
Transilvania
din Braşov

TEZĂ DE ABILITARE

Titlu: Utilizarea tehnicilor geomatice în gestionarea durabilă a pădurilor

Domeniul: SILVICULTURĂ

Autor: Conf. Dr. Ing. Cornel Cristian TEREŞNEU
Universitatea: TRANSILVANIA DIN BRAŞOV

BRAŞOV, 2024

CUPRINS

(A) Summary	2
(B) Realizări științifice și profesionale și planuri de evoluție și dezvoltare a carierei....	5
(B-i) Realizări științifice și profesionale	5
1. Introducere	5
2. Utilizarea instrumentelor GIS pentru gestionarea durabilă a pădurilor.....	8
3. Analiza influenței factorilor orografici și de vegetație asupra preciziei de determinare a coordonatelor punctelor în sectorul forestier (studiul de caz Bran-Moieciu).....	26
4. Analiza preciziei de determinare a coordonatelor punctelor în sectorul forestier (studiul de caz Zărnești).....	51
5. Utilizarea Sistemelor de Informații Geografice în lucrările de retrocedare către foștii proprietari a suprafețelor de pădure.....	61
6. Unele aspecte privind utilizarea programelor AutoCAD și HEC-RAS în vederea întocmirii hărților de risc natural la inundații în zone de interes forestier.....	71
(B-ii) Planuri de evoluție și dezvoltare a carierei	82
(B-iii) Bibliografie	91

(A) Summary

The habilitation thesis summarizes the main personal achievements in the field of forest geomatics. As is well known, the last period has witnessed a great progress in this field. While in the past the first GIS projects were based on old plans (from the 1960s and 1970s) which were georeferenced and then digitized/vectorized, today a very wide range of materials and means can be used for such determinations such as GNSS equipment, drones, Lidar technique etc.

The main aim of this habilitation thesis was to highlight the potential that geographic information systems hold and can be used with preference in the field of forest management. The first chapter proposed a method for GIS analysis of cuttings on forest watersheds, taking into account the current realities when there may be several owners in the same watershed and some harvesting staggering rules may be (unintentionally) violated.

Chapter 2 presents the results of the analyses carried out on a large sample of points whose coordinates were determined using GNSS equipment. Equipment was used that has proven to give good to very good results in terms of accuracy (*Trimble Pro XH* and *Pro XT*), but also a method that is suitable in all respects (accuracy, ease of use, speed - *Stop&go* method). The points were grouped by the following criteria: location (forest, forest edge, forest road, upper tree line forests and alpine pasture), forest formation (spruce, beech and mixed tree stands), orography (valley, slope, ridge), aspect (S-N, E-V), forest density (canopy) (<0.7, 0.7-0.8, 0.9-1.0) and age (21-40years, 41-60 years, 61-80 years, 81-100 years, >100 years). The data was processed using the Statistica 8.0 software. The obtained precisions were analysed for each category in part, but also in combinations of 2, 3 and 4 factors. Very good result were registered, as expected, in alpine pastures, for which the median has a value of 0.1 m. Very good precision values were also recorded on forest roads (0.4 m). By analysing multiple factors at once the following aspects were found out: species does not influence horizontal precision if the measurements are made during the leaf-on season; orography has a significant influence on the horizontal precision, very good values being registered on ridges, good values on slopes and weak one in valleys; forest density does not significantly influence the precision of determining coordinates; age has an influence on the studied parameter only in combination with other factors. The most favourable conditions are spruce tree stands located on ridges or slopes, older than 60 years and with an aspect favourable to the satellites` orbits (E-V), regardless of forest density.

In the third chapter, a statistical analysis of the accuracy of determining the planimetric coordinates determined with GPS equipment in the forest was carried out, using a different location to see if the previous conclusions are verified. A forest area of over 9500 ha was surveyed, located in the area of the Barsa River, close to the Zarnesti town. More than 14000 point coordinates were determined. The measurements were carried out with two GPS receivers: Trimble Pro XH and Pro XT, using the *Stop&Go* method with post-processing. Data regarding the field collected coordinates were grouped according to: composition, age and consistency of tree stands, terrain shape, aspect. This stratified data was processed using the Statistica software. Coordinate precision was analysed by taking into consideration each criteria individually, as well as in combinations of 2 factors (which resulted in 25 combinations), 3 factors (145 combinations), 4 factors (142 combinations) and 5 factors (103 combinations). Looking at the arithmetic means, the best situation is for spruce stand with an age of 101-120 years and the worst situation is for the spruce stands located on northern slopes. Regarding orography, the fact that the lowest precision is found in valleys was highlighted. Stand age also has a significant influence in the analysis of the precision factor, with the young and dense tree stands having the lowest precision. Regarding aspect, research shows that the most favourable situation is for the NE-SV aspect, while the least favourable is for the NS aspect.

Chapter 4 highlights the beneficial aspects of the use of geographical information systems in the thorny issue of forest retrocession. This area covers a few hundred hectares, and parcels plans need to be developed for it, which are then sent in to OCPI Brasov for approval (this being the only manner by which these parcels can be recorded in cadastral records). The opportunities which GIS offers in terms of incorporating field data into forestry projects, for carrying out comparisons or validation of forestry parcel plans and for flagging issues have been highlighted. A number of critical issues were identified and an attempt was made at solving them using VBA code sequences in the ArcGIS software package.

Chapter 5 presents some of the issues that look at a modern possibility for managing torrential watersheds as a viable and much more efficient alternative to the traditional way of working. The paper presents the opportunities that the AutoCAD program offers to the user to determine the elements underlying the calculation of the maximum liquid flood flow. In particular, the substantial advantages of determining basin area and runoff concentration time in this way are highlighted. Thus, the catchment area was determined by using the Calculate Watershed... function, which, in addition to

automatically determining and displaying the area value, also performs a removal of bordering areas that do not actually feed the catchment in question. As for the time of concentration of the runoff, it was determined in two variants: the first - based on the classical approach, but using the facilities offered by AutoCAD in the various determinations; the second - representing a specific approach of AutoCAD software through the Hydrology module. The work also used the HEC-RAS program which, by means of the calculated value for the maximum liquid flood flow (broken down or calculated on homogeneous sub-basins), manages to highlight the water level in each studied section and, based on it and the adopted design slope, to opt for a particular variant of the design of the torrential watershed.

(B) Realizări științifice și profesionale și planuri de evoluție și dezvoltare a carierei

(B-i) Realizări științifice și profesionale

Capitolul 1. Introducere

Gestionarea durabilă a pădurilor implică o administrare eficientă a ecosistemelor forestiere avându-se în vedere ca acestea să își exercite cu maximă eficiență funcțiile bioproductive și ecoprotective aferente (Leahu, 2001). Această administrare trebuie să aibă la bază o corectă determinare a limitelor forestiere pentru a avea suprafețe corecte și, implicit, volume determinate corect. Utilizând tehnologia GNSS pentru a determina limitele parcelelor și subparcelelor silvice este știut faptul că nu se poate obține o precizie similară intravilanului datorită faptului că intervin o serie de factori care împiedică acest fapt: nu există întotdeauna vizibilitate spre un număr suficient de sateliți (Wang et al., 2014), există o serie de inconveniente datorate efectelor ionosferei și troposferei (Păunescu et al, 2012), orografia terenului influențează extrem de mult această precizie (Tereșneu, 2011, Tereșneu et al., 2011, Tereșneu & Vasilescu, 2019), coronamentul arboretului împiedică o bună recepționare a semnalelor satelitare (Ordonez Galan et al, 2013, Weilin et al, 2000, Zhang et al, 2014), acest efect nefavorabil fiind resimțit și mai acut atunci când există și un strat de zăpadă (Janez et al, 2004), în cazul arboretelor de foioase sezonul de vegetație influențează, de asemenea, această precizie (Dogan et al., 2014, Sawaguchi et al, 2003), chiar și compoziția arboretelor influențează precizia (Ordonez Galan et al, 2011, Yosimura and Hasigawa, 2003) și, nu în ultimul rând, există diferențe nete privind precizia în cazul plantațiilor față de regenerările naturale (Tachiki et al, 2005).

Importanța unei determinări corecte a coordonatelor acestor limite este dictată de faptul că ea influențează în mod direct, așa cum am precizat mai sus și cum, de altfel, se cunoaște, corectitudinea calculării suprafețelor parcelelor și subparcelelor, a volumelor aferente arboretelor ce le populează și, implicit, a posibilității.

Un alt aspect important care a fost avut în vedere în cadrul prezentei teze de abilitare a fost acela al eșalonării corecte a tăierilor. În acest sens, s-a elaborat o metodă de control a tăierilor pe bazinete hidrografice (Tereșneu et al., 2016) folosind facilitățile oferite de sistemele de informații geografice, exemplificând pentru cazul de față două situații concrete care au putut fi evitate datorită acestui sistem.

În fine, un alt aspect studiat a fost acela al creării suportului necesar întocmirii hărților de risc la inundații. Aceasta presupune întocmirea documentației corespunzătoare ce cuprinde (în formă grafică) zonele inundabile la diverse probabilități

de producere a viiturilor cu specificarea pagubelor materiale și umane potențiale (***, 2003). S-a studiat această posibilitate pe un bazin hidrografic mic și s-au punctat avantajele pe care programele AutoCAD și Hec-Ras le oferă în acest sens

Prezenta teză de abilitare are la bază 5 articole indexate în reviste Web of Science, 5 articole indexate în volumele unor conferințe internaționale indexate în baze de date internaționale:

1. Tereșneu, C.C., Tereșneu, C.S., (2023). GIS facilities for the automation of cadastral documentations. In Scientific papers – series E – Land reclamation Earth observation & surveying environmental engineering. Vol. XII, pp. 371-376.
2. Tereșneu, C.C., (2022). The use of Geographical Information Systems for issues of forest land retrocessions. In Scientific papers – series E – Land reclamation Earth observation & surveying environmental engineering. Vol. XI, pp. 452-457.
3. Tereșneu, C.C., (2021). GIS analysis of area determination methods in forestry. In Scientific papers – series E – Land reclamation Earth observation & surveying environmental engineering. Vol. X, pp. 311-315.
4. Tereșneu, C.C., Vasilescu, M.M., (2019). Anaysis of the influence of orographical factors on the planimetric accuracy of points determined using GPS in forested areas. In Scientific papers – series E – Land reclamation Earth observation & surveying environmental engineering. Vol. 8, pp. 152-155.
5. Tereșneu, C.C., Clinciu, I., Vasilescu, M.M., Biali, G., (2016). Using the GIS Tools for a sustainable forest management. Environmental Engineering and Management Journal, Iași, Vol.15, No.2, p.461-472.
6. Tereșneu, C.C., Tereșneu, C.S., Vasilescu, M.M., (2023). The Use of Geographical Information Systems for Issues Regarding Land Receding of Forested Areas. In Forest and sustainable development. pp. 201-208.
7. Tereșneu, C.C., Vasilescu, M.M., (2019). The influence of orographic and tree stand factors on the precision of planimetric coordinates determined using GPS equipment in a forest environment. In Forest and sustainable development. pp. 177-184.
8. Tereșneu, C.C., Vasilescu, M.M., (2015). Testing the accuracy of the GPS locations as a pre-requisite of forest cadastre related bordering issues. În Lucrările sesiunii științifice naționale “Pădurea și dezvoltarea durabilă”, Editura Universității Transilvania din Brașov, (p.356-361).
9. Tereșneu, C.C., Vorovencii, I., Vasilescu, M.M., (2014). Statistical study on the accuracy of determining points coordinates in mountain forests from Bran-

Brasov, Romania. In 14th SGEM Geoconference on Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing, Conference Proceedings, Vol. 3, (pp. 893-900); ISBN 978-619-7105-12-4;

10. Tereșneu, C.C., Tamaș, Ș., Clinciu, I., (2009). Unele aspecte privind utilizarea programelor AutoCAD și HEC-RAS în vederea întocmirii hărților de risc natural la inundații în zone de interes forestier. În Revista Pădurilor nr. 1 (p.38-44), ISSN 1583-7890;

Capitolul 2. Utilizarea instrumentelor GIS pentru gestionarea durabilă a pădurilor

Introducere

Gestionarea durabilă a resurselor naturale este o problemă de mare actualitate, aceasta fiind privită nu doar prin prisma avantajelor de moment, ci mai ales a celor viitoare. Ecosistemele forestiere, parte foarte importantă a resurselor naturale, trebuie astfel conduse încât "generațiile viitoare să beneficieze de cel puțin tot atâtea avantaje ca generația actuală" (Hartig, 1785, în Leahu, 2001). Pentru realizarea acestui deziderat este necesară o eșalonare corespunzătoare a tăierilor de material lemnos. Până în anii '90 această problemă se rezolva oarecum simplu, în sensul că se realiza un calcul al posibilității la nivelul unei întregi unități de producție silvice (care se suprapunea, în zona de deal și de munte, peste câte un bazinet hidrografic). Pentru calculul posibilității se folosea metoda creșterii indicatoare și, pentru control, metoda claselor de vârstă (Leahu, 2001). Aceste metode stabileau care este creșterea pădurii respective într-un an de zile și, de asemenea, cum sunt repartizate suprafețele ocupate de arborete pe clase de vârstă (fiecare clasă de vârstă cuprinzând arboretele cu vârsta cuprinsă într-un interval de 20 de ani). După anii '90, odată cu apariția legilor proprietății, problemele s-au complicat în sensul că, în cuprinsul aceluiași bazinet hidrografic au apărut foarte mulți proprietari. Proiectele de amenajare a pădurilor care reglementau procesul de producție silvică au fost înlocuite cu așa numitele studii sumare de amenajare a pădurilor care se realizează pentru fiecare proprietar în parte. Acestea prezintă o serie de inconveniente. Dintre acestea vom enumera doar două. În cazul în care pentru un bazinet hidrografic există un excedent de arborete exploatabile (arborete a căror vârstă este mai mare, egală sau mai mică cu 10 ani decât vârsta exploatabilității) și acestea aparțin la proprietari diferiți, poate fi propusă spre tăiere în mod legal o cantitate foarte mare de material lemnos, situație ce ar conduce inevitabil la manifestarea unor procese de torențialitate în acea zonă. O altă situație nedorită se produce atunci când se propun exploatări de material lemnos prin tratamentul tăierilor rase. Există o restricție la astfel de tăieri și anume aceea de a nu se realiza pe suprafețe mai mari de 3 hectare. Dacă arboretele exploatabile se găsesc pe suprafețe întinse în cadrul unui bazinet hidrografic și aparțin la proprietari diferiți, pot apărea (tot în mod legal) propuneri pentru a aplica acest tratament pe suprafețe alăturate mult mai mari de 3 hectare. În condițiile gospodăririi unitare a pădurilor pe un întreg bazinet hidrografic o astfel de situație se rezolva prin adoptarea așa numitelor sacrificii de exploatabilitate prin intermediul cărora

anumite arborete erau exceptate de la tăieri chiar dacă aveau vârsta exploatabilității (Leahu, 2001).

Sistemele de informații geografice (GIS) sunt utilizate cu succes în toate situațiile care privesc gestionarea resurselor naturale. GIS poate fi util pentru evaluarea daunelor cauzate de eroziunea solului pe terenurile fără protecție forestieră (Biali et al., 2014). GIS permite factorilor de decizie să evalueze prioritățile relative ale conservării zonelor forestiere pe baza unui set de criterii și indicatori pentru zona respectivă (Phua și Minowa, 2005). Ducheyne et al. (2006) au demonstrat că prin legarea GIS-ului și a algoritmilor cu obiective multiple, este posibilă evaluarea spațială online a funcțiilor obiective. Software-ul GIS (ArcGIS) poate fi folosit pentru a gestiona riscul de deteriorare prin vânt în planificarea forestieră cu un model de creștere forestieră și un model mecanic de deteriorare prin vânt (Zeng et al., 2007). De asemenea, GIS este util în gestionarea incendiilor forestiere pentru a minimiza daunele cauzate de incendiile forestiere (Dimopoulou și Giannikos, 2001). Wang et al. (2004) au elaborat un sistem care combină puterea modelării de optimizare și a GIS-ului la nivel de bazin hidrografic. Un astfel de sistem oferă suport pentru luarea deciziilor și pentru realizarea unui viitor sustenabil din punct de vedere ecologic și economic.

Primele sisteme spațiale de suport pentru decizii pentru planificarea gestionării forestiere pe termen lung au fost dezvoltate prin încorporarea programării liniare într-un GIS (Church et al., 2000; Næsset, 1997; Varma et al., 2000). Recent, Zambelli et al. (2012) și Martire et al. (2015) au conturat utilizarea sistemelor de suport pentru decizii GIS pentru gestionarea forestieră regională pentru a evalua disponibilitatea biomasei pentru producția de energie regenerabilă. Tendințele recente în aplicațiile GIS sunt sistemele pentru a prezice degradarea ecosistemelor (Jahani et al., 2016) și sistemele silviculturale de tăiere rase și de protecție cu privire la constrângerile ambientale și economice (Marušák et al., 2015).

Astăzi nu ne putem gândi la planurile de gestionare a pădurilor fără ca acestea să fie proiectate anterior în GIS (Baskent și Keles, 2005). În timp, au fost dezvoltate și perfecționate câteva sisteme de optimizare spațială pentru recoltarea lemnului (Lukas et al., 2014; Sessions și Sessions, 1988, Wikstrom et al., 2011). Acest aspect al planificării tăierilor este important din punctul de vedere al peisajului (Korosuo et al., 2014). Problema este ușor abordabilă și poate fi rezolvată folosind scanarea laserului combinată, teledetecția și GIS-ul (Francioni et al., 2015; Mariappan et al., 2015), prin tehnici de teledetecție care iau în considerare diverse indici de vegetație (Petropoulos, 2015; Vorovencii, 2014a, 2014b, 2014c, 2014d), prin teledetecție combinată cu GIS

(Hegazy și Kaloop, 2015), prin programare matematică implementată în GIS (Vopenka et al., 2015).

Prin urmare, intenționăm să dezvoltăm o metodologie GIS prin care tăierile de lemn din bazinul hidrografic pot fi verificate riguros. Această provocare este necesară deoarece defrișările masive combinate cu manifestările haotice ale vremii în ultimii ani au condus la daune materiale grave și chiar la pierderi de vieți omenești (Clinciu et al., 2015).

Locul cercetărilor

Studiul a fost realizată în loc. Bran ($45^{\circ}51'38''N$ $25^{\circ}36'57''E$), Brașov, în fosta locație a unităților de producție numite I Valea Porții, II Valea Șimonului și III Valea Moieciului. cu o suprafață totală de 1335 ha.

Pădurea analizată aparține Unității de Bază Bran (o unitate administrativă care desemnează pădurile deținute de persoane private). Arboretele pure de molid (45%) și amestecurile de molid, brad și fag (35%) predomină, urmate de amestecuri de molid și brad (11%) și amestecuri de molid și fag (9%). Alte caracteristici ale pădurii sunt vârsta medie de exploatare - 100 de ani; volumul mediu - $295 \text{ m}^3/\text{ha}$, creșterea medie anuală - $7,4 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$, tăierile anuale medii - $2,1 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$. Din punct de vedere geomorfologic, zona de studiu include arborete amplasate pe terenuri cu o pantă cuprinsă între 5° și 40° grade; altitudinea variază între 900 și 1700 m.

În această lucrare s-au realizat măsurători de teren pentru două arborete, unul echien și unul plurien, folosind metoda seriilor de înălțimi relative.

Materiale și metode

Materiale

Au fost utilizate 40 de planuri cadastrale de bază scanate, la scara 1:5.000, datând din 1970, dar actualizate în ceea ce privește limitele forestiere, din care datele de interes au fost preluate prin vectorizare. Celelalte elemente care au fost de interes pentru acest articol, cum ar fi: forme de relief, denumiri de râuri și creste, nu necesită o actualizare. În același scop, au fost utilizate și ortofotoplanuri, la scara 1:5.000, rezultate din zborurile din 2005 și 2012 (fig. 2.1).

În practica forestieră românească, au fost și încă sunt utilizate planurile cadastrale, cu limitele parcelelor și subparcelelor suprapuse. Aceste limite nu se schimbă în timp, cu excepția următoarelor două cazuri: atunci când pentru anumite subparcele este identificat un nou arboret (ca rezultat al schimbărilor survenite în structura pădurii, care va fi catalogat ca o subparcelă distinctă) și în cazul în care

zonele forestiere sunt retrocedate proprietarilor lor anteriori. În aceste cazuri, limitele sunt marcate pe planuri și în inventarele de gestionare. Alte surse de date sunt ortofotoplanurile. Utilizând acestea, unele limite au fost actualizate și s-au identificat o serie de modificări survenite în timp, cum ar fi schimbările în traseele drumurilor forestiere. Există multe situații în care, din cauza eroziunii de pe malurile râurilor și pâraielor (în special în zonele montane - cum ar fi zona de studiu), unele segmente de drum devin impracticabile, astfel că sunt deviate. În aceste situații s-au efectuat măsurători de teren pentru determinarea coordonatelor axului drumului utilizând echipament GPS. De asemenea, au fost utilizate două tipuri de receptoare GPS *Trimble PROXT* și *PROXH*. Echipamentul GPS a fost folosit în numeroase situații. Una dintre acestea a fost prezentată. Încă o situație în care s-a folosit echipamentul este cazul marginii pădurii (limita dintre pădure și terenul arabil), deoarece aici precizia dorită este mult mai mare. Această precizie nu poate fi obținută prin digitizare (nici nu este permisă de legile aplicabile), astfel că trebuie efectuate măsurători directe. Precizia cu care sunt determinate aceste limite afectează precizia calculării suprafețelor parcelelor și subparcelelor. La rândul său, această precizie influențează precizia determinării volumelor de material lemnos, și implicit precizia determinării posibilității. În plus, au fost utilizate două dispozitive dendrometrice, și anume: un dendrometru precis pentru determinarea diametrelor arborilor și un hipsometru de tip Vertex (Vertex III cu transponder T3) pentru măsurarea înălțimii arborilor.

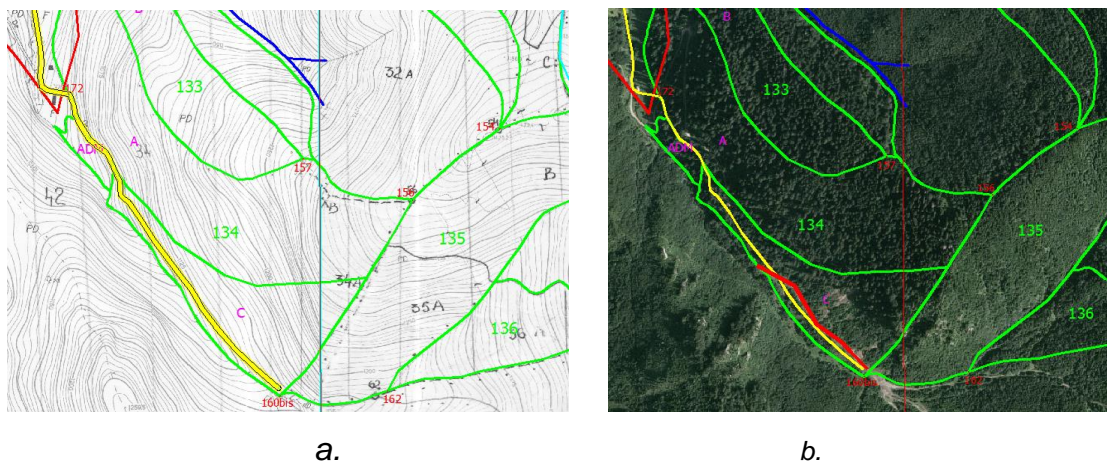


Figura 2.1. Surse folosite (a. plan cadastral; b. ortofotoplan)

Metode

Pentru a rezolva problema studiată, s-au folosit metode de măsurare directă în teren, metode statistice și (în cea mai mare parte) metode GIS: georeferențiere,

vectorizare și analize GIS. În ceea ce privește măsurătorile de teren, acestea s-au concentrat pe două direcții principale. În primul rând, echipamentul GPS a fost utilizat pentru a determina locația bornelor silvice și a limitelor forestiere ale parcelelor. În acest fel au fost determinate 2704 de locații. Apoi, aceste date au fost grupate în funcție de diferite criterii și metode statistice matematice și au fost folosite pentru a observa influența diferiților factori asupra acurateții determinării punctelor în plan orizontal. În al doilea rând, în teren au fost măsurate diametrele și înălțimile arborilor pentru a determina volumul arboretelor. Deoarece reamenajarea în această zonă a fost realizată recent, în 2012, caracteristicile dendrometrice ale arborilor au fost măsurate doar în două subcompartimente (2B și 17G), în care au fost inventariate toți arborii. În continuare, datele privind locația exactă a parcelelor și subparcelelor și poziția spațială a drumurilor forestiere, a rețelei hidrografice, au fost preluate prin vectorizare cu ajutorul AutoCAD Map (fig. 2.2).

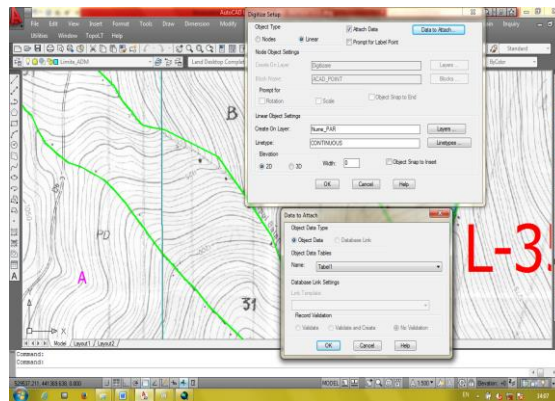


Figura 2.2. Date digitizate

Pentru a realiza acest lucru, într-o primă etapă, planurile cadastrale au fost georeferențiate folosind AutoCAD Raster Design. În final, folosind baza de date GIS, au fost efectuate calcule specifice de planificare forestieră pentru a determina tăierea admisibilă. De asemenea, aici au fost create levierii pentru a integra acest proiect în cadrul proiectului de bazin hidrografic corespunzător și, în acest fel, au fost create premisele pentru realizarea unui control eficient asupra tăierilor propuse de materiale lemnoase.

Implementarea proiectului GIS

Parcellele aparținând UB Bran au fost identificate pe planuri și hărți pentru realizarea proiectului GIS. Pentru determinarea corectă a suprafețelor individuale ale pădurii și a suprafeței totale, poziția liniilor de delimitare a fost determinată folosind

echipament GPS. Datele de teren, după ce au fost corectate corespunzător (folosind datele de la stația permanentă *Top Geocart Brașov* și software-ul *Trimble Office Tools*), au fost stratificate după mai multe criterii: categorie generală (pădure, limită forestieră, drum forestier, gol alpin), caracteristici ale arboretelor (compoziție, consistență, vârstă), caracteristici orografice (vale, versant, creastă, expoziție). Datele au fost procesate folosind software-ul *Statistica* și s-au putut trage unele concluzii cu privire la acuratețea determinării coordonatelor punctelor în zonele cu vegetație forestieră: lipsa vegetației pe o parte nu este neapărat un avantaj, cea mai mare precizie este obținută în forme de relief înalte (creste) indiferent de caracteristicile arboretelor, orientarea expoziției influențează pozitiv acuratețea atâta timp cât este aproape de traseul sateliților.

Locațiile precizate cu echipamentul GPS și procesate ulterior au fost introduse în *AutoCAD Map*. Aici au fost importate și cele 40 de planuri cadastrale. Acestea au fost georeferențiate folosind metoda polinomială, cu scopul de a reduce RMS sub 0,2. Apoi, toate datele obligatorii au fost colectate prin vectorizare: limitele pădurii, rețeaua hidrografică, drumurile forestiere și bornele silvice. În acest scop, a fost realizat un sistem de codificare pentru a putea reprezenta aceste date pe hartă conform standardelor cunoscute și aprobate. Datele vectorizate au fost preluate pe straturi, după care acest proces a fost corectat și în ultimul pas a fost creată topologia (descrierea relației spațiale între diferite elemente). În acest sens, a fost folosit programul *ArcInfo*. Apoi, aceste date au fost importate în *ArcMap*. Aici, baza de date a fost completată cu elemente specifice legate de descrierea parcelară (Tereșneu, 2007).

În continuare, au fost realizate calcule specifice amenajării pădurilor în noua bază de date GIS (Gustafson et al., 2001). Precizia necesară în acest tip de proiecte este foarte generoasă, deoarece condițiile de lucru sunt foarte dificile. Dacă în cazul terenurilor situate în extravilan reglementările tehnice specifică o precizie de 30-40 cm, în cazul zonelor forestiere este acceptată o precizie și mai mică. În cazul prezentului articol, precizia determinării limitelor pădurii este de aproximativ 35 cm în interiorul pădurii și de 8 cm la lizieră. Figura 2.3 prezintă modul în care au fost utilizate programele software în acest articol, iar pentru fiecare program sunt menționate datele de intrare și de ieșire.

Calcularea volumelor arboretelor

Pentru a avea date precise cu privire la cantitatea de lemn care poate fi extrasă dintr-o pădure într-un an, este necesar ca volumele arborilor să fie determinate corect.

Calculul volumelor a fost realizat folosind metoda seriilor de înălțimi relative (Giurgiu et al., 2004).

