

**UNIVERSITATEA „BABEȘ-BOLYAI” CLUJ-NAPOCA**

**FACULTATEA DE GEOGRAFIE**

**ȘCOALA DOCTORALĂ DE GEOGRAFIE**

**TEZĂ DE DOCTORAT**

(Rezumat)

**STUDIU DE CARTOGRAFIE GEOLOGICĂ ASISTATĂ DE  
GIS. APLICAȚII ÎN TRANSILVANIA ȘI BANAT**

**Coordonator științific:**

**Prof. Univ. Dr. IRIMUȘ IOAN-AUREL**

**Student doctorand:**

**FELEKI (căs. KORODI) ENIKÓ**

**Cluj-Napoca, 2021**

## CUPRINS

LISTA FIGURILOR .....	4
LISTA DE TABELE .....	11
INTRODUCERE .....	12
1. ELEMENTE DE LOCALIZARE GEOGRAFICĂ .....	18
2. STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRII.....	20
3. ISTORICUL CARTOGRAFIERII GEOLOGICE ÎN TRANSILVANIA .....	24
3.1. Începuturile cartografierii geologice. Primele hărți geologice aferente teritoriului Transilvaniei .....	24
3.2. Cartările geologice sistematice și regionale. Hărțile geologice realizate de către Institutul Geologic Imperial și Regal din Viena și Institutul Geologic Regal Ungar .....	40
3.3. Hărțile geologice realizate după standardizarea folosirii culorilor și a nomenclurii geologice .....	59
3.4. Cartările geologice efectuate după primul război mondial. Hărțile geologice realizate de către Institutul Geologic al României .....	63
3.4.1. Hărți geologice de sinteză, la scară mică .....	64
3.4.2. Hărți geologice la scară mijlocie și mare .....	70
4. APLICAȚII GIS ÎN TRANSILVANIA: GEOREFERENȚIEREA ȘI ANALIZA CARTOGRAFICĂ A UNOR HĂRȚI GEOLOGICE ISTORICE .....	76
4.1. Intorducere .....	76
4.2. Bazele topografice ale hărților geologice aferente teritoriului Transilvaniei .....	77
4.2.1. Proiecții cartografice si datumuri geodezice .....	77
4.2.2. Meridiane de origine .....	79
4.3. Metodologia georeferențierii hărților geologice istorice aferente teritoriului Transilvaniei .....	81
4.3.1. Determinarea proiecției cartografice și a parametrilor .....	81
4.3.1.1. Determinarea parametrilor proiecției conice echidistante .....	83
4.3.1.2. Determinarea parametrilor proiecției conice conforme Lambert .....	83
4.3.1.3. Determinarea parametrilor proiecției Cassini–Soldner .....	84
4.3.1.4. Determinarea parametrilor proiecției Bonne .....	85
4.3.1.5. Determinarea parametrilor proiecției sinusoidale .....	85
4.3.1.6. Parametrii proiecției Gauss–Krüger .....	86

4.3.2. Definirea punctelor de control .....	86
4.3.2.1. Definirea punctelor de control în cazul hărților cu caroiaj geografic trasat .....	87
4.3.2.2. Definirea punctelor de control în cazul hărților cu caroiaj geografic netrasat, coordonate geografice indicate .....	88
4.3.2.3. Definirea punctelor de control în cazul hărților cu caroiaj geografic netrasat și coordonate geografice nemarcate .....	90
4.3.3. Rectificarea .....	92
4.4. Analiza cartografică a unor hărți geologice istorice aferente teritoriului Transilvaniei .....	92
4.4.1. Introducere .....	92
4.4.2. Rezultate și discuții .....	93
4.5. Concluzii .....	106
<b>5. APLICAȚII GIS ÎN BANAT ASUPRA UNOR HĂRȚI GEOLOGICE ISTORICE AFERENTE ZONEI CARBONIFERE ANINA .....</b>	<b>109</b>
5.1. Intorducere .....	109
5.2. Arealul studiat .....	110
5.3. Hărți geologice aferente zonei carbonifere Anina, compilate între 1850–1884 ....	113
5.3.1. Istoricul cartografierii geologice a zonei carbonifere Anina între 1850–1884 ....	113
5.3.2. Analiza cartografică a hărților .....	123
5.3.2.1. Metodologie .....	123
5.3.2.2. Rezultate și discuții .....	124
5.4. Hărți geologice aferente zonei carbonifere Anina, compilate între compromisul austro–ungar (1867) și primul război mondial .....	130
5.4.1. Istoricul cartografierii geologice a zonei carbonifere Anina între compromisul austro–ungar (1867) și primul război mondial .....	130
5.4.2. Georeferențierea și compararea conținutului geologic al hărților .....	136
5.4.2.1. Metodologie .....	136
5.4.2.2. Rezultate și discuții .....	139
5.5. Concluzii .....	146
<b>CONCLUZII FINALE .....</b>	<b>148</b>
<b>MULȚUMIRI .....</b>	<b>155</b>
<b>LISTA DE HĂRȚI .....</b>	<b>158</b>
<b>BIBLIOGRAFIE .....</b>	<b>162</b>
<b>ANEXA 1 .....</b>	<b>179</b>

**Cuvinte cheie:** Transilvania, Banat, cartografie istorică, hartă geologică, GIS, proiecție cartografică, georeferențiere, analiză cartografică.

## Introducere

Domeniul cartografiei istorice reprezintă pe plan internațional o abordare nouă a cercetării trecutului și comparația acestuia cu prezentul, bazată pe investigarea științifică a hărților vechi, utilizând tehnici GIS (Korodi et al., 2015).

Hărțile geologice istorice reprezintă o sursă importantă asupra stadiului cunoașterii geologice într-o anumită perioadă, însă implicarea lor în studiile recente necesită – alături de cunoașterea acurateții lor geologice – și luarea în considerare a acurateții lor cartografice (Korodi și Hofmann, 2016). Estimarea bazei topografice a hărților geologice vechi (proiecții, datumuri geodezice, meridiane de origine), precum determinarea parametrilor proiecției este necesară în procesul de georeferențiere, în consecință în aplicațiile GIS (Galambos, 2009a). Utilizând tehnici GIS, hărțile geologice istorice și cele de astăzi pot fi integrate într-o bază de date GIS, ceea ce ne permite analiza și comparația datelor geologice vechi cu cele moderne, în consecință urmărirea evoluției cunoștințelor geologice în timp (Korodi și Bartos-Elekes, 2016; Korodi și Hofmann, 2016).

*Obiectivul* principal al tezei de doctorat este acela de a prezenta evoluția cartografiei geologice în Transilvania și Banat: pe de-o parte prin cercetarea istoricului ridicărilor geologice, corelat cu evoluția geologiei ca știință; pe de altă parte prin aplicații GIS și anume: georeferențierea unor hărți geologice aferente Transilvaniei, și integrarea lor într-o bază de date GIS, rezultând un tabel centralizator cu datele hărților geologice studiate. Totodată, teza are ca *obiectiv* analiza cartografică a unor hărți geologice aferente Transilvaniei, respectiv analiza acurateții cartografice și compararea datelor geologice vechi cu cele moderne prin aplicații GIS asupra unor hărți geologice aferente zonei carbonifere Anina din Banat, cu scopul de a evidenția importanța cunoașterii acurateții topografice (alături de conținutul geologic) a acestor hărți geologice istorice.

În același timp, datorită faptului că metodele de cartografiere geologică s-au dezvoltat paralel cu progresul geologiei ca știință, lucrarea are scopul de a evidenția și principalele etape ale evoluției cunoștințelor geologice și schimbările de abordare în paradigmă în această disciplină.

*Motivul* pentru care am ales această temă este faptul că domeniul de cartografie istorică tematică este încă insuficient explorat în țara noastră. Tema de față a fost motivată

și prin dorința de a readuce în atenția comunității științifice o parte a moștenirii noastre culturale, niște hărți geologice vechi care de-a lungul timpului s-au pierdut din Transilvania.

Teza se remarcă și prin gradul său înalt de interdisciplinaritate, aceasta fiind o încercare de a integra cunoștințele din domeniul geologiei, a istoriei geologiei și a istoriei cartografierii geologice, cu aspectele practice ale cartografiei (și ale cartografiei istorice), precum ale geomatiei (prin aplicațiile GIS). Tema de cercetare și rezultatele propuse au totodată un grad înalt de inovativitate, deoarece un studiu asemănător încă nu a fost realizat în țara noastră.

În vederea realizării obiectivelor propuse în teza de doctorat am desfășurat mai multe activități și am aplicat mai multe *metode de cercetare*, după cum urmează:

- Consultarea bibliografiei de specialitate și identificarea hărților
- Procurarea bazei cartografice a zonei cercetate
- Procesarea hărților geologice istorice aferente teritoriului Transilvaniei și realizarea bazei de date GIS, respectiv analiza cartografică a unora dintre hărți
- Analiza acurateții cartografice și compararea conținutului geologic al hărților geologice de detaliu în cazul zonei carbonifere Anina (Banat)
- Publicarea și diseminarea rezultatelor (prin articole științifice și prezentări la conferințe)

## **1. Elemente de localizare geografică**

Transilvania reprezintă o entitate istorico-politico-geografică în Europa Centrală care a trecut de-a lungul timpului (din epoca postotomană până în timpurile moderne) printr-o evoluție istorico-politică complexă și a avut diverse extinderi.

În acest capitol precizăm faptul că în cercetarea de față facem referire la Transilvania, pe de-o parte în sensul larg al interpretării istorico-politico-geografice, și anume la teritoriul de la vest de Carpații Orientali și nord de Carpații Meridionali, astfel incluzând nu numai Ardealul istoric, respectiv Crișana și Maramureșul, ci și Banatul (Banatul Timișoarei) – în cadrul detalierii istoricului cartografierii geologice. Pe de altă parte, pentru aplicațiile GIS – realizate în capitolul 4., respectiv capitolul 5. – facem referire separat la cele două entități istorico-politico-geografice: Transilvania și Banat.

## **2. Stadiul actual al cercetării**

Capitolul 2. al tezei prezintă pe scurt cercetările anterioare în domeniul cartografiei istorice (geologice), cu privire deosebită la studiile, precum și la aplicațiile GIS asemănătoare, referitoare la hărțile geologice vechi reprezentând teritoriul Imperiului Habsburgic (sau al Regatului Ungar, sau al Transilvaniei), sau cele publicate pe plan internațional. Totodată menționăm și cercetările de cartografie istorică asupra hărților topografice istorice, acestea fiind deosebit de valoroase prin prisma faptului că aceste hărți reprezintă baza topografică pentru cartările geologice.

## **3. Istoricul cartografierii geologice în Transilvania**

Capitolul 3. detaliază pe baza documentației istoricului cartografierii geologice în Transilvania, de la primele hărți cu caracter geologic (începutul secolului al XVIII-lea) până la hărțile geologice moderne, editate în secolul al XX-lea, în strânsă corelație cu evoluția geologiei ca știință. Acest capitol a fost elaborat pe de-o parte prelucrând articolele deja existente referitoare la istoria cartografierii geologice a zonei cercetate, pe de altă parte cu ajutorul rapoartelor și studiilor „originale”, întocmite și publicate în special în secolul al XIX-lea, respectiv la începutul secolului al XX-lea de însuși geologii care au desfășurat aceste activități de cartare și cartografiere. Am subliniat rolul extrem de important al Institutului Geologic Imperial și Regal din Viena (întemeiat în anul 1849), respectiv al Institutului Geologic Regal Ungar (întemeiat în anul 1869) în aceste activități de cercetare și cartare geologică a Imperiului Habsburgic. Metodele de cartografiere geologică reflectă evoluția geologiei ca știință. Astfel evoluția metodelor de cartografiere geologică a fost corelată cu principalele etape ale evoluției cunoștințelor de geologie, respectiv schimbările de abordare în această disciplină. De asemenea, a fost schițată conținutul geologic (în special legenda) al hărților studiate și metodele de cartografiere geologică utilizate în elaborarea lor.

Primele hărți cu caracter geologic au fost de fapt hărțile de mină (Breznyánszky și Turczy, 1998), respectiv hărțile topografice care conțineau date cu caracter geologic și prezentau ivirile celor mai importante resurse minerale, editate în secolul al XVIII-lea. Compilarea lor a fost stimulată de prosperarea economiei teritoriilor eliberate de sub ocupație otomană, precum și de interesul acordat cercetării, respectiv exploatării resurselor

naturale (Barczikayné Szeiler et al., 2009). Aceste hărți pot fi considerate predecesorii hărților geologice timpurii (Brezsnyánszky, 1985; 1996; Brezsnyánszky și Síkhegyi, 2007). Prima hartă de acest fel, în care apare și teritoriul Transilvaniei a fost realizată de **Luigi Ferdinando Marsigli** (1741) (Fig. 1.).

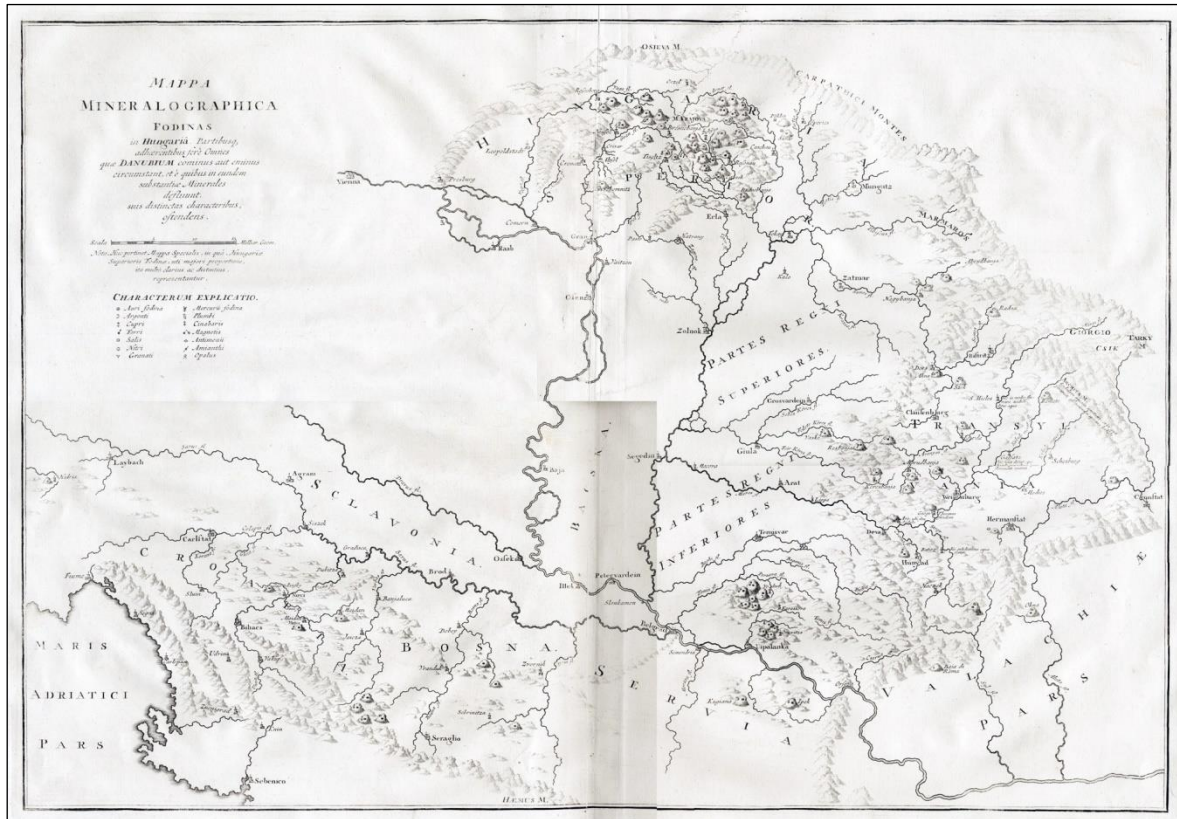


Fig. 1. Harta mineralogică [...], ~1:1 550 000 (Marsigli, 1741). Sursa: Colecția Bibliotecii Institutului Geologic și Geofizic Ungar, Budapesta.

