

RISC GEOMORFOLOGIC LA OCNA MUREȘ

Studiu de caz: Surparea din 22 decembrie 2010

Prof. FARKAS SZABOLCS,
Colegiul Național "Bethlen Gábor", Aiud

ABSTRACT: Geomorphological risk in Ocna Mures. Case Study: overthrow of December 22, 2010. The exploitation of salt in Ocna Mures began while the appearance of man in this region, given the importance of salt in human nutrition. In Roman times, Salinae was a settlement of particular importance, the Roman road on the left side of Mures, from Apulum and Brucla (Aiud), reaching this settlement. A quantum leap occurred after 1792, when, after ing. Ruszbatzky research (1791-1793), led by engineer Mészáros Gy., began large-scale operation in rooms as reverse funnel (cone), or T. paralelipedon. The human impact on the quality of salt massif occurred with the introduction of technology to exploit the salt wet with wells, in 1952. Ocna Mures mine was the first such operation, followed by Ocnele Mari and Târgu Ocna. Human impact on the environment started to produce massive changes in the structure salifer consistency, the effects will take place in time, knowing that the functional social-economic system comes at a time, in a state of involution, the operation being nonorganized at the principle of sustainable development.

Keywords: salt mines, wells, geosistem, geomorphologic risk, subsidence, sustainable development.

Premise

La Ocna Mureș, exploatarea sării a început odată cu apariția omului pe aceste meleaguri, datorită importanței sării în alimentația omului.

În perioada romană, Salinae era o așezare de o importanță deosebită, drumul roman pe partea stângă a Mureșului, dinspre Apulum și Brucla (Aiud) ajungând până în această localitate.

Un salt cantitativ s-a produs după 1792, când, în urma cercetărilor inginerului Ruszbatzky (1791 - 1793), sub conducerea inginerului Mészáros Gy. începe exploatarea de mare amploare, în săli sub formă de pâlnie inversă (con), paralelipedon sau T. Pragul calitativ privind impactul omului asupra masivului de sare s-a produs odată cu introducerea tehnologiei de exploatare a sării în stare umedă, cu sonde, la 1952, Ocna Mureș fiind prima exploatare de acest gen, urmând apoi Ocnele Mari și Târgu Ocna.

Impactul antropic asupra mediului a început să producă schimbări de consistență în structura masivului salifer, efectele

urmând să se producă în timp, știut fiind faptul, că sistemul socio – economic funcțional va intra, la un moment dat, în stare de involuție, exploatarea nefiind organizată pe principiul dezvoltării durabile.

Scurt istoric al exploatării sării la Ocna Mureș

În perioada romană, masivul salifer a fost împrejmuț cu un rambleu construit din aluviunile Mureșului și argila din apropiere. Acest rambleu avea funcția de apărare, atât împotriva apei curgătoare, cât și împotriva năvălirilor populațiilor migratoare. Galeriile romane, azi inundate, rămânând mărturie a acestei perioade.

Totuși, năvălirile acestor factori au avut câștig de cauză, apa Mureșului (mai precis, un braț al acestuia) instalându-se biruitor deasupra masivului de sare, zona devenind o mlaștină cu grinduri sărățurate, acoperite de plante hidrofile și o pădure de stejari.

Harta iosefină din a doua jumătate a sec. al XVIII-lea ne prezintă astfel perimetrul orașului de azi, numită atunci: *Okne*. Pe

atunci existau doar satele Uioara, pe podul terasei Mureșului, Ciunga, respectiv, Cistei, așa cum reiese și din lucrarea lui *Benkő, J.* din 1778.

Cercetările inginerului Ruszbatzky au avut ca rezultat deschiderea primelor mine la 1791. Micul oraș minier a prins viață și s-a dezvoltat extraordinar în următoarele decenii, având un potențial de poziție excelent în raport cu căile de comunicație din lunca Mureșului. Geosistemul numit Ocna Mureș se forma, deci, din subsistemul mediului natural și subsistemul socio-economic.