A. Arborete echiene

Relațiile între înălțimile și diametrele relative ale arborilor în arboretele omogene ca vârstă sunt descrise în ecuațiile 2.1-2.5:

$$\ln h_r = a_1 (d_r^{a_2} - 1) \quad (2.1)$$

în care:

$$h_r = \frac{h}{h_g}, \quad (2.2)$$

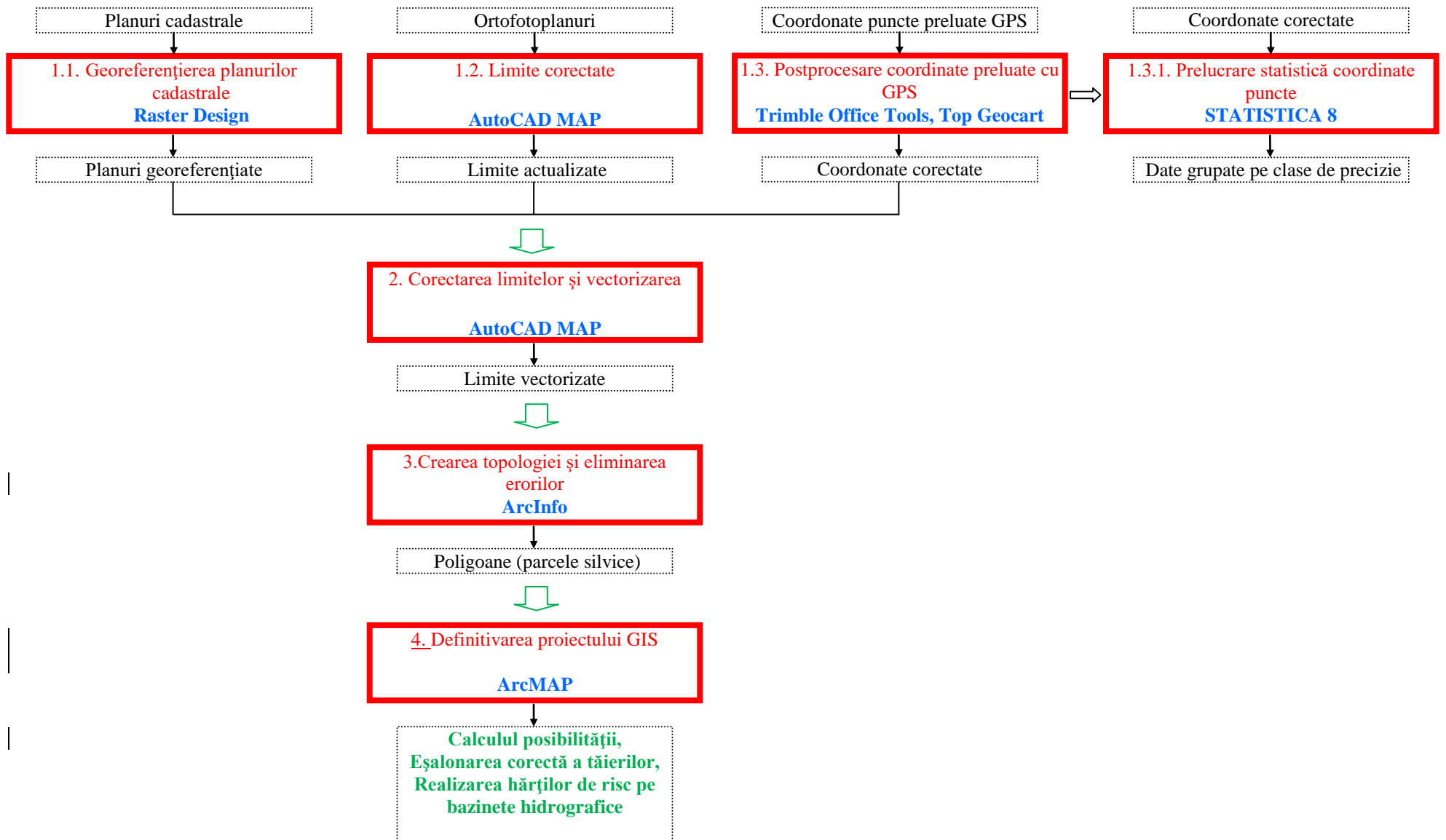


Figura 2.3. Schema programelor utilizate

$$d_r = \frac{d}{d_g} \quad (2.3)$$

unde:

h reprezintă înălțimile medii pe categorii de diametre d ;

d_g - diametrul mediu al suprafeței de bază;

h_g - înălțimea medie a suprafeței de bază;

$$a_1 = c_0 + c_1 d_g + c_2 d_g^2 + c_3 d_g^3 + c_4 d_g^4 + c_5 d_g^5 + c_6 d_g^6 \quad (2.4)$$

$$a_2 = b_0 + b_1 d_g + b_2 d_g^2 \quad (2.5)$$

Valorile coeficienților de regresie b_i și c_i sunt prezentați în tabelele 2.1 și 2.2.

Tabelul 2.1. Coeficienții de regresie c_i din ecuația 4 (după Giurgiu et al., 2004)

Specia	Ramura curbei	Coeficienți						
		c_0	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6
Molid	$d_r < 1$	-0,7023	0,02031	$-3,5042 \cdot 10^{-4}$	$4,4217 \cdot 10^{-6}$	$-2,5379 \cdot 10^{-8}$	-	-
	$d_r \geq 1$	-0,7490	0,04447	$-2,3827 \cdot 10^{-3}$	$8,7958 \cdot 10^{-5}$	$1,8153 \cdot 10^{-6}$	$1,8917 \cdot 10^{-8}$	$-7,7778 \cdot 10^{-11}$

Tabelul 2.2. Coeficienții de regresie b_i din ecuația 5 (după Giurgiu et al., 2004)

Specia	Ramura curbei	Coeficienți		
		b_0	b_1	b_2
Molid	$d_r < 1$	-1,0040	$-1,0278 \cdot 10^{-2}$	$-8,21497 \cdot 10^{-5}$
	$d_r \geq 1$	-0,9820	$-1,9086 \cdot 10^{-2}$	$-2,28569 \cdot 10^{-4}$

Așadar, înălțimile h în metri pe categorii de diametre d în cm, rezultă din:

$$\ln\left(\frac{h}{h_g}\right) = a_1 \left[\left(\frac{d}{d_g}\right)^{a_2} - 1 \right] \quad (2.6)$$

Potrivit acestei ultime relații (2.6), scrisă sub forma:

$$\ln(h_r) = a_1 \left[\left(\frac{d}{d_g}\right)^{a_2} - 1 \right] \quad (2.7)$$

au fost calculate înălțimile relative h_r pentru diferite specii, diametre medii d_g și categorii de diametre d .

Volumele unitare rezultă din ecuația de regresie:

$$\log v = a_0 + a_1 \log d + a_2 \log^2 d + a_3 \log h + a_4 \log^2 h \quad (2.8)$$

folosind coeficienții de regresie din tabelul 2.3.

Tabelul 2.3. Valorile coeficienților de regresie din ecuația
 $\log v = a_0 + a_1 \log d + a_2 \log^2 d + a_3 \log h + a_4 \log^2 h$

Specia	Coeficienți de regresie				
	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4
Molid	-4,18161	2,08131	-0,11819	0,70119	0,148181

Folosind datele din tabelul 2.4 (clasele de diametre și înălțimi absolute) și din tabelul 2.3 (valorile coeficienților de regresie), volumele unitare au fost determinate cu ecuația (2.8). Pe teren, în ua 2B, au fost măsurate 12 diametre și înălțimile medii ale arborilor respectivi. Cu aceste date și cu ecuația (2.8), volumul arboretului a fost determinat. Pentru aceasta, a fost creat un nou tabel în baza de date și, cu ajutorul relațiilor simple sau a secvențelor VBA, înălțimile relative și volumele unitare au fost determinate (tabelul 2.4).

Tabelul 2.4. Calculul automatizat al volumelor pentru ua 2B

Clase de diametre (cm)	Calcularea înălțimilor			Calculul volumului	
	Număr arbori	Înălțimi relative	Înălțimi absolute (m)	Volum unitar (m ³)	Volum total (m ³)
d	n	hr	h	v	vn
12	3	0.29	7.9	0.048	0.143
14	4	0.40	10.8	0.086	0.343
16	4	0.49	13.5	0.136	0.544
18	4	0.57	15.7	0.198	0.792
20	3	0.65	17.7	0.271	0.812
22	9	0.71	19.4	0.354	3.184
24	6	0.76	20.9	0.446	2.677
26	7	0.81	22.2	0.547	3.832
28	3	0.85	23.2	0.657	1.971
30	5	0.88	24.2	0.775	3.873
32	6	0.91	25.0	0.899	5.396
34	9	0.94	25.8	1.031	9.282
36	6	0.96	26.4	1.170	7.020
38	5	0.99	27.0	1.315	6.575
40	21	1.01	27.5	1.467	30.802
42	18	1.02	28.0	1.625	29.256
44	10	1.04	28.4	1.789	17.889
46	8	1.05	28.8	1.957	15.658
48	12	1.06	29.2	2.130	25.564
50	7	1.07	29.4	2.308	16.156
52	12	1.08	29.7	2.490	29.879
54	7	1.09	29.9	2.676	18.734
56	5	1.10	30.2	2.867	14.333
Total	174	-	-	-	244.716

B. Arborete pluriene

În acest caz, a fost luat în considerare arboretul pluriene de brad din ua 17G. Inventarierea a fost realizată pentru categorii de diametre de la 2 la 2 cm. Volumul unitar este calculat conform ecuației de regresie (2.8), unde coeficienții de regresie sunt luați din tabelul 2.3. În final, volumul total este calculat în tabelul 2.5. Înălțimile h pentru clasele de diametre d sunt calculate folosind ecuația de regresie (2.9). Coeficienții de regresie sunt luați din Tabelul 2.6.

$$h = \frac{d^2 \bar{h}_{gM}}{a_0 + a_1 d + a_2 d^2 + a_3 d^3} \left(\frac{a_0 + a_1 \bar{d}_{gM} + a_2 \bar{d}_{gM}^2 + a_3 \bar{d}_{gM}^3}{\bar{d}_{gM}^2} \right) \quad (2.9)$$

Tabelul 2.5. Calculul automatizat al volumelor pentru ua 17G

Calculul înălțimilor				Calculul volumelor		
Clase de diametre (cm)	Număr arbori	Înălțimi relative	h_{50} (m)	Înălțimi absolute (m)	Volum unitar (m ³)	Volum total (m ³)
d	n	hr		h	v	vn
12	3	0.300	28.6	8.6	0.051	0.411
14	4	0.367		10.5	0.083	0.581
16	8	0.430		12.3	0.124	0.993
18	6	0.490		14.0	0.175	1.051
20	3	0.546		15.6	0.237	0.710
22	9	0.597		17.1	0.308	2.773
24	12	0.645		18.4	0.390	4.677
26	7	0.688		19.7	0.481	3.368
28	3	0.728		20.8	0.582	1.746
30	5	0.765		21.9	0.692	3.462
32	6	0.798		22.8	0.812	4.869
34	9	0.829		23.7	0.939	8.453
36	6	0.857		24.5	1.075	6.451
38	5	0.883		25.2	1.219	6.095
40	5	0.907		25.9	1.371	6.853
42	10	0.928		26.6	1.529	15.294
44	10	0.949		27.1	1.695	16.953
46	4	0.967		27.7	1.868	7.472
48	5	0.984		28.1	2.047	10.236
50	4	1.000		28.6	2.233	8.931
52	12	1.015		29.0	2.424	29.091
54	7	1.028		29.4	2.622	18.352
56	4	1.041		29.8	2.825	11.299
58	1	1.053		30.1	3.033	3.033
60	3	1.064		30.4	3.247	9.741
62	5	1.074		30.7	3.466	17.330
64	2	1.083		31.0	3.690	7.380
66	5	1.092		31.2	3.919	19.593
68	2	1.100	31.5	4.152	8.304	
70	1	1.108	31.7	4.390	4.390	
72	1	1.115	31.9	4.632	4.632	
74	2	1.122	32.1	4.878	9.756	
78	1	1.134	32.4	5.383	5.383	
88	1	1.158	33.1	6.712	6.712	
Total	179	-	-	-	-	266.376

Tabelul 2.6. Valorile coeficienților de regresie pentru înălțimi în arborete pluriene

Species	Coefficients			
	a_0	a_1	a_2	a_3
Spruce	264.5282	9.7452	0.674	0.00050846

Calcularea posibilității

A fost folosită o variantă adaptată a programului SIMBIOF pentru a automatiza determinările specifice ale metodei creșterii indicatoare (Tereșneu, 2007, 2008). Mai întâi, software-ul propus necesită repartizarea arboretului în una dintre cele șase grupuri (C1...C6), apoi, indicatorii XV1...XV6 și tăierea admisibilă sunt calculați. Fiecare arboret este inclus automat în unul dintre cele șase grupuri, ținând cont de raportul dintre vârsta sa actuală (TA) și vârsta sa de maturitate (TE). Ulterior, trei categorii sunt diferențiate în fiecare grup în funcție de perioada de regenerare rămasă (PRM): $PRM \leq 10 \Rightarrow Ci1$ (când va fi calculat volumul V_i^1); $11 \leq PRM \leq 20 \Rightarrow Ci2$ (când va fi calculat volumul V_i^2); $PRM \geq 21 \Rightarrow Ci3$ (când va fi calculat volumul V_i^3). Urmând acest algoritm, apar următoarele categorii:

- C1** - arborete care îndeplinesc cerințele specifice: $TA > TE - 10$. Apoi, sunt calculate volumele specifice (Ecuatia 1.10)

$$V_1 = \sum V_1^1 + \frac{1}{2} \sum V_1^2 + \frac{1}{3} \sum V_1^3 \quad (2.10)$$

V_1^i - rezultă din relația 1.11:

$$V_1^i = V_{TA}^R + \frac{V_{TA+i-10}^C - V_{TA}^C}{2} \quad (2.11)$$

unde:

V_{TA}^R - volumul total real al arboretului la vârsta TA (existent în baza de date);

V_{TA}^C - volumul total calculat al arboretului la vârsta TA;

$V_{TA+10}^C, V_{TA+20}^C, V_{TA+30}^C, \dots, V_{TA+80}^C$ - volumul total calculat al arboretelor la vârsta TA+10, TA+20, TA+30, ..., TA+80.

- C2** – sunt incluse informații referitoare la arboretele care îndeplinesc condiția: $TA > TE - 20$.

În acest caz, volumul arboretelor se calculează cu relația:

$$V_2 = \sum V_2^1 + \frac{1}{2} \sum V_2^2 + \frac{1}{3} \sum V_2^3 \quad (2.12)$$

V_2^i - rezultă din relația 1.13:

$$V_2^i = V_{TA}^R + (V_{TA+10}^C - V_{TA}^C) + \left(\frac{V_{TA+(i+1)\cdot 10}^C - V_{TA+10}^C}{2} \right) \quad (2.13)$$

3. **C3** – sunt incluse informații referitoare la arboretele care îndeplinesc condiția: TA>TE-30.

În continuare se calculează volumele specifice conform ecuației 2.14.

$$V_3^1 = V_{TA}^R + (V_{TA+20}^C - V_{TA}^C) + \left(\frac{V_{TA+30}^C - V_{TA+20}^C}{2} \right) \quad (2.14)$$

V_3^i - rezultă din relația 2.15:

$$V_3^i = V_{TA}^R + (V_{TA+10}^C - V_{TA}^C) + \left(\frac{V_{TA+(i+2)\cdot 10}^C - V_{TA+10}^C}{2} \right) \quad (2.15)$$

4. **C4** – sunt incluse informații referitoare la arboretele care îndeplinesc condiția: TA>TE-40.

În continuare volumele specifice sunt calculate cu relația 2.16.

$$V_4 = \sum V_4^1 + \frac{1}{2} \sum V_4^2 + \frac{1}{3} \sum V_4^3 \quad (2.16)$$

V_4^i - rezultă din relația 1.17:

$$V_4^i = V_{TA}^R + (V_{TA+10}^C - V_{TA}^C) + \left(\frac{V_{TA+(i+3)\cdot 10}^C - V_{TA+10}^C}{2} \right) \quad (2.17)$$

5. **C5** – sunt incluse informații referitoare la arboretele care îndeplinesc condiția: TA>TE-50.

Se calculează volumele specifice cu relația 2.18.

$$V_5 = \sum V_5^1 + \frac{1}{2} \sum V_5^2 + \frac{1}{3} \sum V_5^3 \quad (2.18)$$

V_5^i - rezultă din relația 2.19:

$$V_5^i = V_{TA}^R + (V_{TA+10}^C - V_{TA}^C) + \left(\frac{V_{TA+(i+4)\cdot 10}^C - V_{TA+10}^C}{2} \right) \quad (2.19)$$

6. **C6** – sunt incluse informații referitoare la arboretele care îndeplinesc condiția: TA>TE-60.

În acest caz volumele specifice se calculează cu relația 1.20.

$$V_6 = \sum V_6^1 + \frac{1}{2} \sum V_6^2 + \frac{1}{3} \sum V_6^3 \quad (2.20)$$

V_6^i - rezultă din relația 2.21:

$$V_6^i = V_{TA}^R + (V_{TA+10}^C - V_{TA}^C) + \left(\frac{V_{TA+(i+5) \cdot 10}^C - V_{TA+10}^C}{2} \right) \quad (2.21)$$

Apoi, indicatorii XVD...XVG sunt calculați folosind ecuația (2.22), în timp ce indicatorii XDD1... XDD6 sunt determinați folosind ecuația (2.23). În final, indicatorul pentru exces rezultă din relația descrisă în ecuația (2.24), iar posibilitatea este calculată folosind ecuația (2.25).

$$\left. \begin{aligned} XVD &= V_1 \\ XVE &= V_1 + V_2 \\ XV3 &= V_1 + V_2 + V_3 \\ XVF &= V_1 + V_2 + V_3 + V_4 \\ XV5 &= V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 \\ XVG &= V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 \end{aligned} \right\} \quad (2.22)$$

$$\left. \begin{aligned} XDD1 &= 2 \cdot XVD - 20 \cdot CI \\ XDD2 &= XVE - 20 \cdot CI \\ XDD3 &= XV3 - 30 \cdot CI \\ XDD4 &= XVF - 40 \cdot CI \\ XDD5 &= XV5 - 50 \cdot CI \\ XDD6 &= XVG - 60 \cdot CI \end{aligned} \right\} \quad (2.23)$$

$$XQ = (20 \cdot CI + XDM) / (20 \cdot CI) \quad (2.24)$$

unde:

$$XDM = \min(XDD1, XDD2, XDD3, XDD4, XDD5, XDD6)$$

$$XPCI = \left\{ \begin{aligned} &\min \left\{ \begin{aligned} &XVD / 10; XVE / 20, XV3 / 30, XVF / 40, \\ &XV5 / 50, XVG / 60 \end{aligned} \right\} \text{dacă } XQ < 1 \\ &[a + (1 - a) \cdot XQ] \cdot CI \text{dacă } XQ \geq 1 \end{aligned} \right\} \quad (2.25)$$

unde:

CI – creșterea indicatoare a fondului de producție;

a,b – coeficienți ai unei ecuații de regresie, diferențiați în raport cu mărimea ciclului adoptat.

Există posibilități de determinare a posibilității folosind software-ul ArcGIS (Tereșneu, 2007, 2008). Conform acestei idei, ar trebui urmate mai multe etape (fig. 2.4) pentru a calcula tăierea admisibilă.

Dezvoltarea unei metode de control a tăierilor pe bazine hidrografice

Indicatorul calculat mai sus nu este singurul element necesar pentru stabilirea tăierii lemnului. De asemenea, este necesară spațierea acestor tăieri în timp și spațiu. Pentru aceasta, se efectuează o evaluare a distribuției arboretelor pe clase de vârstă, realizând o hartă tematică corespunzătoare (Tereșneu, 2006).

Pentru a realiza un control asupra modului în care sunt propuse arboretele pentru exploatare, s-a urmat următoarea modalitate de gândire:

- stocarea tuturor datelor pe un server central, organizat pe localități și bazine hidrografice;

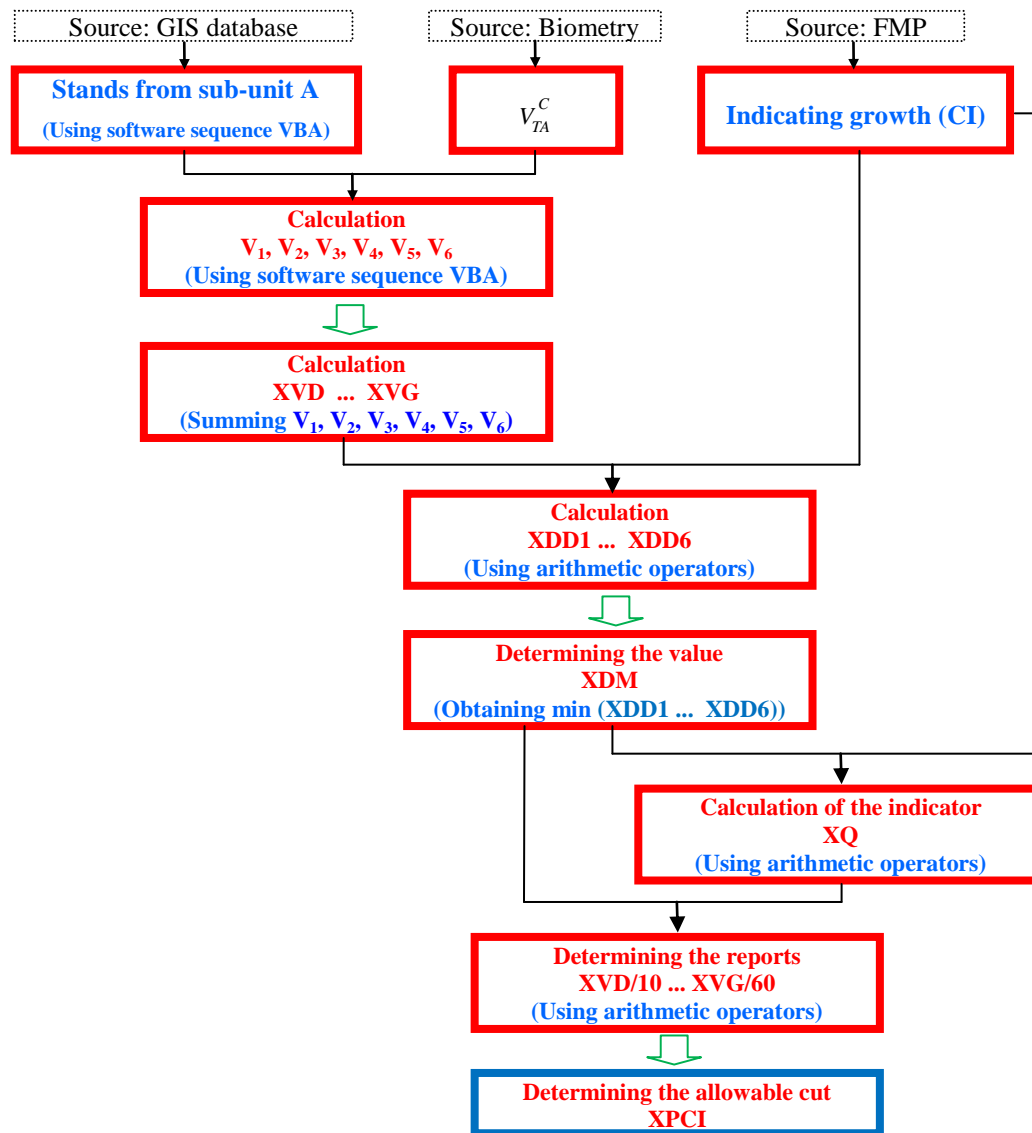


Figure 2.4. Automatizarea calculelor pentru indicatorul de posibilitate în baza de date GIS

- obligativitatea predării proiectelor de amenare/reamenajare într-un format comun - ArcGis (această măsură începe deja să fie implementată);
- importarea datelor din noul proiect în proiectul corespunzător al localității și bazinului hidrografic corespunzător și legarea noii baze de date prin funcțiile *Relate* și *Join* (fig. 2.5);

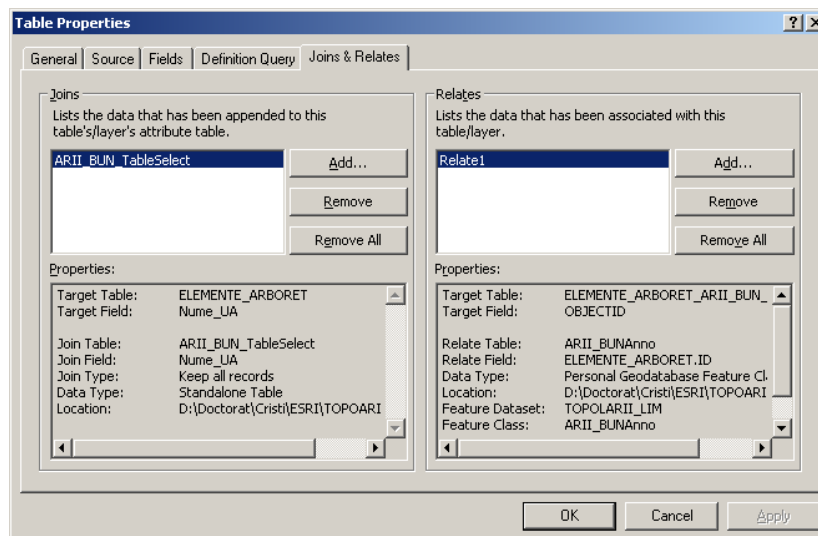


Figura 2.5. Legarea tabelor în baza de date

- verificarea exactității datelor calculate. În acest scop, sunt efectuate o serie de teste, cum ar fi: corectitudinea volumelor calculate (se creează un câmp nou care este completat printr-o secvență VBA care este recuperată din memoria vechiului proiect; această secvență a fost creată în modul descris mai sus); corectitudinea calculărilor referitoare la posibilitate (sunt folosite secvențe VBA pentru a calcula indicatorii prezentați mai sus și, în cele din urmă, posibilitatea);
- realizarea unei hărți tematice cu clase de vârstă comune în toate bazinele hidrografice și urmărirea situațiilor critice posibile (care vor fi indicate automat, prin crearea unei culori distincte în harta tematică) (fig. 2.6) (Welch et al., 2002; Butler and Schlaepfer, 2004);
- reprogramarea tăierilor după noile situații observate.

Metoda este ușor de implementat și facilă de controlat. Pentru cazul MUF Bran s-au luat în considerare două situații critice posibile. Una dintre ele constă în cazul parcelelor 18-22, care au toate subparcelele acoperite cu arborete care urmează să fie tăiate. O atenție deosebită trebuie acordată parcelei 22, deoarece din cele 4 ua-uri componente, una este ocupată de un arboret cu vârsta de 135 de ani (A), alta are un arboret de 110 ani (B), alta are un arboret de 90 de ani și ultima este un teren care

tocmai a fost exploatat (nu există vegetație forestieră în acest moment – fig 2.7). Deoarece vârsta de exploatare este de 100 de ani, este posibil ca în următorii 10 ani întreaga parcelă să rămână fără arbori. Deoarece altitudinea este de peste 1350 m și panta este de 30 grade, trebuie să fim mai atenți la programarea tăierilor pe această suprafață și, în orice caz, nu vor putea fi realizate complet în decursul unui deceniu.

