

ÎNTOCMIREA HĂRȚILOR/PLANURILOR DE HAZARD ȘI RISC

Dr. ing. Mircea Beldea

1. GENERALITĂȚI

Marea majoritate a activităților umane se desfășoară pe partea solidă a planetei, pe așa zisa “*terra firma*”, fiind legată și garantată de soliditatea acesteia. Uscatul, care reprezintă doar cca. 30% din suprafața Pământului, este însă fix, imobil doar în aparență. Marea terestră, provocată de forțele de atracție dintre Pământ, Soare și Lună, generează deplasări de ordinul centrimetrilor, insesizabile pentru un observator obișnuit. Deplasările reciproce dintre plăcile tectonice au și ele efecte care, cumulate în timp, pot duce la modificarea morfologiei terestre. În zone restrânse ca întindere pot apărea mișcări și deformații ale scoarței terestre, datorate unor fenomene naturale precum cutremurele, inundațiile, alunecările de teren, eroziunea provocată de apă, vânt sau variațiile sezoniere de temperatură, sau datorate unor factori antropici, un exemplu în acest sens fiind subsidența sau alunecările de teren cu cauză minieră.

Toate aceste fenomene influențează în mod decisiv deciziile de organizare și sistematizare a teritoriului și de aceea trebuie să fie anticipate, prognozate și urmărite în evoluția lor. Zonele în care deplasările și deformațiile terenului pot depăși limitele până la care acestea pot fi preluate de structura de rezistență a obiectivelor construite, trebuie să fie delimitate și, în interiorul lor, trebuie să se instituie limitări sau restricții de construire.

În acest sens este necesară elaborarea unor hărți sau planuri de hazard și/sau risc din care să rezulte localizarea și întinderea zonei posibil afectate, precum și obiectivele naturale sau antropice și populația existentă în teritoriul respectiv.

Noțiunile de hazard și de risc au fost definite în *Norma metodologică privind modul de elaborare și conținutul hărților de hazard la inundații și al hărților de risc la inundații* din 27.08.2013, existența unui consens în legătură cu înțelegerea unitară a acestor concepte fiind esențială.

Pornind de la *Glosarul internațional al termenilor de bază, specific managementului dezastrelor, editat de Departamentul Afacerilor Umanitare (DHA) - Geneva 1992, 1993, 1996, sub egida O.N.U. și adoptat în legislația țărilor membre U.E.*, norma românească dă următoarele definiții:

Hazardul natural reprezintă posibilitatea de apariție într-o zonă și pe o perioadă determinată a unui fenomen ce poate genera distrugeri. Măsura hazardului este probabilitatea de depășire a mărimii caracteristice a respectivului fenomen natural într-un areal și într-un interval de timp dat.

Hazardul antropic (generat de om) se referă la acele fenomene, de regulă naturale, a căror variație aleatoare este modificată ca urmare a acțiunii omului. Plaja acestor fenomene este foarte largă, plecând de la modificarea regimului de precipitații ca urmare a încălzirii atmosferei terestre (influența antropică ușoară) și terminând cu exploziile nucleare (influența antropică totală).

Riscul este estimarea matematică a probabilității producerii de pierderi umane și pagube materiale pe o perioadă de referință (viitoare) și într-o zonă dată pentru un anumit tip de dezastru. Riscul este definit ca produs între probabilitatea de producere a fenomenului generator de pierderi umane și pagubele materiale și valoarea acestora.

Hărțile sau planurile de hazard/risc se întocmesc pentru fiecare factor de risc natural sau antropic, în baza unor reglementări specifice.

2. FACTORI DE RISC NATURAL

2.1. Riscul la inundații

În calitate de membru a Uniunii Europene, România, în activitatea de evaluare și management a riscului la inundații lucrează în baza **Directivei Inundații 2007/60/CE privind evaluarea și managementul riscului la inundații**. În primele etape de implementare a Directivei au fost întocmite hărți de hazard și de risc pentru teritoriul național și cele unsprezece administrații bazinale. Activitatea de realizare a hărților de risc la inundații a fost reglementată prin

Normele metodologice privind modul de elaborare și conținutul hărților de hazard la inundații și al hărților de risc la inundații din 27.08.2013, text publicat în Monitorul Oficial al României, intrat în vigoare de la 05.09.2013.

Documentul definește două categorii de documentații: hărțile de hazard și hărțile de risc.

Harta de hazard la inundații constituie documentul pe care sunt reprezentate zonele potențial inundabile din albiile majore ale râurilor în condițiile realizării unor debite cu diferite probabilități de depășire (scara 1:25000). Conform Directivei 2007/60/CE, au fost realizate trei scenarii de inundabilitate:

- scenariul cu probabilitate mică (pentru debite maxime cu probabilitate de depășire 0,1% - respectiv inundații care se pot produce o dată la 1000 de ani);
- scenariul cu probabilitate medie (pentru debite maxime cu probabilitate de depășire 1% - respectiv inundații care se pot produce o dată la 100 de ani);
- scenariul cu probabilitate mare (pentru debite maxime cu probabilitate de depășire 10% - respectiv inundații care se pot produce o dată la 10 de ani).

Harta de hazard la inundații este o hartă de ansamblu care, pentru fiecare probabilitate de depășire considerată, cuprinde următoarele elemente:

- **limita inundației**, care reprezintă extensia apei pentru fiecare caz (scenariu) considerat;
- **adâncimea sau nivelul apei**, pentru care s-au stabilit 3 clase: adâncimea apei sub 0,5 m; adâncimea apei între 0,5 m și 1,5 m; adâncimea apei mai mare de 1,5 m.

Harta de risc la inundații constituie documentația care indică, pentru zonele inundabile la diverse probabilități de depășire a debitului maxim, pagubele materiale și umane potențiale la nivel de unități administrativ-teritoriale.

Hărțile de risc la inundații mai contin și următoarele informații de bază: titlul hărții, scara (reprezentată grafic și numeric), limita inundației, precum și legenda ce va cuprinde: clasele de risc, simboluri pentru numărul populației afectate și pentru principalele tipuri de pagube materiale, autoritatea responsabilă, instituțiile și/sau companiile elaboratoare.

Culorile folosite pentru reprezentarea zonelor în hărțile de risc la inundații sunt următoarele:

- a) roșu - pentru risc major la inundații;
- b) portocaliu - pentru zonele cu risc mediu la inundații;
- c) galben - pentru zonele cu risc minor la inundații;
- d) verde deschis - pentru zonele cu risc rezidual nesemnificativ.