Odată cu creșterea specializării, respectiv cu dezvoltarea de discipline noi în cadrul geologiei din a doua jumătate a secolului al XVIII-lea, metodele de cartografiere geologică au evoluat și ele, favorizate de faptul că au început să fie puse bazele geologiei ca știință (Brezsnyánszky, 1996; 2003). Astfel hărțile cu conținut geologic au evoluat treptat de la hărțile mineralogice și petrografice până la hărțile geognostice (Wołkowicz și Wołkowicz, 2014), hărțile petrografice prezentând doar răspândirea diferitelor tipuri de roci, pe când hărțile geognostice conțin și date privind condițiile de formare, respectiv vârsta relativă a rocilor. Aceste hărți geologice timpurii au fost compilate cu precădere de către călători sau naturaliști străini, cum ar fi harta geognostică a lui **François Sulpice Beudant** (1825) (Fig. 2.).

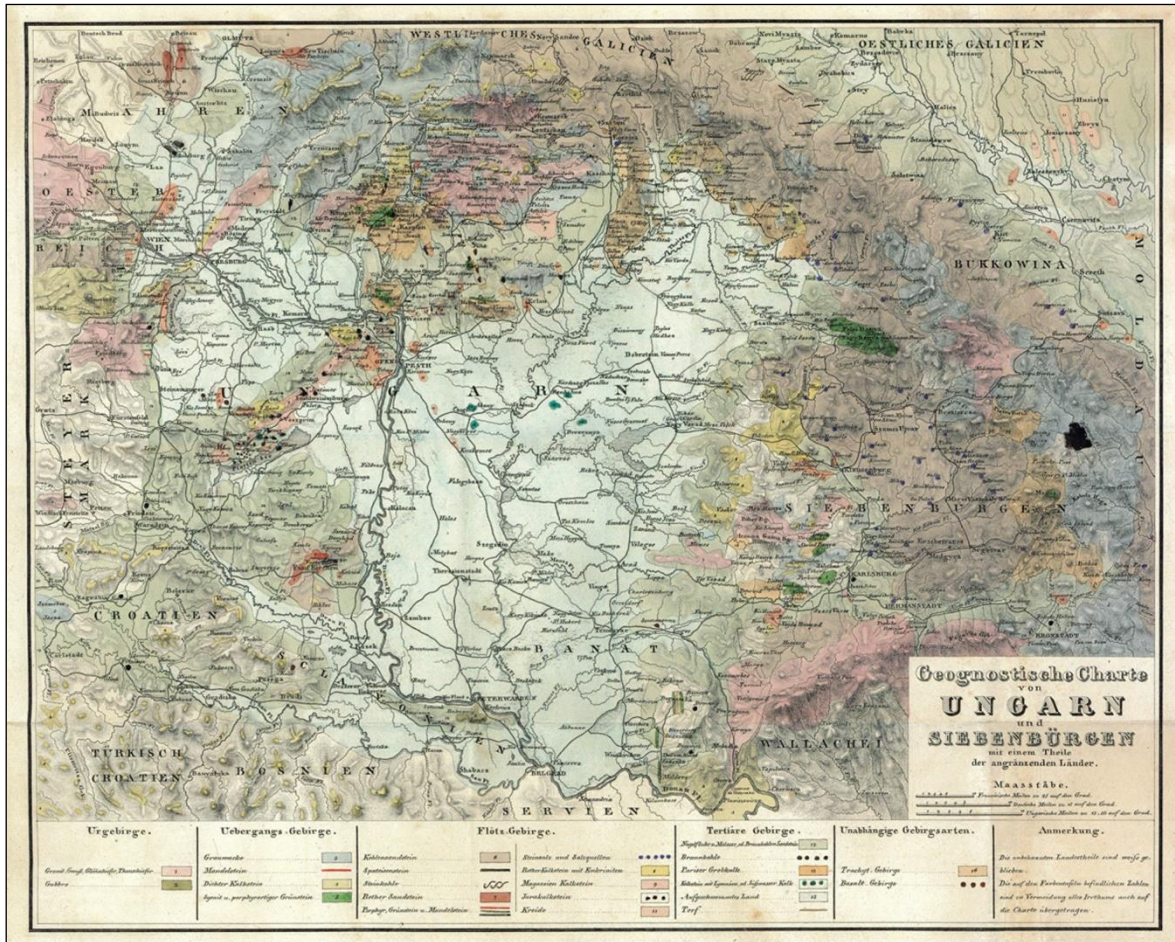


Fig. 2. Harta geognostică a Ungariei și a Transilvaniei, cu o parte a țărilor limitrofe, 1:1 000 000 (Beudant, 1825). Sursa: Colecția Bibliotecii Institutului Geologic și Geofizic Ungar, Budapesta.

Pe baza datelor geologice adunate în prima parte a secolului al XIX-lea, respectiv a hărților de mină și a hărților existente anterior, **Wilhelm Haidinger** a editat prima hartă geognostică cuprinzând întreg teritoriul Imperiului Habsburgic (Haidinger, 1845) (Fig. 3.).

Principiile de bază ale cartografierii geologice utilizate și în ziua de azi, conform cărora formațiunile geologice sunt reprezentate după vârsta, condițiile de formare și compoziția lor petrografică, s-au dezvoltat în prima parte a secolului al XIX-lea, simultan cu expunerea principiilor de bază ale geologiei moderne (Brezsnyánszky și Turczi, 1998; Barczikayné Szeiler et al., 2009). Începerea – în a doua jumătate a secolului al XIX-lea – a cartării geologice sistematice și detaliate a Imperiului Habsburgic, poate fi considerat un punct de referință. Această activitate de cartare geologică sistematică și detaliată a fost stimulată pe de-o parte de prosperarea economiei Imperiului Habsburgic (revoluția industrială, respectiv dorința de a exploata materiile prime cât mai economic și eficient)



(Pentelényi și Síkhegyi, 2012), pe de altă parte de efectuarea ridicărilor topografice care au asigurat baza topografică cu o acuratețe tot mai bună pentru cartările geologice.

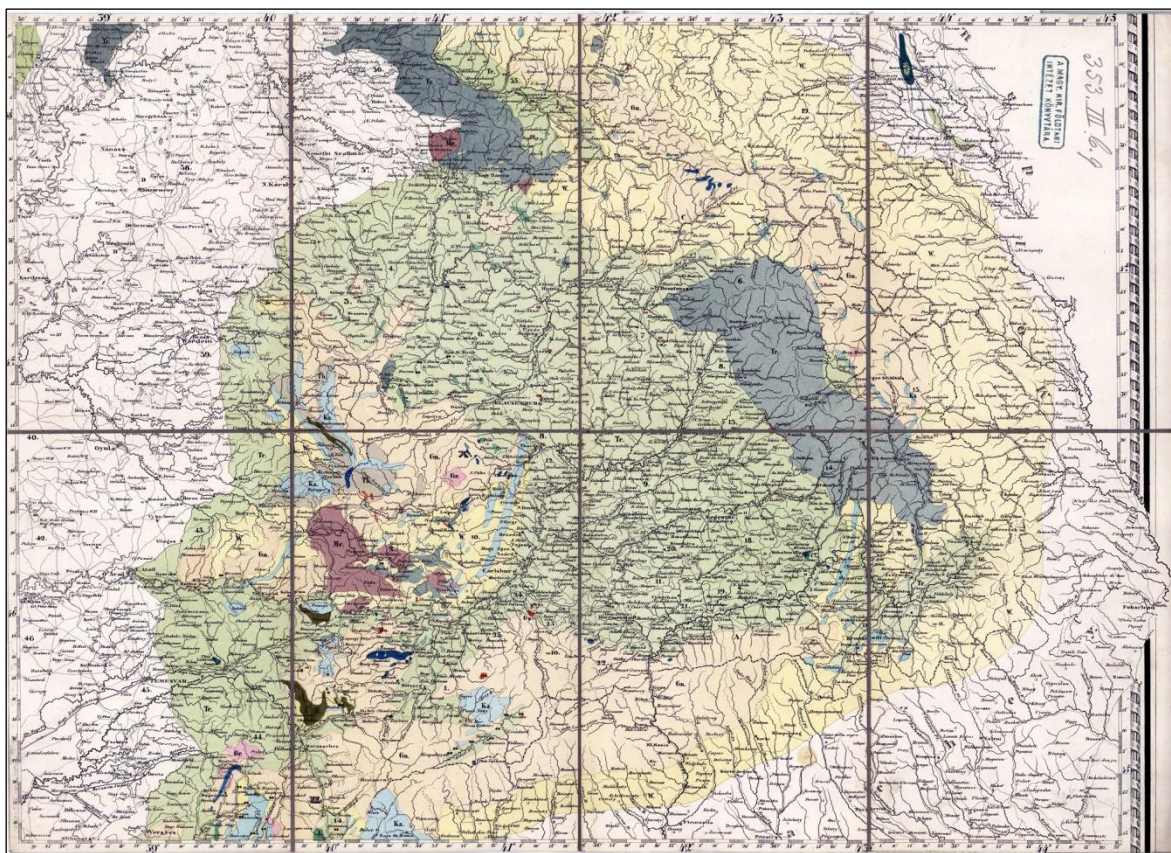


Fig. 3. Harta geognostică de ansamblu a Imperiului Austriac, Foia VI., 1:864 000 (Haidinger, 1845). Sursa: Colecția Bibliotecii Institutului Geologic și Geofizic Ungar, Budapesta.

Prima cartare geologică sistematică a Imperiului Habsburgic a început în anul 1851, având la bază hărțile derivate ale celei de-a doua ridicări topografice la scara 1:144 000. Această cartare detaliată (ex. Fig. 4.) a fost completată de o cartare regională a Imperiului Habsburgic la scara de 1:576 000 și 1:288 000, începută în anul 1856 (Hauer, 1863:3–6; Brezsnýánszky et al., 1999).

Principatul Transilvaniei și Banatul au fost considerate importante regiuni ale Imperiului din punct de vedere al resurselor minerale, în consecință cartarea acestor regiuni a constituit o sarcină importantă a Institutului Geologic din Viena.

Harta geologică generală a Principatului Transilvaniei (Fig. 5) realizată de **Franz Ritter von Hauer**, **Dionys Štur** și **Guido Stache** (Hauer et al., 1863) este cel mai de seamă rezultat al cartării regionale a Transilvaniei din vremea respectivă. În teza de doctorat am prezentat și câteva hărți precedente (unele fiind hărți manuscrise), mai puțin

cunoscute și cercetate de către comunitatea științifică, care au fost utilizate în compilarea acestei hărți.

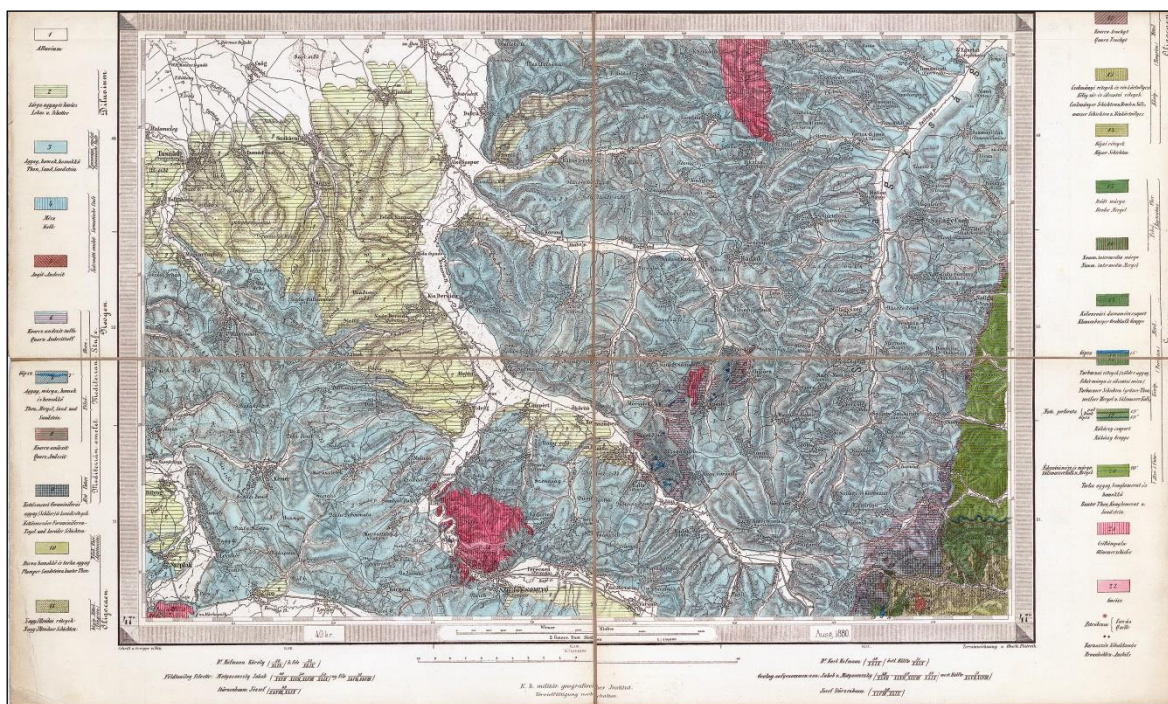


Fig. 4. . Harta geologică la scara 1:144 000, Regiunea Tășnadului și Șimleului Silvaniei, 1:144 000 (Hofmann et al., 1883). Sursa: Colecția Bibliotecii Institutului Geologic al Austriei, Viena.