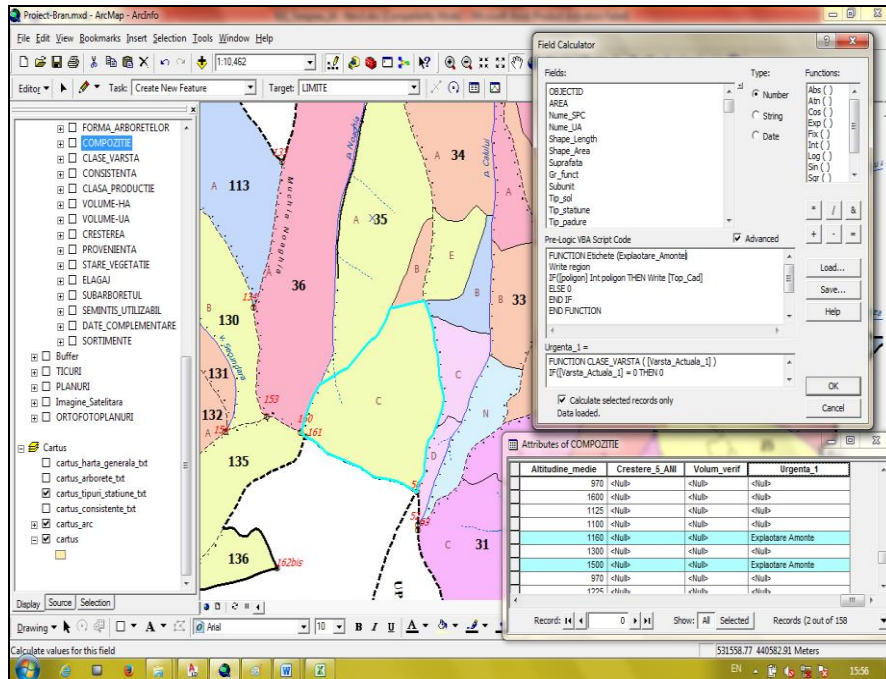


Figura 2.6. Semnalarea situațiilor critice în GIS

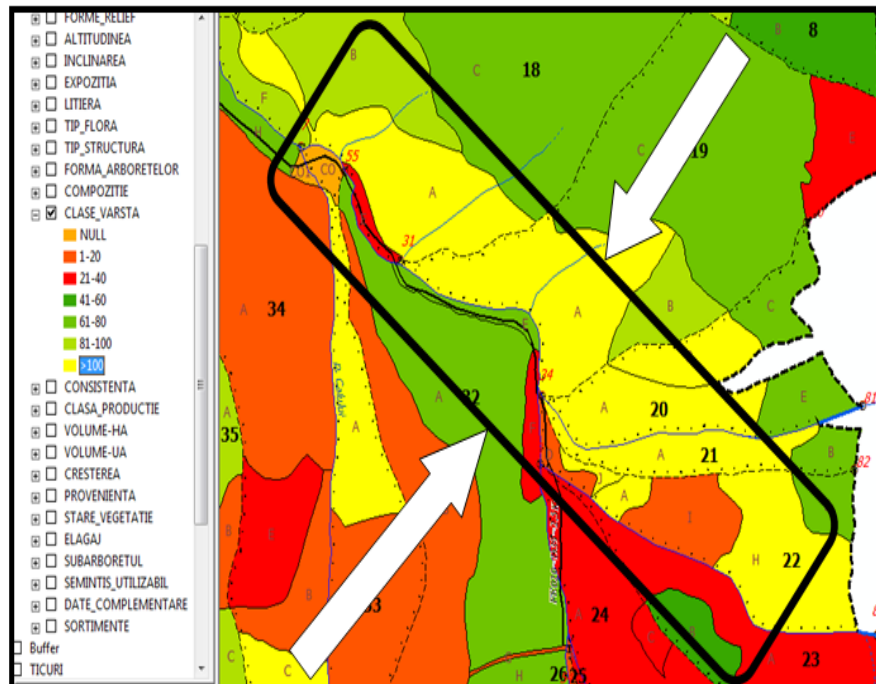


Figura 2.7. Semnalarea în GIS a arboretelor de nu pot fi exploatate

Un alt exemplu, de această dată pentru un alt punct de vedere, este semnalat în cazul parcelei 35. Aici, subparcelele A și C au arborete cu vârsta de 90 de ani (deci, peste 10 ani pot fi tăiate), iar în subparcelele B și D arboretul a fost exploatat. Suprafața parcelei este de 50 ha. În plus, în amonte de această parcelă se află parcela 36, al cărei arboret a fost tăiat în ultima decadă (fig. 2.8). Prin urmare, date fiind condițiile specifice ale zonei, nu va fi posibilă acceptarea introducerii arboretelor 35A și 35C în partidele care vor fi tăiate în următoarea decadă. S-ar deschide astfel un întreg versant, cu o pantă foarte mare, și acest lucru ar putea declanșa procese de eroziune a terenului. Acest lucru reprezintă chiar o problemă mai gravă pentru că în zona parcelei 36 astfel de fenomene au început să se manifeste (și nu foarte timid) și efectele lor devastatoare sunt cunoscute (Aiello et al., 2015).

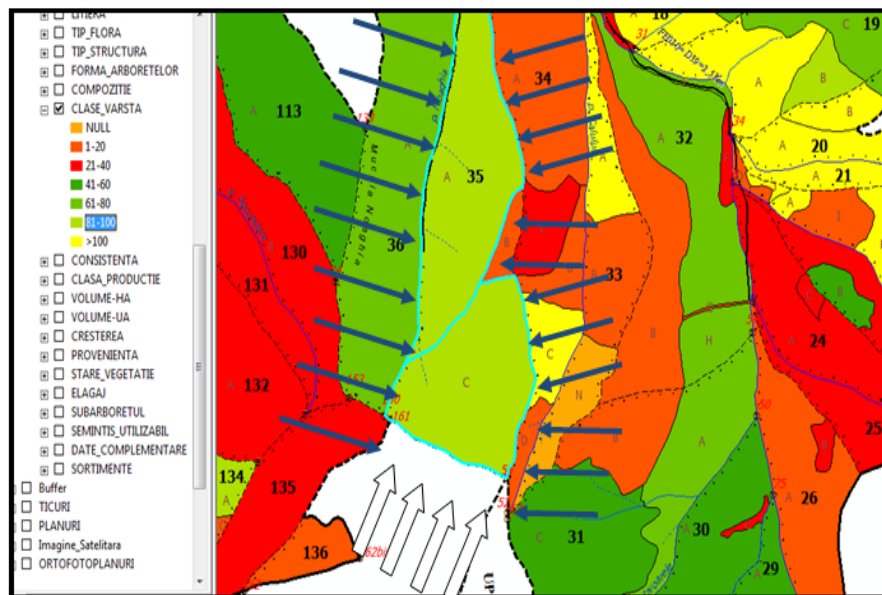


Figura 2.8. Identificarea parcelelor cu arborete care nu pot fi exploatate

Cu siguranță aceste două situații descrise în acest articol nu acoperă tot ceea ce poate realiza această metodă. Metodologia propusă poate indica modul în care tăierile afectează stabilitatea ecosistemului în bazinul hidrografic considerat.

În plus față de avantajele altor metode, cum ar fi HEUREKA (Waller și Klinteback, 2011), care oferă soluții pentru alegerea celui mai bun tratament, sau care poate simula efectele utilizării acestora, metoda propusă oferă o soluție pentru România în vederea asigurării încetării tăierilor nejustificate și o programare adecvată a tăierilor legale prin luarea în considerare a distribuției spațiale și temporale a acestora.

Concluzii

Gestionarea durabilă a pădurilor înseamnă, printre altele, o programare adecvată a tăierilor. Acest lucru devine și mai important în zonele cu pante abrupte. Aici, alegerea inadecvată a tratamentelor sau aplicarea lor necorespunzătoare poate duce la fenomene nedorite (alunecări de teren, torenți etc.) care pot avea efecte devastatoare. Prin urmare, realizarea unui control riguros asupra modului în care se propune tăierea arboretelor nu este doar necesară, ci și foarte potrivită. Pentru a rezolva această problemă, se propune o metodologie bazată pe utilizarea sistemelor de informații geografice.

Acest lucru implică realizarea mai multor etape care pot evita situațiile în care, datorită unei mozaic de proprietari dintr-un bazin hidrografic, se propune tăierea arboretelor care sunt situate unul lângă altul. În studiul prezent am arătat o metodologie simplă care poate verifica atât calculul tăierilor permise, cât și modul în care sunt plasate tăierile pentru fiecare an al planului decenal. Toate aceste probleme sunt rezolvate în cadrul unui proiect GIS care integrează toate datele descriptive și grafice corespunzătoare. Aplicabilitatea și eficiența unor astfel de instrumente sunt utile pentru factorii de decizie care trebuie să verifice fiecare firmă care elaborează proiecte de amenajare a pădurilor. Verificarea se face prin salvarea datelor pe un server central care listează toate proiectele GIS aprobate. Prin încărcarea secvențelor VBA propuse în acest articol va fi posibil să se evidențieze situațiile în care, deși calculele au fost efectuate corect, programarea propusă a tăierilor din cauza factorilor precum cei evidențiați în acest articol sau alții nu va putea fi urmată.

Capitolul 3. Analiza influenței factorilor orografici și de vegetație asupra preciziei de determinare a coordonatelor punctelor în sectorul forestier (studiul de caz Bran-Moieciu)

Introducere

Odată cu adoptarea legilor proprietății au apărut și în sectorul forestier probleme legate de fărâmițarea suprafețelor unităților amenajistice (omogene din punctul de vedere al vegetației), dat fiind numărul mare de proprietari, chiar în cadrul uneia și aceleiași parcele sau subparcele silvice. Astfel, s-a ajuns la situația în care trebuie stabilite și măsurate suprafețe de pădure nu doar pe limite naturale, așa cum este cazul parcelelor silvice, ci și în interiorul acestora (Tereșneu et al, 2011). În aceste condiții, se pune problema alegerii aparaturii topografice care să asigure atât o precizie corespunzătoare, cât și un randament optim pentru măsurătorile de teren. În cazul pădurilor din zona montană, cu precădere în cazul molidișurilor, utilizarea stațiilor totale ar fi inoportună și, uneori, chiar imposibilă. Rămâne astfel doar varianta utilizării echipamentelor de tip GPS sau a mijloacelor fotogrammetrice (Vorovencii, 2014a, 2014b). Acestea din urmă sunt deocamdată mult prea costisitoare pentru noi (Boș, 2011).

Utilizarea sistemului GPS în pădure trebuie să țină cont însă de faptul că în condițiile de lucru date pot să apară o serie de factori care să afecteze precizia determinărilor. Ne referim aici, pe lângă întârzierile datorate efectelor ionosferei și troposferei, efemeridelor, diferențelor dintre satelit și ceasul receptor (Păunescu et al, 2012), la numărul de sateliți vizibili (Wang et al., 2014) și la efectele coronamentului pădurii (Ordonez Galan et al, 2013, Weilin et al, 2000, Zhang et al, 2014) și ale orografiei terenului (Tereșneu, 2011, Tereșneu et al., 2011). Efectele negative ale coronamentului pădurii se accentuează în cazul în care există și un strat de zăpadă (Janez et al, 2004). Există mai multe studii care au demonstrat influența atât a sezonului de vegetație asupra preciziei de determinare a coordonatelor punctelor (Dogan et al., 2014, Sawaguchi et al, 2003), cât și influența compoziției arboretului (Ordonez Galan et al, 2011, Yosimura and Hasigawa, 2003). De asemenea, există diferențieri ale preciziei și în cazul plantațiilor versus pădure naturală (Tachiki et al, 2005). În toate aceste cercetări s-au utilizat receptoare în dublă frecvență și procedee statice de determinare a coordonatelor punctelor. După cum se cunoaște, aceste procedee sunt foarte precise dar necesită un timp foarte îndelungat pentru determinarea coordonatelor.

În cazul cercetărilor care utilizează metode rapid statice de determinare a coordonatelor punctelor în plan orizontal se recomandă folosirea setărilor pentru parametri aparatelor GPS (Sigrist et al, 1999) care să oprească înregistrarea punctelor ce nu corespund nivelului de precizie dorit. Datorită evoluției tehnicii din ultimii ani (inclusiv în domeniul aparaturii GPS) s-au făcut progrese considerabile în ceea ce privește micșorarea influenței nefaste a coronamentului arboretului asupra preciziei cu care sunt determinate coordonatele punctelor, înregistrându-se valori acceptabile chiar și cu receptoare de tip Garmin (Taczanowska et al, 2014).

În lucrarea de față ne propunem să analizăm precizia de determinare a coordonatelor punctelor prin utilizarea unei metode semicinematice (*Stop&Go* cu postprocesare) care poate asigura o precizie de nivel mediu (mai mult decât acceptabilă în sectorul forestier) și care se caracterizează printr-un randament foarte ridicat în aplicare (se staționează maxim 1-2 minute pe punct). În acest context, scopul principal urmărit este acela de a identifica, pe baza unei analize statistice pertinente, care sunt factorii care influențează precizia de determinare a coordonatelor punctelor într-o zonă forestieră montană din România. Ne limităm doar la aspectul determinării preciziei orizontale a coordonatelor punctelor, problemele legate de precizia verticală comportând alte aspecte (Wing and Frank, 2011). În plus, această precizie nu interesează în lucrările cu specific cadastral.

Materiale și metode

Cercetările au fost efectuate în zona păduroasă Bran-Moeciu din județul Brașov, pe locația fostei MUF (Marea Unitate Forestieră) Bran (fig. 3.1). Coordonatele aproximative ale locului cercetărilor sunt $45^{\circ}52'$ și $25^{\circ}35'$. S-au făcut determinări în arboretele din cadrul fostelor unități de producție IV Valea Porții, V Valea Șimonului și VI Valea Moeciului.

S-au utilizat două receptoare GPS în dublă frecvență de tip *Trimble ProXT* și *Trimble ProXH* cu ajutorul cărora s-au determinat coordonatele punctelor (fig. 2). În plus, s-au folosit planurile de bază cadastrale din zonă, scara 1:5.000, echipate cu limite silvice, ortofotoplanurile rezultate în urma zborurilor din anul 2005, 2009, 2020, precum și toate descrierile parcelare.

Prin metoda măsurătorilor directe au fost preluate coordonatele a 2704 puncte. Aceste puncte au fost stratificate după mai multe criterii, fiecare dintre acestea generând mai multe categorii (tabelul 3.1). Datele au fost ulterior prelucrate cu ajutorul programului Statistica . Distribuțiile au fost analizate cu ajutorul următorilor indicatori

statistici: minimum, maximum, mean, standard error of mean, mode, frequency of mode, standard deviation, coefficient of variation (tabelul 3.2) (Tereșneu et al., 2014).



Figura 3.1. Localizarea zonei de studiu



Figura 3.2. Preluarea și marcarea punctelor pe teren

Caracteristicile prezentate în tabelul 3.1 au fost preluate din proiectul GIS pentru pădurile din zona analizată (Tereșneu, 2007, Tereșneu et al., 2014), proiectul fiind construit prin utilizarea măsurătorilor realizate cu echipamentul GPS, baza de date

privind descrierea condițiilor staționale și de arboret fiind preluată de la Ocolul silvic Bucegi-Piatra Craiului. S-au realizat și verificări care vizau poziționarea planimetrică a punctelor preluate cu echipamentul GPS și corespondențele acestora vectorizate de pe planurile cadastrale de bază echipate cu limite silvice (Tereșneu et al., 2011). Datele din receptoarele GPS au fost descărcate și prelucrate cu ajutorul softului *Trimble GPS Pathfinder Office*, iar pentru postprocesarea acestora s-a utilizat stația permanentă Top GEOCART Brașov. În continuare, datele astfel obținute s-au importat în *AutoCAD Map 3D*, unde s-au codificat punctele și arcele rezultate, conform reglementărilor din domeniul amenajării pădurilor. Apoi s-a realizat topologia și s-au corectat erorile cu ajutorul modulelor *ArcInfo* și *ArcCatalog*. Mai departe datele au fost importate în *ArcMap* unde s-a definitivat proiectul GIS (Tereșneu, 2007, Tereșneu et al, 2014).

Tabelul 3.1. Stratificarea punctelor ale căror coordonate planimetrice au fost determinate

Nr.crt.	Criteriul	Categoria	Nr. puncte
1	Localizarea	Pădure	1336
		Lizieră	996
		Drum forestier	198
		Rariște	67
		Gol alpin	109
2	Formația forestieră	Molidișuri	709
		Făgete	206
		Amestecuri	421
3	Orografia	Vale	751
		Versant	214
		Culme	371
4	Expoziția	Însorită (S-N)	772
		Umbrită (E-V)	564
5	Consistența arboretelor	<0.7	91
		0.7 – 0.8	429
		0.9 – 1.0	816
6	Vârsta arboretelor	21 – 40	45
		41 – 60	126
		61 – 80	489
		81 – 100	556
		>100	165

Rezultate

a. Precizia coordonatelor planimetrice determinate în interiorul și în afara pădurii, în funcție de locația punctelor

Datele experimentale au fost reprezentate grafic (fig. 3.3) prin repartiția frecvențelor relative cumulate (%) pe categorii de precizii orizontale.

Se observă că distribuția frecvențelor este de tip exponențial, cu diferențieri mari în funcție de localizarea punctelor a căror precizie s-a determinat.

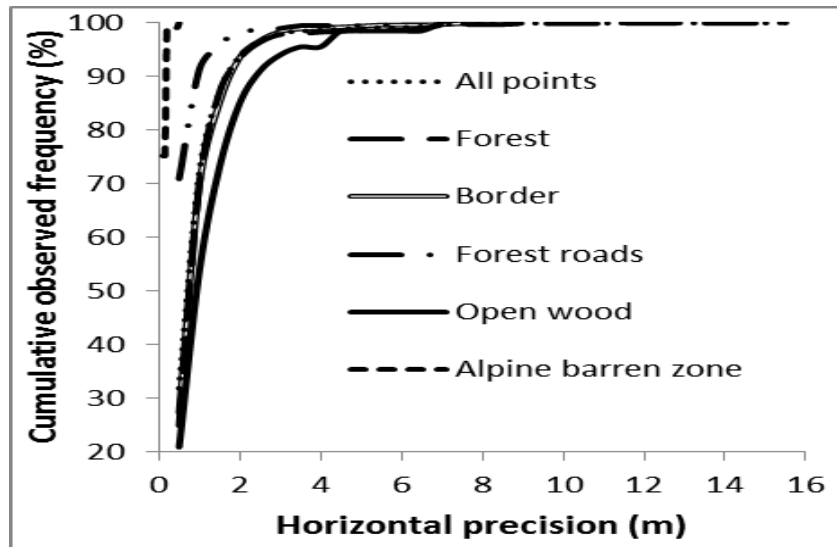


Figura 3.3. Distribuția frecvențelor relative cumulate pe clase de precizii

Tabelul 3.2. Description statistic of observed distribution by location of points

Location of points	Amplitudinea		Mean	Standard error of mean	Mode	Frequency of Mode	Abarerea standard	Coeficientul de variație
	Min	Max						
Forest	0.100	15.400	1.022	0.028	0.600	133	1.007	98.580
Border	0.200	8.200	0.990	0.024	0.500	116	0.762	76.971
Forest Roads	0.100	6.000	0.556	0.041	0.300	60	0.573	103.145
Open wood	0.300	7.000	1.273	0.139	0.600	9	1.141	89.604
Alpine barren zone	0.100	0.500	0.128	0.005	0.100	82	0.056	43.832

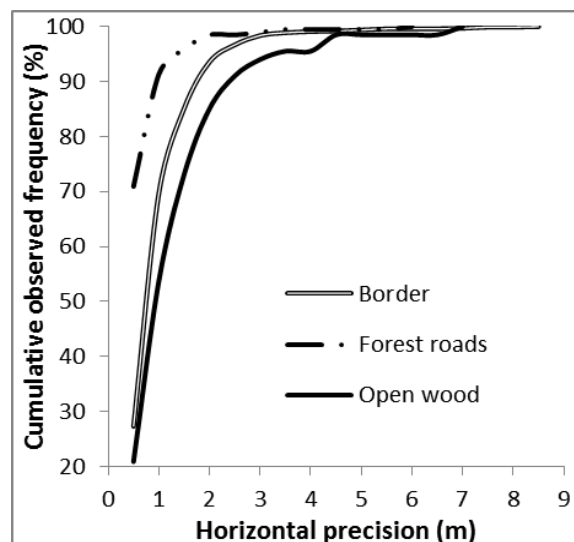
Datele centralizate în tabelul 3.2 arată că precizia orizontală a punctelor determinate cu echipamentul GPS prezintă cea mai mare amplitudine de variație în pădure (între 0.1m and 15.4m – această valoare total nesatisfăcătoare înregistrându-se

însă o singură dată). Variația cea mai restrânsă se înregistrează în golul alpin (between 0.1m and 0.5m – această valoare înregistrându-se, de asemenea, o singură dată). Pentru celelalte situații (la liziera pădurii, pe drumurile forestiere și în rariște) se înregistrează precizii orizontale ce variază în limite similare. Se remarcă, totuși, o precizie mai bună a coordonatelor punctelor situate pe drumurile forestiere (minimum is 0.1m, maximum is 6.0m – sunt doar 3 valori cu mărimea peste 2.5m).

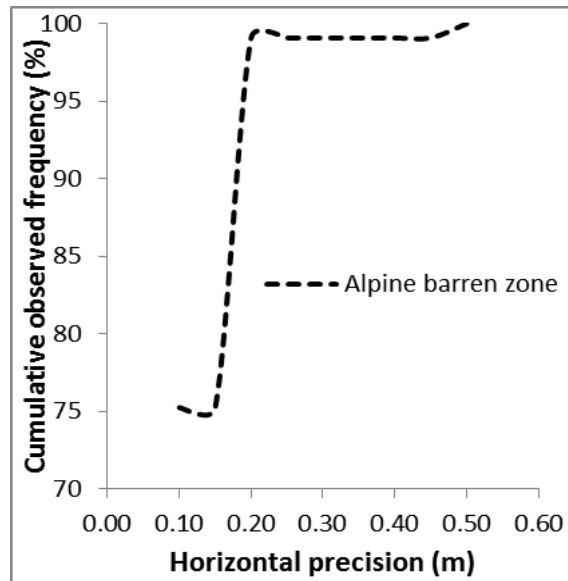
Precizia orizontală cu frecvența cea mai mare a fost: 0.1m în golul alpin (75.23%), demonstrând astfel faptul că în această zonă precizia este foarte bună, 0.3m pe drumurile forestiere (30.61%), 0.5m la lizieră (11.65%), 0.6m în rariște (13.43%) și pădure (9.95%).

Media aritmetică oferă unele informații privind precizia înregistrărilor în cele 5 categorii considerate. Astfel, precizia orizontală medie este mai bună în cazul punctelor situate în golul alpin (0.128m) și este urmată de precizia punctelor situate pe drumurile forestiere (0.556m). Pentru punctele localizate în pădure și la lizieră, precizia orizontală medie se situează în jurul valorii de 1.000m, acest prag fiind depășit în rariști (1.273m). Puterea mediei aritmetice de a caracteriza distribuțiile experimentale în aceste cazuri este diminuată de valorile ridicate ale coeficientului de variație (tabelul 3.2). Abaterea standard fiind mai mare decât media aritmetică în cazul punctelor situate pe drumurile forestiere, în acest caz coeficientul de variație este de 103.1%. Valori mai mici ale coeficientului de variație se înregistrează în cazul punctelor situate în golul alpin (43.8%).

Ca urmare, pentru caracterizarea distribuțiilor experimentale obținute în urma măsurărilor de față sunt mult mai utili alți indicatori statistici (cum ar fi indicatorii de tipul medianei, quartilelor și procentilelor), precum și analiza frecvențelor relative cumulate (fig. 3.4).



a-points located in border, on forest roads and in open wood



b-points located in alpine barren zone

Figura 3.4. Distribution of cumulative observed frequency by horizontal precision

Poziționarea curbei descrise de frecvențele relative cumulate în cazul punctelor situate pe drumurile forestiere (fig. 3.4a) deasupra celorlalte două curbe reflectă o mai bună precizie orizontală care se obține în acest caz. Curba care reprezintă frecvențele relative cumulate pentru punctele situate la lizieră are o poziție intermediară comparativ cu celelalte două linii asociate punctelor amplasate pe drumurile forestiere și în rariști. Rezultatele foarte bune care s-au obținut pentru punctele situate în golul alpin sunt demonstrate de aliura curbei redată în figura 3.4b.

Indicatorii statistici care caracterizează graficele anterioare sunt redați în tabelul 3.3.

Tabelul 3.3. Mean, quartiles and percentiles depending on location of points

Location of points	Median	Quartile		Percentile			
		Lower	Upper	90.00	95.00	99.00	99.50
Forest	0.800	0.600	1.150	1.700	2.300	6.400	6.900
Border	0.800	0.500	1.200	1.800	2.300	3.900	5.400
Forest Roads	0.400	0.300	0.600	0.900	1.400	3.300	6.000
Open wood	0.800	0.600	1.600	2.400	3.400	7.000	7.000
Alpine barren zone	0.100	0.100	0.100	0.200	0.200	0.200	0.500

Mediana are o valoare apropiată de media aritmetică doar în cazul punctelor din golul alpin (acolo unde precizia de determinare a coordonatelor punctelor în plan orizontal este cea mai bună), însă diferența dintre cei doi indicatori ajunge la aproximativ 0.5 m în cazul punctelor situate în rariște.

50% din valorile observate au o precizie orizontală sub 0.4 m când punctul este situat pe drumurile forestiere și sub 0.8 m când punctul este situat în pădure, la lizieră sau în rariște. Mai mult, 75% din valorile observate au o precizie orizontală sub 0.1 m în cazul punctelor situate în golul alpin.

10% din valorile observate au precizia orizontală peste 0.9 m (puncte situate pe drumurile forestiere), peste 1.7/1.8 m (puncte din pădure/lizieră) și peste 2.4 m (puncte din rariște). Doar 1% dintre valorile observate au precizia orizontală peste 0.2 m (puncte din golul alpin), peste 3.3/3.9 m (puncte de pe drumurile forestiere/lizieră), peste 6.4/7.0 m (puncte din pădure/rariște) (Tereșneu et al., 2014).

b. Precizia coordonatelor planimetrice pentru punctele din interiorul pădurii, stratificate după cinci criterii

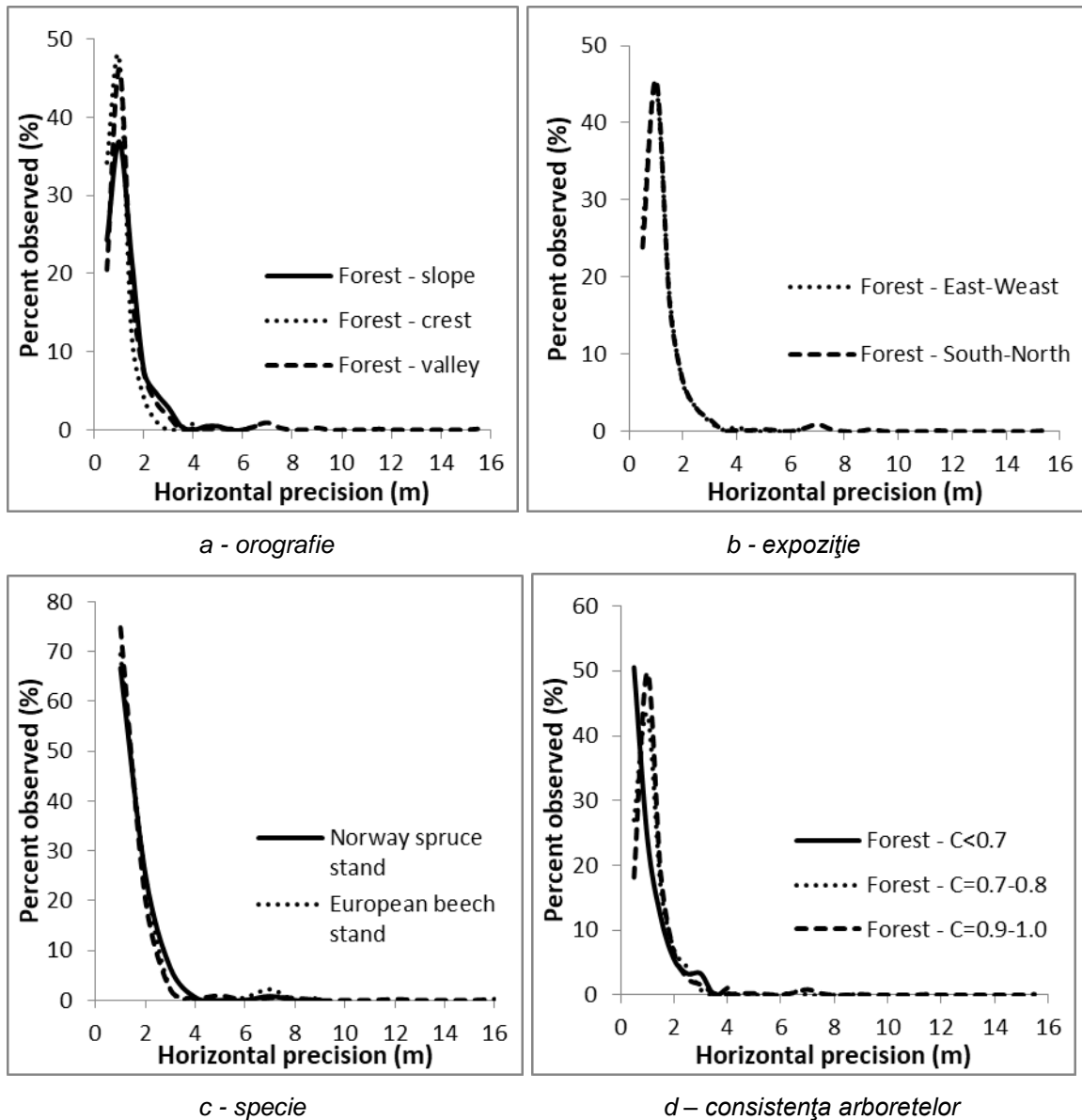
Având în vedere importanța deosebită pentru sectorul forestier a problemei preciziei de determinare în plan orizontal a coordonatelor punctelor prin tehnologia GNSS, în continuare cele 1336 puncte ale căror coordonate au fost determinate în interiorul pădurii, au fost stratificate în funcție de condițiile orografice și expoziție, dar și în funcție de trei caracteristici ale pădurii: specie, consistență, vârstă. Categoriile rezultate pe baza criteriilor analizate și numărul observațiilor corespunzătoare sunt redate în tabelul 3.4.