Documentația realizată a fost publicată pe Internet și este accesibilă publicului în portalul existent pe siteul ANAR - Administrația Națională "Apele Române", la adresa <http://gis2.rowater.ro:8989/flood>.

Portalul întocmit în conformitate cu **Directiva Inundații 2007/60/CE privind evaluarea și managementul riscului la inundații**, conține harta rețelelor hidrografice naționale, având drept suport

harta topografică a României. Pot fi selectate și mărite anumite zone de interes, unde pot fi vizualizate suprafețele ocupate de apă și cele care ar urma să fie ocupate în diverse scenarii de inundații. De asemenea pot fi vizualizate zonele potențial afectate, lucrările de infrastructură, construcțiile și populația care ar intra în aria de influență a fenomenului.

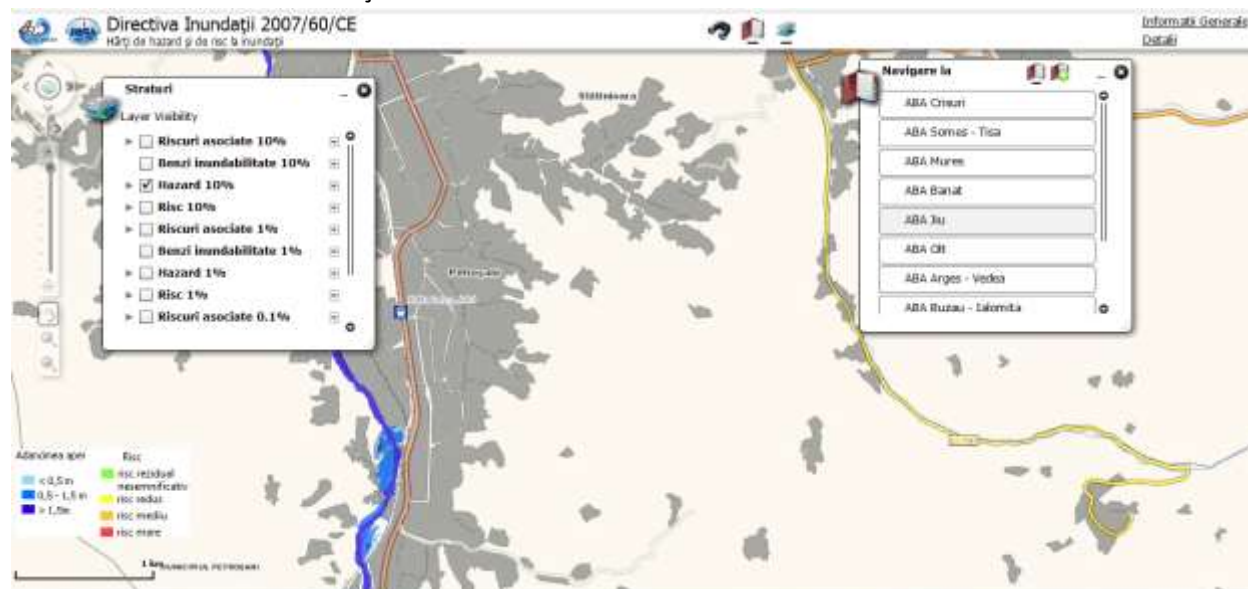


Fig. 1. Harta de risc la inundații de pe Portalul ANAR

2.2. Riscul la alunecare de teren

Alunecările de teren reprezintă fenomene de deplasare și deformare a terenurilor ca urmare a dereglării stării de echilibru a versanților care au produs pagube materiale și pierderi de vieți omenești.

Metodologia de identificare a zonelor cu risc potențial la alunecări de teren și de întocmire a hărților de risc sunt reglementate prin:

- „Ghidul de redactare a hărților de risc la alunecare a versanților pentru asigurarea stabilității construcțiilor” – indicativ GT019-98, aprobat prin Hotărârea de Guvern nr. 447 din 10.04.2003;
- „Norma metodologică privind modul de elaborare și conținutul hărților de risc natural la alunecări de teren din 10.04.2003”, publicată în Monitorul Oficial al României.

Harta de risc natural la alunecări de teren reprezintă sinteza datelor privind prognoza stării de echilibru a versanților, a pagubelor materiale și a pierderilor de vieți omenești ce pot fi cauzate de producerea alunecărilor de teren, pe un anumit areal și într-un interval de timp dat

Riscul natural la alunecări de teren se stabilește în funcție de distribuția coeficientului hidroclimatic $K_d = \sqrt{\frac{K_a \cdot K_b}{6}} \cdot (K_c + K_d + K_e + K_f + K_g + K_h)$

Atribuirea valorilor coeficientului hidroclimatic K_d în funcție de cantitatea de precipitații anuale se face potrivit tabelului de mai jos:

Precipitații anuale [mm]	coeficient hidroclimatic
500	3 (risc minim)
550	4
600	5

700	6
800	7
1000	8
1200	10 (risc maxim)

Identificarea zonelor cu risc la alunecarea de teren cade în responsabilitatea autorităților locale. Centralizarea datelor și coordonarea planurilor de acțiune se face de la nivel județean, măsurile adoptate fiind cuprinse în Planurile județene de amenajare a teritoriului.

Harta de risc natural la alunecări de teren a județului, parte componenta a planului de amenajare a teritoriului județean și/sau zonal, se elaborează, de regulă, la scara 1:25.000. Documentațiile de urbanism - planurile de urbanism generale și regulamentele locale de urbanism aferente - detaliază harta de risc natural la alunecări de teren prin planuri de risc la scări adecvate.

Baza topografică și cartografică pentru harta de risc natural la alunecări de teren utilizează sistemul de proiectie Stereo '70, cu echidistanța curbilor de nivel de 2 m și nivel de referință Marea Neagră.

Harta de hazard la alunecări de teren se întocmește pe baza planurilor și hărților topografice, prin documentare, studii și cercetări de teren, avându-se în vedere date geologice, geomorfologice, hidrogeologice, hidrologice, meteorologice, existența alunecărilor de teren și a lucrărilor de remediere a acestora, date referitoare la intervențiile asupra versanților de natură să schimbe echilibrul natural și altele.