Odată cu deschiderea primei galerii de mină, a început o luptă "pe viață și pe moarte" cu apa curgătoare de suprafață, dar mai ales cu apa freatică. Galeria săpate în masivul de sare devenind adevărate forțe de atracție pentru apa care își căuta drumul spre albia Mureșului.

În această luptă, omul desfășura forțe deosebite, mijloace materiale și tehnologice pentru a învinge apa de suprafață, care era considerată atunci principala problemă.

Inundațiile Mureșului făceau ravagii în perimetrul minier, din această cauză s-a decis, la 1859, strămutarea albiei râului spre nord, cu câteva sute de metri.

Continuând cercetările, s-a constatat, că principala problemă o reprezintă apa freatică provenind din infiltrațiile pârâului Banța, care alimentau acviferul cantonat deasupra masivului de sare.

A fost o bătălie câștigată de om: spre sfârșitul anilor 1800 s-a construit o galerie de gardă pentru colectarea apelor infiltrate în subteran, care înconjura masivul de sare la o distanță de cca 10 stânjeni ardelenesi, adică aproximativ 19 m, apoi apa colectată în partea nord-vestică a masivului era pompată în Mureș cu ajutorul pompelor cu abur. Energia mediului natural: apa, a fost canalizată să evite masivul salifer.

Ne permitem să spunem, că acesta a fost un element caracteristic conceptului de dezvoltare durabilă (chiar dacă termenul nu era folosit la data respectivă), cu condiția, să se respecte anumite reguli de amenajare a teritoriului și de exploatare a sării.

Evenimente deosebite s-au mai produs, însă, odată cu inundațiile Mureșului din 1912 și 1947.

În 1952, odată cu industrializarea forțată caracteristică erei socialiste, s-a trecut la exploatarea pe cale umedă, cu ajutorul sondelor, păstrându-se și exploatarea pe cale uscată în mina 1 Mai, aflată în partea nord-vestică a masivului. Ca să se evite prăbușile succesive, în 1952 s-a pompat saramură concentrată în minele vechi, formându-se astfel lacurile sărate din partea centrală a orașului.

Odată cu creșterea forțată a producției Uzinei de produse sodice, Salina nu mai putea asigura necesarul de sare, astfel, s-a trecut la extracția saramurii concentrate din lacuri și umplerea acestora cu apă nesaturată. Fiind importantă doar cantitatea de saramură extrasă, nerespectând nici cele mai elementare reguli de protecție, pilonii dintre mina Iosif și mina 1 Mai au fost dizolvați, mina prăbușindu-se în 1978, odată cu strada și casele de deasupra. Din fericire, minerii s-au salvat, ieșind la suprafață prin galeria de aerisire. Este posibil, ca și cutremurul din martie 1977 să fi contribuit la prăbușirea minei.

Astfel, până în ziua de azi, golurile din masivul de sare au fost "amorsate" spre a deveni "o bombă cu ceas". Momentul "exploziei": un cutremur mai puternic, sistarea funcționării sondelor (scade presiunea din subteran) sau pragul dizolvării pilonilor marginali, a tavanului golurilor, sub acțiunea de coroziune a apei. De remarcat faptul, că încă din anii 1800, prăbușirile și surpările erau mai frecvente la contactul sare/ steril de la periferia masivului, pe discontinuități de substanță, atractorii eroziunii selective sau a coroziunii, în cazul de față.

Geomorfologia perimetrului localității

Masivul de sare este localizat pe locul unei vechi albie minore (partea nordică), în sectorul terasei de luncă, la altitudinea absolută de cca 255 m. Are o formă eliptică,

alungită în direcția nord – sud, cu o lungime de cca 900 m și o lățime de cca 500 m. În partea centrală a masivului, sarea are o grosime de 1760 m. Puritatea sării: 96 – 99%. Diapirul este înconjurat de straturi marno – argiloase miocene, cu înclinare de 30 – 40%, care asigurau impermeabilitatea masivului, la început. La suprafața diapirului, au fost sedimentate roci detritice (bolovăniș, pietriș, nisip, argilă fină), practic, aluviuni de vârstă pleistocen superioară (*Arghiuș - Ozunu, 2005*). În partea nordică, la o distanță de cca 550 m curge Mureșul.