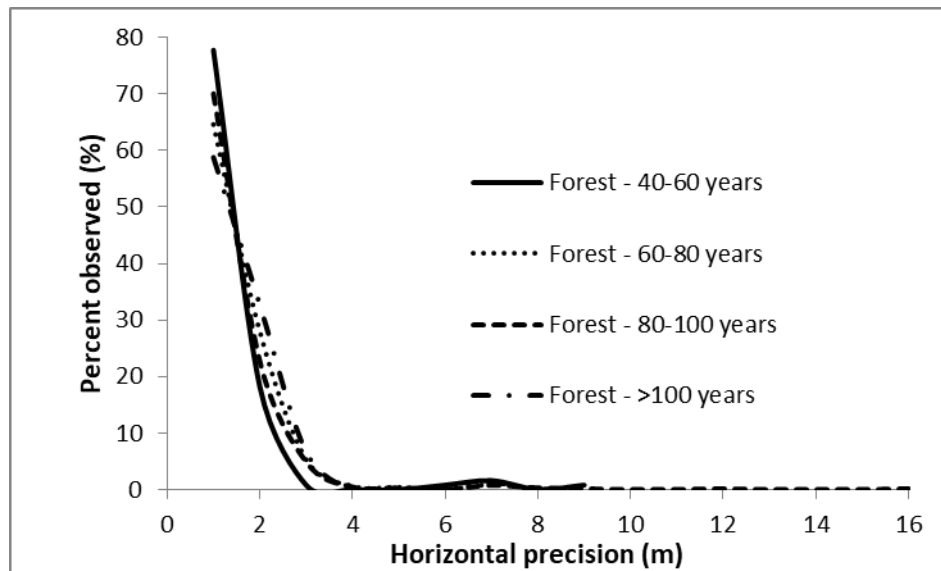
Tabelul 3.4. Frecvența punctelor localizate în pădure, stratificate după cinci criterii

Nr.crt.	Criteriul	Categoria	Nr. puncte
1	Orografia	Forest slope	470
2		Forest-crest	100
3		Forest-walley	144
4	Expoziția	Forest E-W	370
5		Forest S-N	626
6	Specia	Norway spruce	714
7		European beech	282
8		Mixed	422
9	Consistența	C<0.7	98
10		C=0.7-0.8	160

Nr.crt.	Criteriul	Categoria	Nr. puncte
11		C=0.9-1.0	806
12	Vârsta	21-40 ani	90
13		41-60 ani	379
14		61-80 ani	407
15		81-100 ani	120
16		>100 ani	167

Datele astfel stratificate au fost reprezentate grafic (fig. 3.5) prin repartiția frecvențelor relative (%) pe clase ale preciziei orizontale.





e – vârsta arboretelor

Figura 3.5. Distribuția frecvențelor relative observate pentru punctele ale căror coordonate s-au determinat în interiorul pădurii, stratificate după cinci criterii

Stratificarea datelor conduce la obținerea unor distribuții de tip exponențial cu unele tendințe de normalizare, mai evidente în cazul criteriilor orografie și expoziție. Indicatorii statistici: minim, maxim, medie, eroarea standard a mediei, modulul, frecvența modulului, abaterea standard și coeficientul de variație au fost calculați pentru fiecare distribuție experimentală, datele rezultate fiind prezentate în tabelul 3.5.

Tabelul 3.5. Descriptive statistic of observed distribution in forest by studied criteria

Nr. crt.	Categories of forests	Min	Max	Mean	Standard error of mean	Mode	Frequency of mode	Standard deviation	Coefficient of variation
1	Forest slope	0.300	6.200	1.077	0.052	0.400	27	0.767	71.246
2	Forest-crest	0.100	3.900	0.774	0.027	0.600	60	0.513	66.313
3	Forest-walley	0.100	15.400	1.129	0.044	0.700	77	1.211	107.285
4	Forest E-W	0.100	6.400	0.922	0.028	0.600	57	0.661	71.696
5	Forest S-N	0.200	15.400	1.091	0.043	0.600	76	1.190	109.057
6	Norway spruce	0.100	8.800	1.044	0.031	0.600	75	0.828	79.358
7	European beech	0.100	8.700	1.046	0.087	0.600	20	1.165	111.380
8	Mixed	0.200	15.400	0.998	0.059	0.400	48	1.213	121.571
9	C<0.7	0.100	3.600	0.818	0.077	0.500	18	0.734	89.725
10	C=0.7-0.8	0.100	8.800	0.973	0.041	1.000	39	0.784	80.585

Nr. crt.	Categories of forests	Min	Max	Mean	Standard error of mean	Mode	Frequency of mode	Standard deviation	Coefficient of variation
11	C=0.9-1.0	0.200	15.400	1.102	0.039	0.600	95	1.127	102.268
12	41-60 ani	0.100	8.700	0.936	0.105	0.400	19	1.174	125.474
13	61-80 ani	0.200	6.900	1.094	0.036	multiple	59	0.802	73.272
14	81-100 ani	0.100	15.400	1.034	0.044	0.500	67	1.136	109.826
15	>100 ani	0.500	8.800	1.221	0.073	1.000	23	0.944	77.345

Faptul că, și după stratificarea datelor, distribuția punctelor rămâne puternic neomogenă (coeficientul de variație se situează între 66% și 125%) arată că mai sunt și alți factori de influență (cunoscuți și/sau necunoscuți) de care nu s-a ținut seama în această etapă a cercetării. Aprofundarea acestei probleme în viitor apare cu atât mai necesară.

Rezultatele indică o variație mai redusă a preciziei orizontale în cazul punctelor situate pe creastă (între 0.1 m și 3.9 m), intermediară pe versant (între 0.3 m și 6.2 m) și mult mai largă pe vale (între 0.1 m și 15.4 m). Totodată, se observă faptul că precizia orizontală variază în limite mai reduse (0.1 m-6.4 m) pe terenurile care au o expoziție favorabilă deplasării sateliților (E-W), decât pe terenurile aflate pe o expoziție perpendiculară pe această direcție (S-N), unde variația este mai largă (0.2 m-15.4 m).

Interesant este faptul că, în pădurile de molid, se înregistrează o variație a preciziei orizontale (0.1m-8.8m) într-un interval similar pădurilor de fag (0.1 m-8.7 m). În pădurile de amestec, intervalul de variație este mult mai larg (0.2 m-15.4 m).

Diferențele de consistență au condus la înregistrarea unui maxim de 3.6 m în pădurile cu consistența mai mică de 0.7, de 8.8 m în pădurile cu consistența 0.7-0.8 și de 15.4 m în pădurile cu consistența 0.9-1.0. Așadar, vârsta, ca și compoziția și consistența, nu influențează semnificativ valoarea minimă a preciziei orizontale, dar modifică puternic valoarea maximă a acestei precizii.

Media aritmetică sugerează obținerea de rezultate mai bune pentru precizia orizontală în cazul punctelor situate pe culme (0.77 m) și nu diferențiază prea mult rezultatele în cazul punctelor situate pe versant (1.07 m) și pe vale (1.12 m). Diferența între precizia orizontală medie pe versanții situați pe expoziții favorabile deplasării sateliților (0.92 m) față de cei situați pe expoziții S-N (1.09 m) este, practic, nesemnificativă.

Celor 3 tipuri de formații forestiere le corespund precizii orizontale medii de aproximativ 1m, diferențele fiind nesemnificative.

În cazul pădurilor cu consistența sub 0.7, precizia medie de determinare a coordonatelor punctelor în plan orizontal este de 0.81 m, în timp ce, pe măsură ce consistența crește, precizia orizontală devine tot mai slabă. Media aritmetică este de 1.10 m în cazul arboretelor cu consistența de 0.9-1.0.

Vârsta are și ea influență asupra preciziei de determinare a coordonatelor punctelor, ea oferind posibilități mai bune de măsurare în cazul pădurilor tinere (41-60 ani), unde precizia medie este de 0.93 m. În cazul pădurilor cu vârsta peste 100 ani, aceasta ajunge la 1.22 m.

La jumătate din cazuri, abaterea standard este mai mare decât media aritmetică, ceea ce face ca valoarea coeficientului de variație să fie peste 100% în cazurile pădurilor de fag, de amestec, a celor situate pe vale, a celor de pe expoziții S-N, a celor cu consistența de 0.9-1.0 și a celor cu vârsta cuprinsă între 41-60ani și 80-100ani.

Pentru ansamblul determinărilor, valoarea modală a preciziei orizontale variază de la 0.4 m (în cazul categoriilor arboretelor situate pe versant și a arboretelor amestecate) până la 1.0 m (la categoria de consistență $c=0.7-0.8$ și categoria de vârstă > 100 ani) iar frecvența corespunzătoare valorii modale variază de la 18 (pentru categoria de $c<0.7$) până la 95 (pentru categoria $c=0.9-1.0$).

Dacă facem abstracție de categorii și însumăm frecvențele care corespund aceleiași valori modale, observăm o detașare netă a valorii modale de 0.6 m căreia îi corespunde o frecvență cumulată de 383. În ordine, dar la mare distanță sub raportul frecvenței cumulate se situează alte patru valori modale: 0.5 (cu 85), 0.7 (cu 77), 0.4 (cu 75), 1.0 (cu 62).

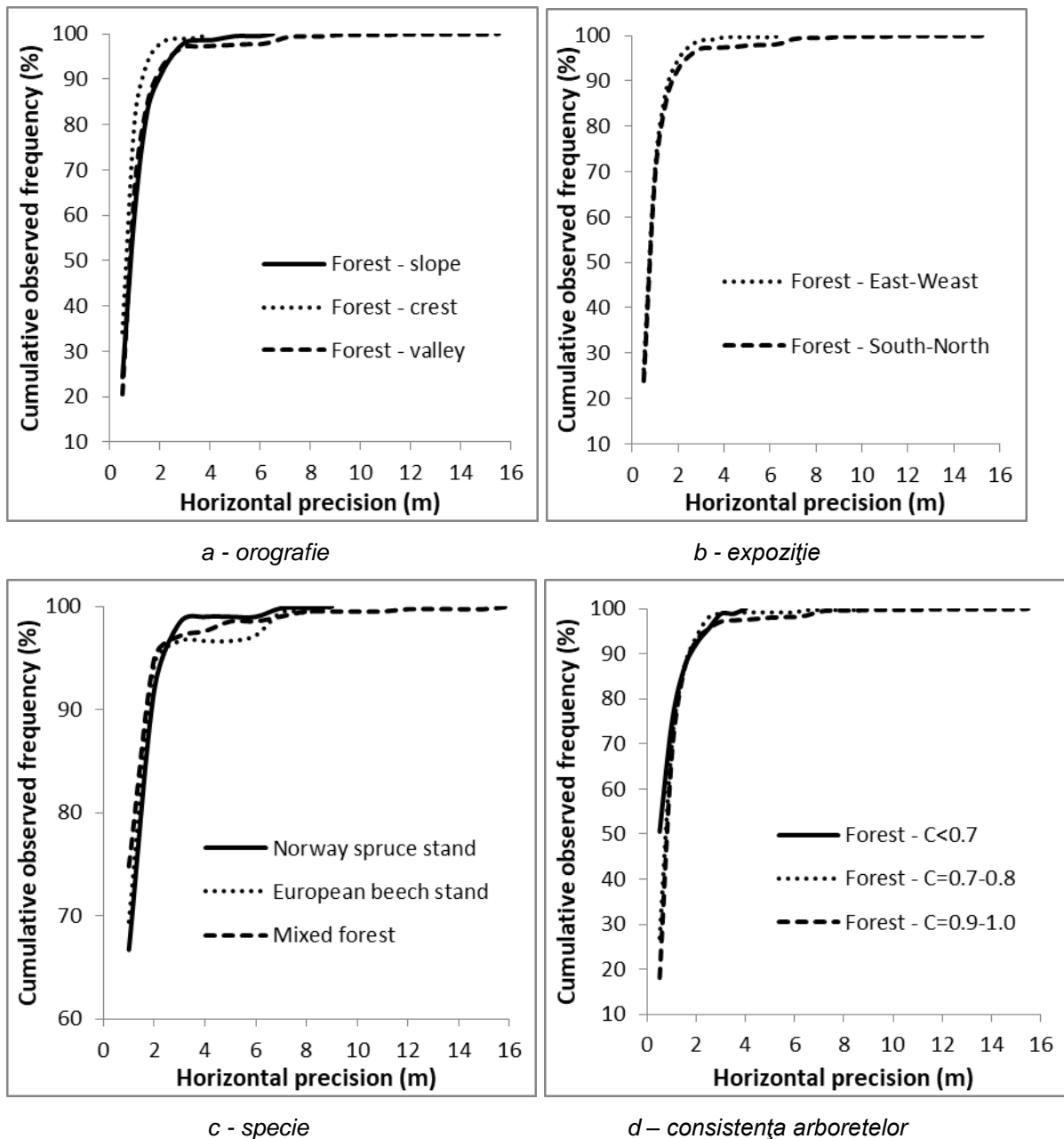
Dacă analiza valorii modale a preciziei orizontale se face în raport cu criteriul de stratificare, observăm următoarele:

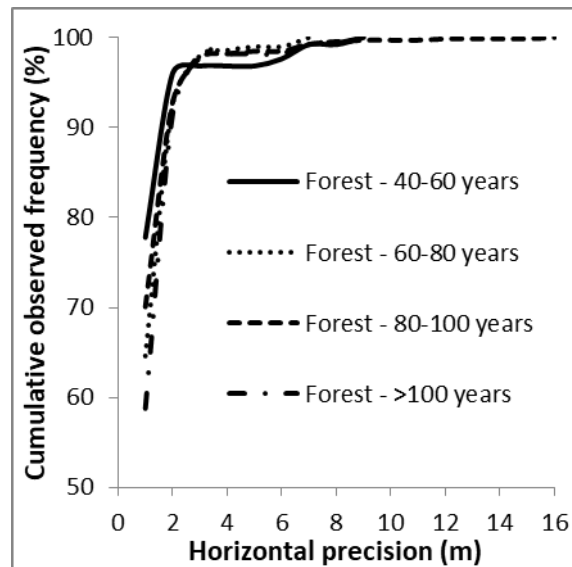
- în cazul criteriului orografie, cea mai frecventă valoare modală este 0.7 (apare de 77 ori pe vale), urmată de 0.6 (de 60 ori pe creastă) și de 0.4 (de 27 ori pe versant);
- în cazul criteriului expoziție, valoarea modală este 0.6 pentru ambele categorii analizate, dar cu o valoare a frecvenței ceva mai ridicată pentru expoziția S-N (76), decât pentru expoziția E-W;
- dacă ținem cont de felul vegetației și de consistență, valoarea modală a preciziei orizontale a fost 0.4 m în pădurile de amestec, 0.6 m în molidișuri și făgete, 0.5 m la consistența mai mică de 0.7, 0.6 m la consistența 0.9-1.0 și 1.0 m la consistența 0.7-0.8;

- vârsta pădurii influențează mult mai mult valoarea modală a preciziei orizontale. Astfel, se înregistrează o valoare modală de 0.4m la arboretele din clasa a 3-a de vârstă, 0.5m la cele din clasa a 5-a de vârstă și 1.0 la cele cu vârsta peste 100ani. Se observă, de asemenea, curba bimodală înregistrată în cazul categoriei de vârstă 61-80 ani.

În sfârșit, rezultatele cercetării statistice menite să evidențieze factorii care influențează precizia determinării coordonatelor planimetrice ale punctelor sunt întregite prin analiza frecvențelor relative cumulate, utilizând în acest scop indicatorii statistici de tipul mediane, cuartilelor și percentilelor.

Versiunea grafică a acestor rezultate este redată de figura 3.6, iar valorile obținute pentru indicatorii statistici sunt centralizate în tabelul 3.6.





e – vârsta arboretelor

Figura 3.6. Distribuția frecvențelor relative cumulate în funcție de precizia orizontală pentru punctele ale căror coordonate s-au determinat în interiorul pădurii (a-după orografie, b-după expoziție, c-după tipul de pădure, d-după consistență, e-după vârstă).

Configurația curbelor din figura 3.6 demonstrează obținerea unor precizii orizontale mai bune în cazul arboretelor de pe creastă față de cele de pe versant și de pe vale (fig. 3.6a), în timp ce suprapunerea curbelor după criteriul expoziției arată influența minoră a acestui factor (fig. 3.6b). În schimb, ultimele 3 criterii au introdus unele diferențieri pădurilor de amestec (fig. 3.6c), pădurilor cu consistența sub 0.7 (fig. 3.6d) și pădurilor tinere cu vârsta cuprinsă între 41-60 ani (fig. 3.6e).

Indicatorii statistici care caracterizează curbele din figura 3.7 sunt redați în tabelul 3.6.

Tabelul 3.6. Mediana, quartilele și procentile pe categoriile rezultate în urma stratificării punctelor din interiorul pădurii

Nr. crt.	Categories of forests	Median	Quartile		Percentile			
			Lower	Upper	90.00	95.00	99.00	99.50
1	Forest slope	0.900	0.600	1.300	1.900	2.500	4.100	4.900
2	Forest-crest	0.600	0.500	1.000	1.300	1.600	3.500	3.800
3	Forest-walley	0.900	0.600	1.200	1.900	2.500	6.800	8.700
4	Forest E-W	0.800	0.500	1.100	1.700	2.200	3.100	3.800
5	Forest S-N	0.800	0.600	1.200	1.800	2.400	6.800	8.700
6	Norway	0.900	0.600	1.200	1.800	2.300	3.900	6.600

Nr. crt.	Categories of forests	Median	Quartile		Percentile			
			Lower	Upper	90.00	95.00	99.00	99.50
	spruce							
7	European beech	0.800	0.500	1.100	1.650	2.100	6.600	8.700
8	Mixed	0.800	0.500	1.100	1.600	2.000	6.800	7.100
9	C<0.7	0.500	0.400	1.100	1.800	2.500	3.600	3.600
10	C=0.7-0.8	0.800	0.500	1.200	1.700	2.200	3.900	6.300
11	C=0.9-1.0	0.900	0.600	1.200	1.800	2.300	6.700	7.100
12	41-60 ani	0.600	0.400	1.000	1.500	1.900	6.600	8.700
13	61-80 ani	0.900	0.700	1.200	1.800	2.300	6.400	6.600
14	81-100 ani	0.800	0.500	1.200	1.800	2.500	6.700	7.100
15	>100 ani	1.000	0.800	1.400	1.900	2.300	6.300	8.800

Mediana înregistrează valori mai mici decât media aritmetică în toate situațiile, diferențele ajungând la circa 0.3 m în cazul arboretelor cu consistența sub 0.7 și a celor din clasa a 3-a de vârstă. 50% din valorile observate au o precizie orizontală sub 0.6 m în cazul punctelor situate pe creastă, sub 0.9 m în cazul punctelor aflate pe versant și pe vale, respectiv sub 0.8 m indiferent de expoziție.

Compoziția nu influențează puternic valoarea medianei, ea atingând valori de 0.8 m în făgete și amestecuri, respectiv 0.9 m în molidișuri.

Consistența și vârsta arboretelor, în schimb, influențează mai pregnant valoarea medianei. Astfel, 50% din valorile observate înregistrează o precizie orizontală sub 0.5 m în cazul arboretelor cu consistența sub 0.7, respectiv sub 0.8-0.9 m la consistență mai mare. Totodată 50% din valorile observate au precizia orizontală sub 0.6 m, când vârsta arboretelor este cuprinsă între 41-60 ani, respectiv sub 0.8-1.0 m la vârste mai mari.

Indiferent de criteriul de stratificare utilizat, la determinarea coordonatelor punctelor cu echipamentul GPS în interiorul pădurii, 25% dintre valorile determinate au precizia orizontală situată în intervalul 1.0-1.4 m.

10% din valorile observate au o precizie orizontală mai slabă de 1.3 m când punctul este situat pe creastă și mai slabă de 1.9 m când punctul este pe versant sau vale.

Procentila 90.00 diferențiază și mai mult molidișurile de celelalte două formații forestiere deoarece 10% dintre valorile observate au o precizie orizontală mai slabă de 1.8 m în molidișuri și decât 1.6 m în făgete și amestecuri.

Indiferent de consistența arboretelor , 10% din punctele măsurate au o precizie orizontală mai slabă de 1.7-1.8 m.

După vârstă, 10% din punctele măsurate au precizia orizontală mai slabă de 1.5 m în arboretele de 41-60 ani și mai slabă de 1.8-1.9 m în arboretele cu vârste mai mari.

Pentru 99% din punctele situate în pădure precizia orizontală a fost sub 3-4 m când locația punctului măsurat a fost pe creastă sau versant, pe expozițiile favorabile deplasării sateliților, în molidișuri, în arborete cu consistența sub 0.8.

Doar pentru 1% din valorile observate apar diferențieri în funcție de expoziție, precizia orizontală fiind mai slabă de 6-7 m când punctul este situat pe vale, pe expozițiile S-N, în făgete sau păduri de amestec și indiferent de vârstă.

În sfârșit, numai pentru 0.5% din valorile observate în pădure precizia orizontală este mai slabă de 3.6-3.8 m când locația punctelor este pe creastă, în păduri cu consistența sub 0.7, aflate pe expoziții favorabile deplasării sateliților. Precizii orizontale mai slabe de 8.0 m s-au înregistrat doar pentru 0.5% din valorile observate în păduri situate pe vale, pe expozițiile S-N, în păduri de fag.

c. Precizia coordonatelor planimetrice pentru punctele de la liziera pădurii, stratificate după patru criterii

Datorită faptului că sunt foarte multe probleme legate de delimitarea fondului forestier de fondul agricol al țării (nu există reglementări foarte clare și concrete privind limita unei păduri – este la baza coroanei sau la semnul amenajistic aplicat cu vopsea pe arbore?!) ne-am propus să avem în vedere în această parte aspectul preciziei coordonatelor punctelor preluate cu echipamentul GNSS în zonele de lizieră. Au fost identificate 996 astfel de puncte. Pentru determinarea preciziei s-au stratificat datele (așa cum se poate observa din tabelul 3.7) și s-a folosit analiza statistică.

Tabelul 3.7. Evaluarea punctelor determinate

Nr.crt.	Criteriu	Categorie	Clasa	Nr. puncte
1	caracteristici generale (un singur criteriu)	specia	molid	714
			fag	282
		orografia	vale	205
			versant	781
			muchie	10
		expoziția	S-N	626
			E-V	270
		vârsta	21-40	46
			41-60	424
			61-80	407
			81-100	120
		consistența	0.7-0.8	160

Nr.crt.	Criteriu	Categorie	Clasa	Nr. puncte
			0.9-1.0	806
2	combinații de câte două criterii	specie-orografie	molid-vale	147
			molid-versant	570
			molid-muchie	10
			fag-vale	61
			fag-versant	221
		specie-expoziție	molid-S-N	435
			molid-E-V	275
			fag-S-N	187
			fag-E-V	91
		specie-consistență	molid-0.7-0.8	239
			molid-0.9-1.0	471
		specie-vârstă	molid-21-40	45
molid-41-60	373			
molid-61-80	170			
molid-81-100	126			
3	combinații de câte trei criterii	specie-orografie-expoziție	molid-versant-E-N	277
			molid-versant-S-N	293
			fag-versant-E-N	93
			fag-versant-S-N	128
		specie-orografie-consistență	molid-vale-0.7-0.8	54
			molid-vale-0.9-1.0	90
			molid-versant-0.7-0.8	197
			molid-versant-0.9-1.0	383
		Specie-orografie-vârstă	molid-vale-41-60	91
			molid-vale-61-80	54
			molid-versant-21-40	45
			molid-versant-41-60	283
			molid-versant-61-80	200
			molid-versant-81-100	42
		4	combinații de câte patru criterii	Specie-orografie-consistență-vârstă
molid-versant-0.7-0.8-81-100	42			
molid-versant-0.9-1.0-21-40	45			

Nr.crt.	Criteriu	Categorie	Clasa	Nr. puncte
			molid- versant- 0.9-1.0-41-60	283
			molid- versant- 0.9-1.0-61-80	45
			molid- versant- 0.9-1.0-81- 100	10

Într-o primă etapă s-au analizat preciziile înregistrate în cele 13 categorii generale care iau în considerare următoarele caracteristici: specia, orografia, expoziția, vârsta și consistența. Rezultatele se prezintă în figura 3.7. Se pot observa următoarele aspecte

- în ceea ce privește influența speciei asupra preciziei de determinare a coordonatelor punctelor, se observă că aceasta nu se resimte, valoarea medianei fiind în ambele cazuri de 0.8m. S-a optat pentru utilizarea medianei întrucât coeficientul de variație al datelor analizate este foarte mare și deci colectivitățile nu sunt omogene. Se mai observă faptul că doar 5% dintre date au o precizie de peste 2.2m la molid și 2.3m la fag;
- analizând influența factorilor orografici se observă faptul că cele mai bune precizii se înregistrează pe creastă, acolo unde valoarea medianei este de 0.5m. Chiar dacă în cazul de față sunt foarte puține date pentru această categorie (doar 10 înregistrări), rezultatele sunt în conformitate și cu alte studii (Tereșneu et al., 2011). Oarecum curios este faptul că valoarea medianei este egală pentru celelalte două categorii, vale și versant, ea având o valoare de 0.8m, știut fiind faptul că, de obicei, pe vale rezultatele sunt ceva mai slabe din punctul de vedere al preciziei;
- pentru expoziție se observă un ușor avantaj al preciziei de determinare a coordonatelor în plan orizontal pe expozițiile însorite, acolo unde valoarea medianei este de 0.8m, față de 0.9m cât se înregistrează în cazul expoziției parțial umbrite. Se face precizarea că nu s-au urmărit neapărat categoriile de expoziții cunoscute (însorită, parțial însorită, parțial umbrită, umbrită), ci mai degrabă expoziția care urmărește traseul de deplasare a sateliților și pe cea perpendiculară pe aceasta;
- trecând la analiza vârstei asupra parametrului analizat, se observă un fapt cel puțin curios. Este vorba de faptul că cea mai bună precizie se înregistrează în cazul unui arboret cu vârsta de 40 de ani, unde mediana are o valoare de 0.6m,

după care mediana are la celelalte clase de vârstă o distribuție corespunzătoare cu așteptările: 0.9m la clasa a 3-a de vârstă, 0.8m la clasa a 4-a de vârstă și 0.7m la clasa a 5-a de vârstă. O explicație plauzibilă pentru rezultatul foarte bun înregistrat la clasa a 2-a de vârstă este numărul mic de determinări pentru această categorie (doar 45 de valori);

- în cazul consistenței nu sunt diferențieri prea mari (mediana având aceeași valoare de 0.8m), totuși se observă o grupare mai bună a datelor pentru categoria 0.7-0.8.

Următorul pas al studiului a constat în analizarea variației preciziei în cazul arboretelor de molid situate în condiții orografice diferite, pe expoziții diferite, cu consistențe și vârste diferite (figura 2.8). În aceste situații se observă faptul că:

- orografia are din nou o influență foarte mare, mediana variind între 0.5m pe creastă și 0.7m pe versant, respectiv 0.8m pe vale;
- în ceea ce privește expoziția se observă faptul că în acest caz se obțin precizii mai bune în cazul arboretelor situate pe expoziții similare traseului sateliților. În acest caz mediana înregistrează o valoare de 0.7m;
- pentru consistență se observă o variație relativ mică a preciziei de la o valoare de 0.7m a mediane la consistența de 0.9-1.0, la 0.8m pentru consistențe de 0.7-0.8;
- analizând mai departe influența vârstei asupra preciziei de determinare a coordonatelor punctelor în arboretele de molid se constată din nou o valoare bună a mediane (0.6m) în cazul clasei a 2-a de vârstă, urmată de clasa a 4-a de vârstă (0.7m) și clasele a 3-a și a 5-a de vârstă (0.8m).

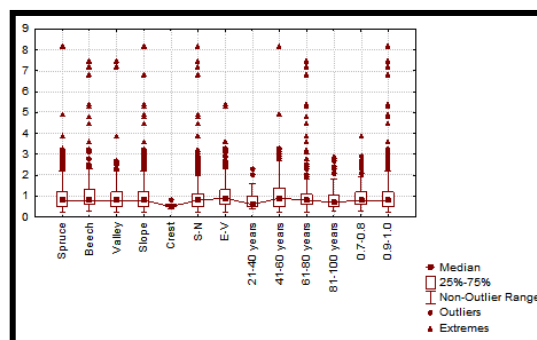


Figura 3.7. Caracteristici generale

Trecând la arboretele de fag și analizând influența caracteristicilor orografice și a expoziției (figura 3.9) se constată că:

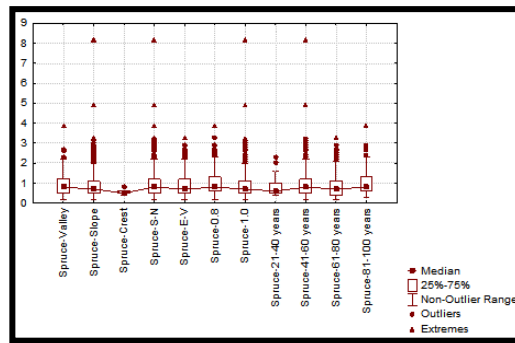


Figura 3.8. Combinații de câte 2 criterii-molid

- se obține o precizie ceva mai bună pe vale (mediana are valoarea 0.8m) față de versant (unde mediana este de 0.9m). Rezultatul este atipic pentru situațiile analizate până acum (Tereșneu et al., 2011, Tereșneu et al., 2014). O posibilă explicație este numărul mic de puncte de pe vale (doar 61), față de cele de pe versant (221);
- precizia este mult mai bună în cazul arboretelor de pe expoziții însorite, în dauna arboretelor situate pe expoziții favorabile deplasării sateliților. În primul caz valoarea mediane este de 0.7m, iar în cel de-al doilea este 1.1m.