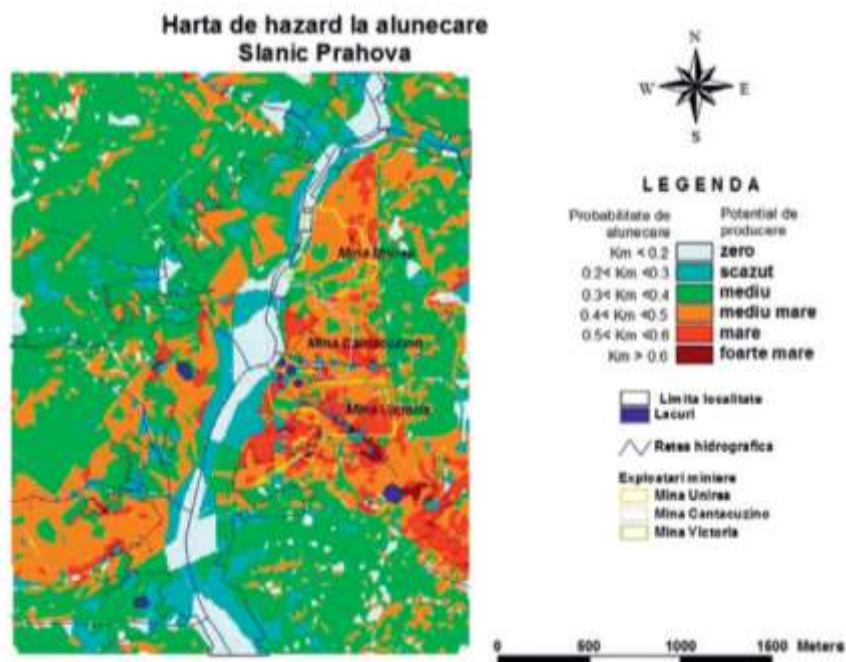


Fig. 2. Hartă de risc la alunecări de teren

2.3. Riscul la cutremur

Hărțile de hazard seismic se realizează prin construirea curbilor de egală valoare ale unor parametrii specifici precum accelerația, exprimată în cm/s^2 sau perioada de vibrație T, exprimată în secunde. Datele pe baza cărora se construiesc aceste hărți sunt coordonatele punctelor de măsurare și valorile măsurate ale parametrilor.

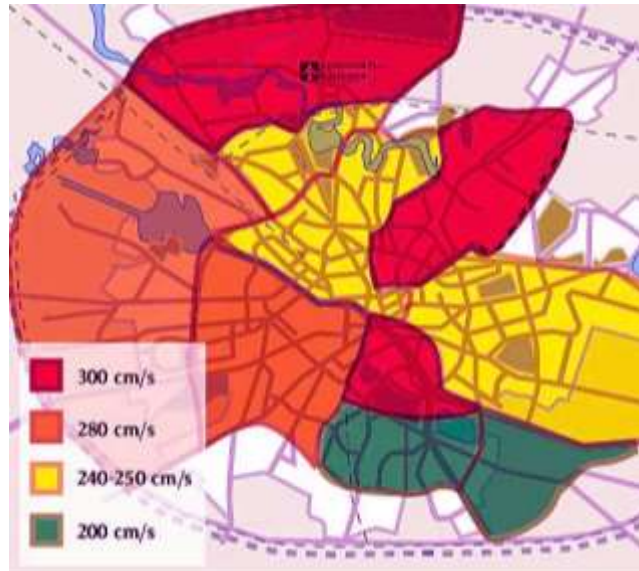


Fig. 3 Harta de hazard seismic a Bucureștiului

O altă modalitate de reprezentare este cea bazată pe noțiunea de risc seismic. În baza istoricului măsurărilor anterioare, teritoriul România a fost împărțit în zone de risc seismic, între VI și IX, valoarea IX fiind corespunzătoare riscului maxim.

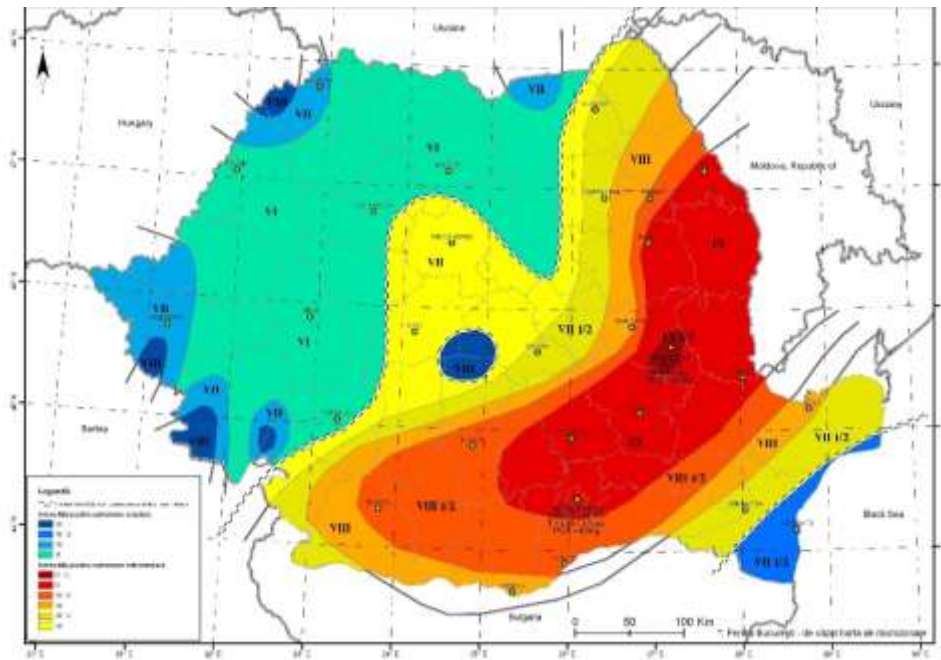


Fig. 4. Harta de risc seismic a României

3. FACTORI DE RISC ANTROPIC

3.1. Riscul la subsidență minieră

Subsidența minieră este fenomenul de deplasare și deformare a terenului aflat deasupra exploatărilor miniere subterane și este cauzat de dezechilibrele create de golurile rămase în urma extragerii substanțelor minerale utile. Subsidența minieră se deosebește de cea cu cauze naturale care, de regulă, este provocată de mișcarea subterană a apelor subterane și de golurile rămase în urma acestui proces.