Acviferul se extinde pe spinarea masivului de sare, fiind alimentat de infiltrațiile din râul Mureș (0,15 – 0, 20 m³/s), și din straturile acvifere dezvoltate la nord de Dealul Banța. Direcția generală de curgere a apelor subterane urmărește cursul Mureșului: est – vest (*Arghiuș - Ozunu, 2005*).

Potențialul energetic al reliefului este însemnat, diferența de nivel între vf. Gurguleu al Dealului Banța: 524 m, și albia Mureșului: cca 254 m fiind deosebit de mare : 270 m, pe o distanță orizontală foarte mică, masivul salifer aflându-se chiar la poalele Dealului Banța.

Surparea din 22 decembrie 2010

În data de 22 decembrie 2010, aproximativ la ora 2 noaptea, pământul de sub supermarketul din localitate a început să se miște, apărând fisuri și crăpături.

Spre dimineață, în spatele supermarketului și în fața unei sonde de exploatare s-a format o pâlnie de prăbușire, care evolua foarte rapid, saramura cu păcură sau motorină izbucnind violent la suprafață. În cele din urmă, supermarketul a fost înghițit total, groapa atingând suprafața de 10 500 m², și adâncimea de cca. 17 m, având o formă de con invers, cu baza la suprafață, perimetrul fiind de formă circulară.

Două case din apropiere au fost grav avariate, alte clădiri au fost afectate de crăpături, strada M. Eminescu surpându-se pe o porțiune de cca 20 m lungime și cca. 2

m adâncime, fisurându-se pe cca. 150 m. În zilele și săptămânile care au urmat, procesul de tasare sau taluzare naturală a continuat, continuând și azi.

Opinii privind cauzele

Fără a ne aventura să dăm verdicte (o echipă de experți lucrează și în momentul actual la elucidarea cauzelor și la diagnoza stării subsolului), vom încerca să schițăm câteva posibile cauze, mai mult, sau mai puțin vehiculate de populație.

1. Imediat după prăbușire, "la cald", ipoteza vehiculată a fost cu privire la prăbușirea unui gol de aer format între două sonde de exploatare apropiate. A fost o ipoteză verosimilă, dat fiind localizarea gropii create chiar în fața unei sonde de exploatare. Această ipoteză a fost ulterior invalidată în relatările publice ale administrației care ținea legătura cu experții.

2. O altă ipoteză, aparținând inginerului Chiorean M., fost angajat al Salinei, este că s-a prăbușit peretele sud-estic al minei Ștefania (Regina Maria, 23 August) (<http://ocna-mures.info>).

3. Ipoteza noastră este că prăbușirea s-a datorat mai multor factori, cu acțiuni de tip convergent:

- 1 dizolvările controlate doar parțial de către sondele din câmpul II, în primul rând sonda din spatele fostului supermarket (adresa nr. 7.536 din 30 iulie 2010, a Ministerului Economiei, Comerțului și Mediului de Afaceri: *"...oprirea pe o perioadă mai mare a activității sondelor prezintă riscul de cristalizare a acestora, fără posibilitatea degajării presiunii din sondă, fapt ce generează subminarea pilierilor, erupții necontrolate, afectarea suprafeței, atât în cadrul perimetrului minier, cât și în zonele adiacente locuite"*. Sursa: Ziarul *Unirea*, 14 ian. 2011). Astfel, este foarte probabil, ca saramura sub presiune să iasă violent la suprafață, cum s-a și întâmplat;
- 1 coroziunea selectivă a apei freatice la limita sare/steril;