Într-o următoare etapă s-au analizat influențele combinate a câte trei factori asupra preciziei de determinare în plan orizontal a coordonatelor punctelor. În cazul speciei molid (figura 3.10) s-au constatat următoarele:

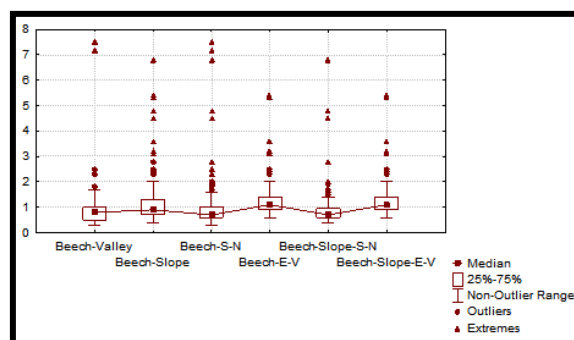


Figura 3.9. Combinații de câte 2 și 3 criterii-fag

- pentru arboretele situate pe aceeași formă de relief precizia crește odată cu vârsta. Astfel, pentru arboretele cu vârsta de 60 de ani situate pe vale, mediana are o valoare de 0.9m, iar pentru arboretele cu vârsta de 80 de ani mediana este 0.65m;

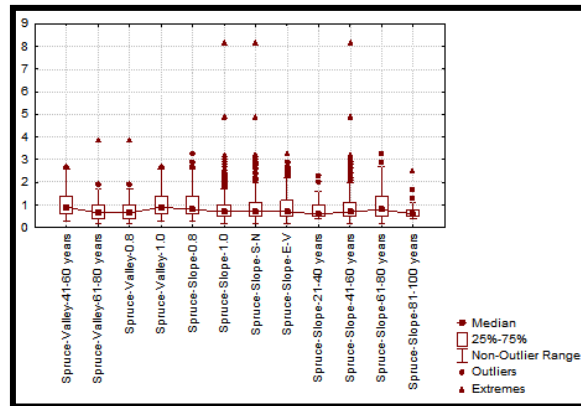


Figure 3.10. Combinații de câte 3 criterii-molid

- în cazul arboretelor situate în vale precizia de determinare a coordonatelor punctelor este mult mai bună (mediana este 0.65) acolo unde consistența este de 0.7-0.8. Precizia scade la arboretelor cu consistența plină (mediana are valoarea de 0.9m);
- în situația arboretelor de pe versant, consistența pare să nu aibă o influență foarte mare asupra preciziei de determinare a coordonatelor punctelor. Ea variază de la 0.8m în cazul arboretelor cu consistența cuprinsă între 0.7-0.8 la 0.7m pentru arboretelor cu consistența cuprinsă între 0.9-1.0;
- tot pentru arboretelor de pe versant se observă faptul că nu există o diferențiere a preciziei în funcție de expoziție. Se constată totuși o amplitudine mult mai mare de variație a datelor de pe expoziția însorită (între 0.2m și 8.2m) față de ce cele situate pe expoziția parțial umbră (între 0.2m și 3.3m);
- în ceea ce privește influența vârstei asupra preciziei de determinare a coordonatelor punctelor în plan orizontal se observă că cele mai favorabile situații se înregistrează la clasele de vârstă 2 și 5 unde mediana are valoarea de 0.6m. Rezultatele pot să nu fie cele mai concludente din cauza numărului mic de observații (45 la clasa 2 și 42 la clasa 5). La clasa a 3-a de vârstă mediana este de 0.7m, iar la clasa a 4-a de vârstă este de 0.8m;

În cazul speciei fag (fig. 3.9) se constată că nu există decât două categorii de analiză și anume: arborete situate pe versant atât pe expoziție însorită, cât și pe expoziție parțial umbră. Rezultatele relevă o precizie mult mai bună în cazul punctelor de pe expoziții însorite (mediana este 0.7m), față de celelalte (mediana este 1.1m).

O ultimă etapă de analiză a presupus analizarea combinată a 4 criterii. Această situație a fost posibilă doar în cazul arboretelor de molid (fig. 2.11). Analiza efectuată a reliefat următoarele:

- cele mai favorabile situații sunt cele în care arboretele sunt situate pe versant, au consistența cuprinsă între 0.9-1.0 și se află în clasele de vârstă 4 sau 5. În ambele situații mediana are valoare 0.5m;
- o valoarea apropiată a mediane (0.6m) se înregistrează și în cazul arboretelor de pe versant, cu consistența de 0.7-0.8 și vârsta de 100 de ani, precum și în cazul arboretelor de pe versant, cu consistența de 0.9-1.0 și vârsta de 40 de ani.

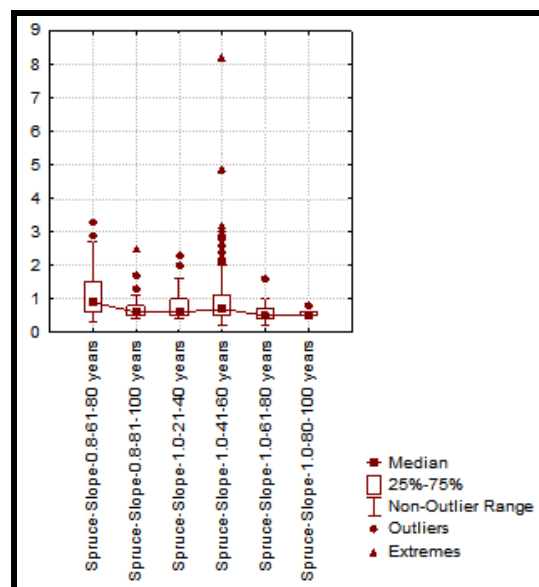


Figure 3.11. Comparații de câte 4 criterii-molid

Discuții

În urma coroborării tuturor rezultatelor obținute în lucrarea de față se poate exprima ideea că, per ansamblu, precizia de determinare a coordonatelor planimetrice în terenurile forestiere este relativ bună și că sunt foarte rare cazurile când se obțin valori „deplasate” (la care se poate renunța fără probleme). În consecință, realizarea planurilor parcelare cadastrale în astfel de terenuri, utilizând tehnologia GNSS, este o alternativă viabilă și rapidă, chiar dacă există diferențieri foarte mari în ceea ce privește nivelul preciziei, aceasta din urmă fiind influențată de diverși factori.

Numărul redus de puncte determinate în zona înaltă, acolo unde întâlnim așa numitele rariști, nu poate conduce la concluzii pertinente. De aceea, în acea zonă este necesar să se mai revină și să se mai determine încă un număr rezonabil de puncte. Este greu de crezut că valoarea mediane în acest caz este identică cu cea din interiorul

pădurii. Singura explicație care ar pleda în acest sens ar fi aceea că majoritatea punctelor ale căror coordonate s-au determinat cu echipamentul de tip GPS în zona rariștilor se aflau pe vale, acolo unde semnalul satelitar este, în general, mai slab.

Cea mai bună precizie se înregistrează în zona alpină, acolo unde 99% din puncte au fost determinate cu o precizie de sub 20 cm. Aceasta înseamnă că, în cazul în care s-ar fi mărit durata de staționare pe punct cu încă câteva secunde, s-ar fi putut obține precizii de ordinul câtorva centimetri.

De asemenea, se poate remarca precizia relativ bună spre bună a coordonatelor punctelor situate pe drumurile forestiere, ceea ce ne conduce la concluzia că, în cazul în care se dorește realizarea unor lucrări de mare precizie în pădure, se pot determina puncte pentru rețeaua de îndesire prin procedeul static cu postprocesare, care să fie amplasate pe drumurile forestiere, acestea fiind ulterior utilizate drept baze. (Tereșneu et al., 2014).

Dacă, mai departe, precizia orizontală de determinare a coordonatelor punctelor o discutăm luând în calcul două criterii (unul fiind pădurea) se pot formula următoarele concluzii:

- Specia nu influențează prea mult precizia de determinare a coordonatelor planimetrice atunci când determinările se fac în cadrul sezonului de vegetație. Există studii care au demonstrat faptul că, în afara sezonului de vegetație, precizia este mai bună în arboretele de foioase (Crainic, 2011); cercetările respective se refereau însă la procedee statice de determinare a coordonatelor punctelor;
- Orografia influențează foarte mult precizia, în cazul arboretelor de molid. Cele mai bune rezultate se obțin pe creastă, acolo unde există o deschidere mai bună și o posibilitate pe măsură de a prinde semnalul satelitar. Rezultate mai slabe, totuși mulțumitoare, se obțin și pe versant. Cea mai nefavorabilă situație este înregistrată pe vale, așa cum au demonstrat și alte studii (Tereșneu, 2011, Tereșneu et al., 2011);
- Vârsta nu influențează precizia de determinare a coordonatelor punctelor în cazul molidișurilor, variația înregistrată fiind neconcludentă de la o clasă de vârstă la alta (precizia este mai bună în clasa a II-a de vârstă, urmează clasa a IV-a și apoi clasele III și V);
- În cazul arboretelor de fag se observă aceeași distribuție a preciziei, acesta fiind mai bună pe creastă și ceva mai slabă pe versant;

- Un rezultat împotriva așteptărilor este cel obținut în arboretele de fag situate pe diferite expoziții. Aici o precizie mai bună s-a stabilit pentru punctele situate pe expoziții însorite, în dauna celor situate pe expoziții favorabile deplasării sateliților. Desigur, această concluzie trebuie privită cu rezervă până când și alte experimente viitoare vor confirma sau nu faptul că în arboretele de fag aceasta ar putea fi regula.

În urma coroborării rezultatelor obținute prin prisma a trei criterii de analiză, se constată următoarele:

- Cele mai bune precizii s-au obținut în cazul arboretelor de molid situate pe versant, având vârsta cuprinsă între 21 și 40 ani sau între 81 și 100 ani. Aceasta conduce din nou la concluzia că vârsta nu are o influență prea mare asupra preciziei de determinare a coordonatelor planimetrice. În plus, se întărește ideea că orografia are o influență foarte mare asupra preciziei și că, atunci când ne găsim pe creastă sau pe versant, precizia este mult mai bună decât pe vale;
- Toate situațiile în care se obțin precizii bune sau cel puțin acceptabile se găsesc pe creastă sau versant;
- Dacă în cazul arboretelor de molid situate pe versant nu contează expoziția, în cazul arboretelor de fag se menține observația că se înregistrează o precizie mai bună pe expoziții însorite, semn că, în timpul sezonului de vegetație, expozițiile umbrite sunt total nefavorabile pentru determinări ale coordonatelor planimetrice cu ajutorul echipamentului GPS;
- Consistența are influență asupra parametrului studiat în cazul arboretelor de molid situate pe vale, pentru care precizia este mult mai bună dacă se înregistrează valori mai mici ale consistenței.

În sfârșit, analizând influența concomitentă a patru factori, putem desprinde următoarele concluzii:

- Precizia cea mai bună se înregistrează în cazul arboretelor de molid situate pe creastă sau versant, cu vârsta de peste 60 de ani, indiferent de consistență;
- Precizii bune se obțin și în cazul arboretelor de molid situate pe versant, cuprinse în clasele a 2-a și a 5-a de vârstă, indiferent de consistență;
- Rezultate acceptabile se obțin și în cazul arboretelor de molid situate pe versant, cuprinse în clasa a 3-a de vârstă, oricare ar fi consistența acestora.

Concluzii finale

Sub forma unor concluzii finale, pot fi evidențiate următoarele aspecte relevate de cercetare:

- Cea mai puternică și vizibilă influență asupra preciziei de determinare în plan orizontal a coordonatelor punctelor cu ajutorul echipamentului de tip GPS o are orografia terenului. Cea mai favorabilă locație este pe culme (creastă), urmează la o distanță destul de mică versantul, pentru ca valea să fie cea mai nefavorabilă situație întotdeauna. Aceste situații se mențin în oricare dintre combinațiile orografiei cu alți factori analizați;
- Specia nu are influență asupra preciziei orizontale dacă determinările se realizează în cadrul sezonului de vegetație. În combinație cu alți factori, influența speciei se diferențiază astfel:
 - o expoziția însorită favorizează precizia determinărilor în cazul arboretelor de fag, pe când în arboretele de molid mai favorabilă este expoziția parțial însorită;
 - o consistența nu influențează precizia de determinare a coordonatelor punctelor, aceasta având aproximativ aceeași valoare indiferent de mărimea indicelui de consistență (nu s-au luat în calcul arborete la care să se înregistreze valori ale indicelui sub 0.6);
 - o nici vârsta nu are o influență vizibilă asupra preciziei, valorile obținute fiind sensibil apropiate, indiferent de clasa de vârstă în care sunt arboretele. Cele mai favorabile situații se înregistrează în golul alpin, acolo unde nu există obstacolul vegetației. Precizia înregistrată aici este una specifică intravilanului. Urmează drumurile forestiere, în cazul cărora se obțin precizii bune și apoi arboretele de molid situate pe creastă sau versant, cu vârsta peste 60 ani, pe expoziții favorabile deplasării sateliților, indiferent de pantă.

Capitolul 4. Analiza preciziei de determinare a coordonatelor punctelor în sectorul forestier (studiul de caz Zărnești)

Introducere

Măsurătorile în pădure au fost întotdeauna dificile. Chiar dacă precizia cerută în astfel de situații nu este la fel de ridicată ca în cazul terenurilor din intravilan, totuși se caută soluții pentru realizarea măsurătorilor cu precizii cât mai bune. Probleme deosebite se pun mai ales în cazul retrocedărilor de suprafețe forestiere întrucât limitele acestora nu corespund decât în puține cazuri cu limitele naturale (Tereșneu et al, 2011). Astfel, în aceste situații apar o serie de factori care influențează negativ determinările de coordonate. O influență de acest gen este dată de diferențele dintre satelit și ceasul receptor (Păunescu et al, 2012), de forma de relief (Tereșneu, 2011, Tereșneu et al., 2011), de forma și densitatea coronamentului arboretului (Ordonez Galan et al, 2013, Weilin et al, 2000, Zhang et al, 2014). Acest ultim efect este cu mult accentuat dacă determinările se fac în timpul iernii și există un strat consistent de zăpadă depus pe coronament (Janez et al, 2004). Totuși trebuie precizat aici faptul că s-au făcut progrese deosebite în sensul diminuării efectului cauzat de coronament și că, datorită evoluției în domeniul receptoarelor GPS, s-au înregistrat determinări cu precizii acceptabile chiar și cu receptoare de tip Garmin (Taczanowska et al, 2014). Un alt impediment întâlnit în determinările cu echipamentul GNSS în pădure este dat de numărul de sateliți vizibili (Wang et al., 2008), care de foarte multe ori nu satisface cerințele de precizie cerute. O altă influență care trebuie avută în vedere este aceea a sezonului de vegetație în care se fac măsurătorile (Dogan et al., 2014, Sawaguchi et al, 2003), știut fiind faptul că în cazul arboretelor de foioase cele mai prielnice momente de realizarea a măsurătorilor sunt în afara sezonului de vegetație. Cercetările au fost efectuate în zona superioară a Râului Bârsa, în apropiere de localitatea Zărnești (fig. 3.1). Coordonatele aproximative ale locului cercetărilor sunt 45⁰34' și 25⁰16'. S-au măsurat peste 9500ha de pădure și au fost determinate coordonatele a peste 14.000 de puncte. Pentru cazul de față s-au analizat preciziile obținute în cadrul arboretelor de molid.



Figura 4.1. Localizarea zonei de studiu

Materiale și metode

Pentru realizarea măsurătorilor în arboretele de molid din zona studiată, chiar dacă s-ar putea utiliza și mijloacele fotogrammetrice (Vorovencii, 2014a, 2014b), deocamdată nu ni le putem permite fiind mult prea costisitoare pentru noi (Boș, 2011) și, în consecință, singura variantă favorabilă rămâne cea a utilizării echipamentului GNSS. S-au utilizat două receptoare GPS în dublă frecvență de tip *Trimble ProXT* și *Trimble ProXH* cu ajutorul cărora s-au determinat coordonatele punctelor. De asemenea, s-au folosit planurile de bază cadastrale din zonă, scara 1:5.000, echipate cu limite silvice, ortofotoplanurile rezultate în urma zborurilor din anul 2012, precum și toate datele privind descrierea aspectelor de orografie și de arboret.

Ca metode de cercetare au fost folosite, în primul rând metoda măsurătorilor directe cu ajutorul metodei semicinematice "Stop&Go". Datele din receptoarele GPS au fost descărcate și prelucrate cu ajutorul softului *Trimble GPS Pathfinder Office*. Postprocesarea acestor date a presupus utilizarea corecțiilor primite de la stația

permanentă Top GEOCART Brașov. Chiar dacă distanța dintre această stație permanentă și zona de lucru a fost corespunzătoare, totuși pentru asigurarea unei precizii ridicate s-au făcut determinări prin metoda statică pentru mai multe puncte aflate în apropierea pădurii măsurate pe care s-au instalat receptoare de tip bază. Rover-ele au primit semnale atât de la stația permanentă menționată cât și de la punctele astfel determinate. Mai departe datele au fost importate în proiectul GIS al zonei (Tereșneu et al, 2014). Pentru a analiza datele preluate de pe teren în concordanță cu caracteristicile orografice și de arboret avute în vedere a fost nevoie să realizăm o corelație între acestea. Pentru aceasta s-au explodat poligoanele corespunzătoare parcelelor și subparcelelor silvice din proiectul GIS în linii care aveau omogenitate din punctul de vedere al caracteristicii studiate. Au fost avute în vedere următoarele caracteristici: forma de relief, expoziția, compoziția arboretului, consistența arboretului, vârsta arboretului. Precizia punctelor s-a determinat analizând combinații de câte:

- două criterii (compoziție-relief, compoziție-consistență, compoziție-vârstă, compoziție-expoziție), rezultând un număr de 25 combinații;
- trei criterii (compoziție-relief-consistență, compoziție-relief-vârstă, compoziție-relief-expoziție, compoziție-consistență-vârstă, compoziție-consistență-expoziție, compoziție-vârstă-expoziție), rezultând un număr de 145 combinații;
- patru criterii (compoziție-relief-consistență-vârstă, compoziție-relief-consistență-expoziție, compoziție-relief-vârstă-expoziție), rezultând un număr de 142 combinații;
- cinci criterii (compoziție-relief-consistență-vârstă-expoziție), rezultând un număr de 102 combinații.

În felul acesta au fost analizate 415 combinații posibile. Fiind foarte multe nu se vor prezenta și într-o formă tabelară, toate datele privind indicatorii statistici calculați relativ la aceste situații fiind comentați în sinteză în cele ce urmează.

S-a utilizat programul Statistica pentru a analiza precizia punctelor în plan orizontal.

Rezultate

Pentru o analiză obiectivă a datelor experimentale, acestea au fost reprezentate grafic prin repartiția frecvențelor relative cumulate (%) pe categorii (fig.4.2). Toate distribuțiile sunt de tip exponențial cu evidente diferențieri în funcție de combinația

analizată. S-au utilizat următorii indicatori statistici: minimum, maximum, media aritmetică, modulul, eroarea standard, frecvența, abaterea standard, coeficientul de variație.

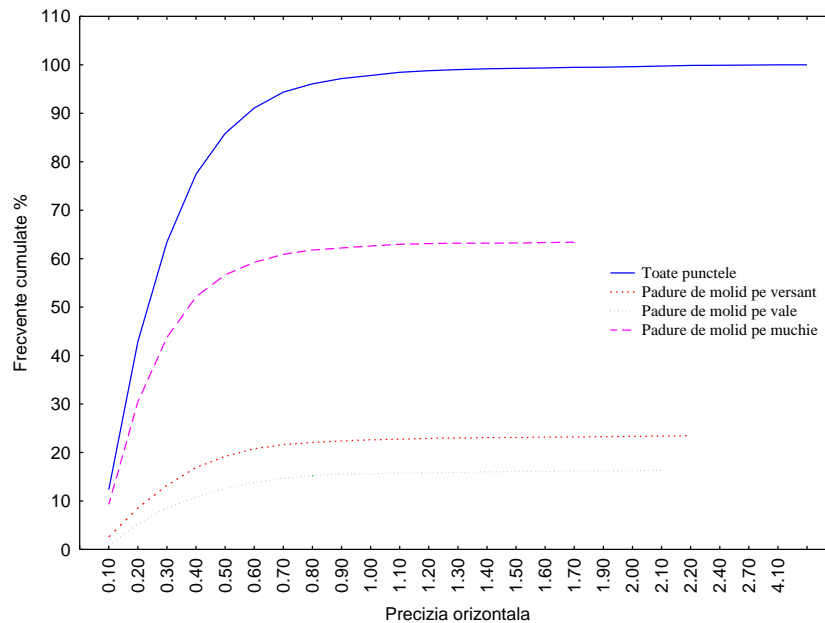


Figura 4.2. Distribuția frecvențelor relative cumulate

Din figura 4.2 se observă faptul că cea mai bună precizie se obține în cazul punctelor localizate pe muchie, iar cea mai slabă precizie se înregistrează în cazul punctelor de pe vale.

Analizând frecvența cu care apar diverse precizii orizontale se pot face următoarele afirmații:

- în cazul analizei a doi factori: frecvența cea mai mare o au punctele ale căror coordonate au o precizie în plan orizontal de 0,316m (16%), iar cea mai mică frecvență o înregistrează punctele cu precizia orizontală de 0,402 (0,5%);
- în cazul analizei a 3 factori: frecvența cea mai mare o înregistrează punctele cu o medie a coordonatelor orizontale de 0,315m (5%), iar cea mai mică frecvență o au punctele cu o precizie orizontală de 0,367m (un singur punct);
- în cazul analizei a 4 factori: cea mai mare frecvență se înregistrează pentru punctele a căror precizie orizontală este de 0,3m (56%), iar cea mai slabă frecvență au avut-o punctele cu o precizie a coordonatelor de 0,8m (două puncte);
- în cazul analizei a 5 factori: cea mai mare frecvență au avut-o punctele cu o precizie orizontală de 0,3m (45%), iar cea mai slabă frecvență au înregistrat-o punctele cu precizia orizontală de 0,7m (4 puncte).

Analizând mai departe variațiile preciziei orizontale primate prin prisma indicatorului mediei aritmetice se pot spune următoarele:

- în situația analizei a 2 factori: cea mai bună valoare a mediei aritmetice s-a înregistrat în cazul arboretelor de molid cu vârsta cuprinsă între 101-120ani (0,25m), iar cea mai defavorabilă situație s-a înregistrat în cazul arboretelor de molid situate pe expoziție nordică;
- în situația analizei a 3 factori: cea mai favorabilă situație s-a înregistrat în cazul arboretelor de molid cu vârsta cuprinsă între 61-80 ani și expoziție vestică, valoarea mediei aritmetice fiind de 0,117m. Cea mai slabă precizie s-a obținut în cazul arboretelor de molid cu vârsta cuprinsă între 21-40 ani și expoziție estică, ea având o valoare de 0,70m;
- în situația analizei a 4 factori: cea mai bună precizie este de 0,10m și se înregistrează în mai multe situații: arborete de molid situate pe muchie, cu consistența mai mică sau egală cu 0.6 și pe o expoziție NV-SE; arborete de molid situate pe muchie, cu consistența mai mică sau egală cu 0.6 și vârsta cuprinsă între 101-120ani; arborete de molid situate pe muchie, cu vârsta cuprinsă între 1-20ani și expoziție NE-SV; arborete de molid situate pe muchie, cu vârsta cuprinsă între 101-120 ani și expoziție E-V; arborete de molid situate pe muchie, cu vârsta cuprinsă între 101-120 ani și expoziție E-V; arborete de molid situate pe muchie, cu vârsta cuprinsă între 101-120 ani și expoziție N-S; arborete de molid situate pe versant, cu vârsta cuprinsă între 61-80 ani și expoziție V; cea mai slabă valoare a mediei aritmetice s-a înregistrat în cazul arboretelor de molid situate pe vale, având vârsta cuprinsă între 41-60 ani și expoziție N-S;
- în situația analizei a 5 factori: cea mai bună valoare a mediei aritmetice a fost tot de 0,10m și s-a înregistrat, de asemenea, în mai multe situații: arborete de molid situate pe muchie, cu consistența mai mică sau egală cu 0,6, cu vârsta cuprinsă între 101-120 ani și expoziție NE-SV; arborete de molid situate pe muchie, cu consistența cuprinsă între 0.7-0.8, cu vârsta cuprinsă între 1-20 ani și expoziție NE-SV; arborete de molid situate pe muchie, cu consistența cuprinsă între 0.7-0.8, cu vârsta cuprinsă între 101-120 ani și expoziție N-S; arborete de molid situate pe muchie, cu consistența cuprinsă între 0.9-1.0, cu vârsta cuprinsă între 1-20 ani și expoziție NE-SV; arborete de molid situate pe muchie, cu consistența cuprinsă între 0.9-1.0, cu vârsta cuprinsă între 101-120 ani și expoziție E-V; arborete de molid situate pe

versant, cu consistența cuprinsă între 0.9-1.0, cu vârsta cuprinsă între 81-100 ani și expoziție V; cea mai slabă valoare pentru media aritmetică s-a înregistrat în acest caz pentru arboretele de molid situate pe vale, cu consistența cuprinsă între 0.7-0.8, vârsta cuprinsă între 81-100 ani și expoziție NE-SV.

Există situații în care valoarea abateri standard este mai mare decât valoarea mediei aritmetice. Această situație conduce la valori ale coeficientului de variație mai mari de 100%. Astfel de situații s-au înregistrat în următoarele cazuri:

- arborete de molid cu consistența mai mică de 0.6 și expoziție nordică;
- arborete de molid cu consistența cuprinsă între 0.7-0.8 și expoziție N-S;
- arborete de molid cu consistența cuprinsă între 0.7-0.8 și expoziție S;
- arborete de molid cu consistența cuprinsă între 0.9-1.0 și expoziție S-V;
- arborete de molid cu consistența mai mică de 0.6 și vârsta cuprinsă între 121-140 ani;
- arborete de molid cu consistența cuprinsă între 0.7-0.8 și vârsta cuprinsă între 41-60 ani;
- arborete de molid situate pe vale, cu expoziție N-S; arborete de molid situate pe versant, cu expoziție S-V;
- arborete de molid situate pe vale, cu vârsta cuprinsă între 41-60 ani;
- arborete de molid situate pe versant, cu vârsta cuprinsă între 21-40 ani;
- arborete de molid situate pe versant, cu vârsta cuprinsă între 121-140 ani;
- arborete de molid cu vârsta cuprinsă între 61-80 ani și expoziție E;
- arborete de molid cu vârsta cuprinsă între 121-140 ani și expoziție N;

Datorită faptului că s-au înregistrat valori mari ale coeficientului de variație și, în consecință, media aritmetică nu oferă cele mai bune soluții în astfel de cazuri, s-a apelat la alți indicatori statistici (mediana, quartilele, procentilele), precum și la analiza frecvențelor relative cumulate (fig. 4.2).

Dacă se ia în calcul valoarea modală se observă faptul că aceasta variază de la 0.1 în cazul arboretelor de molid cu vârsta cuprinsă între 101-120 ani și 0.4 în cazul arboretelor de molid situate pe expoziție S-E.

Analizând maniera în care variază mediana, se poate observa faptul că aceasta înregistrează valori mai mici decât media aritmetică, în medie cu 15-17% în toate cazurile.

Discuții

Analizând în mod global datele care au constituit lotul experimental pentru arboretele de molid se pot desprinde o serie de concluzii:

- orografia influențează foarte puternic precizia de determinare a coordonatelor punctelor în plan orizontal, cele mai favorabile situații întâlnindu-se cu precădere pe formele de relief înalte, iar cea mai scăzută precizie înregistrându-se în cazul văilor;
- expoziția are o influență semnificativă asupra indicatorul studiat. Deși au fost luate în calcul foarte multe variante ale expoziției, și anume 12, s-a observat o grupare a acestora în două mari categorii: una favorabilă deplasării sateliților și una nefavorabilă. În prima categorie s-a observat întotdeauna o precizie mai ridicată a coordonatelor punctelor față de punctele situate în categoria a doua;
- vârsta nu pare să aibă o influență așa de puternică asupra preciziei de determinare a coordonatelor punctelor în plan orizontal precum s-ar putea crede. Se observă o precizie foarte bună în arboretele tinere care nu influențează încă prin înălțimea lor semnalul satelitar sau nu produc efectul de multipath, după care precizia scade destul de mult la arboretele cu vârste cuprinse între 21-40 ani. Apoi se constată o oarecare constanță a preciziei până la vârsta de 80 ani. După această vârstă precizia începe din nou să crească. Se menționează faptul că diferențele de precizie nu sunt foarte mari (diferența dintre valoarea maximă și cea minimă fiind de 34%);
- consistența are o anumită influență asupra preciziei orizontale a coordonatelor punctelor doar în măsura în care arboretul este suficient de rar (indicele de consistență are valori sub 0.6). La valori ale acestui indice de peste 0.7 preciziile sunt sensibil apropiate (indiferent că ne aflăm în clasa de precizie 0.7-0.8, sau în 0.9-1.0);
- analizând influența a doi factori în mod concomitent pentru arboretele de molid se pot exprima următoarele: cea mai favorabilă situație s-a înregistrat în cazul arboretelor de molid cu vârsta cuprinsă între 61-80 ani ce sunt situate pe expoziții V, iar cea mai defavorabilă situație a fost cea în cazul arboretelor de molid cu vârsta cuprinsă între 21-40 ani și expoziție N; situația favorabilă este explicabilă prin faptul că au început lucrările de rărituri și semnalul satelitar nu mai este afectat așa de mult, iar expoziția este favorabilă direcțiilor de deplasare ale sateliților; situația nefavorabilă este

oarecum așteptată datorită faptului că arboretul este foarte des și, în plus, se află pe o expoziție nefavorabilă deplasării sateliților;

- analizând influența concomitentă a 3 factori pentru arboretele de molid se observă faptul că cea mai bună precizie de determinare a coordonatelor punctelor în plan orizontal se înregistrează în cazul: arboretelor de molid situate pe muchie, cu consistența mai mică sau egală cu 0.6 și expoziție E-V; arboretelor de molid situate pe muchie, cu consistența mai mică sau egală cu 0.6 și vârsta cuprinsă între 101-120 ani; arboretelor de molid situate pe muchie, cu vârsta cuprinsă între 1-20 ani și expoziție E-V; arboretelor de molid situate pe muchie, cu vârsta cuprinsă între 101-120 ani și expoziție E-V; arboretelor de molid situate pe muchie, cu vârsta cuprinsă între 101-120 ani și expoziție N-S; arboretelor de molid situate pe versant, cu vârsta cuprinsă între 61-80 ani și expoziție V. Cea mai slabă precizie s-a obținut în cazul arboretelor de molid situate pe vale, cu vârsta cuprinsă între 41-60 ani și expoziție N-S; explicația pentru cele mai favorabile situații este de fapt o combinare a favorabilității factorilor individuali descriși mai sus – acolo unde avem arborete tinere sau suficient de mature (unde semnalul satelitar nu este foarte mult afectat), prezența formelor de relief înalte și a expozițiilor care sunt în concordanță cu direcția de deplasare a sateliților; în ceea ce privește aspectul celălalt, cel al arboretelor unde nu se obțin precizii bune, este vorba, în primul rând, despre forma de relief nefavorabilă, efectul fiind accentuat de vârsta arboretului și expoziția perpendiculară pe direcția de deplasare a sateliților;
- în fine, analizând influența conjugată a 4 factori ce acționează concomitent în cazul arboretelor de molid asupra preciziei de determinare a coordonatelor punctelor în plan orizontal, se observă că cele mai favorabile situații sunt următoarele: arboretele de molid situate pe muchie, cu consistența mai mică sau egală cu 0.6, cu vârsta cuprinsă între 101-120 ani și expoziție E-V; arboretele de molid situate pe muchie, cu consistența cuprinsă între 0.7-0.8, cu vârsta cuprinsă între 1-20 ani și expoziție E-V; arboretele de molid situate pe muchie, cu consistența cuprinsă între 0.7-0.8, cu vârsta cuprinsă între 101-120 ani și expoziție N-S; arboretele de molid situate pe muchie, cu consistența cuprinsă între 0.9-1.0, cu vârsta cuprinsă între 101-120 ani și expoziție E-V; arboretele de molid situate pe versant, cu consistența cuprinsă între 0.9-1.0, cu vârsta cuprinsă între 81-100 ani și expoziție V; în acest caz

cea mai slabă precizie s-a înregistrat în cazul arboretelor de molid situate pe vale, cu consistența cuprinsă între 0.7-0.8, vârsta cuprinsă între 41-60 ani și expoziție N-S; se observă că și în acest caz cele mai bune rezultate sunt influențate de o formă de relief înaltă (muchia), o consistență scăzută, o vârstă înaintată sau una foarte fragedă care să nu optureze semnalul satelitar și o expoziție favorabilă direcției de deplasare a sateliților; la polul opus se află arboretele situate pe vale, acolo unde semnalul satelitar este foarte slab (sau chiar lipsește), cu vârste și consistențe medii și expoziție perpendiculară de direcția de deplasare a sateliților.