Cea de-a doua cartare geologică sistematică a Imperiului Austro–Ungar a început în anul 1869 (Schnabel et al., 1999), bazată pe foile de hărți topografice la scara de 1:75 000, derivate din foile la scara de 1:25 000 a celei de-a treia ridicări topografice. Începând cu anul 1870 cartarea geologică sistematică a Regatului Ungar a devenit în întregime sarcina Institutului Geologic Regal al Ungariei (Hauer, 1870; Brezsnýánszky et al., 1999). Seria de hărți aferente teritoriului Regatului Ungar, intitulată *A magyar korona országainak részletes geológiai térképe 1:75000* [Harta geologică de detaliu la scara de 1:75 000 a țărilor coroanei ungare] a fost publicată între 1885–1914. Ridicarea și publicarea acestei serii a fost întreruptă de declanșarea primului război mondial (Barczikayné Szeiler et al., 2009). Aferente teritoriului Transilvaniei și Banatului au apărut însă tipărite mai multe foi, de exemplu foaia *Abrudbánya* [Abrud] (Gesell și Pálffy, 1905) (Fig. 6.).

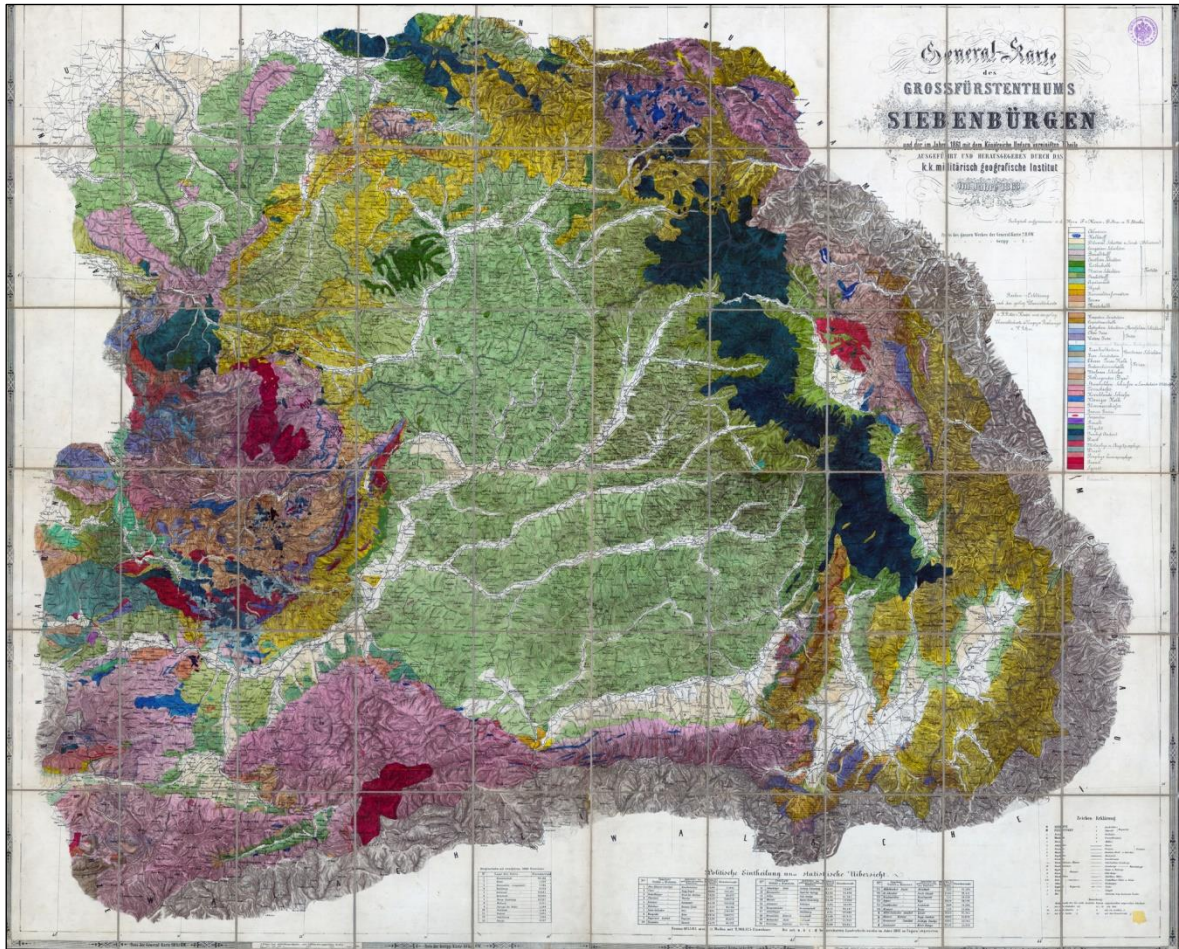


Fig. 5. Harta geologică de ansamblu a Transilvaniei, 1:288 000 (Hauer et al., 1863). Sursa: Colecția Bibliotecii Institutului Geologic al Austriei, Viena.

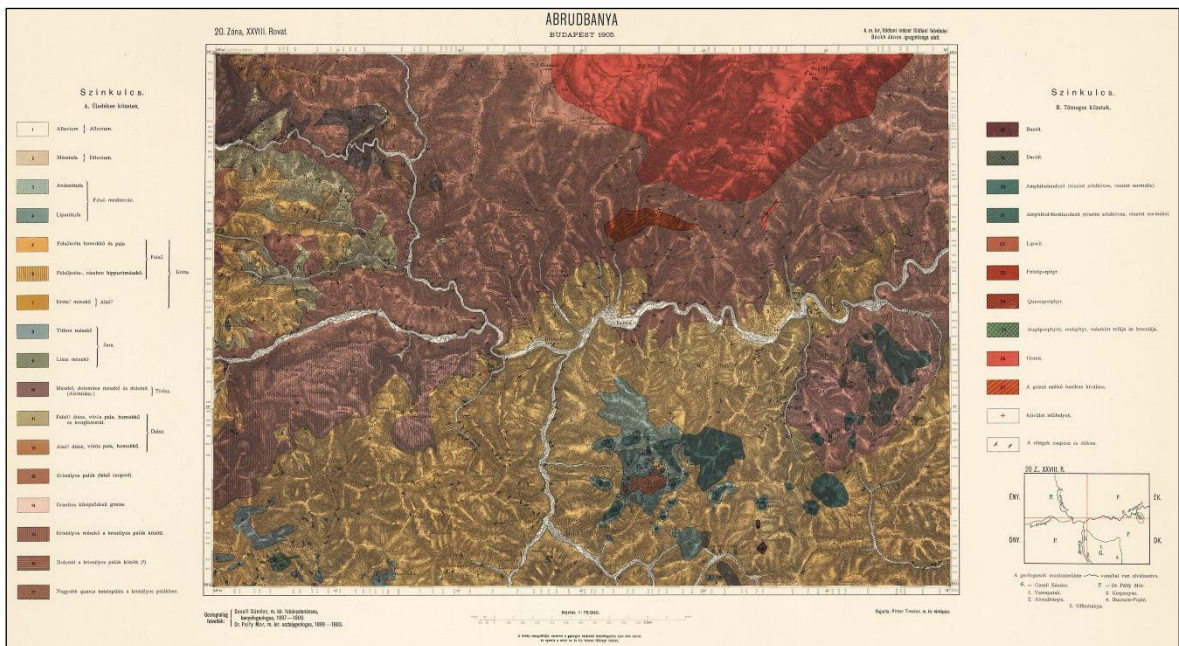


Fig. 6. Harta geologică de detaliu a țărilor coroanei ungare 1:75 000 Foaia Abrud, 1:75 000 (Gesell și Pálffy, 1905). Sursa: Colecția Bibliotecii Institutului Geologic și Geofizic Ungar, Budapesta.

Evoluția geologiei și în cadrul acesteia a stratigrafiei a necesitat și revizuirea metodelor grafice utilizate în cartografierea geologică. Astfel în cadrul Congresului Internațional de la Bologna (1881) s-a trecut la realizarea standardizării culorilor utilizate și a unificării nomenclaturii geologice (Brezsnyánszky și Síkhegyi 2007). Cea mai desăvârșită hartă a Ungariei de dinainte de primul război mondial poate fi considerată harta lui **Lóczy Lajos** (Lóczy, 1922) (Fig. 7.) (Maigut, 2010). Ea fost editată între anii 1890–1910 la scara de 1:360 000 în formă de manuscript și a fost tipărită la scara de 1:900 000 după moartea autorului, în 1922 de către **Papp Károly** (Galambos 2006; Galambos și Unger, 2009; Maigut, 2010). Legenda ei este realizată după principiile acceptate la Congresul de Geologie de la Bologna.



Fig.7. Harta geologică a Ungariei și a ținuturilor adiacente a țărilor învecinate, 1:900 000 (Lóczy, 1922). Sursa: Colecția Bibliotecii Institutului Geologic și Geofizic Ungar, Budapesta.

Secolul al XX-lea a adus o importantă schimbare de paradigmă și a revoluționat științele geologice prin nașterea conceptului tectonicii globale. Atât în cercetările geologice, cât și în metodele de reprezentare cartografică a formațiunilor geologice s-a trecut la utilizarea noțiunilor cronostratigrafice acceptate și în ziua de azi. Mai mult de atât, seriile de hărți geologice (aferente teritoriului Transilvaniei) editate în a doua jumătate a secolului al XX-lea utilizează noțiunile cronostratigrafice acceptate și în ziua de azi pentru

regiunile intracarpatice. În ceea ce privește interpretările tectonice, un moment de referință îl constituie identificarea structurilor pânzelor de șariaj, ceea ce se reflectă și în metodele de cartografiere geologică a hărților editate în a doua jumătate a secolului al XX-lea. În acest sens putem evidenția seriile de hărți geologice la scara de 1:200 000 (ex. Fig. 8.), respectiv 1:50 000 (ex. Fig. 9.) compilate și publicate de către Institutul Geologic al României.

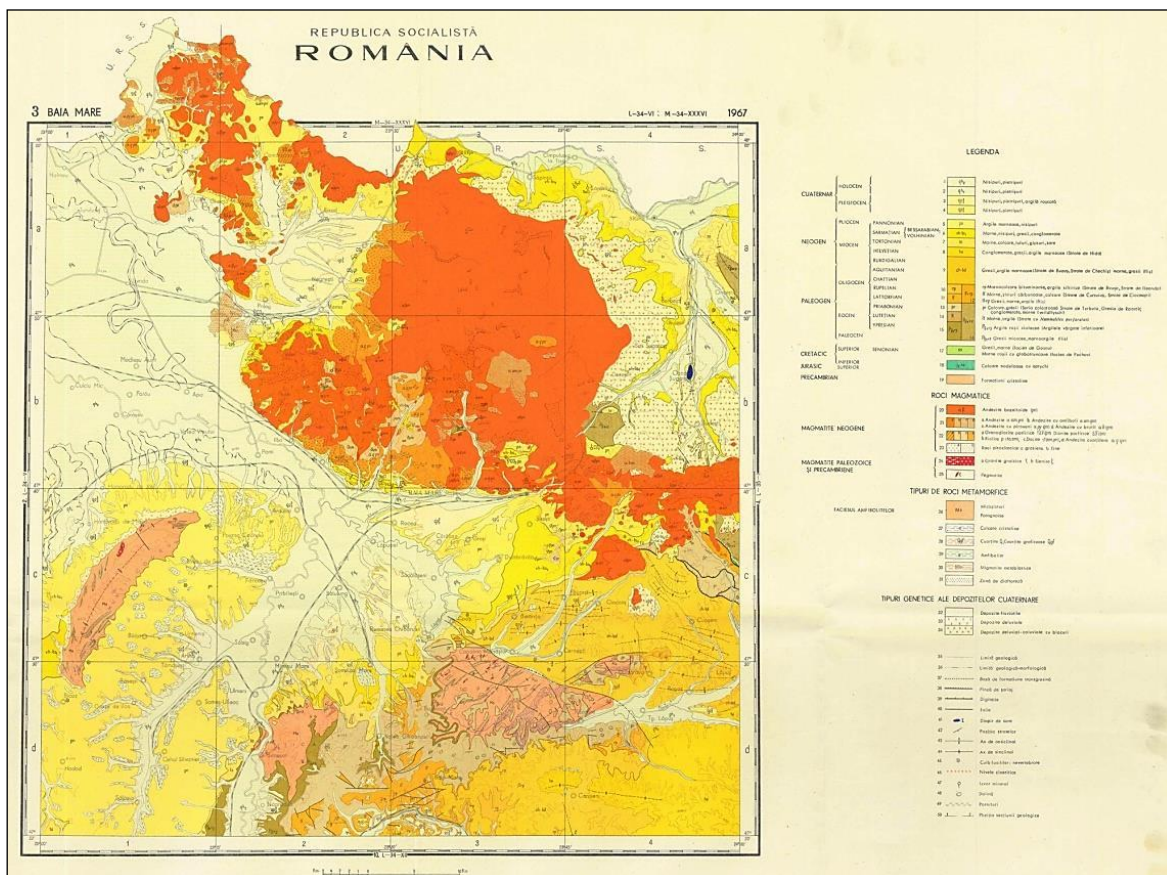


Fig. 8. *Harta Geologică a României*, Foaia Baia Mare (L-34-VI), 1:200 000 (red. Saulea et al., 1967). Sursa: Biblioteca Centrală Universitară „Lucian Blaga”, Biblioteca de Geologie, Cluj-Napoca.