În funcție de adâncimea și dimensiunile golurilor miniere, de caracteristicile fizico-mecanice ale rocilor acoperitoare și de eventuala influență a unor factori suplimentari (tectonică, ape subterane etc.) fenomenul de subsidență poate avea o dinamică diferită. Indiferent de această dinamică este important ca să se cunoască zona unde subsidența este posibil să se manifeste, pentru ca luarea, în timp util, a unor măsuri de protejare a obiectivelor și persoanelor să fie posibilă.

Acest tip de informații poate fi prezentat sub formă de hartă sau plan de hazard sau de sistem informatic geografic (GIS), care să ofere pe lângă informația grafică și posibilitatea de efectuare a unor interogări, din care să se obțină date privind elementele naturale, construcțiile și persoanele din zona periclitată.

Dacă modul de întocmire al hărților de hazard/risc la fenomene naturale este bine stabilit prin directive europene și acte normative emise de administrația centrală, în ceea ce privește documentațiile similare pentru fenomenul de subsidență nu există reglementări oficiale. Preocupări în această direcție pot fi întâlnite în diverse teme de cercetare, în cazuri punctuale, în zone miniere cu activitate curentă sau sistată. Incidența mai mică la scară națională nu scade importanța acestei probleme, impactul asupra planificării urbane în zone miniere, foste sau actuale, fiind covârșitor. În ceea ce urmează se va prezenta un punct de vedere asupra acestui subiect, format într-o carieră de peste 30 de ani în topografia minieră.

În funcție de conținut, hărțile sau planurile pot fi *de hazard* sau *de risc*.

Harta de hazard, realizată la scări mici (1:25.000 - 1:50.000), reprezintă întreaga regiune minieră și conține un minim de elemente:

- limitele unităților administrativ-teritoriale;
- limitele intravilanelor;
- rețeaua hidrografică;
- elemente de reprezentare a reliefului;
- rețeaua de transport rutier și feroviar;
- limitele zonelor construite, eventual separate pe principalele funcțiuni urbane;
- limitele zonelor de influență a exploatării subterane.

Harta/planul de risc, realizată la scări mai mari (între 1:10.000 și 1:2000), reprezintă părți ale zonei miniere, cu un grad de detaliere mai mare, corelat cu scara de reprezentare. De regulă harta/planul este parte dintr-un sistem informatic geografic. Spre deosebire de harta de hazard, harta de risc conține informații privind valorile parametrilor care definesc fenomenul de subsidență (scufundare, înclinare, deformație orizontală etc.).

3.2. Realizarea hărților de hazard la subsidență

Scopul hărților de hazard la subsidență este de a localiza zonele unde există riscul producerii unor deplasări și deformații ale terenurilor datorită golurilor subterane rezultate în urma extragerii substanțelor minerale. Pentru aceasta este necesar să se suprapună hărțile de suprafață și cele de subteran, să se localizeze poziție în plan și adâncime a golurilor și să se determine zona de la suprafața terestră în interiorul căreia se pot produce deplasări și deformații cauzate de tasarea rocilor din acoperișul spațiilor exploatate.

Suprapunerea hărților necesită mai întâi reproiectarea, în sistemul național de referință, a hărților/planurilor miniere realizate în sisteme de referință miniere locale. Procurarea unor informații spațiale miniere riguroase poate fi problematică uneori, în special datorită modului deficitar de gestionare al documentației topografice de la minele închise.

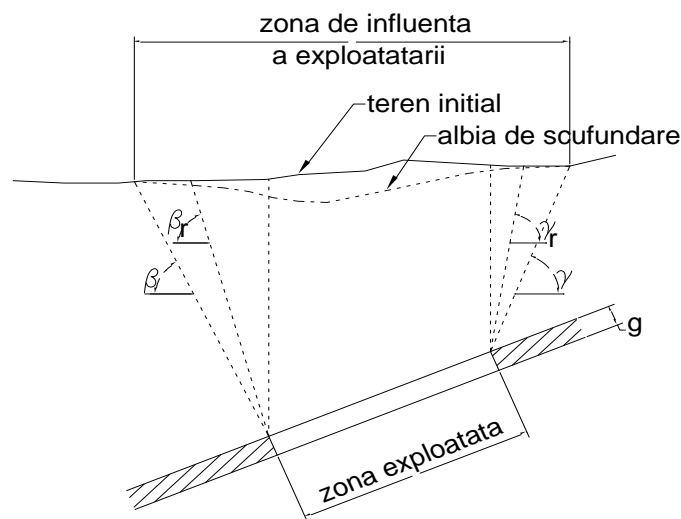


Fig. 5. Influența exploatării miniere subterane asupra terenurilor de la suprafață

Așa cum poate fi observat în figura de mai sus, în urma excavării substanței minerale utile din "zona exploatarea", în scoarța terestră rămâne un gol, care uneori se umple cu "rambleu" uscat sau hidraulic, sau, de cele mai multe ori, rămâne nesuținut. În urma tasării sau uscării materialului folosit pentru umplere, rambleerea nu poate fi considerată niciodată totală, astfel că, indiferent de tehnologia utilizată, în subteran rămâne un gol care provoacă fisurarea, ruperea și căderea rocilor de deasupra zonei exploatate. Acest fenomen continuă până când echilibrul inițial din masiv este restabilit. În funcție de grosimea și adâncimea exploatării, înclinarea stratului, caracteristicile geo-mecanice ale rocilor etc. deplasările și deformările rocilor se propagă, într-o măsură mai mică sau mai mare până la suprafață, unde se formează așa-zisa "albie de scufundare".

Zona de influență a exploatării este definită de intersecția dintre suprafața topografică și plane înclinate care trec prin laturile zonei exploatate și au unghiuri de înclinare β – în aval față de exploatarea, γ – în amonte față de exploatarea și δ – pe direcție. Valorile acestor unghiuri au fost determinate, pe perimetre miniere, prin măsurători topografice repetate cercetărilor teoretice anterioare.

Pentru exemplificare, în figura următoare este prezentată harta de hazard pe care am întocmit-o pentru Bazinul minier Valea Jiului, unde se exploatează cel mai important zăcământ de huiă al României, de peste 150 de ani.