- I acțiunea corozivă a apei freatice, deosebit de activă în această parte a subsolului, se poate observa, că este o piață de adunare și un canal de flux al apelor freatice;
- I canalizarea necorespunzătoare, raportată la vulnerabilitatea subsolului salifer;
- I construirea supermarketului în 2009 la limita Zonei de influență A, deci pe un substrat susceptibil la prăbușiri și tasări, după cum s-a delimitat foarte clar de către experți pe hartă la scară mare (Arghiuș - Ozunu, 2005);
- I funcționarea unui Service Auto în interiorul Zonei de influență A, care și spăla autovehicule de transport marfă, evacuarea parțială a apelor încărcate cu detergenți și alte substanțe deosebit de corozive direct în câmpul salifer cu sonde, la limita sare/steril, lângă Str. M. Eminescu, aflată la limita Zonei de influență A;
- I sistarea producției GHCL UPSOM, ceea ce a dus la sistarea activităților Salinei,

la intrarea în conservare a sondelor, cu pericol de cristalizare pe coloanele de extracție;

- I inundațiile deosebite de pe Culmile Ciungii și pâraul Ciunga, din iunie 2010, apa pluvială ajungând parțial tot pe masivul de sare, în cele din urmă, ridicând nivelul pânzei freatice;
- I colmatarea în timp și slaba administrare a canalelor de gardă din jurul masivului.

În afara acestor posibile cauze, se pune întrebarea: unde se localizează și în ce stare sunt galeriile de gardă construite în a doua jumătate a anilor 1800, pentru evacuarea apelor freatice infiltrate din izvoare subterane? Dacă acestea mai există cu adevărat, sau dacă s-au surpat în trecut.

Oricum, merită remarcat, că două dintre sondele amplasate mai recent în Câmpul II se află exact pe linia aflorării sării, iar a treia sondă este amplasată chiar la exteriorul acestei limite, asta însemnând, că în adâncime, masivul de sare se extinde (fig.1).

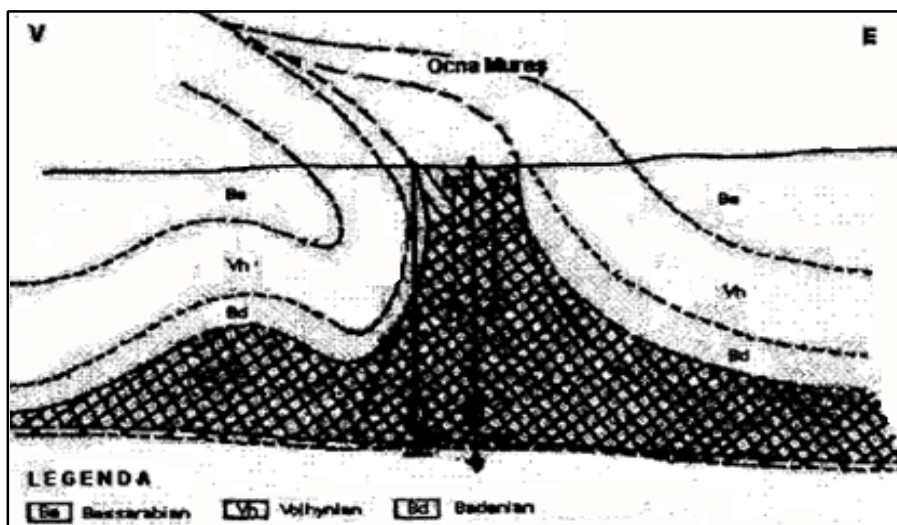


Fig. 1. Secțiune geologică prin zăcămintul de la Ocna Mureș

(După: Prida, T., Petrescu, I., Codrea, V., Barbu, O., Giurgiu, N., Miklos, Gy. [2005], Environment and Progress, nr. 5, Cluj – Napoca, pag. 346).

Starea actuală. Disfuncționalități

Starea actuală a acestui geosistem este caracterizat printr-un echilibru deosebit de fragil. Se poate vorbi de orice, numai de

dezvoltare durabilă, nu. Masivul de sare, pe care se sprijină sedimentele din substratul localității, prezintă numeroase goluri, atât galerii vechi, cât și cilindri de dizolvare ai sondelor. Fenomenele de instabilitate a

terenului reprezintă un risc major, pe lângă poluarea apelor și a solului cu hidrocarburi.