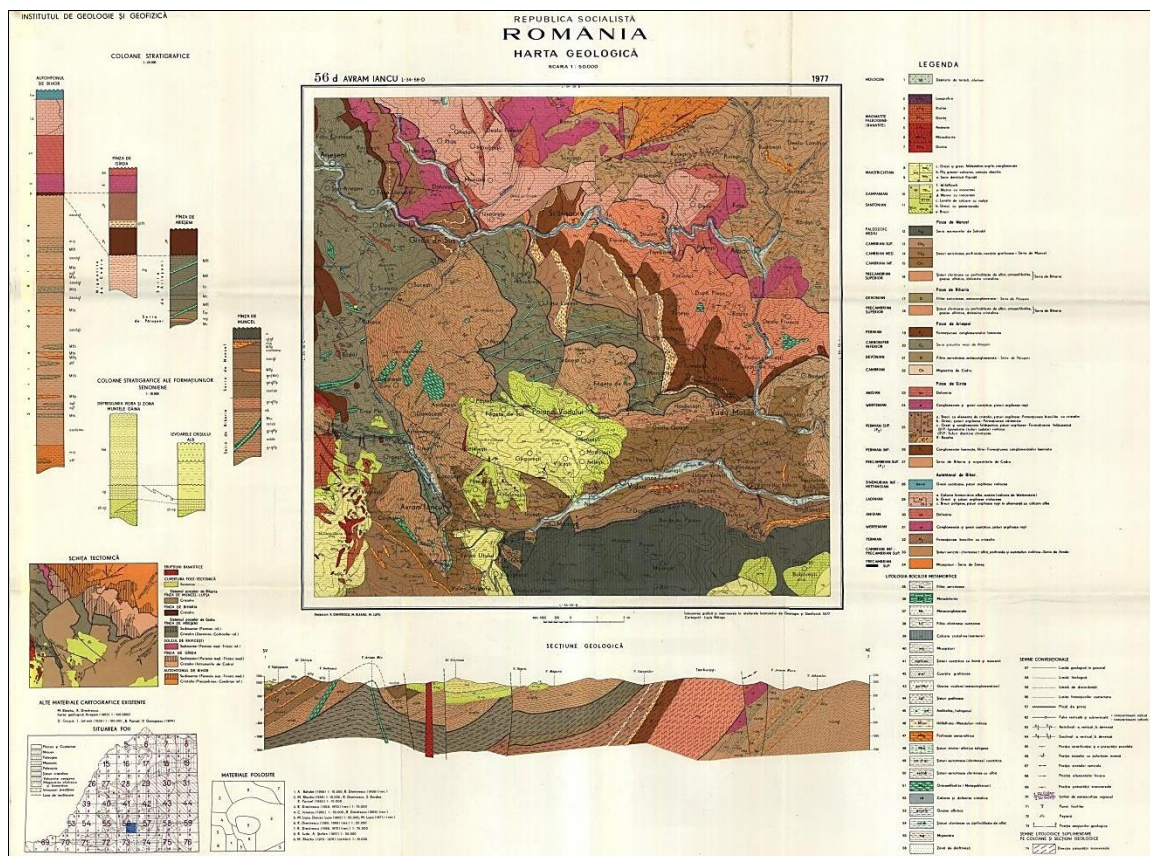


Fig. 9. Harta geologică a României, 1:50 000, Foaia Avram Iancu (L-34-70-B), 1:50 000 (red. Dimitrescu et al., 1977). Sursa: Biblioteca Centrală Universitară „Lucian Blaga”, Biblioteca de Geologie, Cluj-Napoca.

#### 4. Aplicații GIS în Transilvania:

##### Georeferențierea și analiza cartografică a unor hărți geologice

În capitolul 4. al tezei de doctorat a fost creată o bază de date GIS care integrează hărțile geologice aferente teritoriului Transilvaniei, prin georeferențierea lor în sistemul de proiecție inițial, apoi prin reproiectarea acestora într-un singur sistem de proiecție și anume Stereo70. Pentru realizarea acestui obiectiv au fost determinate posibilele baze topografice ale hărților (proiecțiile cartografice, respectiv parametrii acestora), meridianele de origine utilizate, apoi au fost prezentate metodele de definire ale punctelor de control. Ca și rezultat al georeferențierii am obținut un tabel centralizator cu datele hărților geologice studiate (care se regăsește în Anexa 1. al tezei de doctorat). Totodată, în cadrul acestui capitol am realizat analiza cartografică a unor hărți geologice studiate, ca o validare a rezultatelor georeferențierii. Investigarea acurateții topografice, respectiv a conținutului geologic al hărților ne permite analiza și compararea datelor geologice vechi cu cele moderne, în consecință urmărirea evoluției cunoștințelor geologice în timp (Korodi și

Bartos-Elekes, 2016; Korodi și Hofmann, 2016). Această analiză are un grad de inovație, deoarece o bază de date care să integreze hărțile geologice istorice ale Transilvaniei, respectiv analiza cartografică a acestora, nu a fost realizată încă.

Integrarea hărților geologice istorice într-o bază de date GIS are la bază *georeferențierea*. Metodologia georeferențierii hărților geologice studiate în această lucrare este prezentată în subcapitolul 4.3. Pentru o georeferențiere corectă este foarte importantă cunoașterea sau „descifrarea” bazei topografice și geodezice (proiecția hărții, datumul geodezic, respectiv meridianul de origine utilizat). Astfel, primul pas al georeferențierii a fost acela de a găsi posibilele hărți topografice care puteau reprezenta baza topografică a cartărilor geologice (Korodi și Hofmann, 2016). În cazul în care nu avem date certe despre posibila hartă topografică utilizată, iar caroiajul geografic este trasat pe hartă, analiza aspectului rețelei de meridiane și paralele ne furnizează indicii însemnate în determinarea proiecției posibile.

În definirea punctelor de control am utilizat mai multe metode, în funcție de datele prezente pe hartă și anume: dacă era trasat caroiajul geografic sau(și) coordonatele geografice indicate; sau în cazul în care nu sunt marcate aceste date, însă cunoaștem nomenclatura foilor de hărți din care se pot calcula coordonatele colțurilor hărții; și nu în ultimul rând, se pot defini ca și puncte de control puncte cu coordonate bine cunoscute (deși această opțiune trebuie să rămână ultima în procesul de georeferențiere). Tot procesul de definire a punctelor de control trebuie să țină cont și de meridianul de origine utilizat (în cazul hărților studiate am întâlni meridianele de origine: Londra, Ferro și Greenwich).

Ultimul pas al georeferențierii este *rectificarea*, care a fost realizată cu softul Global Mapper ([www.globalmapper.com/helpv11/datum\\_list.htm](http://www.globalmapper.com/helpv11/datum_list.htm)).

În subcapitolul 4.3.1. al tezei au fost determinate proiecțiile cartografice și parametrii acestora. Hărțile geologice (de sinteză) timpurii, editate în general până la mijlocul secolului al XIX-lea au fost proiectate în general în *proiecția conică echidistantă a lui Ptolemeu* (Galambos, 2009b; 2010; Timár et al. 2010). Totuși, această proiecție a fost utilizată (dar cu parametri diferiți) și mai târziu, la sfârșitul secolului al XIX-lea și începutul secolului al XX-lea (Galambos, 2010), în cazul unor hărți (mai ales la scară mică) reprezentând teritoriul Ungariei din vremea respectivă.

La începutul secolului al XX-lea (după primul război mondial) ridicările topografice efectuate pe teritoriul României au utilizat (și) *proiecția Lambert–Cholesky (proiecție conică conformă)*, cu datumul Clarke 1880 (Bartos-Elekes et al., 2007; Bartos-Elekes et al., 2008; Crăciunescu et al., 2011). Datorită faptului că nu avem date exacte despre

parametrii acestei proiecții cartografice și ținând cont de faptul că hărțile geologice ale României analizate de noi și despre care presupunem ca au fost proiectate în acest sistem de proiecție, au o scară mică, în procesul de georeferențiere am substituit proiecția Lambert–Cholesky cu *proiecția conică conformă Lambert* (cu datumul Clarke 1880, exprimat pe elipsoidul de referință Clarke 1880).

Prima ridicare geologică sistematică (la scara de 1:144 000) a utilizat ca bază topografică planurile și hărțile derivate ale celei de-a doua ridicări topografice a Imperiului Habsburgic. Cea mai apropiată proiecție (dar nu identică) a celei de-a doua ridicări topografice poate fi considerată *proiecția cilindrică transversală Cassini–Soldner* (Varga, 2002; Timár et al., 2004; Jankó, 2007:64), pe elipsoidul hibrid Zach–Oriani. Pe teritoriul Principatului Transilvaniei s-a utilizat datumul geodezic Ocna Sibiului, iar în Partium (ca în general în Regatul Ungar) s-a folosit datumul geodezic Wien–Stephansdom (Galambos et al., 2020).

În cazul hărților generale (la scara de 1:288 000, respectiv 1:576 000) s-a utilizat proiecția hărților derivate din planurile celei de-a doua ridicări topografice și anume *proiecția pseudoconică echivalentă Bonne* (Jankó, 2007:80–83), suprafața de referință considerându-se și în acest caz elipsoidul hibrid Zach–Oriani. Parametrii exacti ai acestei proiecții nu sunt cunoscuți (Korodi et al., 2015), astfel pentru a-i determina am utilizat datumul Ocna Sibiului în cazul hărților aferente teritoriului Transilvaniei, respectiv Buda-1821 în cazul hărții geologice generale a Banatului (Foetterle et al, 1861). Punctul de origine al proiecției (latitudinea și longitudinea centrului de proiecție) a fost definit analizând fiecare hartă în parte.

Seria de hărți geologice la scara de 1:75 000 elaborată în cadrul celei de-a doua cartări geologice detaliate și sistematice a Imperiului Austro–Ungar are ca bază hărțile topografice la scara de 1:75 000 a celei de-a treia ridicări topografice (Jankó, 2007:101–102). Cea mai apropiată proiecție – implementată într-un software GIS – a acestei ridicări topografice poate fi considerată cea *sinusoidală*, pe elipsoidul Bessel 1841 (Timár și Molnár 2008; Molnár și Timár, 2009). Hărțile au fost georeferențiate utilizând datumul Hermannskogel (Viena), însă utilizarea unui singur punct geodezic de origine pe întreg teritoriului Imperiului Austro–Ungar conduce la deformări, mai ales la periferiile Monarhiei (Timár și Molnár, 2008; Molnár și Timár, 2009). Aceste erori orizontale au fost corectate ulterior prin deplasarea fără rotire a imaginii georeferențiate, utilizând funcția de *Shift Selected Layer(s)* a softului Global Mapper. Latitudinea și longitudinea centrului de



proiecție au fost definite separat în cazul fiecărei foi de hartă la intersecția Ecuatorului cu meridianul central (Timár și Molnár, 2008; Molnár și Timár, 2009).

Foile de hărți geologice la scara de 1:100 000 publicate de Institutul Geologic al României între anii 1958–1959, apoi la scara de 1:200 000, respectiv 1:50 000 realizate după anii 1960, au ca bază topografică hărțile topografice proiectate în proiecția *cilindrică transversală conformă Gauss–Krüger*, cu elipsoidul de referință Krasovski-1940 (în România introdusă în anul 1951). Deși în anul 1973 țara noastră a adoptat proiecția Stereo70, foile de hărți geologice (studiate în prezenta lucrare) publicate după această dată sunt proiectate tot în Gauss–Krüger.

Metodele de georeferențiere detaliate în teză (estimarea bazei topografice a hărților, determinarea proiecțiilor cartografice și a parametrilor, respectiv definirea punctelor de control) au fost aplicate în cazul unor hărți geologice istorice aferente Transilvaniei, cu scopul de a le integra într-o bază de date GIS. Rezultatele obținute, împreună cu alte date (titlul, scara, sursa, etc.) referitoare la hărțile studiate au fost centralizate într-un tabel.

În cadrul tezei de doctorat au fost studiate și câteva hărți care nu au o proiecție cartografică bine definită sau certă, de ex. harta geognostică a Imperiului Austriac a lui **Haidinger** (1845). Harta topografică de bază a acestei hărți este cel mai probabil harta lui **Fallon** (1822) la scara de 1:864 000, aceasta din urmă fiind o hartă derivată a primei ridicări topografice a Imperiului Habsburgic. Nu avem însă informații despre proiecția, respectiv datumul geodezic al hărților primei ridicări topografice (Jankó, 2007:22–24; 51). Astfel, am analizat posibila proiecție a hărții lui **Fallon** (1822) prin aspectul liniilor de caroiaj: meridianele se prezintă ca linii drepte, distanța unghiulară dintre ele fiind redusă. În consecință am considerat că proiecția hărții lui **Fallon** (1822) poate fi substituită cu *proiecția conică conformă (tangentă)* (Korodi et al., 2015). Totuși, luând în considerare faptul că baza topografică și geodezică a hărții geognostice a lui **Haidinger** (1845) este incertă, rectificarea foii VI. a hărții a fost efectuată utilizând 45 de puncte cu coordonate bine cunoscute (localități) ca și puncte de control. La fel, rectificarea hărții geologice a lui **Hauer** (1867–1871) (mai precis a foii VIII.) a fost efectuată utilizând 44 de puncte de control cu coordonate bine cunoscute, deoarece am reușit să obținem doar foaia aferentă teritoriului Transilvaniei (foaia VIII.), în consecință nu am putut determina cu exactitate și cu certitudine parametrii proiecției acesteia (cu toate că am avut date despre posibila bază topografică a hărții, aceasta fiind probabil harta topografică a lui **Scheda** (Scheda, 1856) (Korodi et al., 2015).

#### 4.4. Analiza cartografică a unor hărți geologice istorice aferente teritoriului Transilvaniei

Hărțile geologice vechi pot fi o sursă de încredere pentru cercetările prezente, doar cunoscând și luând în considerare nu numai corectitudinea datelor sau a conținutului geologic, ci și acuratețea topografică a acestora (Korodi și Bartos-Elekes, 2016; Korodi și Hofmann, 2016; Korodi et al., 2017). Astfel, analiza cartografică a hărților geologice istorice este extrem de utilă atunci când suprapunem mai multe hărți geologice georeferențiate, editate în perioade diferite, cu scopul de a extrage informații geologice sau a analiza și a compara datele geologice anterioare cu cele moderne, în consecință de a urmări evoluția cunoștințelor geologice în timp (Korodi și Bartos-Elekes, 2016; Korodi și Hofmann, 2016; Korodi et al., 2017).

Analiza cartografică a fost realizată în cazul următoarelor hărți geologice: Harta geognostică a Imperiului Austriac al lui **Haidinger**, 1845 (*Geognostische Uibersichts-Karte der Oesterreichischen Monarchie*); Harta geologică a Principatului Transilvaniei a lui **Hauer** (Hauer, 1861) (*Geologische Uibersichts-Karte von Siebenbürgen*); Harta geologică generală a Principatului Transilvaniei a lui **Hauer**, **Štur** și **Stache**, 1863 (*Geologische Übersichtskarte von Siebenbürgen*); Harta geologică generală a Monarhiei Austro–Ungare a lui **Hauer**, 1867–1871 (*Geologische Übersichtskarte der Österreichisch–Ungarischen Monarchie nach den Aufnahmen der k. k. geologischen Reichsanstalt*); Harta geologică a Ținutului Secuiesc a lui **Herbich** (Herbich, 1878) (*A Székelyföld Földtani térképe*); Foaia de hartă geologică la scara 1:144 000 Tășnad–Șimleul Silvaniei (*Tasnád és Szilágy-Somlyó vidéke*) (Hofmann et al., 1883); Foaia de hartă geologică la scara 1:100 000 Arieșeni (*Harta geologică a R. P. R., Foaia Arieșeni (L-34-58)*) (red. Bleahu și Dimitrescu, ?).

Acuratețea cartografică a hărților care au fost georeferențiate prin definirea unor puncte cu coordonate bine cunoscute a fost analizată pe suprafața Google Earth (Fig. 10., Fig. 11.), erorile orizontale observate fiind în general între 0–2,5 km, respectiv între 1–1,5 km, acceptabile ținând cont de scara mică a hărților (1:864 000, precum 1:576 000) și de tehnica de tipărire în cazul hărții lui **Haidinger** (harta fiind tipărită pe suport de pânză), și nu în ultimul rând de introducerea manuală a punctelor de control (Korodi et al., 2015).