Concluzii

În ceea ce privește precizia globală a punctelor determinate în cazul acestei cercetări se observă că aceasta este una bună spre foarte bună. Dacă se procedează la gruparea datelor pe clase de precizii din 25 în 25 de cm se observă faptul că cea mai mare pondere o au punctele ale căror precizii au ca centru al clasei valoare de 0,175m (62%).

Analizând factorii care influențează precizia de determinare a coordonatelor punctelor din pădure în plan orizontal se poate spune că fiecare dintre acești factori au o anumită influență. Dacă ar fi să facem o ierarhizare a influenței acestor factori aceasta s-ar prezenta astfel:

- forma de relief (cu cele mai bune rezultate pe formele înalte și cu cele mai slabe rezultate pe văi),
- expoziția (cu cele mai bune rezultate pe expozițiile favorabile traseelor de deplasare a sateliților și cu cele mai slabe rezultate pe traseele perpendiculare pe primele),
- consistența arboretului (cu precizii foarte bune în cazul consistențelor mai mici sau egale cu 0.6 și cu o oarecare similitudine în cazul celorlalte două categorii luate în studiu),
- vârsta arboretului (cu cele mai bune precizii în cazul arboretelor tinere a căror înălțime nu influențează semnalul satelitar și în cele mature parcurse cu tăieri de regenerare, iar cele mai slabe rezultate se înregistrează în arboretele din clasele 2-4 de vârstă cu o desime foarte mare).

În ceea ce privește influența combinată a acestor factori se observă faptul că cea mai dezavantajantă situație se înregistrează în cazul arboretelor de molid situate pe vale, cu expoziție N-S, cu consistența cuprinsă între 0.9-1.0 și cu vârsta cuprinsă între

21-40 ani, iar cea mai bună precizie se înregistrează în cazul arboretelor de molid situate pe muchie (creastă), cu expoziție E-V, cu consistența mai mică decât 0.8 și cu vârsta peste 100 ani sau sub 20 ani.

Capitolul 5. Utilizarea Sistemelor de Informații Geografice în lucrările de retrocedare către foștii proprietari a suprafețelor de pădure

Introducere

Demersul de față are în vedere una dintre provocările cu care un inginer topograf/silvic este confruntat în activitatea sa, și anume problema tehnică dar și juridică a retrocedărilor de pădure. Este cunoscut faptul că prin legile proprietății s-a propus revenirea la vechiul proprietar existent înainte de exproprierile realizate în perioada comunistă. Zona de studiu se găsește în loc. Poiana Mărului din jud. Brașov (fig. 5.1) și constă într-o serie de foste parcele silvice care se găsesc intercalate cu agricolul în localitatea menționată. Pentru zona păduroasă a jud. Brașov există foarte multe studii care au avut în vedere factorii ce influențează precizia de determinare a coordonatelor punctelor cu echipamentul GPS în pădure (Tereșneu et al., 2011, Tereșneu et al., 2014, Tereșneu and Vasilescu, 2015, Tereșneu and Vasilescu, 2019 a, b), dar și studii ce au avut în vedere să coreleze influența pe care această precizie o are asupra suprafețelor de fond forestier (Tereșneu, 2021). În cadrul prezentului studiu s-au avut în vedere aspectele pozitive puse la dispoziție de teledetecție (Herbei et al., 2021, Vorovencii, 2014a, 2014b). S-a realizat o comisie la nivelul Primăriei Poiana Mărului care să analizeze/valideze toate datele colectate. De asemenea, punctele determinate cu echipamentul GPS au fost stratificate pe două categorii: puncte determinate în interiorul pădurii și puncte determinate pe liziera pădurii. Ținând cont de influența resimțită asupra preciziei de determinare a coordonatelor punctelor (Ordonez Galan et al., 2011; 2013; Weilin et al., 2000; Zhang et al., 2014, Wang et al., 2014, Janez et al., 2004, Dogan et al., 2014; Sawaguchi et al., 2003) s-a găsit pentru coordonatele punctelor determinate în interiorul fondului forestier o precizie orizontală de 0,75m, iar pentru coordonatele punctelor determinate la liziera pădurii o precizie orizontală de 0,23m. Ținând cont de realitățile de pe teren, se poate spune că este o precizie foarte bună ce poate fi utilizată cu succes în acest tip de lucrări.

Materiale și metode

Materialele utilizate în cadrul prezentului studiu au fost: planurile topografice (echipate cu limite silvice), ortofotoplanul corespunzător zonei, descrierile parcelare din amenajamentele silvice; două receptoare GPS de tip *Trimble ProXT* și *Trimble ProXH*.

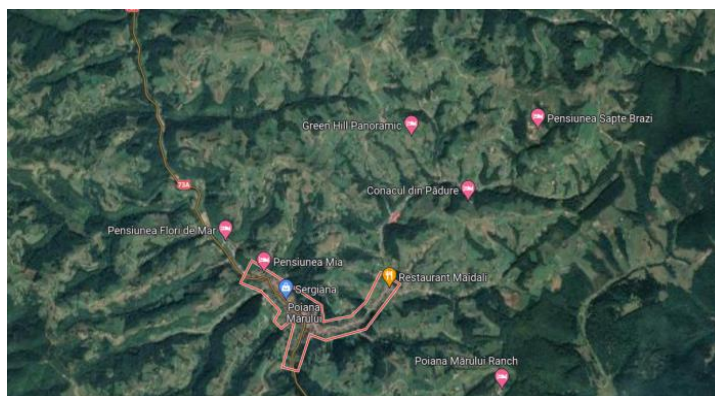


Figura 5.1. Localizarea cercetărilor

Ca metode de cercetare au fost utilizate: studiul bibliografic: prin care s-au analizat toate titlurile de proprietate emise de comisia de fond funciar, procesele verbale de punere în posesie, adeverințele emise de Primăria Comunei Poiana Mărului; metode ale statisticii matematice: care au fost utilizate în două direcții și anume: în sensul analizei preciziei de determinare a coordonatelor cu echipamentul GPS în această lucrare și în sensul corelării datelor (existente la primărie și la ocolul silvic); metoda măsurătorilor directe înregistrându-se coordonatele a peste 2000 puncte (metoda specifică a fost *Stop&Go* cu postprocesarea datelor). S-a realizat proiectul GIS pentru zona studiată și s-au importat coordonatele punctelor determinate cu echipamentul GPS în programul ArcMap.

Rezultate și discuții

Datele colectate și corelate au fost sintetizate într-un tabel din care se prezintă un extras (tabelul 5.1).

Tabelul 5.1. Date sintetice

Nr. Crt.	OB. GIS	UP	UA	Nume proprietar declarat	Supr. mas. (ha)	Obs.
1	397	XI	69	CORCA TEODORA	1.12	
2	398	XI	69	BOBEIU IOAN	2.27	
3	399	XI	69	TOGOE ALEXANDRU/ CO MANICI GHEORGHE	0.27	
4	400	XI	69	CORCA IOAN	0.08	

Nr. Crt.	OB. GIS	UP	UA	Nume proprietar declarat	Supr. mas. (ha)	Obs.
5	401	XI	69	LAZAROIU GHEORGHE	0.95	
6	402	XI	69	GUIMAN PARASCHIVA	0.43	
7	403	XI	68	GUIMAN PARASCHIVA	0.04	
8	404	XI	68	PISEU AUREL	0.70	
9	406	XI	68	PISEU AUREL	0.33	
10	407	XI	68	PISEU AUREL	3.23	
11	408	XI	68	PISEU AUREL/ ADAM ION	0.26	
12	409	XI	68	TOGOE ION	0.10	
13	410	XI	68	PISEU AUREL/ADAM ION	0.13	
14	411	XI	70	PISEU MARIA	0.84	
15	412	XI	70	ENESCU ELVIRA	0.70	
16	413	XI	70	PASOIU (RASOIU) ANA	1.65	
17	414	XI	70	LIHACIU ANA (ANA STAN PERSOIU)	0.74	
18	415	XI	70	TITILINCU ARON	0.62	
19	416	XI	70	BALAU IOAN	2.28	Supra-punere server
20	417	XI	70	TITILINCU ION	0.44	
21	418	XI	70	PERSOIU IANCU/ PERSOIU EMIL	0.75	
22	420	XI	70	ORZAN ION	0.25	Supra-punere server
23	422	XI	70	ORZAN GHEORGHE	0.53	Supra-punere server
24	423	XI	71	TITILINCU ARON/ GURAN ARON	0.40	
25	424	XI	71	POPA IOAN / DRAGOI MARIA	2.50	

Nr. Crt.	OB. GIS	UP	UA	Nume proprietar declarat	Supr. mas. (ha)	Obs.
26	434	XI	72 - 76	DOBRESCU ILIE	6.06	
27	435	XI	72A	CEAPA NECULAI	2.72	
28	436	XI	72A - 72C	NECULOIU GHEORGHE	3.33	(adeverinta)
29	437	XI	72	TICO ANA (COFEI IOAN)	1.42	
30	438	XI	70	BRAGHESIU IOAN	2.02	
31	439	XI	70	BRAGHESIU VASILE	0.27	
32	440	XI	70	CODREANU ANA (FLANGEA MARIA)	2.66	
33	441	XI	70-71	PASEU MARIA/PASEU GHEORGHE	5.06	(ambii revendica aceeasi supraf.)
34	442	XI	71	BOBEI ION	0.31	
...
382	884	XI	8 2	NECUNOSCU	0.38	
383	885	XI	8 0	NECUNOSCU	2.06	
384	886	XI	8 0	NECUNOSCU	0.42	
385	887	XI	8 5	NECUNOSCU	0.97	
386	888	XI	8 6	NECUNOSCU	0.57	
387	889	XI	8 9	NECUNOSCU	1.90	
388	890	XI	8 9	STAT (O.S.)	0.60	
389	891	XI	1 1 3	NECUNOSCU	0.65	
390	892	XI	1	STAT (O.S.)	0.53	

Nr. Crt.	OB. GIS	UP	UA	Nume proprietar declarat	Supr. mas. (ha)	Obs.
			3 7			
391	893	XI	1 3 2	NECUNOSCUȚ	0.85	
392	894	XI	1 2 5	MANECUTA ION	0.22	
393	895	XI	8 4	STAT (O.S.)	1.74	
394	900	XI	9 0	STAT (O.S.)	1.24	
TOTAL MĂSURAT					393. 43	

Analizând toate aceste date s-a constatat faptul că există mai multe categorii de probleme:

- a. Mai mulți proprietari revendică aceeași suprafață de pădure;
- b. Unii dintre proprietari și-au relizat lucrări de actualizare date cadastrale pe vechile cărți funciare (care nu aveau categoria de folosință pădure) și au cuprins și porțiuni din fondul forestier. În felul acesta există suprapuneri reale de proprietate;
- c. Alți proprietari și-au actualizat datele cadastrale pentru terenurile agricole riverane pădurii și sunt înregistrate suprapuneri virtuale cu acestea datorită nepoziționării corecte a acestora;
- d. Există diferențe de suprafață pentru parcelele identificate pe teren și cele înregistrate în scripte;
- e. Există suprafețe de pădure pentru care nu se cunoaște proprietarul.

Fiecare caz a fost analizat și s-a încercat să se găsească cea mai bună soluție. Pentru o bună gestionare a tuturor situațiilor, în proiectul GIS s-a realizat un sistem de avertizare după codul problemei (Tereșneu et al., 2016) (fig. 5.2).

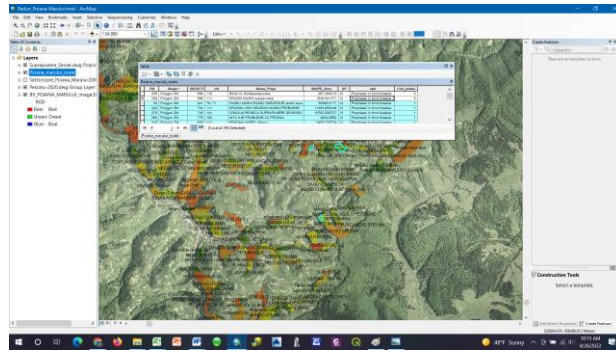


Figura 5.2. Sistem de avertizare GIS

În ceea ce privește prima categorie de probleme, care (probabil) este și cea mai grea, s-a analizat fiecare caz punctual. În cadrul acestei categorii s-au identificat mai multe cazuri. În anumite cazuri conflictul era doar formal. Chiar dacă ambii proprietari revendicau aceeași suprafață, actele ce le dețineau conduceau la concluzia că doreau să aibă în proprietate o suprafață mai mare decât cea dovedită. Mediarea ce a avut loc, prin explicarea situației concrete, a condus la rezolvarea situației. Așa este cazul pentru parcel 111 unde doi proprietari revendicau același perimetru (fig 5.3). Fiecare dintre ei aveau revendicări în aceeași parcelă silvică dar la o oarecare distanță față de acest amplasament. Însușind suprafețele măsurate ale celor 2 proprietari, atât în amplasamentele fără problem cât și în amplasamentul comun, s-a ajuns la o suprafață foarte apropiată de cea revendicată. Prin urmare, s-a propus o împărțire a suprafeței “în litigiu” și conflictul s-a stins.

Există însă și situații de altă natură și anume, discrepanță între situația de la ocolul silvic și cea de la primărie (fig 5.4). În acest caz, s-au căutat toate actele doveditoare și s-a constatat faptul că a fost o neglijență în scripte, în sensul că la ocolul silvic nu s-a scăzut suprafața corespunzătoare proprietarului particular și astfel această suprafață rămăsese încă în evidența ocolului silvic.

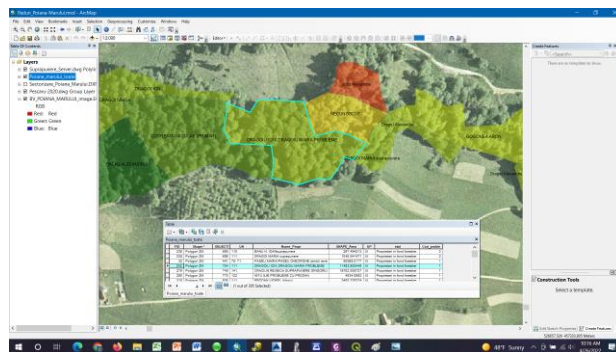


Figura 5.3. Situație conflictuală rezolvată

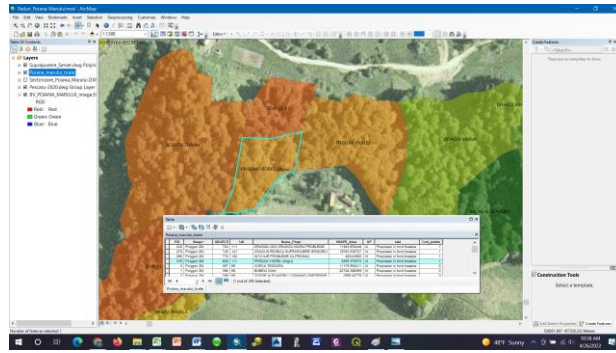


Figura 5.4. Conflict artificial datorat actelor neactualizate

O altă problemă a fost identificată în unitatea amenajistică 122 unde, de asemenea, doi proprietari revendică aceeași suprafață de pădure. Pentru rezolvarea acestei situații s-a consultat schița de carte funciară veche și s-a constatat faptul că unul dintre proprietari era în afara perimetrului proprietății sale (fig 5.5).

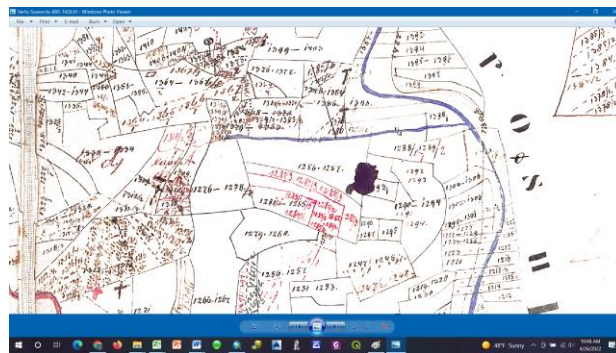


Figura 5.5. Rezolvarea unei situații conflictuale cu ajutorul schiței de carte funciară veche

În ceea ce privește cea de-a doua categorie de probleme (suprapuneri reale de proprietate) problemele sunt în curs de rezolvare. S-au convocat proprietarii implicați în astfel de situații și s-a convenit că singura cale prin care se poate rezolva situația este aceea ca proprietarii să realizeze lucrări de rectificare suprafață pentru parcelele agricole ce se suprapuneau și peste pădure, în felul acesta renunțându-se la părțile ce se suprapuneau peste fondul forestier. Pentru partea de fond forestier se va întocmi plan parcelar, aceasta fiind singura modalitate prin care proprietarul va putea să aibă înscrisă în cartea funciară actualizată categoria de folosință pădure (fig 5.6).

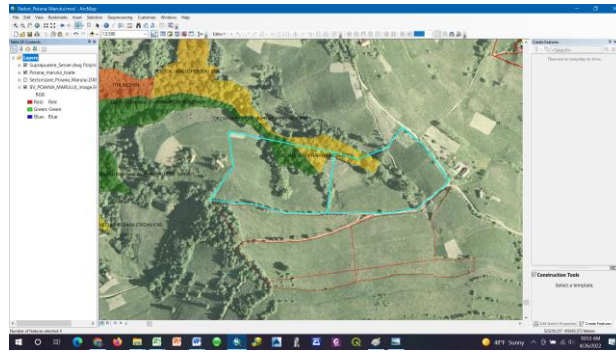


Figura 5.6. Suprapunere reală de proprietate

Pentru cea de-a treia categorie de problem rezolvarea este mult mai simplă. S-a luat legătura cu experții topografi care au realizat lucrările cadastrale de actualizare date și li s-a cerut să întocmească lucrări de re poziționare (fig 5.7). Nu s-au înregistrat cazuri de suprapuneri reale în astfel de cazuri, chiar dacă problema limitei între forestier și agricol nu este foarte bine reglementată.

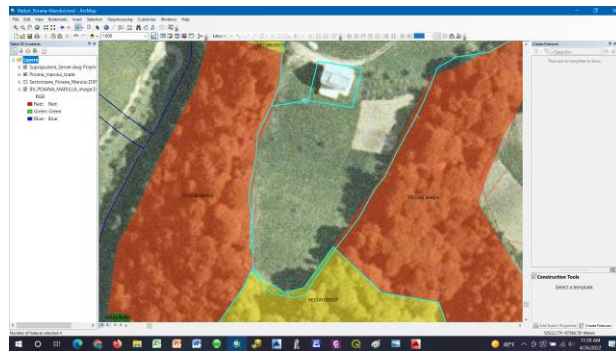


Figura 5.7. Rezolvarea problemelor de suprapuneri virtuale

Pentru problemele din categoria a patra nu s-au întâmpinat probleme majore, în sensul că suprafețele nu au fost foarte mult diferite în realitate față de ceea ce a fost validat în acte, sau au fost situații în care, dacă au existat diferențe mari, s-au realizat măsurători pentru întreaga proprietate în cauză și s-a constatat că diferența (în marea ei majoritate) se găsea în partea agricolă de proprietate (fig 5.8).

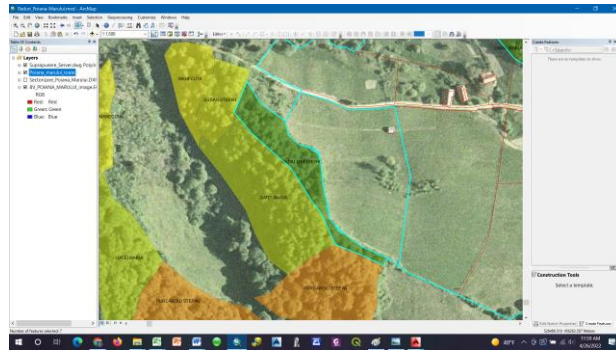


Figura 5.8. Probleme legate de suprafață

În ceea ce privește ultima categorie de probleme, s-a constatat faptul că sunt foarte multe suprafețe de pădure ce nu sunt revendicate la acest moment și apar ca suprafețe cu proprietar necunoscut (fig 5.9). Acest aspect nu constituie însă un impediment în întocmirea planurilor parcelare, toate aceste suprafețe rămânând la acest moment la dispoziția comisiei locale de aplicare a legilor fondului forestier.

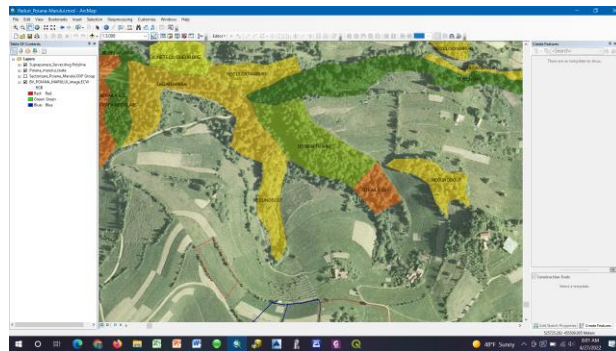


Figura 5.9. Suprafețe cu proprietar necunoscut

Concluzii

Problemele cauzate de aplicarea legilor proprietății necesită existența unor specialiști pregătiți și implicați în rezolvarea plinară a acestora. În plus, este nevoie de echipamente și softuri adecvate care să ușureze aceste rezolvări. În această lucrare s-au identificat o serie de probleme și s-au găsit soluții pentru toate acestea. Pentru rezolvarea optimă a fiecărei situații s-au utilizat sistemele de informații geografice cu ajutorul cărora s-a creat un sistem complex de atenționare a fiecărei situații cu probleme, apoi, tot cu ajutorul acestui sistem și a specialiștilor s-au găsit soluțiile cele mai bune. Pentru cele aproape 400 ha de pădure identificate, validate și măsurate s-au întocmit 12 planuri parcelare de atribuire a numerelor cadastrale și sunt în faza de avizare de către comisia locală de aplicare a legilor fondului funciar. Prin urmare, se

poate concluziona faptul că, oricât ar fi de complicate spețele (cazurile) concrete în care se aplică legile de reparare a efectelor comunismului în materie de proprietate, dacă se convoacă specialiști corespunzători, dacă se folosesc metode și mijloace tehnice adecvate se pot solutiona toate cazurile într-un timp rezonabil.

Capitolul 6. Unele aspecte privind utilizarea programelor AutoCAD și HEC-RAS în vederea întocmirii hărților de risc natural la inundații în zone de interes forestier

Introducere

Realizarea hărților de risc natural la inundații reprezintă, pentru țara noastră, o problemă relativ recentă, dar de mare importanță. Ea presupune întocmirea documentației corespunzătoare ce cuprinde (în formă grafică) zonele inundabile la diverse probabilități de producere a viiturilor cu specificarea pagubelor materiale și umane potențiale (***, 2003).

Prin obligația de a gestiona activitățile legate de proiectarea, executarea și monitorizarea lucrărilor de combatere a viiturilor torențiale în aria forestieră a țării – începând de la identificarea zonelor expuse la eroziune și torențialitate și mergând până la întocmirea hărților cu zonele expuse unor astfel de evenimente –, autoritatea națională pentru silvicultură este direct interesată în a găsi soluții de răspuns la problemele atât de complexe legate de estimarea și zonarea riscului hidrologic în aria forestieră a țării (Clinciu, 2006). În acest context, problema amenajării bazinelor hidrografice torențiale rămâne una de strictă actualitate, deși nu mai găsește, din păcate, o susținere corespunzătoare din punct de vedere financiar pentru a putea fi pusă în aplicare în condiții optime. Date fiind însă schimbările climatice din ultimul timp, cu manifestări chiar catastrofale ale unor fenomene meteorologice și, în plus, având în vedere defrișările masive ce se practică cu nesăbuiță în țara noastră în ultimii ani, trebuie să se aibă în vedere o reconsiderare a atitudinii față de această activitate inginerească tradițională, cu pregnant specific forestier, care vizează restabilirea echilibrului hidrologic în cuprinsul bazinelor hidrografice mici, torențializate pe diverse căi (Munteanu *et al.*, 1993).

Cu toate progresele înregistrate în acest domeniu de activitate după anul 1990, încă nu se beneficiază de utilizarea curentă a celor mai noi tehnologii de studiu, cu toate că avantajele lor au fost demonstrate de cercetarea științifică, atât în ceea ce privește Sistemele de Informații Geografice (Tamaș *et al.*, 2004, 2005, 2006; Păcurar, 2005), cât și în ceea ce privește programul AutoCAD (Tereșneu, 2005; Tereșneu și Brad, 2006).

Iată de ce, pornind de la realitatea consemnată mai sus, dar și ținând cont de faptul că efectul lucrărilor executate este strâns legat de calitatea proiectelor realizate, iar această calitate depinde într-o măsură covârșitoare de nivelul fundamentării

hidrologice a soluțiilor, prin lucrarea de față ne-am propus să evidențiem o alternativă de lucru bazată pe valorificarea facilităților oferite de programele AutoCAD și HEC-RAS.

Avantajele corelate ale celor două produse informatice sunt examinate în acest context din două puncte de vedere:

1. ca alternativă pentru fundamentarea hidrologică a variantelor de amenajare a rețelei hidrografice torențiale;
2. ca alternativă pentru întocmirea hărților de risc natural la inundații (Ionescu, 2006), hărți pe baza cărora se pot lua decizii de ierarhizare a urgențelor, inclusiv în localități și zone de interes forestier.

Aplicația s-a realizat într-un bazin hidrografic mic (65 ha) din zona montană a Brașovului, situat în treimea mijlocie a Văii Porții (fig.6.1)

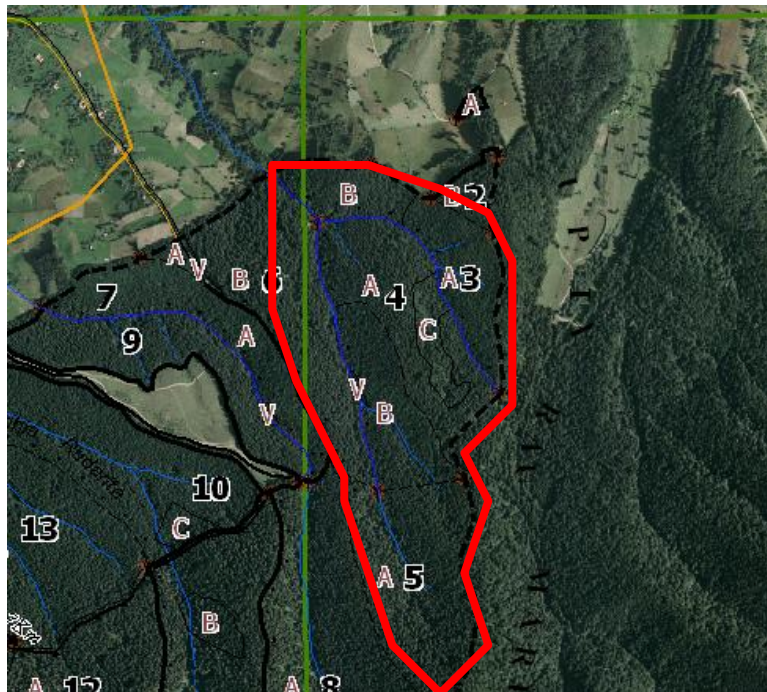


Figura 6.1. Bazinul hidrografic studiat
(suprapunere peste ortofotoplanul 530-442)

Datele necesare referitoare la acest bazin s-au preluat atât prin digitizare directă de pe planurile de bază L-35-87-D-b-1-I și L-35-87-D-b-1-II și de pe ortofotoplanul 530-442, cât și prin măsurători directe cu ajutorul teodolitului electronic Pentax 06D. Determinarea diverșilor parametri morfometrici, necesari în vederea prognozei debitului maxim de viitură, devine posibilă în AutoCAD doar după realizarea modelului digital al terenului, care se poate realiza în mod facil cu ajutorul acestui program (Tereșneu, 2005).