Masivul salifer este localizat pe traseul unei vechi albie minore a Mureșului, Astfel, apele subterane drenează preferențial această albie, acviferul primind mereu apă nesaturată de pe versanții Dealului Banța și din izvoarele subterane. Groapa formată pe locul supermarketului și surparea străzii M. Eminescu producându-se exact pe acest traseu al apelor subterane, deosebit de active în dizolvarea sării la contactul sare/steril. șoseaua care coboară dinspre Uioara (Hagău) practic canalizează apele meteorice spre zona surpată, șanțurile de drenaj lipsind. "Centrul" orașului, aflat la sud de masivul de sare, prezintă șanțuri de drenaj de adâncime foarte mică, în imposibilitatea de a drena apele pluviale și astfel, infiltrațiile în masiv, în zona de contact fiind deosebit de active.

Deasupra masivului se află un acvifer continuu, care dizolvă pilierii de câmp și cei marginali, riscul de surpare și prăbușire crescând pe zi ce trece. Nivelul apei freactice a crescut considerabil în ultimul timp, dovadă pivnițele inundate ale caselor de pe străzile învecinate. Practic, odată cu inundarea minelor și oprirea pompării apei din mine, întregul sistem de protecție a masivului a fost compromis. După 1954, în partea vestică și sud-vestică a masivului, pâlniile de prăbușire au atins diametre de 100 – 150 m și adâncimi de 70 - 80 m (*Arghiuș - Ozunu, 2005*). Cilindri de dizolvare ai sondelor au depășit adâncimea de 1700 m. Datorită presiunii litostatice și plasticității sării, în timp se vor produce surpări și prăbușiri de mare amploare, dat fiind faptul, că golurile sunt afectate de fenomenul de convergență a sării, punându-se astfel în mișcare mase enorme de roci spre cavitățile respective. În urma unor măsurători la Ocna Mureș, s-a constatat, că viteza de convergență este mai mare de 20 de ori la adâncimea de 1500 m, decât la adâncimea de 500 m. În 2004, volumul golurilor depășind 13 mil. m³, în prezent estimăm cca 16 mil. m³, urmând, ca în 2020 să depășească 20 mil. m³ (în condiții de funcționare a sondelor, momentan fiind

oprite, *Arghiuș - Ozunu, 2005*).

Viteza de scufundare crește lent spre masivul de sare, cea mai mare creștere fiind caracteristică zonei industriale, cu afluență mai mare de ape freactice și astfel, o dinamică accentuată a proceselor geomorfologice.

Încercând să căutăm efectele similare induse de activitatea antropică, de dizolvare cu ajutorul sondelor, am constatat că problemele de la Ocna Mureș se aseamănă mult cu cele de la Ocnele Mari și Târgu Ocna.

Ridicarea nivelului pânzei freactice, mai ales în partea nord-vestică a masivului (Cartierul Bosnea) are următoarele cauze:

- 1 obturarea, chiar astuparea drenului artificial, din partea nordică a masivului;
- 1 betonarea cu dale a malului stâng al Mureșului;
- 1 batalele UPSOM de pe malul stâng ridică nivelul pânzei freactice între batal și masivul salifer (*Arghiuș - Ozunu, 2005*);
- 1 inundațiile deosebite de pe Culmile Ciungii și pâraul Ciunga, din iulie 2010, apa pluvială ajungând parțial tot pe masivul de sare, în cele din urmă, ridicând nivelul pânzei freactice;
- 1 colmatarea în timp și slaba administrare a canalelor de gardă din jurul masivului.

Stabilitatea terenului a fost încadrată în două zone (*Arghiuș - Ozunu, 2005*).

1. Zona de influență A: pericol de surpări și prăbușiri, nu se admit construcții, în afara celor de exploatare a sării; totuși, supermarketul și un Service Auto a fost construit chiar pe linia de demarcare sau în interior;

2. Zona de influență B: posibile mișcări de amplasare mai mică, fisuri, crăpături în pereții construcțiilor, surpări asociate mișcărilor din Zona A.