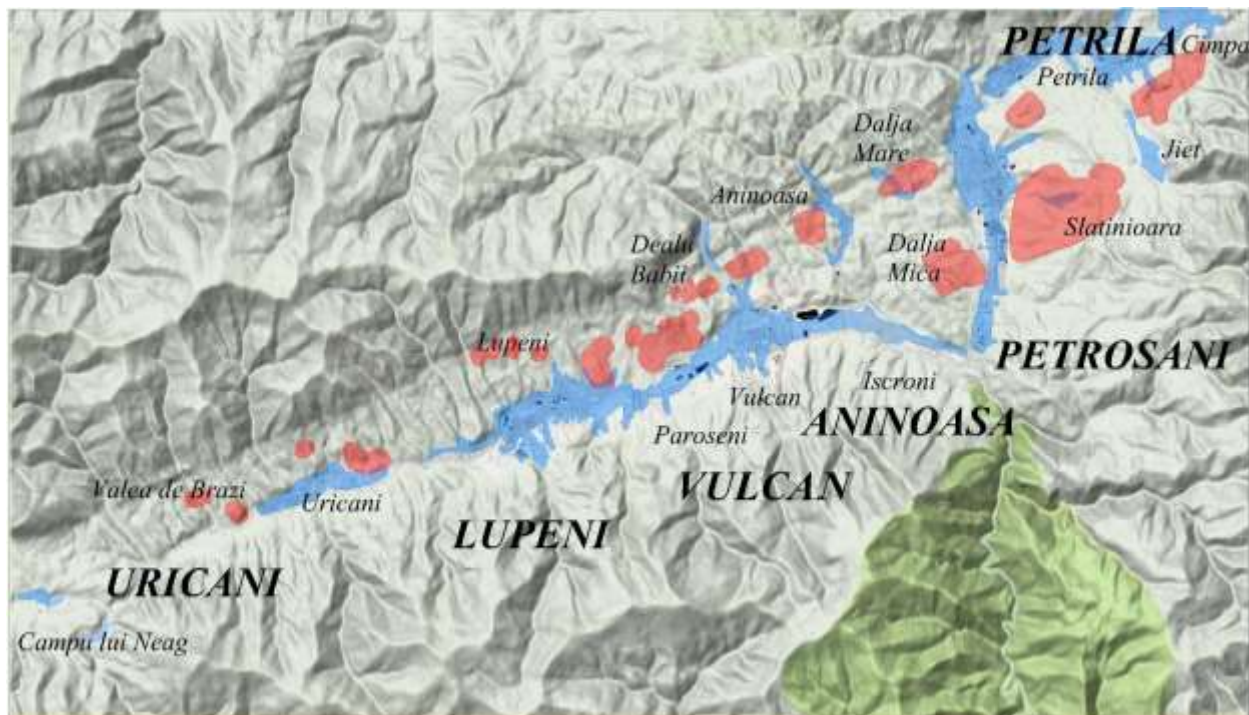


Fig. 6. Harta de hazard la subsidență în Valea Jiului

Valea Jiului este formată dintr-un grup de șapte localități: municipiile Petroșani, Vulcan și Lupeni, orașele Petrila, Aninoasa și Uricani și comuna Bănița. Primele șase localități sunt așezate pe zăcământul de huiă, care are aspect de sinclinal alungit, cu axa longitudinală dispusă aproximativ paralel cu cele două râuri: Jiul de Est și Jiul de Vest, care se unesc, formând râul Jiu, la confluența de la Iscroni.

Zăcământul a fost împărțit în mai multe perimetre miniere, în fiecare perimetru funcționând câte o exploatare minieră. În anul de maxim al industriei carbonifere din zonă, 1989, în Valea Jiului existau 15 exploatări miniere: Câmpu lui Neag, Valea de Brazi, Uricani, Bărbăteni, Lupeni, Paroseni, Vulcan, Aninoasa, Iscroni, Dâlja, Livezeni, Petrila Sud, Petrila, Lonea Pilier și Lonea. În urma închiderilor succesive, la ora actuală mai funcționează șase mine: Uricani, Lupeni, Paroseni, Vulcan, Livezeni, Lonea.

Activitatea fiecărei mine active sau închise a lăsat urme, pe care uneori Natura a reușit să le ascundă. Alteori nu. Un sat întreg, Câmpu lui Neag, a fost ras de pe fața pământului, pentru o activitate de exploatare de cca. 12 ani. În locul său a rămas un lac format în fosta carieră. Jiețul, sat din Petrila, a fost aproape de a avea aceeași soartă, fiind salvat în ultima clipă. Cartiere, precum cel din estul Lupeniului, au fost deasemenea distruse, pentru o activitate minieră fără succes, care a lăsat în urmă un alt lac, de această dată format în albia de scufundare a exploatării.

Harta din figura 6 prezintă, cu albastru, localitățile și cu roșu, zonele cu hazard de subsidență. Este important de precizat însă că zonele de subsidență au fost obținute proiectând la suprafață, așa cum s-a arătat mai sus, doar zonele exploatare între anii 2000 și 2010. Ele au fost extrase din comunicările publice făcute de către Serviciul de Topografie al fostei Companii Naționale a Huilei din Petroșani către primăriile din zonă, pentru a fi avute în vedere la întocmirea noilor Planuri de Urbanism General. Zonele de subsidență, în întregul lor, sunt mai întinse și pot fi obținute doar în urma elaborării unui studiu pe baza datelor de exploatare și de dinaintea anului 2000 și de după 2010.

Ținând cont de lipsurile arătate, prezentăm mai jos un bilanț al zonelor afectate de subsidență, așa cum apar în fig. 6.

Nr. crt	UAT	Exploatarea minieră	Suprafața zonei afectate de subsidență [kmp]
1	Uricani	Valea de Brazi	0.62
2	Uricani	Uricani	1.01
3	Lupeni	Barbateni	0.52
4	Lupeni	Lupeni	1.16
5	Vulcan	Paroseni	2.06
6	Vulcan	Vulcan	1.00
7	Aninoasa	Aninoasa	0.76
8	Petrosani	Livezeni	7.53
9	Petrosani	Dalja	1.15
10	Petrila	Petrila	0.76
11	Petrila	Petrila Sud	0.55
12	Petrila	Lonea	2.14
TOTAL			19.25

3.3. Realizarea hărților/planurilor de risc la subsidență

Hărțile/planurile de risc la subsidență detaliază hărțile de hazard dând în plus informații despre caracteristicile fenomenului dar și despre obiectivele, activitățile și persoanele afectate.