Utilizarea programului AutoCAD în vederea determinării debitului lichid maxim de viitură

În condițiile bazinelor torențiale din România, prognoza debitului lichid maxim de viitură se realizează prin metode indirecte, adică prin metode ce iau în considerare ploaia ce se află la originea viiturii și caracteristicile bazinului care intervin în procesul de formare și de propagare a viiturii (Clinciu și Lazăr, 1999).

Deoarece metodologia în vigoare recomandă utilizarea a 2-3 metode de calcul, ne-am oprit atenția asupra a două metode, și anume:

- formula rațională – varianta 1 (obligatoriu de aplicat în activitatea de proiectare);
- formula ploii orare.

A. Formula rațională (varianta 1) are, după cum se cunoaște, ca și relație de calcul:

$$Q_{\max 1\%} = 0,167 \cdot c \cdot i_{1\%} \cdot F,$$

în care:

c este coeficientul de scurgere mediu pe bazin;

$i_{1\%}$ (mm/min) - intensitatea medie a ploii de calcul de probabilitate 1%, având durata egală cu timpul de concentrare a scurgerii în bazin;

F(ha) – suprafața bazinului.

a. Determinarea suprafeței bazinului. Suprafața poate fi determinată în AutoCAD în mai multe moduri. Acestea sunt bazate pe:

- crearea unui polilinii închise, suprapuse peste cumpăna topografică, și apelarea funcției *Inquiry – Area – Object*;
- utilizarea funcției *Terrain – Edit Surface – Surface Boundaries* și asocierea polilinii închise create la layerul *NumestratSRF-BDR*;
- utilizarea funcției *Terrain – Terrain Model Explorer – Create Surface*, care crează în mod automat layerul *NumestratSRF-BDR* și precizează valoarea suprafeței în zona *Extended Surface Statistics*.

Ultima variantă este și cea mai avantajoasă, întrucât, pe lângă faptul că oferă în mod direct valoarea suprafeței, realizează și o eliminare automată a suprafețelor limitrofe care, deși se pot găsi în interiorul polilinii *NumestratSRF-BDR* (care, teoretic, desemnează cumpăna topografică), totuși nu alimentează bazinul în cauză. Prin apelarea funcției *Calculate Watershed...* se evidențiază aceste zone limitrofe care pot fi

de tip *boundary point*, *boundary segment* sau *flat area*. După cum se poate observa din figura 6.2, direcțiile de scurgere existente dovedesc faptul că suprafețele încadrate nu alimentează bazinul studiat. Determinată în acest fel, valoarea suprafeței este de $F = 649857,13m^2 \cong 65ha$. Avem de a face deci, cu un bazin hidrografic mic, cu o predispoziție accentuată la torențialitate, știut fiind faptul că există șansa acoperirii uniforme a acestuia de către o ploaie torențială.

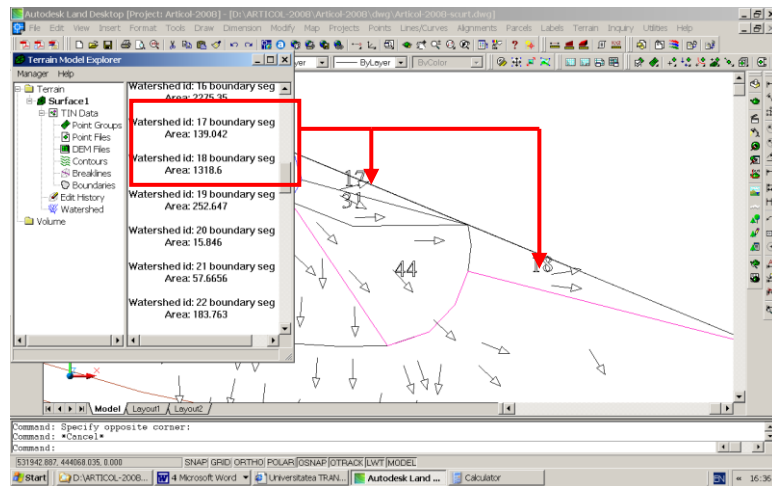


Figura 6.2. Eliminarea suprafețelor care nu alimentează bazinul

b. Determinarea timpului de concentrare al scurgerii în bazin se realizează cu relația cunoscută:

$$T_c = T_v + T_a,$$

în care:

T_v (min) este timpul de scurgere mediu pe versanți;

T_a (min) - timpul de scurgere pe albia principală.

Timpul de scurgere mediu pe versanți se determină cu relația:

$$T_v = 0,5 \cdot \sqrt{\frac{L_{cv}}{I_v^{0.5}}},$$

în care:

L_{cv} (m) este lungimea medie (de calcul) a versanților din bazin;

I_v - panta medie a versanților din bazin (se poate lua egală cu panta medie a întregului bazin, $I_{med} = I_v$).

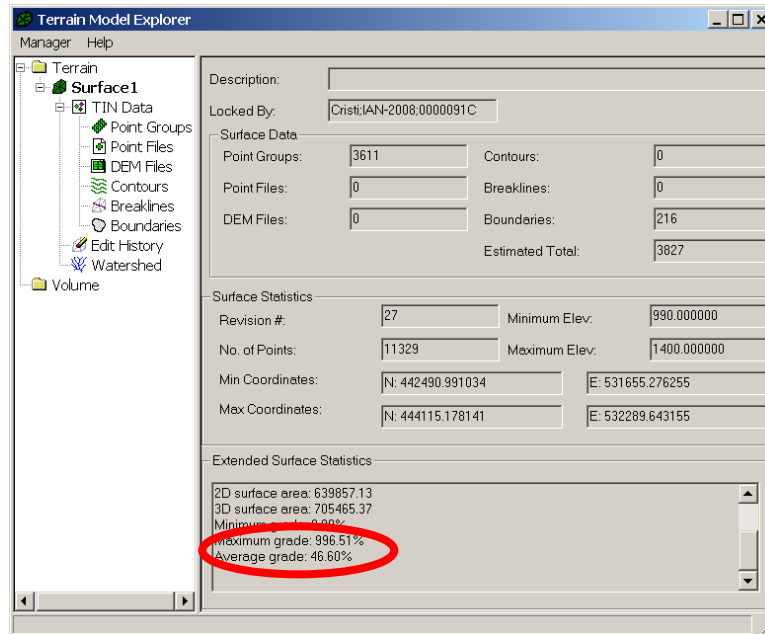


Figura 6.3. Determinarea pantei medii a bazinului

Așa cum se știe, pentru a afla lungimea de calcul a versanților din bazin este necesară determinarea lungimii totale a rețelei hidrografice ($\sum L_r$), în km. Aceasta se poate realiza, în AutoCAD, cu ajutorul funcției *Inquiry – Continuous Distance*, rezultând în acest fel, în mod automat, valoarea $\sum L_r = 2703m$. În acest fel a rezultat:

$$L_{cv} = 5,5 \cdot \frac{F}{\sum L_r} = 132,4m.$$

Întrucât se poate adopta $I_v = I_{med}$, s-a determinat valoarea medie a pantei din bazinul studiat cu ajutorul funcției *Terrain – Terrain Model Explorer – Create Surface* (fig. 6.3).

În felul acesta a rezultat: $T_v = 6,94min$.

În ceea ce privește timpul de scurgere pe albia principală, acesta se determină cu ajutorul relației:

$$T_a = 0,00167 \cdot \frac{L_a}{\sqrt{I_a}},$$

în care:

$L_a(m)$ este lungimea albiei principale;

I_a - panta medie a albiei principale.

Lungimea albiei principale s-a determinat (fig. 6.4), la fel ca și lungimea întregii rețele hidrografice, cu ajutorul funcției *Inquiry – Continuous Distance* ($L_a = 1209m$).

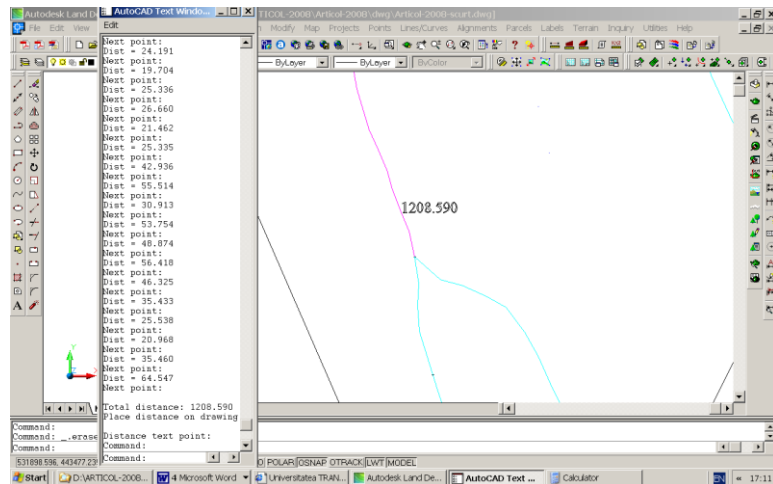


Figura 6.4. Determinarea lungimii albiei principale

Pentru determinarea pantei medii a albiei principale, s-au identificat cotele extreme ale albiei prin intermediul funcției *Inquiry – Surface Elevation*. În felul acesta au rezultat: $H_{am} = 1204.9m$, $H_{av} = 985.4m$ și $I_a = \frac{H_{am} - H_{av}}{L_a} = 0.18$. Prin urmare, $T_a = 4.74 \text{ min}$ și, în consecință, $T_c = 11.76 \text{ min} \cong 12 \text{ min}$.

Modulul *Hydrology*, specific programului AutoCAD, oferă posibilitatea calculării într-un mod mult mai expeditiv a timpului de concentrare al scurgerii prin apelarea funcției *Hydrology - Runoff* ► - *Time of Concentration (Tc)*... Prin utilizarea acestei metode, s-a găsit o valoare $T_c = 11.65 \text{ min} \cong 12 \text{ min}$ (fig. 6.5).

Figura 6.5. Determinarea timpului de concentrare al scurgerii în AutoCAD

c. Determinarea intensității medii a ploii de calcul. Potrivit procedurii elaborat de Maria Platagea în anul 1978, bazinul studiat se încadrează în zona montană (M4), rezultând o intensitate medie a ploii de calcul de $i_{1\%} = 2.7 \text{ mm/min}$.

d. Determinarea coeficientului de scurgere mediu pe bazin se bazează pe relația:

$$c = 1 - c_z - c_l,$$

în care:

c_z este coeficientul retenției, care depinde de înălțimea ploii de calcul ($H = i_{1\%} \cdot T_c = 27mm$) și de categoriile și subcategoriile în care se încadrează terenurile din bazin;

c_l - coeficientul infiltrației, care depinde de intensitatea medie a ploii de calcul și de textura solului.

Determinarea coeficientului de scurgere mediu pe bazin s-a realizat ca o medie ponderată a coeficienților parțiali c_i stabiliți pe subcategorii.

Cu datele de mai sus, rezultă:

$$Q_{\max 1\%} = 0.167 \cdot c \cdot i_{1\%} \cdot F = 9.09m^3 / s .$$

B. Formula ploii orare are la bază relația:

$$Q_{\max 1\%} = \frac{0.28 \cdot F \cdot c \cdot H_{60}}{(F + 1)^n} ,$$

în care:

$F(km^2)$ este suprafața bazinului hidrografic;

c – coeficient de scurgere mediu, stabilit pe zone geografice pe teritoriul României ($c=0.70$);

$H_{60}(mm)$ – precipitații maxime orare, calculate pe raioane climatice pe teritoriul României, la asigurarea de 1% ($H_{60}=115mm$);

n – exponent subunitar, raionat pe teritoriul României ($n=0.48$).

În consecință, $Q_{\max 1\%} = 11.52m^3 / s .$

Utilizarea programului HEC-RAS în vederea întocmirii hărților de risc natural la inundații

HEC-RAS este un produs al US Army Corps of Engineers ce reușește ca, prin introducerea valorii debitului specific unei anumite porțiuni a bazinului și a secțiunii de calcul specifice albiei colectoare și luând în calcul transportul de aluviuni prognozat, să evidențieze nivelul acestora în secțiune și, prin intermediul acestor date și a pantei de proiectare adoptate, să se stabilească sistemul de amenajare corespunzător.

Ca orice program ce lucrează cu date geografice, și acesta grupează datele și realizează toate operațiile în cadrul unui anumit proiect. În cadrul lucrării de față, s-a importat stratul cu rețeaua hidrografică ce a fost digitizat în AutoCAD conform datelor preluate din materialele cartografice disponibile (două planuri de bază și un ortofotoplan), dar și a datelor concrete preluate de pe teren cu ajutorul teodolitului

electronic Pentax 06D (fig. 5.6). Programul permite și preluarea în mod direct a planurilor de bază, respectiv a ortofotoplanului precizat, și digitizarea elementelor de interes *on-screen*.

În pasul următor, s-au introdus datele privitoare la secțiunile transversale, date ce au fost preluate din teren cu ajutorul teodolitului (fig. 6.7). Această operație se poate realiza în două moduri:

- fie prin introducerea directă a numărului punctului (care reprezintă, de fapt, o coordonată a punctului) și a cotei acestuia;
- fie prin importarea datelor dintr-o bază compatibilă GIS, situație în care, programul va prelua, pentru numărul punctului, una dintre coordonatele X sau Y (prima coloană).

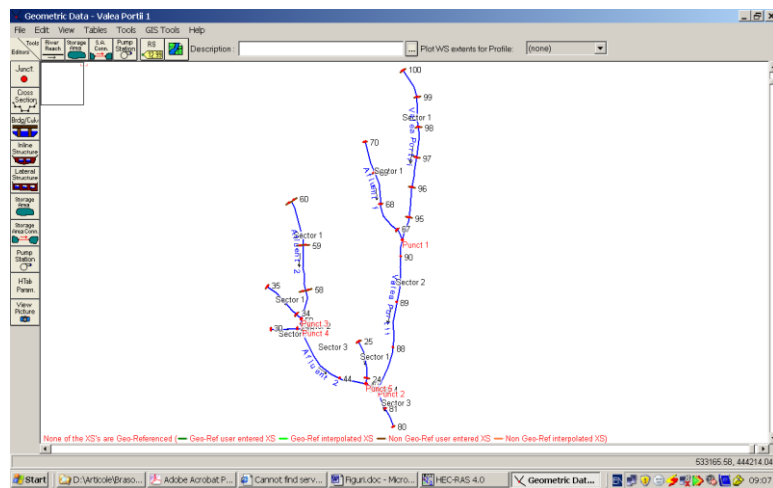


Figura 6.6. Preluarea stratului cu rețeaua hidrografică și amplasarea secțiunilor trasversale

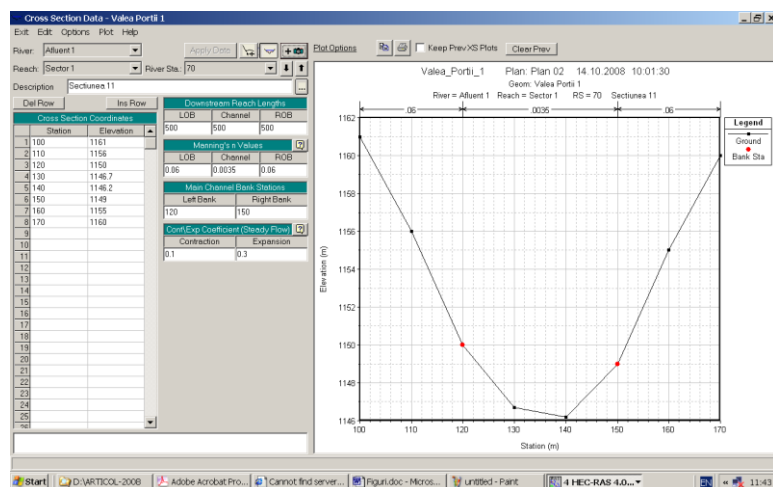


Figura 6.7. Secțiune transversală

Întrucât programul realizează, pe baza dezvoltării în spațiu a rețelei hidrografice și a secțiunilor transversale configurate, o redare de ansamblu a acestei rețele, se impune condiția ca pe fiecare sector de albie să existe minim 3 secțiuni transversale.

În următoarea etapă s-au introdus valorile debitului lichid calculate pentru fiecare sector de albie. S-a ținut cont de faptul că, fiecare sector preia și debitul sectoarelor din amonte (fig. 5.8). În plus, pe lângă valorile calculate ale debitului pe fiecare sector, s-au introdus și valori potențiale ale acestuia pentru un interval de 5, respectiv 10 ani.

Dacă, după introducerea prin digitizare a sectoarelor de albie, au fost definite și joncțiunile (punctele de confluență) corespunzătoare și lungimile arcelor ce se intersectează în punctele respective, mai rămâne de precizat doar condiția privind adâncimea normală în secțiunea de calcul (fig. 6.9).

River#	Reach	R/S	Q	5Q	10Q	
5	Afluent 2	Sector 2	49	2.18	10.9	21.9
10	Afluent 2	Sector 2	48	2.22	11.2	22.2
11	Afluent 2	Sector 3	45	2.85	14.25	28.5
12	Afluent 2	Sector 3	44	3.85	19.75	38.5
13	Afluent 2	Sector 4	40	4.27	21.35	42.7
14	Afluent 2	Sector 4	39	4.31	21.56	43.1
15	Afluent 2	Sector 4	38	4.34	21.74	43.4
16	Afluent 21	Sector 1	35	0.2	1	2
17	Afluent 21	Sector 1	34	0.4	2	4
18	Afluent 22	Sector 1	30	0.16	0.8	1.6
19	Afluent 22	Sector 1	29	0.33	1.65	3.3
20	Afluent 23	Sector 1	25	0.18	0.95	1.9
21	Afluent 23	Sector 1	24	0.38	1.9	3.8
22	Valea Portii	Sector 1	100	0.3	1.5	3
23	Valea Portii	Sector 1	89	0.6	3	6
24	Valea Portii	Sector 1	88	1	5	10
25	Valea Portii	Sector 1	87	1.4	7	14
26	Valea Portii	Sector 1	86	1.7	8.5	17
27	Valea Portii	Sector 1	85	2.1	10.5	21
28	Valea Portii	Sector 2	80	3.3	6.5	33
29	Valea Portii	Sector 2	89	4.55	22.57	45.5
30	Valea Portii	Sector 2	88	5.9	29	59
31	Valea Portii	Sector 3	82	10.9	54.5	109
32	Valea Portii	Sector 3	81	11.3	56.5	113
33	Valea Portii	Sector 3	80	11.57	57.8	115.7

Figura 6.8. Precizarea valorilor debitului în trei variante (Q, 5Q, 10Q)

River	Reach	Profile	Upstream	Downstream
Afluent 2	Sector 4	all	Junction=Punct 5	Junction=Punct 2
Afluent 21	Sector 1	all		Junction=Punct 3
Afluent 22	Sector 1	all		Junction=Punct 4
Afluent 23	Sector 1	all		Junction=Punct 5
Valea Portii	Sector 1	all		Junction=Punct 1
Valea Portii	Sector 2	all	Junction=Punct 1	Junction=Punct 2
Valea Portii	Sector 3	all	Junction=Punct 2	Normal Depth S = 0.0004

Figura 6.9. Impunerea condițiilor în secțiunea de calcul

Deoarece în cazul de față nu s-a calculat și volumul de aluviuni, în demararea simulării s-a pornit de la ipoteza simplificatoare a unui regim de scurgere al apelor subcritic (lipsit de încărcarea cu aluviuni).

În acest moment se poate declanșa simularea privind redarea nivelului apei pe întreaga rețea hidrografică prin apelarea butonului “Compute” al ferestrei *Steady Flow Analysis* și, prin observarea acestuia în fiecare din secțiunile analizate (fig. 6.10) se poate opta, pe de o parte, pentru un sistem de amenajare corespunzător (stabilirea numărului de lucrări și a înălțimii fiecăreia), iar pe de altă parte se poate întocmi harta de risc natural la inundații pentru zona studiată. Se poate analiza separat fiecare sector de albie în parte, prin observarea dezvoltării sale longitudinale (fig. 6.11), prin calcularea pantei fiecărei porțiuni omogene, prin studierea profilului transversal existent în fiecare punct, prin observarea nivelului apei precum și al modului de variație al acestui nivel în funcție de dezvoltarea transversală a albiei, prin calcularea rapidă a diferențelor de nivel dintre două secțiuni successive etc.

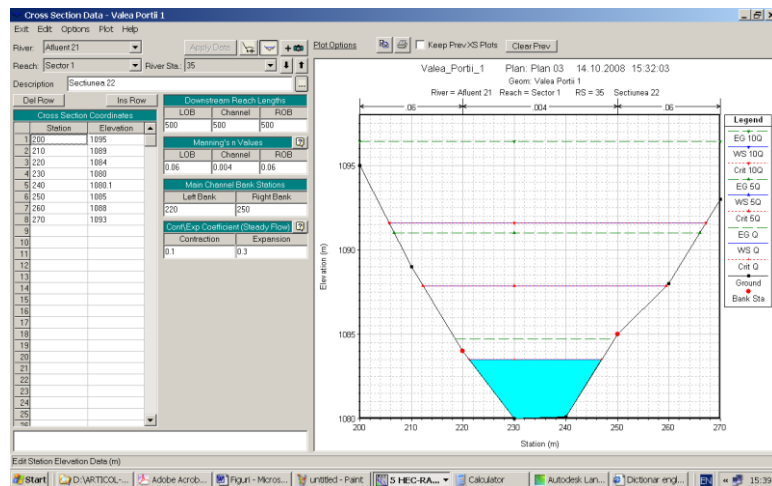


Figura 6.10. Nivelul apei într-o secțiune transversală

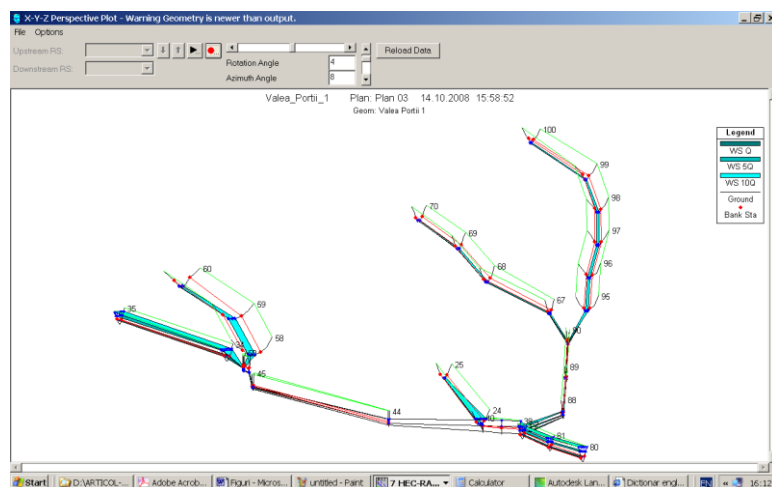


Figura 6.11. Dezvoltarea în spațiu a albiei

Concluzii

Folosirea instrumentelor moderne de studiu a bazinelor hidrografice torențiale devine aproape obligatorie în condițiile în care fenomenele naturale, altădată cu o manifestare și legități oarecum cunoscute, se dezvoltă astăzi tot mai haotic și imprevizibil afectând tot mai intens diverse obiective de mare importanță (drumuri, lacuri de acumulare și chiar așezări omenești).

După cum s-a încercat să se evidențieze în cuprinsul acestei lucrări, folosirea programului AutoCAD permite determinarea cu mare ușurință a elementelor ce caracterizează morfometria bazinului cât și cea a rețelei hidrografice, elemente necesare în prognoza debitului maxim lichid de viitură. Mai mult, acest program oferă și posibilitatea automatizării calculului aferent timpului de concentrare al scurgerii în bazin.

În plus, cunoscând valoarea debitului maxim lichid de viitură și având anumite determinări metrice pe rețeaua hidrografică, prin utilizarea programului HEC-RAS se poate obține nivelul apei în fiecare punct al albiei și, în felul acesta, se poate întocmi harta de risc natural la inundații pentru zona respectivă, document pe baza căruia organele administrației de stat sau locale pot asigura managementul situațiilor de criză provocate de inundații efective sau potențiale.

(B-ii) Planuri de evoluție și dezvoltare a carierei**1. Experiența profesională****a. Educație**

Formarea profesională are la bază următoarele studii:

- **2007-2011:** Facultatea de Îmbunătățiri Funciare și Ingineria Mediului, Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară, specializarea/programul de studii **Măsurători Terestre și cadastru** (diplomă de inginer geodez);
- **2003-2007:** Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere, Universitatea Transilvania din Brașov, **studii de doctorat** (diploma de doctor);
- **2000-2001:** Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere, Universitatea Transilvania din Brașov, specializarea **Managementul Exosistemelor Forestiere**, studii aprofundate (diplomă de studii aprofundate);
- **1997-2000:** Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere, Universitatea Transilvania din Brașov, specializarea **Silvicultură**, studii de licență (diplomă de inginer silvic);
- **1992-1995:** Colegiul Universitar Forestier Economic și de Informatică, Universitatea Transilvania din Brașov, specializarea **Tehnica Culturilor Silvice**, studii de licență (diplomă de inginer colegiu).

b. Activitatea profesională

În ceea ce privește activitatea profesională, aceasta a început după absolvirea colegiului. Am fost încadrat ca profesor suplinitor la Școala Generală Bran-Sohodol în perioada 15.09.1996 – 30.09.2000, după care am fost angajat la Universitatea Transilvania din Brașov unde am parcurs următoarele etape (tabelul 1):

Tabelul 1. Evoluția profesională în Universitatea Transilvania din Brașov

Funcția ocupată/ Perioada	Locul de muncă	Discipline predate	Programul de studii
Preparator universitar/ 01.10.2000 – 30.09.2003	Catedra de Amenajarea Pădurilor – norma de bază și activitate în regim plata cu ora	Elemente de informatică forestieră (L), Cercetare operațională și programarea calculatoarelor în silvicultură (L)	SV, EF
		Informatica aplicată	CUFEI – TCS, TEF, CIN, CAD
Asistent universitar/ 01.10.2003 – 25.02.2007	Catedra de Amenajarea Pădurilor – norma de bază și activitate în regim plata cu ora	Elemente de informatică forestieră (L), Cercetare operațională și programarea calculatoarelor în silvicultură (L),	SV, EF
		Informatică aplicată (L)	CUFEI – TCS, TEF, CIN, CAD, TL
Șef lucrări universitar/ 01.10.2007 – prezent	Catedra de Amenajarea/ Pădurilor – norma de bază și activitate în regim plata cu ora	Elemente de informatică	SV, EF CIN,

Funcția ocupată/ Perioada	Locul de muncă	Discipline predate	Programul de studii
26.02.2007 – 30.09.2016	Departamentul Exploatări Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre – norma de bază și activitate în regim plata cu ora	forestieră(C+L), Cercetare operațională și programarea calculatoarelor în silvicultură (C+L),	CIN-ID,
		Prelucrarea automată a datelor geodezice (C+L), Redactarea automată a planurilor (C+P), Programarea Calculatoarelor I și II (C+L), Infografică (C+L), Sisteme de informații geodezice (C+L), Sisteme de informații geografice (C+L),	MTC
		Sistemul informațional în silvicultură (C+L) Concepte și tehnici avansate GIS (C+L)	MEF
Conferențiar universitar/ 01.10.2016 – prezent	Departamentul Exploatări Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre – norma de bază și activitate în regim plata cu ora	Informatică forestieră (C), Sisteme de informații geografice (C),	SV, EF CIN, CIN-ID,
		Prelucrarea automată a datelor geodezice (C+L), Grafică asistată de calculator (C+L), Sisteme de informații geodezice, fotogrammetrie, cadastru (C+L), Sisteme informatice în măsurători terestre (C+L), Programarea Calculatoarelor și limbaje de programare I și II (C),	MTC
		Sistemul informațional în silvicultură (C+L) Concepte și tehnici avansate GIS (C+L)	MEF

C-curs; L-lucrări practice; P-proiect

În ceea ce privește partea de curs, menționez faptul că sunt titularul următoarelor cursuri la ciclul de licență:

- Informatică forestieră – anul I, specializările silvicultură, exploatări forestiere, cinegetica și cinegetică ID;
- Sisteme de informații geografice – anul II, specializările silvicultură, exploatări forestiere, cinegetica și cinegetică ID;
- Programarea calculatoarelor și limbaje de programare I – anul II, specializarea măsurători terestre și cadastru;
- Programarea calculatoarelor și limbaje de programare II – anul II, specializarea măsurători terestre și cadastru;
- Grafică asistată de calculator – anul II, specializarea măsurători terestre și cadastru;

- Sisteme de informații geodezice, fotogrammetrie, cadastru – anul III, specializarea măsurători terestre și cadastru;
- Sisteme informatice în măsurători terestre – anul IV, specializarea măsurători terestre și cadastru

De asemenea, sunt titular și la două cursuri de la programul de master Managementul ecosistemelor forestiere:

- Concepte și tehnici avansate ale sistemelor de informații geografice – anul I;
- Sistemul informațional în silvicultură – anul I

În plus, coordonez laboratorul de Sisteme de informații geodezice și informatică forestieră și (împreună cu dl.prof.dr.ing. Iosif Vorovencii) laboratorul de Teledetecție, fotogrammetrie și PADG.