De remarcat este faptul, că în 22 decembrie, groapa s-a format la limita dintre zonele A și B, iar surparea străzii și crăpăturile de la intersecția Străzii M. Eminescu și N. Iorga (sensul giratoriu), și din pereții clădirii Administrației Finanțelor se localizează în Zona de influență B (posibil de-a lungul unei vechi galerii spre mina

ștefania, dinspre est, cu ape de origine superficială și subterană deosebit de active, sau a unei ramificații a masivului, puternic endocarsificată).

Propuneri de amenajare și combaterea efectelor negative

Propunerile experților, din păcate, nu au fost respectate în totalitate (construcții la limita Zonei de influență A, nerealizarea unui drenaj pentru scăderea nivelului hidrostatic al pânzei freatice). Dintre alte propuneri, menționăm:

- 1 monitorizarea, prin măsurători topografice, a zonelor de subsidență;
- 1 efectuarea de măsurători cavernometrice (Arghiuș - Ozunu, 2005);
- 1 monitorizare microseismică (Prida, T., Petrescu, I., Codrea, V., Barbu, O., Giurgiu, N., Miklos, Gy. 2005).

Pe lângă acestea, recomandăm alte măsuri, pentru evitarea pierderilor de vieți omenești și a celor materiale însemnate:

- 1 Dezafectarea clădirilor (private și publice) și elaborarea unui plan de strămutare a locuitorilor din întreaga Zonă de influență B (chiar dacă este dificil de realizat, din cauza greutatea materiale; trebuie început, cu cât mai devreme, cu atât mai bine, prioritară fiind siguranța locuitorilor;
- 1 Interdicția realizării de construcții publice și private în zonele de influență A și B;
- 1 Extinderea Zonei de influență B la cea marcată pe harta din 1994, concepută de ing. I. Badu, desenată de V. Sanislav (ziarul *Unirea*, 10 ian. 2011, pag. 12);
- 1 Realizarea unui nou plan de amenajare a teritoriului urban, cu priorități de dezvoltare spre Uioara de Sus, Ciunga (Uioara de Jos) sau Cistei, eventual spre Unirea II (zone inundabile, din păcate, în ultimul caz);
- 1 Nu se recomandă extinderea teritoriului construit spre Războieni, din cauza faptului, că exploatarea masivului de sare se extinde în această direcție

(Zăcămintul Războieni, exploatat prin sondele puse în funcțiune în ultima etapă);

- 1 Excavarea, impermeabilizarea (dacă este posibil) și administrarea corespunzătoare a canalelor de gardă din jurul masivului.;
- 1 Realizarea de noi șanțuri de drenare a apelor pluviale (și cele rezultate din topirea zăpezii) de o parte și de alta a străzilor (ex. Str. N. Iorga), pentru a împiedica vărsarea apelor pluviale deosebit de active în groapa nou creată, și în general, în depresiunile masivului de sare;
- 1 Regularizarea nivelului apei freatice, vizibil în nivelul apei lacurilor;
- 1 Canalizarea corespunzătoare, raportată la vulnerabilitatea subsolului salifer;
- 1 Efectuarea de studii geotehnice asupra subsolului, în urma cărora se vor stabili alte măsuri de apărare (din câte cunosc, în prezent se pun bazele unui asemenea studiu cu experți din Cluj Napoca).

Previziuni

Ca și consecință a stării actuale a sistemului, surpările vor continua, în mod cert, în primul rând la limita sare/steril, zonele cele mai active ale apelor freatice/de suprafață, apoi și în adâncime, mai ales în cazul producerii unui cutremur mai însemnat. Riscul geomorfologic major există, amploarea pagubelor va fi și în funcție de acțiunile umane de acum încolo.

Pe lângă posibilitatea, chiar probabilitatea de noi surpări, groapa nou creată se va extinde prin procesul de taluzare naturală, deosebit de activă în perioada de primăvară, odată cu topirea zăpezii și a acțiunii ploilor torențiale care vor urma.

Concluzii

Geosistemul numit Ocna Mureș a intrat, evident, într-un proces de involuție. Însă, cu un plan corespunzător de amenajare teritorială, urmat de acțiuni hotărâte și temeinic realizate, gândite și organizate pe

principiul și criteriile dezvoltării durabile, credem că se poate împiedica intrarea sistemului în ”moarte clinică”.