Cercetarea fenomenului de subsidență este importantă în măsură în care ne dă informații legate de mărimea și dinamica evoluției parametrilor care pot afecta stabilitatea construcțiilor existente sau proiectate. Scufundarea, tasarea terenurilor, în măsura în care este uniformă, nu este periculoasă. Există orașe sub care se exploatează cărbune, fără riscuri pentru construcțiile existente, deoarece albia de scufundare produsă la suprafață are o formă plată, cu o tasare uniformă, datorită unei foarte bune proiectări a câmpurilor de abataj și a vitezei de avansare a acestora. În schimb pot fi foarte periculoase înclinarea, deformația orizontală și curbura.

Aceștia din urmă sunt parametrii care definesc așa-numitele categorii de protecție, grupe de construcții și/sau instalații care pot prelua până la un anumit nivel deformațiile amintite.

În tabelul de mai jos este prezentată o clasificare pe cinci categorii de protecție și valorile limită corespunzătoare ale deformațiilor, preluată din lucrarea *“Instrucțiuni privind regimul obiectivelor amplasate la suprafața zonelor purtătoare de rezerve de cărbune și dimensionarea pilierilor de protecție”*, elaborată de Institutul de Cercetări și Proiectări Miniere pentru Cărbune – Petroșani, în anul 1979

Categoria de protecție	I_{\max} [mm/m]	ε_{\max} [mm/m]	R_{\min} [km]
I	2.5	1.5	20
II	5.0	3.0	12
III	10.0	6.0	6
IV	15.0	9.0	4
V	15.0	>9.0	<4

Tab. 1 Categorii (clase) de protecție

unde I_{\max} = înclinarea maximă, ε_{\max} = deformația orizontală maximă, R_{\min} = raza de curbură minimă.

În continuare sunt prezentate câteva exemple de construcții reprezentative pentru fiecare clasă de protecție.

Categoria de protecție	Exemple de construcții în clasa de protecție
I	Monumente istorice și de artă, magistrale de gaze, rezervoare cții speciale, clădiri vechi
II	Furnale, cocserii, puțuri de mină, mașini de extracție, cții din BA, biserici cu turlă, spitale, teatre, artere CF, tunele, viaducte, conducte aeriene, poduri cu arcade, clădiri de locuit cu L>20 m
III	Șosele principale, CF și gări mici, c-ții cărămidă cu L=10-20 m, coșuri înalte, c-ții locuit cu L>20 m și măsuri de protecție preventivă, rețele colectoare de canalizare, gaze, aeroporturi
IV	Stadioane, clădiri de locuit cu L până la 10m, clădiri de locuit cu L 10-20 m și măsuri preventive
V	Clădiri de locuit din lemn, alte construcții sau instalații cu importanță economică-socială redusă

Tab. 2 Exemple de de construcții pe clase de protecție

Pentru calculul scufundării, înclinării, deformației orizontale, a curburii și a razei de curbură s-a construit un șablon de calcul în Excel, format dintr-un fișier cu două foi de calcul, denumit “prognoza” și câte un fișier pentru fiecare câmp de abataj, cu câte cinci foi de lucru, denumit “Calcul xx”, unde xx este numărul abatajului.

În prima foaie de lucru a fișierului “*prognoza*”, denumită “*Dimensiuni critice*”, se introduc caracteristicile geometrice și de poziționare ale câmpului de abataj: mina, blocul, stratul, panoul, lungimea pe direcție, linia de front, grosimea extrasă, înclinarea, adâncimile abatajului în punctele sale caracteristice, înclinarea terenului. Se calculează, pentru valorile date, dimensiunile critice ale exploatarei și, în funcție de acestea, încadrarea câmpului de abataj într-una dintre categoriile critică, subcritică sau supracritică. Se introduc valorile unghiurilor limită de scufundare, pe direcție, în aval și în amonte față de exploatare, precum și unghiurile scufundării maxime. Se calculează, ținând cont de datele introduse sau cele calculate până aici, valoarea scufundării maxime, elementele de poziționare ale punctului de scufundare maximă și extinderea albiei de scufundare față de acest punct.

În foaia a doua “*Calcul parametrii*” se calculează pe aliniamente direcționale și transversale, pentru puncte situate la distanțe de câte 10% din extinderea fenomenului pe aliniamentul respectiv, pornind din punctul scufundării maxime, parametrii definitorii ai subsidenței: scufundarea, înclinarea, curbura, raza de curbură și deformația orizontală.

Valorile obținute se copiază în fișierul “*Calcul xx*”, foaia de lucru “*Aliniamente*”. În acest moment se raportează, în AutoCAD, punctul scufundării maxime și celelalte puncte caracteristice de pe liniile de echipare și dezechipare a abatajului și de pe laturile direcționale din aval și din amonte. Se extrag coordonatele acestor puncte și se introduc în foaia “*Aliniamente*”. În acest moment, se calculează automat coordonatele punctelor intermediare de pe fiecare aliniament.

Aceste coordonate se copiază în foile de lucru “scufundare”, “înclinare”, “Rcurb” și “Defo”, împreună cu valorile parametrilor corespunzători. Se obțin astfel niște fișiere de tip XYZ în baza cărora se fac în continuare prelucrările grafice utilizând aplicațiile *Surfer* și *AutoCAD*.

Pentru realizarea hărților de hazard și de risc sunt necesare următoarele informații de bază:

- harta topografică digitală al zonei studiate în sistem Stereo '70;
- planurile miniere ale zonelor exploatate, scanate și georeferențiate, reproiectate în sistemul Stereo '70, în format raster sau vector;
- Studiul ICPMC "*Instrucțiuni privind regimul obiectivelor amplasate la suprafața zonelor purtătoare de rezerve de cărbune și dimensionarea pilierilor de protecție*";

Pot fi utilizate diverse combinații de soluții software, cum ar fi Civil 3D, Surfer, MS Excel, sau altă variantă, în funcție de dotarea și preferințele utilizatorului.

Pașii care trebuie să fie urmați sunt următorii:

1. CIVIL 3D

- Se desenează limitele spațiului exploatat.
- Se stabilesc axele longitudinală și transversală a spațiului exploatat, unind mijloacele laturilor opuse.
- Se determină, prin interpolare, cotele punctelor de la intersecția axelor și conturul spațiului exploatat.
- Se calculează înclinarea stratului (α).
- Se măsoară lungimile pe direcție (D) și transversal (Lfrt) ale spațiului exploatat;
- Se calculează adâncimile, în dreptul celor două axe, ale echipării (H2), dezechipării (H1), în aval (H4) și amonte (H3).
- Se calculează înclinarea terenului în sensul avansării abatajului (Θ) și transversal (φ).