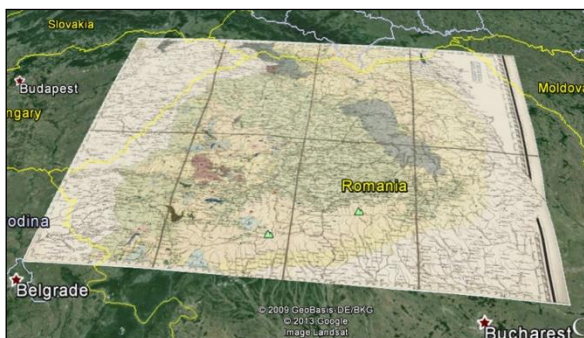


Fig.10. Foaia VI. a hărții geognostice a lui Haidinger (1845) pe suprafața Google Earth. (Sursa: Korodi et al., 2015).



Fig. 11. Foaia VIII. a hărții geologice a lui Hauer (1867–1871) pe suprafața Google Earth. (Sursa: Korodi et al., 2015).

Acuratețea cartografică a celorlalte hărți a fost analizată cu ajutorul software-ului MapAnalyst 1.3.23, respectiv MapAnalyst 1.3.35 (Jenny și Hurni, 2011; [www.mapanalyst.org](http://www.mapanalyst.org)). Ca și hărți vechi am importat imaginile georeferențiate în proiecția inițială, apoi reproiectate în proiecția Mercator (utilizând Global Mapper v16.1) a hărții geologice studiate. Ca și hartă modernă, de referință am utilizat Open Street Map (OSM) ([www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org)), în proiecția Mercator. Gridurile de distorsiune, vectorii și cercurile de deplasare, deviația standard, abaterea medie pătratică și alți indicatori statistici și de vizualizare au fost calculate utilizând perechi de puncte de control care au fost identificate atât pe harta geologică veche, cât și pe harta de referință (ex. Fig. 12.).

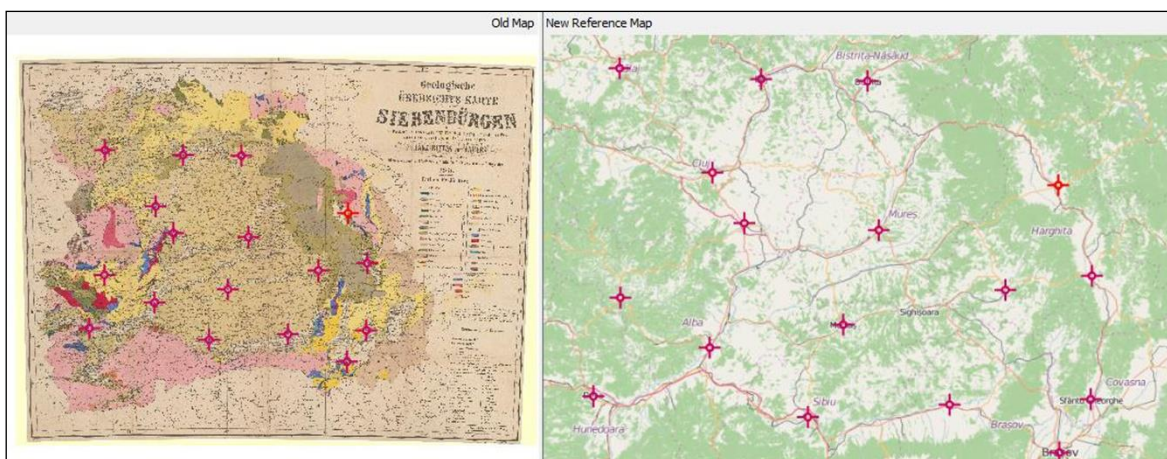


Fig. 12. Distribuția punctelor de control pe harta lui Hauer (1861) (harta veche), respectiv pe harta Open Street Map (ca hartă de referință) vizualizată în MapAnalyst (Sursa: Korodi și Hofmann, 2016).

Pentru potrivirea sistemelor de coordonate am utilizat metoda de transformare Helmert cu 4 parametri. Rezultatele calculelor realizate cu ajutorul aplicației MapAnalyst,

respectiv analiza erorilor pe imaginile georeferențiate ale unor hărți exportate pe suprafața Google Earth au fost sintetizate într-un tabel (Tabelul 4.1.). Tabelul 4.1. conține date referitoare la scara hărților, la numărul punctelor de control, tipul de hartă modernă (sau platforma) de referință utilizată, precum și câțiva indicatori statistici și valorile erorilor obținute în urma analizei cartografice: eroarea în rotație, deviația standard, abaterea medie pătratică.

Tabelul 4.1. Analiza cartografică a unor hărți geologice aferente Transilvaniei.

Harta	Scara	Numărul punctelor de control	Harta (platforma) de referință	Rotație (sens orar)	Deviația standard (m)	Abaterea medie pătratică (m)
Harta geognostică a Imperiului Austriac (Haidinger, 1845)	1:864 000	45	Google Earth	–	0–2,5 km	–
Harta geologică a Principatului Transilvaniei (Hauer, 1861)	1:576 000	17	OSM	0,117°	772 m	1092
Harta geologică generală a Principatului Transilvaniei (Hauer et al., 1863)	1:288 000	15	OSM	0,032°	587 m	830 m
Harta geologică generală a Monarhiei Austro–Ungare (Hauer, 1867–1871)	1:576 000	44	Google Earth	–	1–1,5 km	–
Harta geologică a Ținutului Secuiesc (Herbich, 1878)	1:288 000	12	OSM	0,194°	309 m	437 m
Hartă geologică Tășnad–Șimleul Silvaniei (Hofmann et al., 1883)	1:144 000	25	OSM	0°	118 m	167 m
Hartă geologică Arieșeni (red. Bleahu și Dimitrescu, ?)	1:100 000	22	OSM	0°	384 m	544 m

Analiza acurateții cartografice ne-a dezvăluit faptul că bazele matematice ale cartării geologice s-au îmbunătățit de la mijlocul secolului al XIX-lea până în a doua jumătate a secolului al XX-lea. Astfel, dacă în cazul hărților generale (de sinteză) la scară mică, am observat erori medii orizontale de până la 2,5 km, în cazul hărților la scară medie și mare, având baze topografice bine definite, aceste erori medii au scăzut treptat de la 587 m (la scara hărții: 2,03 mm) până la 118 m (la scara hărții: 0,82 mm). În cazul acestor hărți din urmă am calculat erori în rotație de doar sub 1°.

Figurile 13.–16. ilustrează gridurile de distorsiune, respectiv vectorii și cercurile de deplasare rezultate în urma calculelor obținute cu ajutorul aplicației MapAnalyst. Se poate observa faptul că distribuția vectorilor de deplasare nu este sistematică, ci accidentală, în

consecință erorile nu se datorează problemelor de georeferențiere, ci mai degrabă erorilor inițiale ale ridicării topografice, tehnicilor de tipărire (unele dintre hărți fiind tipărite pe suport de pânză), dar și procesărilor ulterioare (ex. reproduceri, scanări), precum și introducerii manuale a punctelor de control.

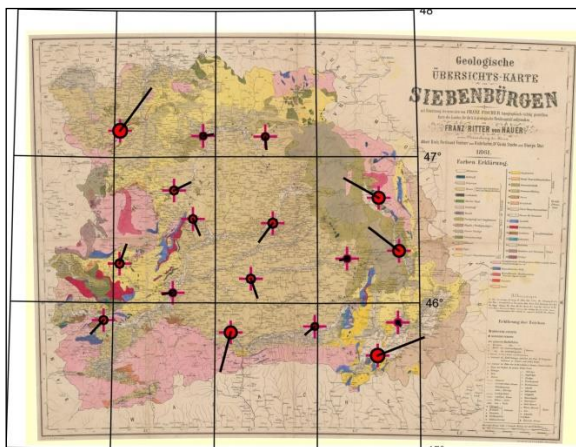


Fig. 13. Variațiile locale ale erorilor de deplasare în cazul hărții geologice a Transilvaniei a lui Hauer (1861), vizualizate în MapAnalyst. Scara vectorilor și cercurilor de deplasare este 20 (Sursa: Korodi și Hofmann, 2016).

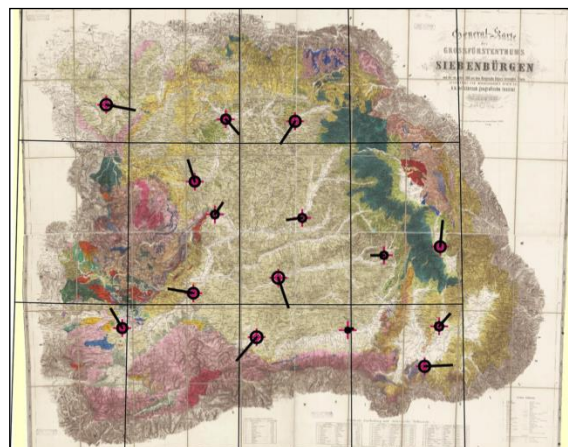


Fig. 14. Variațiile locale ale erorilor de deplasare în cazul hărții geologice a Transilvaniei a lui Hauer et al. (1863), vizualizate în MapAnalyst. Scara vectorilor și cercurilor de deplasare este 20 (Sursa: Korodi et al., 2015).

În cazul hărții geologice la scara de 1:100 000, foaia Arieșeni (red. Bleahu și Dimitrescu, ?) distorsiunile sunt uneori destul de mari, fapt ce se poate observa pe de-o parte din variațiile locale ale erorilor de deplasare, respectiv din distorsiunile caroiajului calculat (Fig. 16.), pe de altă parte și din calculele rezultate. Totuși, credem că aceste erori se datorează în special introducerii manuale a punctelor de control, deoarece din cauza conținutului geologic al hărții am întâmpinat dificultăți în identificarea unor puncte comune bine definite care se regăsesc atât pe harta veche, cât și pe harta de referință. Pornind de la prezumția că acuratețea cartografică a hărții este mai mare decât cea ce a rezultat prin analiza cartografică efectuată cu MapAnalyst, am georeferențiat și am integrat în aceeași bază de date GIS harta geologică la scara de 1:50 000, foaia Avram Iancu (red. Dimitrescu et al., 1977), cu scopul de a suprapune imaginile celor două hărți și de a analiza și în acest mod acuratețea cartografică, cu ajutorul instrumentului *Swipe Image* în Global Mapper (Fig. 17.).

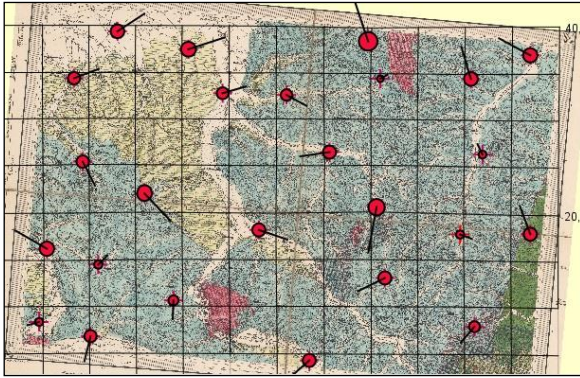


Fig.15. Variațiile locale ale erorilor de deplasare în cazul foii de hartă geologică Tășnad-Șimleul Silvaniei (Hofmann et al., 1883), vizualizate în MapAnalyst. Scara vectorilor și cercurilor de deplasare este 20.

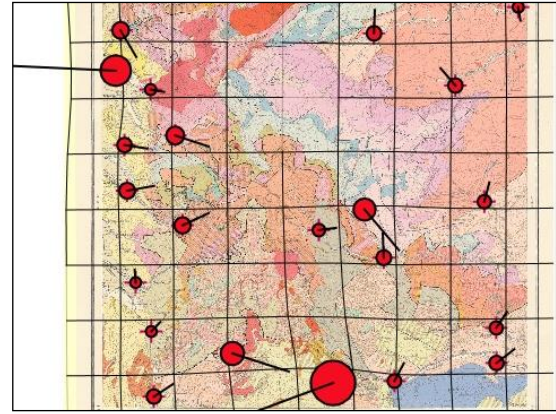


Fig. 16. Variațiile locale ale erorilor de deplasare în cazul foii de hartă geologică Arieșeni (red. Bleahu și Dimitrescu, ?), vizualizate în MapAnalyst. Scara vectorilor și cercurilor de deplasare este 10.

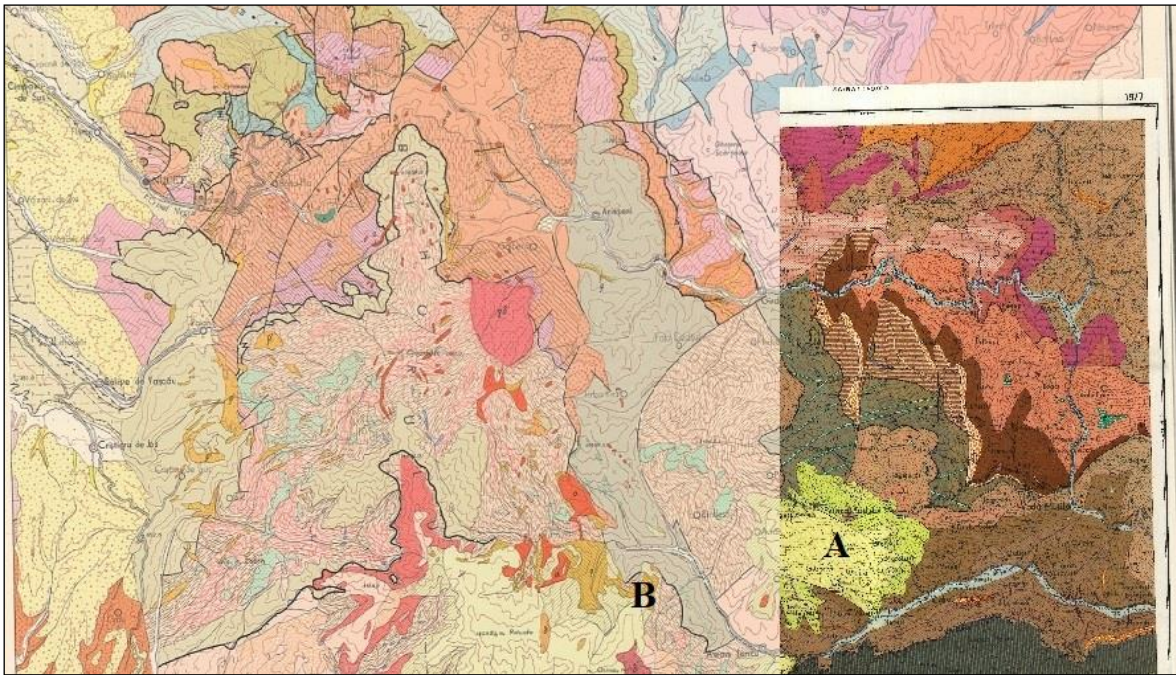


Fig. 17. Suprapunerea hărții geologice la scara 1:50 000, foaia Avram Iancu (A) peste harta geologică la scara 1:100 000, foaia Arieșeni (B).