Astfel, sistemul rezultat din îmbinarea

subsistemului natural cu cel socio-economic ar putea dăinui încă mult timp în peisajul superb de la poalele Dealului Banța, chiar și la ”țărnul” unor imense lacuri sărate.

BIBLIOGRAFIE

1. Arghiuș, V., Ozunu, Al. (2005): *Fenomene de risc asociate exploatării sării în perimetrul orașului Ocna Mureș*. Riscuri și catastrofe, nr. 2, anul IV, pag. 185 – 192.
2. Prida, T., Petrescu, I., Codrea, V., Barbu, O., Giurgiu, N., Miklos, Gy. (2005): *Sistem integrat de management al riscului pentru exploatările de sare din România: tehnologii de monitorizare – prognozare și plan de prevenire a dezastrelor la exploatările de sare de la Ocna Dej, Praid și Ocna Mureș*. Environment and Progress, nr. 5, Cluj – Napoca, pag. 343 – 351
3. *Harta geologică, 1: 200 000, Foaia Turda*. Institutul Geologic, București, 1967.
4. Onac, B. I. (2010): *Podișul Măhăceni – Studiu geomorfologic*. Rez. tezei de doctorat, Univ. Babeș - Bolyai, Fac. de Geografie, Cluj – Napoca.
5. Josan, N. (1979): *Dealurile Târnavei Mici. Studiu geomorfologic*. Edit. Academiei, București.
6. Sorocovschi, V. (1996): *Podișul Târnavelor – studiu hidrogeografic*. Cetib, Cluj-Napoca.
7. Irimuș, I. A. (1998): *Relieful pe domuri și cute diapire în Depresiunea Transilvaniei*, Editura Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca.
8. Farkas, I. (2002): *Geomorfológiai jellegzetességek a parajdi Sóhátton*. Lucrare de licență, Univ. Babeș - Bolyai, Fac. de Geografie, Cluj – Napoca.
9. <http://www.cimec.ro> (22.01.2011): *Sarea, timpul și omul*. Ed. Augustin, Sf. Gheorghe, 2006.
10. Rusz Ottilia (2010): *Interpretări paleoclimatice în badenianul salifer din zona Praid – Sovata și impactul sării asupra mediului înconjurător*. Rez. tezei de doctorat, Univ. Babeș - Bolyai, Fac. de știința Mediului, Cluj – Napoca.
11. S. C. Ipromin S. A. București (2010): *Raport la studiul de evaluare a impactului asupra mediului Exploatarea resurselor de sare gemă în perimetrul Valea Florilor, județul Cluj*. S. C. Diana Exploatări Miniere S.R.L., Cluj – Napoca.
12. Mac, I. (2000): *Geografie generală*. Ed. Europontic, Cluj-Napoca.
13. Benkő, J. (1778): *Transsilvania specialis. Erdély földje és népe*. Fordította: Szabó György, Kriterion, Bukarest, Kolozsvár, 1999, I., pag. 229 – 230.
14. Orbán, B. (1868): *A Székelyföld leírása*, Ráth Mór, Fanda és Frohna nyomda, Pest.
15. *Alsófehér vármegye monográfiája* (Monografia județului Alba de Jos), I., Nagyenyed, 1896, pag. 141 – 148.
16. Farkas, Sz. (2007): *Sistemul carstic – aspecte teoretice*. Speomond, 12, Federația Română de Speologie, pag. 37 – 39.
17. <http://ocna-mures.info> (21.02.2011)
18. <http://ocna-mures.info/stiri-din-ocna-mures/stirea-zilei/528-planul-masivului-si-a-lucrarilor-de-exploatare-a-sarii-de-la-ocna-mures.html> (21.02.2011)
19. <http://www.rowater.ro> (22.01.2011): Revista presei, 11 ianuarie 2011.
20. Ziarul *Unirea*, 10 ian. 2011, pag. 12
21. Ziarul *Unirea*, 14 ian. 2011