2. STUDIU ICPMC

- Se extrag valorile unghiurilor limită de scufundare în aval (β), amonte (γ) și pe direcție (δ) și ale unghiurilor scufundării maxime în aval (β^*), amonte (γ^*) și pe direcție (δ^*).
- Deoarece unghiurile limită de scufundare și cele ale scufundării maxime sunt date pe intervale de adâncime de câte 100 metri, începând de la suprafață, și pe intervale de câte 10 ale înclinării stratului, valorile unghiulare pentru cazul analizat vor fi calculate, în doi pași:
 - În funcție de înclinarea stratului, se vor determina prin interpolare, valorile unghiulare corespunzătoare înclinării;
 - în funcție de adâncime se vor determina, prin ponderare, unghiurile corespunzătoare adâncimii în cauză.

3. MS EXCEL – fișier *Prognosa*

- În foaia "*Dimensiuni critice*" se introduc valorile calculate sau extrase în pașii 1 și 2.
- Se calculează dimensiunile critice ale exploatării în condițiile date. În funcție de acestea și de dimensiunile reale ale exploatării și stabilește încadrarea exploatării (critică, subcritică sau supracritică) și se calculează valoarea coeficientului de scufundare a suprafeței, care arată cât din grosimea golului creat în subteran se transmite până la suprafață (s_{max}).
- Se determină, de asemenea, caracteristicile de poziționare ale punctului de scufundare maximă prin distanțe față de liniile de echipare și dezechipare și față de limitele în amonte și aval.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
8	Mina	Bloc	Strat	Pancu	A _x	a	B _x	C _y	B	D _y	i _{max}	S(x)	m	0	-0.1	-0.3	-0.3	-0.4	-0.5	-0.6	-0.7	
9	Lonea	II	3	23	100	0	250	310	0	170	-3.46	S(x)	m	0	-10	-41	-91	-123	-152	-189	-248	
10												s(x)	mm/s	0.0	5.9	35.8	13.8	14.8	13.9	11.8	9.1	
11												C(x)	km ³	8.171	0.138	0.113	0.050	-0.003	-0.003	-0.070	-0.070	
12												R(x)	km	5.838	6.428	8.882	17.825	-1817.513	-22.881	-54.188	-13.091	
13												z	mm/s	10.1	6.3	3.7	-2.3	-4.8	-8.0	-5.1	-3.8	
14												S(x)	m	-5.783								
15												s(x)	mm/s									
16												C(x)	km ³									
17												R(x)	km									
18												z	mm/s									
19												S(x)	m	0	-10	-41	-91	-123	-152	-189	-248	
20	Lonea	II	3	26-24	104	0	319	346	0	171	-3.34	S(x)	m	-3.189	-1.298	-1.181	-1.079	-0.910	-0.811	-0.642	-0.388	
21												s(x)	mm/s	0.0	2.7	4.9	6.3	6.7	6.3	5.4	4.1	
22												C(x)	km ³	0.091	0.083	0.090	0.030	0.000	-0.024	-0.017	-0.041	
23												R(x)	km	11.007	17.130	16.875	18.010	-1820.904	-42.290	-27.038	-24.888	-27
24												z	mm/s	4.8	2.9	5.8	-1.0	-3.2	2.6	-3.3	-1.7	
25												S(x)	m	-0.188								
26												s(x)	mm/s									

• Fig. 7 Calculul parametrilor subsidenței pe aliniamente

- În foaia "Calcul parametri" se calculează, având ca origine punctul scufundării maxime, lungimile zonei de influență măsurate înapoi, către echipare (Ax), înainte, către dezechipare (Bx), în aval (Cy) și în amonte (Dy) (zona E;J).
- În zona N;BU se calculează, pentru o rețea de puncte dispuse pe:
 - axa longitudinală care trece prin punctul scufundării maxime, cu o distanță între ele de Ax/10 – către echipare și Bx/10 – către dezechipare;
 - axa transversală care trece prin punctul scufundării maxime, cu o distanță între ele de Cy/10 – către aval și Dy/10 – către amonte;
 - axa transversală care trece prin punctul situat pe axa longitudinală la 0.7 x Ax față de punctul scufundării maxime, către echipare, cu o distanță între ele de Cy/10 – către aval și Dy/10 – către amonte;
 - axa transversală care trece prin punctul situat pe axa longitudinală la 0.7 x Bx față de punctul scufundării maxime, către dezechipare, cu o distanță între ele de Cy/10 – către aval și Dy/10 – către amonte.

4. CIVIL 3D

- Se desenează punctul de scufundare maximă M₀;
- Se trasează axele longitudinală și transversală care trec prin punctul de scufundare maximă;
- Se stabilesc, pe aceste axe, punctele de la limita zonei de influență E, D, Am și Av;
- Se desenează punctele situate la distanțele 0.7 x Ax și 0.7 x Bx, măsurate din punctul scufundării maxime către echipare și dezechipare;
- Se interoghează coordonatele tuturor acestor puncte caracteristice.

5. MS EXCEL – fisier *Calcul xx subcritica*

- În foaia *Aliniamente*:
- Se copiază, pentru fiecare aliniament, distanțele D, scufundările, înclinarea, curbura, raza de curbură și deformația orizontală;