Analizând în acest mod conținutul celor două hărți suprapuse, am ajuns la concluzia că rețeaua hidrografică se potrivește pe ambele foi, însă în localizarea așezărilor am găsit mici diferențe. Am presupus că harta geologică la scara de 1:50 000, editată mai târziu și având o scară mai mare, are o acuratețe cartografică mai bună decât harta geologică la scara de 1:100 000. Totodată, conținutul geologic (în special ceea ce privește limitele formațiunilor geologice, respectiv elementele structurale) al celor două hărți este foarte

asemănător (evident harta geologică la scara de 1:50 000 fiind mai detaliată). Astfel am ajuns la concluzia, că erorile cartografice rezultate prin analiza hărții geologice la scara de 1:100 000, foaia Arieșeni (red. Bleahu și Dimitrescu, ?) se datorează pe de-o parte erorilor ridicării topografice, dar și introducerii manuale a perechilor de puncte de control.

## **5. Aplicații GIS în Banat asupra unor hărți geologice istorice aferente zonei carbonifere Anina**

Realizarea unor aplicații practice pe hărți geologice de detaliu compilate în a doua parte a secolului al XIX-lea, începutul secolului al XX-lea (între 1850 și primul război mondial) referitoare la zona carboniferă Anina (Banat) a avut scopul de a evidenția – printr-un studiu de caz – importanța cunoașterii acurateții cartografice (alături de conținutul geologic) a hărților geologice istorice.

Zona carboniferă Anina este situată în partea de sud-vest a României, în provincia istorică a Banatului Timișoarei, în centrul județului Caraș-Severin. Din punct de vedere geologic, zona carboniferă Anina este situată de-a lungul anticlinalului Anina, orientat aproximativ nord-sud, cu depozite Juristic Inferioare cu cărbuni pe ambele flancuri ale acestuia (Popa, 2005; Kędzior și Popa, 2013).

În acest capitol am prezentat cu detalii evoluția cartografierii geologice a zonei carbonifere Anina (într-un sens mai larg a Banatului Montan), evidențiind rolul principal pe care Institutul Geologic Imperial și Regal, apoi Institutul Geologic Regal al Ungariei, respectiv Societatea privilegiată cezaro-crăiască austriacă (StEG) l-au avut în această activitate, datorită interesului deosebit pe care Imperiul Habsburgic, apoi Imperiul Austro-Ungar l-au acordat zonelor miniere din Banat (și în general zonelor miniere). Rezultatele acestei cercetări au fost obținute în special pe baza articolelor și rapoartelor publicate de către geologi ai vremii respective, care au participat la aceste activități de cercetare și cartare geologică. Se remarcă în acest sens activitatea de cercetare, respectiv de cartare geologică a unor renumiți geologi austrieci ai Institutului Geologic Imperial și Regal din Viena, cum ar fi: **Johann Kudernatsch, Franz Foetterle, Ferdinand Lidl von Lidelsheim, Benedikt von Roha** etc.; apoi, după compromisul austro-ungar din 1867 a unor faimoși geologi unguri ai Institutului Geologic Regal Ungar (înființat în 1869), cum ar fi: **Telegdi Roth Lajos, Böckh János, Halaváts Gyula, Schafarzik Ferenc, Adda Kálmán**, etc.

Am detaliat totodată conținutul geologic al hărților (în special legenda), respectiv bazele topografice, unde era cazul, și nu în ultimul rând alte elemente indicate pe hartă care ne-au ajutat în efectuarea analizei, și anume: poziția căilor ferate, scara trecută pe hartă, săgeata Nord, direcția declinației magnetice etc. Apoi am efectuat analiza cartografică a hărților geologice compilate între 1850 și 1884 (subcapitolul 5.3.2.), precum georeferențierea și compararea conținutului geologic al hărților realizate între compromisul austro–ungar (1867) și primul război mondial (subcapitolul 5.4.2.).

### 5.3.2. Analiza cartografică a hărților

Analiza acurateții cartografice a fost realizată în cazul următoarelor hărți geologice: harta manuscris Anina – Banat (*Steierdorf Banat*) (\*\*\*, ~1850); Harta specială a părții de mijloc a Munților Banatului (*Spezialkarte des mittleren Theiles des Banater Gebirgszuges*) (Kudernatsch, 1857); Harta geognostică a Domeniului Banatului, cuprinzând fostul Complex Teritorial Minier de Stat. Districtele Oravița și Bocșani (*Banater Domäne: enthaltend den vormaligen k. k. aerarischen Montan-Complex nebst den Staats. Herrschaften Oravicza und Bokschan: Geognostische Karte*) (\*\*\*, [Foetterle], 1860); Harta geologică a Aninei în Banat (*Geologische Karte von Steierdorf im Banat*) (Roha, 1867[?]); Harta geologică de ansamblu a terenului carbonifer de la Anina (*Geognostische Übersichtskarte des Kohlenbergbau Terrains von Steierdorf*) (\*\*\*, 1872[?]). Aceste hărți nu au la bază ridicări topografice, astfel în cazul lor nu putem vorbi despre proiecții cartografice și datumuri geodezice. Doar una dintre hărți, harta geognostică a Domeniului Banatului (\*\*\*, [Foetterle], 1860) are caroiajul desenat, care totuși, după analizele noastre s-a dovedit a fi inutil pentru georeferențiere (deoarece caroiajul, adică meridianele și paralelele au fost doar „desenate” pe hartă, fără nicio concordanță cu realitatea). În consecință, aceste hărți nu pot fi georeferențiate în modul „clasic”, determinând proiecția, datumul geodezic și definind punctele de control. Georeferențierea în acest caz se limitează la „desenarea” (cu ajutorul unui soft GIS) unui caroiaj pe imagine, iar aspectul liniilor de caroiaj, respectiv calculele noastre indică acuratețea și fiabilitatea hărții vechi (Korodi et al., 2017). Astfel în cazul acestor hărți geologice, analiza acurateții cartografice este un pas necesar în vederea utilizabilității lor în studii recente (Korodi et al., 2017).

Analiza cartografică a hărților geologice aferente zonei carbonifere Anina, compilate între anii 1850–1884 a fost efectuată și de această dată utilizând aplicația MapAnalyst. Ca și hartă modernă de referință (georeferențiată) am utilizat pe de o parte Open Street Map (OSM), iar în cazul în care acesta nu conținea destule detalii de reper, am apelat la harta



topografică a României la scara de 1:25 000. Rezultatele calculelor realizate cu ajutorul aplicației MapAnalyst au fost sintetizate și vizualizate în tabelul 5.1., respectiv în figurile 18.–22. Tabelul 5.1. conține date referitoare la numărul punctelor de control, tipul de hartă modernă de referință utilizată, precum și câteva indicatori statistici și valorile erorilor obținute după transformări (ex.: scara corectată a hărții, eroarea în rotație, deviația standard, respectiv abaterea medie pătratică) (Korodi et al., 2017).

Tabelul 5.1. Analiza acurateții cartografice a hărților (Sursa: Korodi et al., 2017).

Harta	Numărul punctelor de control	Harta de referință	Scara corectată	Rotație (sens orar)	Deviația standard (m)	Abaterea medie pătratică (m)
Anina – Banat (~ 1850)	15	OSM	1:90 300 – 1:105 000	17–21°	1315– 1445	1860–2043
Harta lui Kudernatsch (1857)	14	topografică	1:102 900– 1:121 600	6–12°	1042– 1109	1473–1569
Harta geognostică a Domeniului Bănățean (1860)	19	OSM	1:72 900– 1:74 000	4–5°	1145– 1155	1620–1634
Harta lui Roha (1867[?])	15	topografică	1:9750– 1:10 050	83–84°	44–47	62–66
Harta geognostică a terenului carbonifer de la Anina (1872[?])	12	topografică	1:9 900– 1:9 950	64–65°	48–50	68–71

Figurile 18.–22. ilustrează acuratețea geometrică și distorsiunile hărților vechi. Pe fiecare imagine harta geologică veche se află în partea stângă, unde rețeaua roșie reprezintă gridul de distorsiune, iar vectorii și cercurile de deplasare se situează în jurul punctelor de control alese. Harta de referință, cu poziția reală a punctelor de control și a caroiajului se află în partea dreaptă a fiecărei imagini.

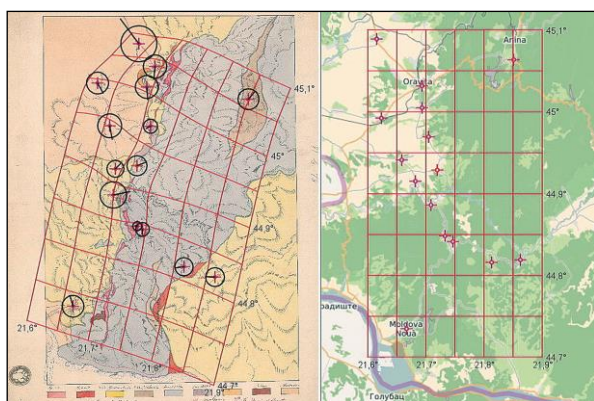


Fig. 18. Analiza cartografică a hărții Anina – Banat (\*\*\*, ~1850) vizualizată în MapAnalyst (Sursa: Korodi et al., 2017).

Însumând rezultatele, putem distinge două faze în cartografierea geologică între 1850–1884. Prima fază se referă la hărțile geologice întocmite înaintea celei de-a doua ridicări topografice (între 1850–1864), și anume: Anina – Banat (\*\*\*, ~ 1850); Harta specială a părții de mijloc a Munților Banatului (Kudernatsch, 1857); Harta geognostică a Domeniului Banatului, cuprinzând fostul Complex Teritorial Minier de Stat. Districtele Oravița și Bocșani (\*\*\*, [Foetterle], 1860).

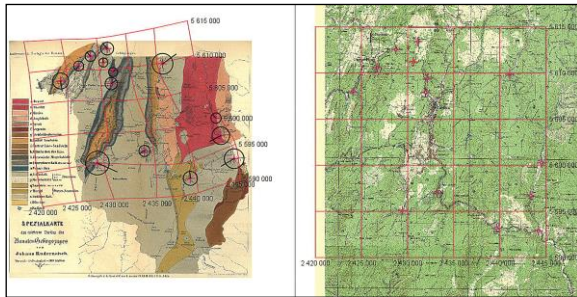


Fig. 19. Analiza cartografică a hărții lui Kudernatsch (1857) vizualizată în MapAnalyst (Sursa: Korodi et al., 2017).

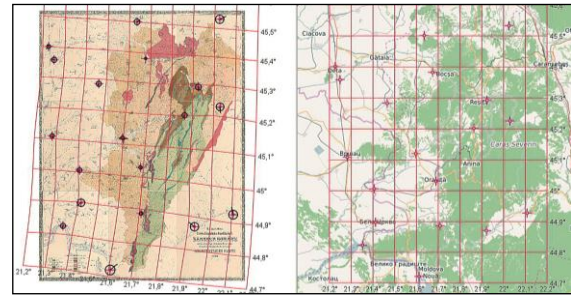


Fig. 20. Analiza cartografică a hărții geognostice a Domeniului Bănățean (\*\*\*) [Foetterle], 1860) vizualizată în MapAnalyst (Sursa: Korodi et al., 2017).

Aceste hărți reprezintă o arie mai mare, scara lor aproximativă este de 1:100 000. Totodată, putem afirma faptul că scara acestor hărți a devenit tot mai precisă: în cazul primelor două hărți fluctuația scării este de aproximativ 20%, în timp ce în cazul celei de-a treia aproximativ 1%. Orientarea a devenit și ea tot mai precisă, erorile au scăzut de la aproximativ 20° la 4°, iar acuratețea orizontală este de circa 1–2 km în realitate, 1–2 cm pe hartă (Korodi et al., 2017).

A doua fază se referă la hărțile compilate între 1864 și 1884, și anume: Harta geologică a Aninei în Banat (Roha, 1867[?]); Harta geologică de ansamblu a terenului carbonifer de la Anina (\*\*\*, 1872[?]). Aceste hărți reprezintă o arie mult mai mică decât hărțile anterioare, de fapt doar anticlinalul Anina. Ca urmare și scara lor este mai mare, de 1:10 000. Fluctuația scării este neglijabilă, eroarea în orientare tot mai mică (de la 10° la eroare mai mică de 1°), iar acuratețea lor orizontală este de aproximativ 50 m în realitate, 0,5 cm pe hartă (Korodi et al., 2017). Se observă un progres privind și conținutul geologic, și anume de la harta geognostică, spre harta geologică modernă, unde se reflectă conceptul stratigrafic și apar elementele structurale.

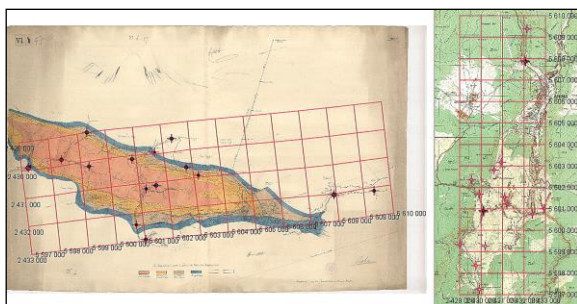


Fig.21. Analiza cartografică a hărții lui Roha (1867[?]) vizualizată în MapAnalyst (Sursa: Korodi et al., 2017).

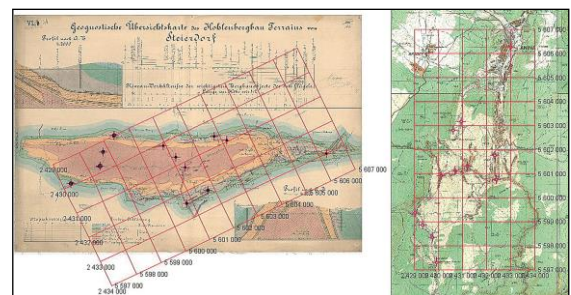


Fig. 22. Analiza cartografică a hărții de ansamblu a terenului carbonifer de la Anina (\*\*\*, 1872[?]) vizualizată în MapAnalyst (Sursa: Korodi et al., 2017).

După compromisul austro–ungar din 1867 cartarea geologică sistematică a Regatului Ungar (și implicit a provinciei istorice Banat) a fost încredințată treptat Institutului Geologic Regal Ungar (Brezsnyánszky et al., 1999). În acești ani a început de fapt a doua cartare geologică sistematică a Imperiului Austro–Ungar, bazată pe foile de hărți la scara de 1:75 000 a celei de-a treia ridicări topografice (Jankó, 2007:101–102). Seria foilor de hărți geologice a fost publicată însă mai târziu, între 1885–1914, după apariția hărților topografice la scara 1:75 000. La început, în anii 1868, respectiv 1869 austriecii s-au mai implicat și au continuat cercetările și cartările geologice sistematice, în special în partea de nord–est a Ungariei, dar și în Granița militară bănățeană (frontiera sudică și sud–estică a provinciei istorice Banat). Însă începând cu anul 1870 cartarea geologică sistematică a Regatului Ungar a devenit în întregime sarcina Institutului Geologic Regal al Ungariei (Hauer, 1870; Brezsnyánszky et al., 1999). Publicarea seriei de hărți aferente teritoriului Regatului Ungar, intitulată *A magyar korona országainak részletes geológiai térképe 1:75000* [Harta geologică de detaliu a țărilor coroanei ungare 1:75 000] a fost și ea întreruptă de izbucnirea primului război mondial (Barczikayné Szeiler et al., 2009).