În cadrul *Universității Transilvania din Brașov, Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere*, am deținut sau dețin următoarele funcții:

- **2010-2011:** membru în *Consiliul Facultății de Silvicultură și Exploatare Forestiere*;
- **2015-2024:** membru în Consiliul Departamentului de Exploatare Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre;
- **2014-prezent:** vicepreședintele *Comisiei de Etică pentru Universitatea Transilvania Brașov*;
- **2011-prezent:** responsabil Alumni la nivel de universitate pentru Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere;
- **2013-prezent:** membru în comisia de patrimoniu a Universității Transilvania din Brașov;
- Membru în comisia de finalizare a studiilor a programului de studii *Măsurători Terestre și Cadastru* în anii **2012-2018, 2021-prezent**;
- Membru în comisia de finalizare a studiilor a programului de studii masterat *Managementul ecosistemelor forestiere* – 2020;
- Secretar al comisiei de absolvire pentru programul de studii *Tehnică Culturilor Silvice*, Colegiul Universitar Forestier, Economic și de Informatică, Universitatea Transilvania din Brașov în anii **2004, 2005, 2006**;
- Secretar comisie examen de absolvire – Universitatea de Vest „Vasile Goldiș” Arad, Colegiul de Silvicultură, specializarea silvicultură –**2004, 2005, 2006**;
- Secretar comisie examen de absolvire – Universitatea „Dunărea de Jos” Galați, Facultatea de Știința și Ingineria Alimentelor, specializarea cadastru –**2006**.

În perioada desfășurată în învățământul universitar am coordonat proiecte de diplomă și lucrări de disertație pentru studenții încadrați în actualele programe de studii

Măsurători Terestre și Cadastru, Silvicultură, Exploatare Forestiere și Managementul Ecosistemelor Forestiere după cum urmează:

- **168** de proiecte de diplomă;
- **67** lucrări de disertație.

De asemenea, am îndrumat studenți din programele de studii menționate pentru prezentarea rezultatelor cercetărilor proprii la sesiunile științifice studentești și conferința anuală *Absolvenți în fața companiilor (AFCO)*, astfel:

- Sesiunile științifice studentești: **58** de lucrări înscrise, dintre care **11** au fost recompensate cu **locul I**, **11** au fost recompensate cu **locul II**, **8** au fost recompensate cu **locul III**, **9** au fost recompensate cu **Mențiune** și 2 au fost recompensate cu premiu special;
- Sesiuni științifice studentești internaționale: **22** lucrări înscrise, dintre care **2** au fost recompensate cu **locul I**, două cu un **premiu special**, **5** au fost recompensate cu **locul II**, **5** au fost recompensate cu **locul III** și una a fost recompensată cu **Mențiune**
- *AFCO*: **16** lucrări înscrise și reprezentate, una dintre ele fiind premiată.

Pentru a oferi sprijin studenților, am participat atât cu activități remediale la disciplina Informatică forestieră, anul I, programul de studii SV+EF-CIN, cât și cu activități tutoriale la anul I, același program de studiu, în cadrul grantului Managementul riscului de abandon în primul an de studii de licență pentru studenții Facultății de Silvicultură și Exploatare Forestiere (MARISA).

La evaluările realizate de către studenți am obținut întodeuna calificative foarte bune. Odată cu preluarea disciplinelor pe care le predau, s-a trecut la prezentarea tuturor cursurilor prin metode moderne cu utilizarea proiecteurului, respectiv includerea unor componente media sugestive (grafică și animație) și la utilizarea calculatoarelor la elaborarea lucrărilor de proiect și de laborator. Cu această ocazie au fost actualizate și/sau concepute toate cursurile predate, iar, pentru majoritatea am publicat cărți care pot fi utilizate drept suport de curs. Proiectele de diplomă și lucrările de disertație s-au orientat, prin temele abordate și predate studenților, către extinderea cunoașterii prin cercetare aplicativă, ieșind din tiparul proiectelor clasice.

Începând cu anul 2005 desfășor și activități ingineresti în cadrul unei firme de proiectare în domeniul *Măsurătorilor Terestre*. Aceste activități sunt legate de măsurători terestre și cartografie, elaborarea unor proiecte GIS și dezvoltare de aplicații software.

2. Activitatea de cercetare

În ceea ce privește activitatea de cercetare menționez faptul că încă din primul an de activitate desfășurat în cadrul Universității Transilvania din Brașov am fost implicat în diverse contracte, unde am fost fie director (3 dintre ele), fie membru în colectivul de cercetare (13). Contractele la care am fost director am fost finanțate de firme din sectorul privat sau de primării, iar cele la care am fost membru în colectivul de cercetare au fost finanțate de: Banca Mondială (1), Ministerul de resort (3), Regia Națională a Pădurilor (7) și firme private (2). Majoritatea temelor se încadrează în domeniul geomatiei forestiere.

Rezultatele cercetărilor întreprinse până în prezent și-au găsit valorificarea în 16 cărți de specialitate publicate în edituri recunoscute CNCS (la 5 sunt unic autor, la 3 autor principal și la 8 coautor), 12 articole publicate în reviste și volume ale conferințelor indexate în baza de date Web of Science (la 6 dintre ele sunt autor principal), 32 articole publicate în reviste și volume ale conferințelor indexate BDI (la 17 sunt autor principal) și 50 articole indexate în alte baze de date.

Recunoașterea academică și științifică este reflectată de:

- indicii Hirsch: Google Scholar (5), Scopus (2); Web of Science (3);
- apartenența la Societatea Națională Română pentru Știința Solului;
- apartenența la Uniunea Geodezilor din România;
- apartenența la Progresul Silvic;
- apartenența la Asociația Națională a Topografilor Autorizați;
- membru în comitetul științific – secțiunea 5 – Conferința internațională Agriculture for Life, Life for Agriculture;
- membru în bordul editorial al revistei „Land reclamation, Earth observation&Surveying, Environmental Engineering;
- membru în comitetul științific al Simpozionului Internațional Studentesc „IF IM CAD”.
- membru în comitetul științific al Revistei Journal of Young Scientist.

În anul 2019 am fost referent științific în cadrul comisiei de doctorat pentru susținerea publică a tezei de doctorat cu titlul „Posibilități de obținere a planurilor cadastrale pe suprafețe restrânse folosind tehnicile fotogrammetriei digitale de la înălțime de zbor mică” la Universitatea Transilvania din Brașov.

3. Dezvoltarea carierei universitare

a. Planul de dezvoltare a activității didactice

Activitatea didactică consider că reprezintă o componentă esențială în crearea prestigiului unei instituții de învățământ superior. Tocmai de aceea preocupările mele în acest sens vor viza:

- Elaborarea de suport de curs, proiect și laborator moderne, pentru disciplinele pe care le predau la programele de studii *Măsurători Terestre și Cadastru, Managementul Ecosistemelor Forestiere și Silvicultură, Exploatare Forestiere și Cinegetică*, prin integrarea ultimelor cunoștințe și rezultate din știință specifice disciplinelor respective, ținând cont de faptul că în domeniile în care activez schimbările sunt continue;
- Dezvoltarea laturii de formare a competențelor și abilităților practice și aplicative, inclusiv a celor transversale, prin conținutul și modul de predare al cursurilor și activităților de laborator/proiect;
- Creșterea calității în activitatea de predare, prin utilizarea unor metode și mijloace moderne care să crească atractivitatea activităților de curs, respectiv să pună accentul pe cooperarea și munca în echipă la activitățile practice (crearea de echipe care să participe atât la culegerea datelor de teren, cât și la prelucrarea acestora în laborator);
- Dezvoltarea în continuare a unor teme pentru proiectele de diplomă și lucrările de disertație care să conducă la extinderea cunoașterii, și ale căror rezultate să fie utile pentru practică (implicarea activă a viitorilor specialiști în cadrul unor firme de profil pentru procurarea datelor de teren);
- Dezvoltarea abilităților și competențelor studenților de a-și prezenta cercetările prin încurajarea acestora în vederea participării la manifestările științifice studentești;
- Adaptarea conținuturilor disciplinelor predate la realitățile și necesitățile pieții muncii ca și la cele mai noi standarde științifice specifice acestor discipline, prin alinierea acestora inclusiv la exigențele și standardele europene și internaționale;
- Stabilirea de parteneriate cu societățile comerciale și alte entități din țară și de peste hotare, pentru plasarea studenților în activități practice și în activități vizând schimbul de experiență (încurajarea lucrului part-time, a practicilor de vară, a școlilor de vară etc.);
- Susținerea unor prezentări invitate ale unor specialiști în disciplinele predate ce activează în țară sau în străinătate, în activitatea de producție sau în activitatea

științifică. Susținerea unor prezentări invitate ale unor reprezentanți ai instituțiilor și organizațiilor profesionale de profil;

- Implicarea în activitățile de natură administrativă legate de partea didactică și continuarea eforturilor legate de organizarea și/sau participarea în organizarea concursurilor pentru acordare de burse de către partenerii din mediul socio-economic;
- Participarea în schimburi de experiență pe latura didactică și în stagii de documentare în universități din străinătate în vederea dezvoltării experienței proprii și stabilirii sau îmbunătățirii relațiilor cu colegi de profesie din exterior;
- Implicarea în dezvoltarea curriculei și în dezvoltarea unor tematici de curs noi pentru programele de studii în care îmi desfășor activitățile de predare coroborat cu standardele în vigoare;

b. Planul de dezvoltare a activității de cercetare științifică

Planul de dezvoltare a activității de cercetare științifică va continua efortul depus până în prezent. Creșterea vizibilității în cercetarea științifică este una dintre premisele excelenței în acest domeniu de preocupare, în timp ce cercetarea științifică trebuie să rezolve problemele actuale ale societății, fapt ce este subliniat și de misiunea asumată a universității respectiv a facultății în care activez. Drept urmare, strategia operațională proprie în ceea ce privește dezvoltarea carierei științifice va fi canalizată în vederea atingerii obiectivelor strategice ale facultății și ale universității. În acest sens îmi propun dezvoltarea carierei proprii în cercetare în jurul atragerii surselor de finanțare necesare pentru susținerea cercetărilor proprii, inclusiv a studenților pe care îi voi coordona în viitor. Rezultatele obținute vor fi valorificate astfel încât să asigure o eficiență maximă în ceea ce privește vizibilitatea științifică a facultății, în mod special prin publicarea lor în jurnale prestigioase din domeniul forestier și cel al măsurătorilor terestre. Ca plan de viitor, integrarea studenților și masteranzilor în activitatea de cercetare va reprezenta o prioritate în preocupările proprii de coordonare a cercetării științifice. De asemenea, îmi propun o colaborare strânsă cu colegii din departament, facultate și universitate în atingerea scopurilor științifice pe care mi le asum. Prin urmare, în domeniul de preocupări propriu, legat de utilizarea sistemelor de informații geografice în domeniul măsurătorilor terestre dar și al silviculturii, îmi propun următoarele:

- Publicarea într-un mod constant, la o rată și un nivel mai ridicat decât până în prezent, a unor articole în jurnale indexate ISI Thomson Reuters, preponderent

în cele cu factor și scor relativ de influență, specifice domeniului forestier sau al măsurătorilor terestre;

- Participarea la conferințele naționale și internaționale de prestigiu arondate domeniului în care îmi desfășor activitatea de cercetare științifică;
- Publicarea unor cărți de cercetare în edituri naționale recunoscute CNCS;
- Menținerea și dezvoltarea relațiilor cu colegii români și internaționali care își desfășoară activitățile științifice în același domeniu, ca și participarea într-o proporție mai mare decât până acum în proiecte comune cu aceștia;
- Dezvoltarea unor idei de proiecte și aplicarea în calitate de coordonator/director/responsabil în competițiile naționale și internaționale pentru obținerea de finanțare în ariile tematice specifice domeniului în care îmi desfășor cercetările, în acord cu prioritățile tematice naționale și internaționale.
- Continuarea atragerii de fonduri prin proiecte de cercetare, dezvoltare tehnologică și/sau consultanță cu companii, instituții sau alte entități din România sau internaționale ce își au profilul de activitate suprapus pe direcțiile științifice care mă preocupă;
- Extinderea direcțiilor de cercetare pe care le-am abordat până acum prin luarea în considerare a unor direcții noi sau a unor direcții hibride, inclusiv extinderea abordărilor interdisciplinare și transdisciplinare ale propriilor cercetări;

Cercetările de viitor vor fi îndreptate pe direcții particulare ale aplicării sistemelor de informații geografice, dar și a celorlalte mijloace și metode specifice geomatiei forestiere în domeniul forestier astfel:

I. Dezvoltarea unui sistem sigur și precis de determinare a limitelor în sectorul forestier;

II. Utilizarea aparaturii topografice moderne și a mijloacelor GIS pentru studiul complex al doborâturilor de vânt în molidișurile vulnerabile;

III. Automatizarea calculului specific amenajării pădurilor într-un mediu GIS.

În mod concret, direcțiile tematice enumerate mai sus vor avea în vedere:

- stabilirea unei metodologii de utilizare a diverselor mijloace ce pot furniza date corecte privind limitele forestiere;
- studii concrete cu suficiente date care să reliefeze importanța factorilor ce influențează precizia de determinare a punctelor în sectorul forestier;
- studii analitice care să realizeze corelații între preciziile mijloacelor fotogrammetrice, raportate la precizia reală dată de mijloacele terestre;
- studii privind eficiența determinărilor privind limitele silvice, utilizând diverse

mijloace;

- corelarea datelor privind doborâturile din molidișuri și realizarea de măsurători concrete cu aparatură topografică performantă care să ajute la concluzii privind structura unor astfel de arboreta pentru a face față factorului abiotic;
- determinarea prin tehnici exclusiv GIS a accesibilității arboretelor;
- stabilirea facilă a compozițiilor țel în funcție de tipul de pădure și de grupa ecologică, în conformitate cu normele tehnice actuale;
- identificarea tratamentelor posibil de aplicat la nivel de u.a. cu ajutorul tehnicilor GIS prin crearea de secvențe de program VBA;
- pregătirea elementelor de bază pentru întocmirea planului de recoltare decenal prin operații facile în mediul GIS: determinarea arboretelor după urgența de regenerare, stabilirea accesibilității arboretelor, a volumului ce urmează a fi recoltat;
- determinarea elementelor necesare întocmirii planului lucrărilor de îngrijire și conducere a arboretelor în GIS;
- realizarea tuturor calculelor privind stabilirea indicatorului de posibilitate, prin cele două metode utilizate la noi în țară, în cadrul bazei de date GIS, prin crearea secvențelor de program VBA specifice fiecărei operații concrete

(B-iii) Bibliografie

- Aiello A., Adamo M., Canora F., (2015), Remote sensing and GIS to assess soil erosion with RUSLE3D and USPED at river basin scale in southern Italy, *Catena*, 131, 174-185.
- Baskent E.Z., Keles S., (2005), Spatial forest planning: A review, *Ecological Modelling*, 188, 145-173.
- Biali G., Patriche C.V., Pavel V.L., (2014), Application of GIS techniques for the quantification of land degradation caused by water erosion, *Environmental Engineering and Management Journal*, 13, 2665-2673.
- Boș N., (2011). Geomatica și realizarea bazei cartografice a fondului forestier din România. *Revista pădurilor* 6: 27-36.
- Butler R., Schlaepfer R., (2004), Spruce snag quantification by coupling colour infrared aerial photos and a GIS, *Forest Ecology and management*, 195, 325-339.
- Church R., Murray A., Figueroa M., Barber K., (2000), Support system development for forest ecosystem management, *European Journal of Operational Research*, 121, 247-258.
- Cliniciu I., Lazăr N., (1999). Bazele amenajării torenților. Editura LuxLibris, Brașov, 208p.
- Cliniciu I., Petrișan I.C., Niță M.D., (2015), Magnitude of damage events on hydrotechnical torrent control structures, *Environmental Engineering and Management Journal*, 14, 57-72.
- Cliniciu, I., (2006): Pădurea și regimul apelor, de la primele abordări ale înaintașilor, la recente preocupări de exprimare cantitativă și de zonare a riscului la viituri și inundații. În *Silvologie*, vol. V, Pădurea și regimul apelor, Editura Academiei Române, București, pp. 107-154.
- Crainic Gh.C., (2011). Researches concerning the modernization of topo-geodetic works from the forestry sector. PhD thesis. Transilvania University of Brasov, 236p.
- Dimopoulou M., Giannikos I., (2001), Spatial optimization of resources deployment for forest-fire management, *International Transactions in Operational Research*, 8, 523-534.
- Dogan U., Uludag M., Demir D.O., (2014). Investigation of GPS positioning accuracy during the seasonal variation. *Measurement* 53: 91-100.
- Dogan, U., Uludag, M., Demir, D.O., (2014). Investigation of GPS positioning accuracy during the seasonal variation. *Measurement* 53: 91-100.

- Ducheyne E.I., De Wulf R.R., De Baets B., (2006), A spatial approach to forest-management optimization: linking GIS and multiple objective genetic algorithms, *International Journal of Geographical Information Science*, 28, 917-928.
- Francioni M., Salvini R., Stead D., Giovannini R., Riccucci S., Vanneschi C., Gulli D., (2015), An integrated remote sensing-GIS approach for the analysis of an open pit in the Carrara marble district, Italy: Slope stability assessment through kinematic and numerical methods, *Computers and Geotechnics*, 67, 46-63.
- Giurgiu V., Decei I., Armășescu S., (1972), *Biometry of trees and of stands from Romania - Dendrometric tables*, Ceres Publishing House, Bucharest, Romania.
- Giurgiu V., Decei I., Drăghiciu D., (2004), *Methods and dendrometric tables*, Ceres Publishing House, Bucharest, 576.
- Gustafson E., Murphy N., Crow T., (2001), Using a GIS model to assess terrestrial salamander response to alternative forest management plans, *Journal of Environmental Management*, 63, 281-292.
- Hegazy I.R., Kaloop M.R., (2015), Monitoring urban growth and land use change detection with GIS and remote sensing techniques in Daqahlia governorate Egypt, *International Journal of Sustainable Built Environment*, 4, 117-124.
- Ionescu, Șt., (2006). Unele precizări și sugestii privind întocmirea hărților de risc natural la inundații (HRNI). *Revista Hidrotehnica* nr. 7, pp. 22-35.
- Jahani A., Fegghi J., Makhdoum M., Omid M., (2016), Optimized forest degradation model (OFDM): an environmental decision support system for environmental impact assessment using an artificial neural network, *Journal of Environmental Planning and Management*, 59, 222-244.
- Janez G., Adrados C., Joachim J., Gendner J.P., Pepin D., (2004). Performance of differential GPS collars in temperate mountain forest. *Comptes Rendus Biologies*, 327: 1143-1149.
- Korosuo A., Heinonen T., Ohman K., Holmstrom H., Eriksson L.O., (2014), Spatial optimization in forest planning using different fragmentation measures, *Forest Science*, 60, 764-775.
- Leahu I., (2001), *Forest Management Planning*, Didactic and Pedagogical Publishing House Bucharest, Romania.
- Lukas R.W., Holmstrom H., Lamas T., (2014), Intensive forest harvesting and pool of base cations in forest ecosystems: A modeling study using the Heureka decision support system, *Forest Ecology and Management*, 325, 26-36.

- Mariappan M., Krishnan V., Murugaiya R., Kolanuvada S.R., (2015), Urban forest canopy extraction using Lidar data, *Environmental Engineering and Management Journal*, 14, 2333-2340.
- Martire S., Castellani V., Sala S., (2015), Carrying capacity assessment of forest resources: Enhancing environmental sustainability in energy production at local scale, *Resources, Conservation and Recycling*, 94, 11-20.
- Marušák R., Kašpar J., Vopěnka P., (2015), Decision support systems (DSS) optimal - A case study from the Czech Republic, *Forests*, 6, 163-182.
- Munteanu S., Clinciu I., Gaspar R., Lazăr N., (1979). Calculul debitului maxim de viitură prin formula rațională. *Îndrumar de proiectare*. Universitatea din Brașov, 178p.
- Munteanu S., Traci C., Clinciu I., Lazăr N., Untaru E., (1993). Amenajarea bazinelor hidrografice torențiale prin lucrări silvice și hidrotehnice (vol. II). Editura Academiei Române, București, 310p.
- Næsset E., (1997), A spatial decision support system for long-term forest management planning by means of linear programming and a geographical information system, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 12, 77-88.
- Ordonez Galan C., Rodriguez Perez J.R., Garcia Cortez S., Bernardo Sanchez A., (2013). Analysis of the influence of forestry environments on the accuracy of GPS measurements by means of recurrent neural networks. *Mathematical and Computer Modelling*, 57 (7-8): 2016-2023.
- Păcurar, V., (2005). Utilizarea sistemelor de informații geografice în modelarea și simularea proceselor hidrologice. Editura Lux Libris, 152p.
- Păunescu C., Dimitriu S.G., Mocanu V., (2012). Sistemul de determinare a poziției utilizând sateliți (GNSS). Editura Universității din București, București, 204p.
- Petropoulos G., Kallivas D., Griffiths H., Dimou P., (2015), Remote sensing and GIS analysis for mapping spatio-temporal changes of erosion and deposition of two Mediterranean river deltas: The case of the Axios and Aliakmonas rivers, Greece, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 5B, 217-228.
- Phua M.H., Minowa M., (2005), A GIS-based multi- criteria decision making approach to forest conservation planning at a landscape scale: a case study in the Kinabalu Area, Sabah, Malaysia, *Landscape and Urban Planning*, 71, 207-222.
- Sawaguchi I., Nishida K., Shishiuchi M., Tatsukawa S., (2003). Positioning precision and sampling number of DGPS under forest canopies. *Journal of Forest Research* 8: 133-137.

- Sessions J., Sessions J., (1988), SNAP – A Scheduling and Network Analysis Program for Tactical Harvest Planning, Proc. 1988 International Mountain Logging and Pacific Northwest Skyline Symposium, 12-16.
- Sigrist P., Coppin P., Hermy M., (1999). Impact of forest canopy on quality and accuracy of GPS measurements. *International Journal of Remote Sensing*. 20 (18): 3595-3610.
- Tachiki Y., Yosimura T., Hasegawa H., Mita T., Sakai T., Nakamura F., (2005). Effects of polyline simplification of dynamic GPS data under forest canopy on area and perimeter estimation. *Journal of Forest Research* 10: 419-427.
- Taczanowska K., Gonzales L.M., Garcia-Masso X., Muhar A., Brandenburg C., Toca-Herrera J.L., (2014). Evaluating the structure and use of hiking trails in recreational areas using a mixed GPS tracking and graph theory approach. *Applied Geography*, 55: 184-192.
- Tamaș, Șt., Clinciu, I., (2004). Studiul facilităților oferite de sistemele de informații geografice (GIS) în identificarea direcțiilor de utilizare a acestei tehnologii în fundamentarea hidrologică a proiectării lucrărilor de amenajare a bazinelor hidrografice torențiale. Referat științific, Universitatea “Transilvania” din Brașov, 56p.
- Tamaș, Șt., Clinciu, I., (2005). Aplicații ale sistemelor de informații geografice pentru determinarea, analiza, interpretarea și valorificarea principalilor parametri morfometrici ai bazinelor hidrografice torențiale. Referat științific, Universitatea “Transilvania” din Brașov, 87p.
- Tamaș, Șt., Clinciu, I., (2006). Aplicații ale sistemelor de informații geografice în fundamentarea prognozei principalilor parametri hidrologici ai bazinelor hidrografice torențiale. Referat științific, Universitatea “Transilvania” din Brașov, 82p.
- Tereșneu C.C., (2011). Some aspects of accuracy of determining the coordinates points in forestry. *Studia Universitatis “Vasile Goldiș” Arad, Seria Științe Inginerești și Agro-Turism*, vol. 6, Issue 2, p. 7-10.
- Tereșneu C.C., (2006). The potential for using and valorification the advantages offer by the geographic information systems in forest management, *Studia Universitatis “Vasile Goldiș” Arad*, 1, 87-103.
- Tereșneu C.C., (2007). Research concerning the utilization of geographical information systems in even-aged system forest management, PhD Thesis, Transilvania University of Brașov, Romania.
- Tereșneu C.C., (2008), Possibilities for realizing the calculations in the GIS databases, *RevCAD, Journal of Geodesy and Cadastre*, 8, 175-184.

- Tereșneu C.C., (2005): Avantajele realizării modelului digital al terenului în AutoCAD. În *Lucrările celei de a 7-a Conferințe naționale pentru protecția mediului prin biotehnologii și a celei de a 4-a Conferințe naționale de ecosanogeneză*, Editura Pelecanus, pp. 437-442.
- Tereșneu C.C., Brad M.L., (2006): Realizarea modelului digital al terenului în AutoCAD în vederea explorării bazinelor hidrografice torențiale. În *Studia Universitatis "Vasile Goldiș" Arad*, Editura Universității "Vasile Goldiș" Arad, pp. 77-86.
- Tereșneu C.C., Vasilescu M.M, Hanganu H., Vlad-Drăghici H.G., Tamaș Șt., (2011): Analiză GIS privind implicațiile redeterminării poziției bornelor silvice. *GeoPreVi 2011, Geodezie prezent și viitor 1*: 355-364.
- Tereșneu C.C., Vasilescu M.M., (2006), Realization of management plans using for this purpose the geographic information system, *Studia Universitas "Vasile Goldiș" Arad*, 1, 126-139.
- Tereșneu C.C., Vorovencii I, Vasilescu M.M, (2014): Statistical study on the accuracy of determining points coordinates in mountain forests from Bran-Brasov, Romania. 14th SGEM Geoconference on Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing, *Conference Proceedings*, 3: 893-900.
- Varma V., Ferguson I., Wild I., (2000), Decision support system for the sustainable forest management, *Forest Ecology and Management*, 128, 49-55.
- Vopenka P., Kaspar J., Marusak R., (2015), GIS tool optimization of forest harvest-scheduling, *Computers and Electronics in Agriculture*, 113, 254-259.
- Vorovencii I., (2014a), Detection of environmental changes due to windthrows using Landsat 7 ETM+ satellite images, *Environmental Engineering and Management Journal*, 14, 565-576.
- Vorovencii I., (2014b), A multi-temporal Landsat data analysis of the use and land cover changes on the land surface temperature, *International Journal of Environment and Pollution*, 56, 109-128
- Vorovencii I., (2014c), Assessment of some remote sensing techniques used to detect land use/land cover changes in South-East Transilvania, Romania, *Environmental Monitoring and Assessment*, 186, 2685-2699.
- Vorovencii I., (2014d), A change vector analysis technique for monitoring land cover changes in Copsa Mica, Romania, in the period 1985-2011, *Environmental Monitoring and Assessment*, 186, 5951-5968.

- Vorovencii, (2014e): A change vector analysis technique for monitoring land cover changes in Copsa Mica, Romania, in the period 1985-2011. *Environmental Monitoring and Assessment* 186 (9): 5951-5968.
- Vorovencii, (2014f): Detection on environmental changes due to windthrows using Landsat 7 ETM+ satellite images. *Environmental Engineering and Management Journal* 13 (3): 565-576.
- Wang H., Zhan X., Zhang Y., (2008). Geometric dilution of precision for GPS single-point positioning based on four satellites. *Journal of Systems Engineering and Electronics* 19(5): 1058-1063.
- Wang X., Yu S., Huang G.H., (2004), Land allocation based on integrated GIS-optimization modeling at a watershed level, *Landscape and Urban Planning*, 66, 61-74.
- Weilin L., Buo X., Yu L., (2000). Applications of RS, GPS and GIS to Forest Management in China. *Journal of Forestry Research*, 11: 69-71.
- Welch R., Madden M., Jordan T., (2002), Photogrammetric and GIS techniques for the development of vegetation databases of mountainous areas: Great Smoky Mountains National Park, *Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 57, 53-68.
- Wikstrom P., Edenius L., Elving B., Eriksson L.O., Lamas T., et al., (2011), The heureka forestry decision support system: An overview, *Mathematical and Computational Forestry and Natural-Resource Sciences*, 3, 87-95.
- Wing M.G., Frank, J., (2011). Vertical measurement accuracy and reliability of mapping-grade GPS receivers. *Computers and Electronics in Agriculture* 78(2), 188-194.
- Yosimura T., Hasegawa H., (2003). Comparing the precision and accuracy of GPS positioning in forested areas. *Journal of Forest Research* 8: 147-152.
- Zambelli P., Lora C., Spinelli R., Tattoni C., Vitti A., Zatelli P., Ciolli M., (2012), A GIS decision support system for regional forest management to assess biomass availability for renewable energy production, *Environmental Modelling & Software*, 38, 203-213.
- Zeng H., Pukkala T., Peltola H., (2007), The use of heuristic optimization in risk management of wind damage in forest planning, *Forest Ecology and Management*, 241, 189-199.
- Zhang H., Zheng J., Dorr G., Zhou H., Ge Y., (2014). Testing of GPS Accuracy for Precision Forestry Applications. *Arabian Journal for Science and Engineering* 39(1): 237-245.