Zona carboniferă Anina se situează la limita a două foi de hărți la scara de 1:75 000 și anume: foaia de hartă *Temeskutas und Oraviczabánya* [Gudurica și Oravița] (Telegdy Roth et al., 1909) (Fig. 23.), respectiv *Krassova és Teregova* [Carașova și Teregova] (Telegdy Roth et al., 1903) (Fig.24).

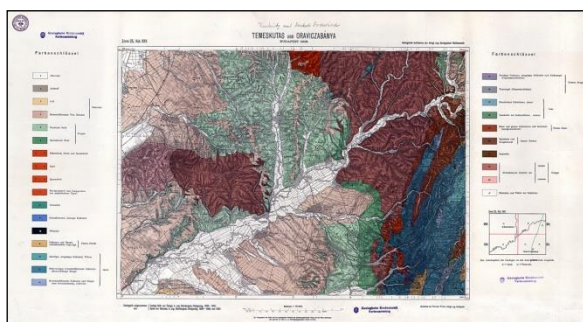


Fig.23. Gudurica și Oravița, 1:75 000 (Telegdy Roth et al., 1909). Sursa: Colecția Bibliotecii Institutului Geologic al Austriei, Viena.

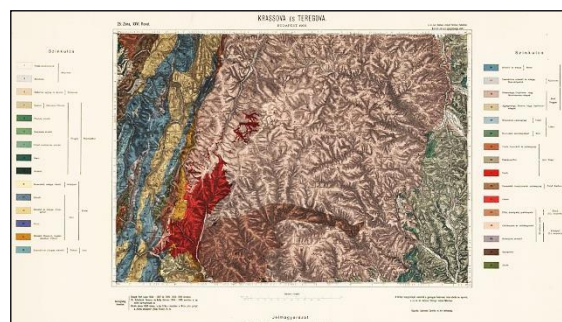


Fig. 24. Carașova și Teregova, 1:75 000 (Telegdy Roth et al., 1903). Sursa: Colecția Bibliotecii Institutului Geologic și Geofizic, Budapesta.

Austriecii au acordat în continuare o atenție sporită (și) acestor zone ale Imperiului Austro–Ungar, de altfel importante din punct de vedere economic și strategic. Acest lucru este dovedit prin faptul că și ei au întocmit aceste foi de hărți geologice la scara de 1:75 000 în formă de manuscris: foaia Zona 25 Col. XXV. Gudurica și Oravița Nemțescă

(\*\*\*, ?), (Fig. 25.), respectiv foaia Zona 25 Col. XXVI. Carașova și Teregova (\*\*\*, ?) (Fig. 26.).

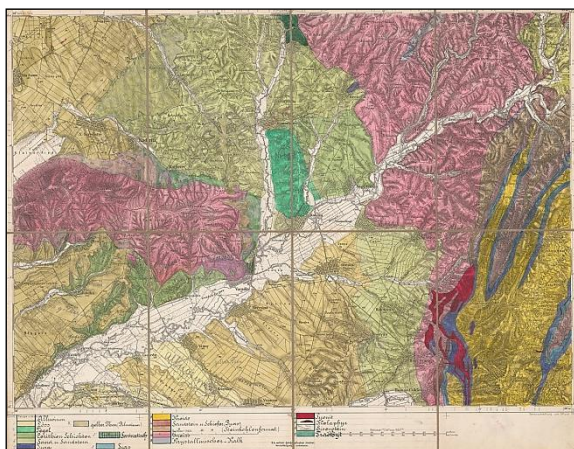


Fig. 25. Zona 25 Col. XXV. Gudurica și Oravița Nemțescă (\*\*\*, ?). Sursa: Colecția Bibliotecii Institutului Geologic al Austriei, Viena.

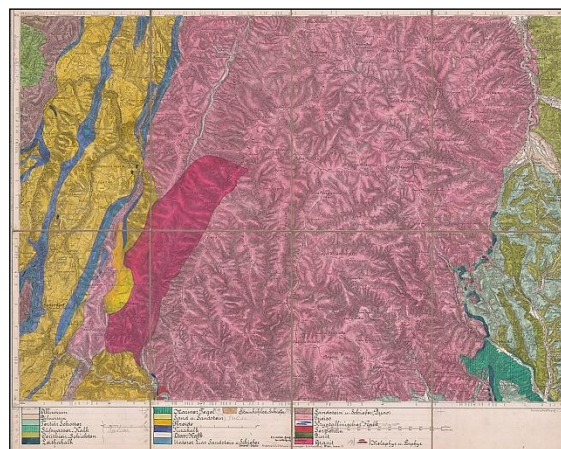


Fig. 26. Zona 25 Col. XXVI. Carașova și Teregova, 1:75 000 (\*\*\*, ?). Sursa: Colecția Bibliotecii Institutului Geologic al Austriei, Viena.

#### 5.4.2. Georeferențierea și compararea conținutului geologic al hărților

În acest subcapitolul am prezentat metodologia de georeferențiere a acestor foi de hărți, care au utilizat ca bază topografică hărțile de detaliu la scara de 1:75 000 a celei de-a treia ridicări topografice. Georeferențierea lor este echivalentă cu georeferențierea hărților topografice, ceea ce a fost realizată și publicată deja (Biszak et al, 2007, [www.mapire.eu](http://www.mapire.eu)). Astfel am georeferențiat foile de hărți geologice după metoda descrisă de către **Timár Gábor** și **Molnár Gábor** (Timár și Molnár, 2008; Molnár și Timár, 2009) în proiecția sinusoidală, care poate fi considerată cea mai apropiată proiecție a celei de-a treia ridicări topografice, implementată într-un soft GIS. Georeferențierea foilor de hărți a fost realizată utilizând aplicația Global Mapper. Hărțile au fost rectificat în primă fază în proiecția sinusoidală, apoi am îndepărtat chenarul foilor, astfel am obținut un mozaic continuu al celor două foi de hărți, iar la final am reproiectat hărțile în proiecția Gauss–Krüger. Această metodă a fost aplicată atât în cazul foilor ungare, cât și a celor austriece.

Harta geologică la scara de 1:50 000, foaia Anina (L-34-104-D) (Năstăseanu și Savu, 1970) a fost georeferențiată și integrată în aceeași bază de date GIS, pentru a fi o bază de referință în analiza conținutului geologic al hărților geologice istorice. Seria hărților geologice la scara de 1:50 000 a fost realizată având la bază proiecția Gauss–Krüger (fus de 6 grade), datumul S-42 (Pulkovo 1942), datum referențiat pe elipsoidul Krasovski-1940. Georeferențierea foii Anina a fost realizată tot cu ajutorul aplicației Global Mapper. După

suprapunerea hărților am observat într-o primă fază faptul că hărțile geologice vechi sunt deplasate către est față de harta geologică modernă cu aproximativ 200 m. În consecință am corectat această eroare orizontală prin deplasarea fără rotire a hărților geologice vechi (mai întâi hărțile ungare, apoi cele austriece) cu 200 m spre vest ( $270^\circ$ ). Pentru acesta am utilizat aplicația Global Mapper, comanda *Shift Selected Layer(s)*.

Comparația conținutului geologic al hărților a fost ilustrată în teză cu ajutorul câtorva figuri și a fost realizată în Global Mapper, utilizând instrumentul *Image Swipe*. Această comandă permite ca stratul (imaginea) ales să fie „tras” peste celălalt strat, astfel încât și stratul de dedesubt devine vizibilă, sau mai precis se pot vizualiza ambele straturi deodată, în consecință conținutul mai multor straturi suprapuse devine comparabilă.

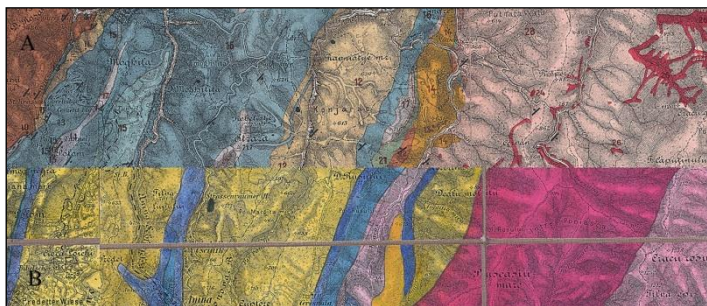


Fig. 27. Comparația foilor de hărți geologice istorice ungare (A), respectiv austriece (B) (fragment din hărțile suprapuse).

Analizând în acest fel conținutul geologic al foilor de hărți studiate, se remarcă la o primă vedere faptul că foile de hărți geologice ungare (A), respectiv austriece (B) diferă semnificativ (Fig. 27.).

Drept urmare am comparat mozaicul foilor de hărți ungare (ex.: Fig. 28.), respectiv a celor austriece (ex.: Fig. 29) cu harta modernă la scara de 1:50 000 (acesta din urmă reprezentând harta geologică de referință) și am ajuns la concluzia că conținutul geologic al foilor de hărți ungare este foarte asemănător cu cea a hărții actuale, este mult mai precisă și detaliată decât hărțile manuscrise ale austrieșilor. Această comparație a fost ilustrată cu mai multe figuri în lucrare. Hărțile ungare la scara de 1:75 000 au o acuratețe geologică bună, limitele formațiunilor geologice coincid în mare parte cu cele reprezentate pe harta modernă, iar diferențele majore le-am observat în special în nomenclatura formațiunilor geologice, respectiv în „rezoluția” geologică a hărților (harta modernă conține mai multe subdiviziuni cronostratigrafice). Faptul că hărțile austriece manuscrise au o acuratețe geologică mai slabă față de hărțile ungare, respectiv harta modernă, ne dovedește faptul că au fost editate cel mai probabil pe baza cercetărilor și cartărilor anterioare publicării foilor de hărți la scara de 1:75 000 a celei de-a treia ridicări topografice (înainte de anii 1880). În consecință ne dovedește faptul că austrieșii într-adevăr au încheiat după 1870 cartarea

sistematică geologică a acestor zone, însă au editat foile de hărți la scara de 1:75 000 în formă de manuscris pe baza datelor cercetărilor și cartărilor anterioare.

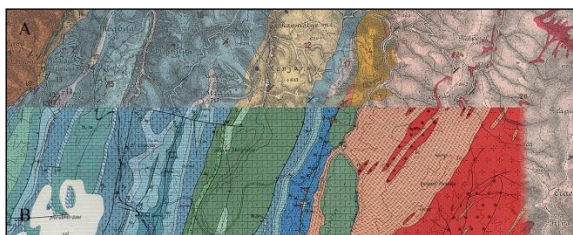


Fig. 28. Comparația foilor de hărți geologice istorice ungare (A) cu harta modernă (B) (fragment din hărțile suprapuse).

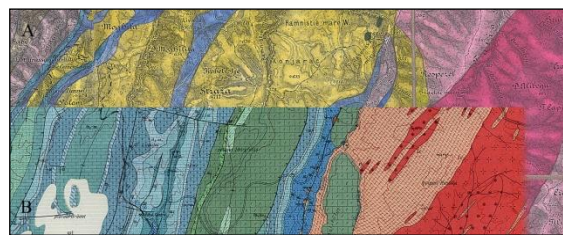


Fig. 29. Comparația foilor de hărți geologice istorice austriece (A) cu harta modernă (B) (fragment din hărțile suprapuse).

### Concluzii finale

Hărțile geologice istorice fac parte din moștenirea noastră cartografică (într-un sens mai larg, din patrimoniul cultural), în consecință studiarea lor este extrem de importantă din perspectiva cartografiei istorice (în cazul de față al istoriei cartografiei geologice).

Investigarea, respectiv analiza bazelor topografice ale acestor hărți geologice are o importanță practică deosebită, deoarece ne permite georeferențierea hărților geologice vechi, în consecință integrarea lor într-o bază de date GIS. Această analiză are un grad de inovație, deoarece o bază de date GIS care să integreze hărțile geologice aferente Transilvaniei nu a fost realizată până în acest moment.

Aplicațiile GIS realizate asupra hărților geologice aferente teritoriului Transilvaniei, precum a hărților de detaliu aferente zonei carbonifere Anina din Banat au avut scopul de a evidenția importanța cunoașterii acurateții lor cartografice în vederea implicării lor în studii recente. Cu atât mai mult cu cât aceste hărți geologice vechi pot prezenta cu precizie cartografică destul de bună și deschideri geologice sau lucrări miniere care nu se mai regăsesc în teren în ziua de azi. Astfel, cunoașterea acurateții cartografice, respectiv a acurateții datelor geologice a acestor hărți geologice vechi ne permite analiza și comparația datelor geologice vechi cu cele moderne (prin suprapunerea prin tehnici GIS a hărților din diferite perioade de timp), în consecință urmărirea evoluției cunoștințelor geologice în timp.

Teza se remarcă și prin gradul său înalt de interdisciplinaritate, aceasta integrând cunoștințe din domeniul geologiei, a istoriei geologiei și a istoriei cartografiei geologice,

cu aspectele practice ale cartografiei (și ale cartografiei istorice), precum ale geomatiei (prin aplicațiile GIS).

Ca o posibilă continuare a acestui studiu se poate realiza – utilizând tehnici GIS – o analiză și mai detaliată prin suprapunerea mai multor hărți geologice din diferite perioade, care împreună cu analiza cartografică a acestora să ne dezvăluie pe de-o parte evoluția cunoștințelor geologice, respectiv a cartografierii geologice, pe de altă parte gradul de credibilitate și de aplicabilitate a datelor geologice anterioare în cercetările recente.

### **Bibliografie selectivă:**

- Barczikayné Szeiler R., Gyalog L., Hegyiné Rusznyák É., Viktor Zs., Orosz L., Pentelényi A., Síkhegyi F. (2009) *A földtani térképezés 140 éve – Térképválogatás a XVIII. századtól napjainkig*. MÁFI kiadás – DVD, Budapest.
- Bartos-Elekes Zs., Rus I., Constantinescu, Ș., Crăciunescu, V., Ovejanu, I. (2007) România topografică Lambert–Cholesky vetületben (1916–1959). *Geodézia és Kartográfia*, LIX(6), 39–43.
- Bartos-Elekes Zs., Rus I., Timár G. (2008) The Geodetic Basis of the Romanian Historical Topographic Maps in Lambert–Cholesky projection. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 10, EGU2008-A-00428.
- Beudant, F. S. (1825) Geognostische Charte von Ungarn und Siebenbürgen mit einem Theile der angränzender Länder. Hartă, scara: M=1 000 000.
- Biszak S., Timár G., Molnár G. Jankó Annamária (2007) *Digitized maps of the Habsburg Empire – The Third Military Survey*. Arcanum DVD, Budapest
- Bleahu, M., Dimitrescu, R. (red.) (?) Harta geologică a R. P. R., Foaia Arieșeni (L-34-58). Hartă, scara: M=1:100 000. Institutul Geologic al României, București.
- Breznayánszky K. (1985) Neogene Mineral Resources in the Carpathian Basins. In: *VIII<sup>th</sup> 27RCMNS Congress – Hungary*, Hungarian Geological Survey, 27–43, Budapest.
- Breznayánszky K. (1996) Austro–Hungarian geological mapping before 1869. In: Dudich E. & Lobitzer, H. (ed.) *Advances in Austrian–Hungarian Joint Geological Research*. 25–32, Budapest.
- Breznayánszky K. (2003) *A magyar geológia a XIX. században*. Különlenyomat: „A legnagyobb magyar geológus”, Szabó József emlékkönyv (szerk.: Hála J., Romsics I.), 11–21, Kalocsa.
- Breznayánszky K., Turczy G. (1998) Geological Maps – from Litography to GIS. *Földtani Közlemény*, 128/1, 145–156, Budapest.
- Breznayánszky K., Dudich E., Schedl, A. (1999) Ungarn. In: Hofmann, T.: Die geologische Untersuchung des Keiserreiches. In: Bachl-Hofmann, C. et al. (red.) *Die Geologische*

- Bundesanstalt in Wien: 150 Jahre Geologie im Dienste Österreichs (1849–1999)*. Wien, Böhlau, 125–129.
- Breznysnyánszky K., Síkhegyi F. (2007) Das Ungarische Geologische Institut, eine herausragende Werkstatt der thematischen Kartographie. *Nova Acta Leopoldina NF 94*, 349, 47–69.
- Crăciunescu, V., Rus, I., Constantinescu, Ș., Ovejanu, I., Bartos-Elekes Zs. (2011) Romanian maps under ‘Lambert–Cholesky’ (1916–1959) projection system. [Disponibil online]: <http://earth.unibuc.ro/download/planurile-directoare-de-tragere?lang=en>. [Accesat 23 ianuarie 2017].
- Dimitrescu, R., Bleahu, M., Lupu, M. (1977) Harta geologică a României 1:50 000, Foaia Avram Iancu (L-34-70-B). Hartă, scara: M=1:50 000.
- Fallon, L. A. (1822) *Das Oestereichische-Kaiserthum mit betrachtlichen Theilen der angrenzenden Staaten*. Hartă, scara: M=1:864 000, Wien.
- Foetterle, F., Wolf, H., Štur, D., Tietze, E. (1861) Geologische Übersichtskarte des Banates, und der Illyrisch- und Roman-Banater Militärgrenze. Hartă manuscris, scara: M=1:288 000, Wien.
- Galambos Csilla (2006) *Digitális földtani térképek jelkulcsának kidolgozása integrált térinformatikai alkalmazások számára*. Doktori értekezés, Eötvös Loránd Tudományegyetem, 139 p., Budapest.
- Galambos Csilla (2009a) History of the Hungarian Geological Maps – An Overview from the 18<sup>th</sup> Century to Nowadays. In: Gartner, G. & Ortog, F. (ed.) *Proceedings of the First ICA Symposium for Central and Eastern Europe 2009*. Vienna University of Technology, 713–724, Vienna.
- Galambos Csilla (2009b) Development of colour and signs and projection of the Hungarian archive Geological Maps. *Acta Geod. Geoph. Hung.*, 44(1):131–140. [Disponibil online]: [DOI: 10.1556/Ageod.44.2009.1.13](https://doi.org/10.1556/Ageod.44.2009.1.13). [Accesat 23 ianuarie 2017].
- Galambos Csilla (2010) Projection analyzis and geo-reference of the old Hungarian geological maps. In: Gartner, G. & Livieratos, E. (ed.) *Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Workshop on Digital Approaches in Cartographic Heritage*, Vienna University of Technology, 183–188, Vienna.
- Galambos Csilla, Unger Z. (2009) Geological Maps showing Transylvania from around 1900. *Geographia Technica*, 1, 31–39.
- Galambos Csilla, Breznysnyánszky K., Timár G. (2020) Magyarország első közepes méretarányú (M=1:144 000) földtani térképsorozatának georeferálása. *Földtani Közlöny*, 150/1, 185–194, Budapest.
- Gesell S., Pálffy M. (1905) A Magyar korona országainak részletes geológiai térképe 1:75 000, Abrudbánya. Hartă, scara: M=1:75 000, Magyar Királyi Földtani Intézet, Budapest.
- Haidinger, W. (1845) *Geognostische Uibersichts-Karte der Oesterreichischen Monarchie*. Hartă, scara: M=1:864 000, Viena.



- Hauer, F. R. (1861) Geologische Uibersichts-Karte von Siebenbürgen. Hartă, scara: M=1:576 000, Sibiu.
- Hauer, F. R. (1863) Vorwort. In: Hauer, F.R. & Stache, G. (red.) *Geologie Siebenbürgens*. Wilhelm Braumüller K. K. Hofbuchhändler, 3–6, Wien.
- Hauer, F. R. (1870) Jahrsbericht des Directors Fr. Ritter v. Hauer (Sitzung am 22. November 1870). In: *Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt*, 289–304, Wien.
- Hauer, F. R. (1867–1871) Geologische Übersichts-Karte der Österreichisch–Ungarischen Monarchie nach den Aufnahmen der k. k. geologischen Reichsanstalt. Hartă, scara: M=1:576 000, Viena.
- Hauer, F. R., Štur, D., Stache, G. (1863) General-Karte des Grossfürstenthums Siebenbürgen und der im Jahre 1861 mit dem Königreiche Ungarn vereinigten Theile (Geologische Übersichts-Karte von Siebenbürgen). Hartă, scara: M=1:288 000, Viena.
- Herbich F. (1878) A Székelyföld Földtani térképe. Hartă, scara: M=1:288 000. In: Herbrich F.: *A Székelyföld földtani és őslénytani leírása*. Magyar Királyi Földtani Intézet, Budapest.
- Hofmann K., Matyasovszky J., Stürzenbaum J (1883) Tasnád és Szilágy-Somlyó vidéke. Hartă, scara: M=1:144 000, Magyar Királyi Földtani Intézet, Budapest.
- Jankó Annamária (2007) *Magyarország katonai felmérései 1763–1950*. Argumentum, 196 p., Budapest.
- Jenny, B., Hurni, L. (2011) Studying cartographic heritage: Analysis and visualisation of geometric distorsions. *Computers & Graphics*, 35-2, 402–411.
- Kędzior, A. and Popa, M.E. (2013) Sedimentology of the Early Jurrasic terrestrial Steirdorf Formation in Anina, Colonia Cehă Quarry, South Carpathians, Romania. *Acta Geologica Polonica*, 63/2, 175–199. [Disponibil online]: [DOI: 10.2478/agp-2013-0007](https://doi.org/10.2478/agp-2013-0007) [Accesat 20 septembrie 2016].
- Korodi Enikő, Bartos-Elekes Zs., Rus, I., Haidu, I. (2015) Cartographic analysis of some old Transylvanian geological maps from the second half of the nineteenth century. *Acta Geodaetica et Geophysica*, 55:405–419. [Disponibil online]: [DOI: 10.1007/s40328-015-0133-5](https://doi.org/10.1007/s40328-015-0133-5).
- Korodi Enikő, Bartos-Elekes Zsombor (2016) The geological map of Transylvania by Hauer, Štur, Stache (1863). In: Livieratos, E. (ed.). *Digital Approaches to Cartographic Heritage. Conference Proceedings 2016*, Riga, 20–22 aprilie 2016, 270–278. [ISSN 2459-3893].
- Korodi Enikő, Hofmann, T. (2016) Historical cartographic overview and cartographic analysis of the geological map of Transylvania by Hauer (1861). *Geographia Technica*, 11/1:44–53. [Disponibil online]: [DOI: 10.21163/GT\\_2016.111.06](https://doi.org/10.21163/GT_2016.111.06).
- Korodi Enikő, Bartos-Elekes Zs., Haidu, I. (2017) The Anina (Steierdorf) coal mining district in Banat (Romania) on some old geological maps (1850–1884). *Austrian Journal of Earth Sciences*, 110/2. [Disponibil online]: [DOI: 10.17738/ajes.2017.0016](https://doi.org/10.17738/ajes.2017.0016).

- Kudernatsch, J. (1857) Spezialkarte des mittleren Theiles des Banater Gebirgszuges. In: Geologie des Banater Gebirgszuges (vorgelegt in der Sitzung am 8 Mai 1856). In: *Sitzungsberichte der kaiserlichen Academie der Wissenschaften Mathematisch–Naturwissenschaftliche Classe*, 23, 39–148.
- Lóczy L. (1922) Geological Map of Hungary and the Adjacent Regions of the Neighbouring Countries. Hartă, scara: M=1:900 000. Hungarian Geographical Society, Budapest.
- Maigut Vera (2010) *A földtani térképszerkesztés geoinformatikai problémáinak megoldási lehetőségei*. Doktori értekezés. Eötvös Loránd Tudományegyetem, 96 p., Budapest.
- Marsigli, L.F. (1741) *Mappa mineralographica. Fodinas in Hungaria partibusque adhaerentibus feré omnes quae Danubium cominus aut eminus circumstant, et é quibus in eundem substantiae Mineralis defluunt, suis districtus charateribus ostendens*. Hartă, scara: M~1:1 550 000, Haga.
- Molnár G., Timár G. (2009) Mosaicking of the 1:75 000 sheets of the Third Military Survey of The Habsburg Empire. *Acta Geodaetica et Geophysica*, 44(1):115–120. [Disponibil online]: [DOI: 10.1556/AGeod.44.2009.1.11](https://doi.org/10.1556/AGeod.44.2009.1.11).
- Năstăseanu, S., Savu, H. (1970) Republica Socialistă România Harta geologica, scara 1:50 000, Anina (L-34-104-D). Hartă, scara: M=1:50 000, Institutul Geologic, București.
- Pentelényi A., Síkhegyi F. (2012) Hazai földtani térképeink topográfiai alapjai. In: *A MÁFI évi jelentése 2010*, 81–95, Budapest.
- Popa M. E. (2005) Aspects of Romanian Early Jurassic Paleobotany and Palynology. Part VI. Anina, an exceptional locality. *Acta Paleontologica Romaniaae*, 5, 375–378.
- Roha, B. (1867[?]) Geologische Karte von Steierdorf im Banat. Hartă manuscris, scara: M=1:10 000.
- Saulea, Emilia, Popescu, Ileana, Bratu, Elena (red.) (1967) Harta Geologică a României, Foaia Baia Mare (L-34-VI). Hartă, scara: M=1:200 000. Institutul Geologic al României, București.
- Scheda, J.R. (1856) *General-karte des Oesterreichischen Kaiserstaates*. Hartă, scara: M=1:576 000, Militärgeographisches Institut, Wien.
- Schnabel, W., Matura, A., Pistotnik, J. (1999) Geologische Landesaufnahme. In: Bachl-Hofmann, C. et al. (red.) *Die Geologische Bundesanstalt in Wien: 150 Jahre Geologie im Dienste Österreichs (1849–1999)*. Böhlau, 186–193, Wien.
- Telegdi Roth L., Schafarzik F., Adda K., Böckh J., Gabrovitz K. (1903) A Magyar korona országainak részletes geológiai térképe 1:75 000, Krassova és Teregová. Hartă, scara: M=1:75 000, Magyar Királyi Földtani Intézet, Budapest.
- Telegdy Roth L., Halaváts Gy., Pitter T. (1909) A Magyar korona országainak részletes geológiai térképe 1:75 000, Temeskutas és Oravicabánya. Hartă, scara: M=1:75 000, Magyar Királyi Földtani Intézet, Budapest.
- Timár G., Molnár G. (2008) A harmadik katonai felmérés térképszelvényeinek georeferálása. *Geodézia és Kartográfia*, 60/1–2, 23–27.

- Timár G., Molnár G., Păunescu C., Pendrea, F. (2004) A második és harmadik katonai felmérés erdélyi szelvényeinek vetületi- és dátumparaméterei. *Geodézia és Kartográfia*, 56(5), 12–16.
- Timár G., Molnár G., Székely B., Plihál Katalin (2010) Orientation of the Map of Lazarus (1528) – Result of the Ptolemaian projection? In: Gartner, G. & Ortog, F. (eds.) *Cartography in Central and Eastern Europe. Lecture Notes in Geoinformatics and Cartography*. Springer, 487–496, Berlin–Heidelberg.
- Varga, J. (2002) *A vetületnélküli rendszerektől az UTM-ig*. Kézirat, BME, Budapest. [Disponibil online]: [http://www.agt.bme.hu/staff\\_h/varga/Osszes/Dok3uj.htm](http://www.agt.bme.hu/staff_h/varga/Osszes/Dok3uj.htm) [Accesat 24 noiembrie 2014].
- Wołkowicz, S., Wołkowicz, Krystyna (2014) Geological cartography in Poland in the 19th century. *Geological Quarterly*, 58(3): 623–658. [Disponibil online]: [DOI: 10.7306/gq.1198](https://doi.org/10.7306/gq.1198) [Accesat 25 ianuarie 2015].
- \*\*\* (~1850) Steierdorf Banat. Hartă manuscris.
- \*\*\* [Foetterle, F.] (1860) Banater Domäne: enthaltend den vormaligen k. k. aerarischen Montan-Complex nebst den Staats. Herrschaften Oravicza und Bokschan: Geognostische Karte. Hartă, scara: M=1:72 000, k. k. priv. Österreichische Staats–Eisenbahn–Gesellschaft.
- \*\*\* (1872[?]) Geognostische Übersichtskarte des Kohlenbergbau Terrains von Steierdorf. Hartă manuscris, scara: M=1:10 000.
- \*\*\* (?) Zone 25 Col. XXV. Kudritz und D.-Oravica 1:75,000. Hartă manuscris, scara: M=1:75 000.
- \*\*\* (?) Zone 25 Col. XXVI. Krassova und Teregova 1:75,000. Hartă manuscris, scara: M=1:75 000.
- [http://www.globalmapper.com/helpv11/datum\\_list.htm](http://www.globalmapper.com/helpv11/datum_list.htm) [Accesat 24 martie 2017].
- <http://mapanalyst.org> [Accesat 23 ianuarie 2017].
- <https://maps.arcanum.com/hu/> ([www.mapire.eu](http://www.mapire.eu)) [Accesat 24 martie 2017].
- [www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org) [Accesat 23 ianuarie 2017]