ALINIAMENT DIRECTIONAL -> echipare							ALINIAMENT TRANSVERSAL MEDIAN -> aval												
Nr.pct	Pct	D	N	Y	S	I	C(x)	R(x)	E	Nr.pct	Pct	D	N	Y	S	I	C(x)	R(x)	E
1	1	0	431708.000	376981.700	-1.457	0.0	0.571	5.8	10.2	1	1	0	431708.000	376981.700	-1.457	0.0	0.571	5.8	10.2
4	2	0.1	-38	430756.430	376962.950	-1.351	5.9	0.156	6.4	6.3	30	0.1	-32	430805.046	376955.520	-1.353	6.7	0.199	5.0
5	3	0.2	-71	430728.199	376944.138	-1.049	10.8	0.113	8.8	1.7	51	0.2	-61	430823.436	376929.286	-1.040	12.2	0.145	6.9
6	4	0.3	-107	430697.909	376925.254	-2.008	13.8	0.098	17.8	-2.3	32	0.3	-95	430840.824	376903.050	-2.406	13.8	0.072	13.9
7	5	0.4	-142	430667.738	376906.252	-2.091	14.8	-0.001	-1817.3	-4.8	53	0.4	-126	430858.212	376876.813	-2.293	16.7	-0.001	-1432.3
8	6	0.5	-178	430637.508	376887.750	-1.577	13.9	-0.045	-22.4	-5.8	34	0.5	-158	430875.600	376850.576	-1.577	13.7	-0.057	-17.6
9	7	0.6	-214	430607.277	376868.947	-1.117	11.8	-0.070	-14.2	-5.1	35	0.6	-189	430892.987	376824.339	-1.117	11.4	-0.089	-11.2
10	8	0.7	-249	430577.047	376850.145	-0.743	9.2	-0.076	-13.1	-3.8	36	0.7	-221	430910.375	376798.102	-0.743	10.4	-0.088	-10.2
11	9	0.8	-285	430546.816	376831.343	-0.461	6.5	-0.069	-14.4	-2.5	37	0.8	-251	430927.763	376771.866	-0.463	7.4	-0.089	-11.3
12	10	0.9	-321	430516.586	376812.541	-0.272	4.4	-0.055	-18.2	-1.4	38	0.9	-284	430945.151	376745.629	-0.272	4.9	-0.070	-14.2
13	11	E	356	430486.355	376793.739	-0.130	2.8	-0.030	-25.6	-0.4	39	Av	315	430962.539	376719.392	-0.130	1.8	-0.050	-19.0
14	12	1.1	-392	430456.125	376774.937	-0.077	1.5	-0.025	-39.6	-0.2	40	1.1	-347	430979.927	376693.155	-0.077	1.7	0.032	-31.0
15	13	1.2	-427	430425.894	376756.135	-0.038	0.8	-0.015	-66.9	-0.1	41	1.2	-379	430997.315	376666.918	-0.038	0.9	-0.019	-52.3
16	14	1.3	-463	430395.664	376737.333	-0.013	0.4	-0.008	-122.7	0.0	42	1.3	-410	431014.703	376640.682	-0.017	0.4	-0.010	-76.0
17	15	1.4	-499	430365.433	376718.531	-0.007	0.2	-0.004	-243.6	0.0	43	1.4	-441	431032.091	376614.445	-0.007	0.2	-0.005	-198.7
18																			
19																			
20	1	N ₀	0	431708.000	376981.700	-1.457	0.0	0.236	5.9	12.2	1	N ₀	0	431708.000	376981.700	-1.457	0.0	0.231	7.1
21	16	0.1	39	430813.455	376997.181	-1.331	-7.2	0.231	4.3	14.1	44	0.1	39	430767.095	377014.436	-1.331	-5.4	0.128	7.8
22	17	0.2	56	430838.250	377012.602	-1.049	-13.1	0.188	8.0	12.9	45	0.2	78	430793.150	377047.111	-1.049	-9.8	0.091	10.7
23	18	0.3	88	430863.045	377028.024	-2.008	-16.8	0.083	12.0	8.8	46	0.3	118	430723.095	377079.787	-2.008	-12.3	0.048	21.6

• Fig. 8 Calculul coordonatelor punctelor pe aliniamente

- Se copiază coordonatele punctelor caracteristice, stabilite la punctul 4;

Nr.pct	Pct	D	N	Y	S	I	C(x)	R(x)	E
1	1	430768.00	376981.70	-1.457					
2	2	430756.43	376962.95	-1.353					
3	3	430728.199	376944.138	-1.049					
4	4	430697.909	376925.254	-2.008					
5	5	430667.738	376906.252	-2.091					
6	6	430637.508	376887.750	-1.577					
7	7	430607.277	376868.947	-1.117					
8	8	430577.047	376850.145	-0.743					
9	9	430546.816	376831.343	-0.463					
10	10	430516.586	376812.541	-0.272					
11	11	430486.355	376793.739	-0.130					
12	12	430456.125	376774.937	-0.077					
13	13	430425.894	376756.135	-0.038					
14	14	430395.664	376737.333	-0.013					
15	15	430365.433	376718.531	-0.007					
16	16	430335.202	376699.729	-1.353					
17	17	430304.971	376680.927	-1.049					
18	18	430274.740	376662.125	-2.008					
19	19	430244.509	376643.323	-2.091					
20	20	430214.278	376624.521	-1.577					
21	21	430184.047	376605.719	-1.117					
22	22	430153.816	376586.917	-0.743					
23	23	430123.585	376568.115	-0.463					

Fig. 9 Inventar coordonate cu scufundări

4. CIVIL 3D

- Se desenează, cu linii spline închise, zonele de influență ale celor patru câmpuri de abataj;
- Se desenează dreptunghiul în care încadrează cele patru zone de influență și se notează coordonatele colțurilor.

5. SURFER

- New Worksheet
- Se deschide fișierul subsidenta xxx.csv
- Se copiază coloanele B, C și D și se lipesc în New Worksheet
- În New Worksheet: se mută datele din coloana A pe D – se mută datele din coloana B în coloana A – se mută datele din coloana D în coloana B – se adaugă la sfârșitul fișierului cele patru puncte

de colț ale dreptunghiului definit mai sus, coordonatele Y (Est) în coloana A, coordonatele X (Nord) în coloana B și se trece în coloana C valoarea zero

- Se salvează fișierul sub numele S xxx.csv
- Se procedează în mod similar și pentru celelalte trei câmpuri de abataj

6. SURFER - CREEAREA FIȘIERELOR GRID

- Grid – Data – aleg fișier csv –
- Se alege metoda de Gridding – Kriging
- Se da numele fișierului GRD, care poate rămâne același cu numele fișierului CSV
- Se verifică limitele minim-maxim pe cele două axe de coordonate, care trebuie să fie cele din tabelul de mai sus;
- Se alege distanța dintre nodurile gridului – 10 metri, rezultând de aici numărul de linii, în coloana din stânga
- Se dă OK
- Se creează fișierul GRD și raportul “Gridding Raport”
- Se procedează în mod similar și pentru celelalte trei câmpuri de abataj.

7. SURFER – VIZUALIZAREA MODELELOR ALBIILOR DE SCUFUNDARE

- *Map – New – Contour Map* – aleg fișierul GRD
- Se poate face export în format DXF

8. SURFER – DETERMINAREA ALBIEI DE SCUFUNDARE COMPLETE PE PRINCIPIUL SUPRAPUNERII EFECTELOR

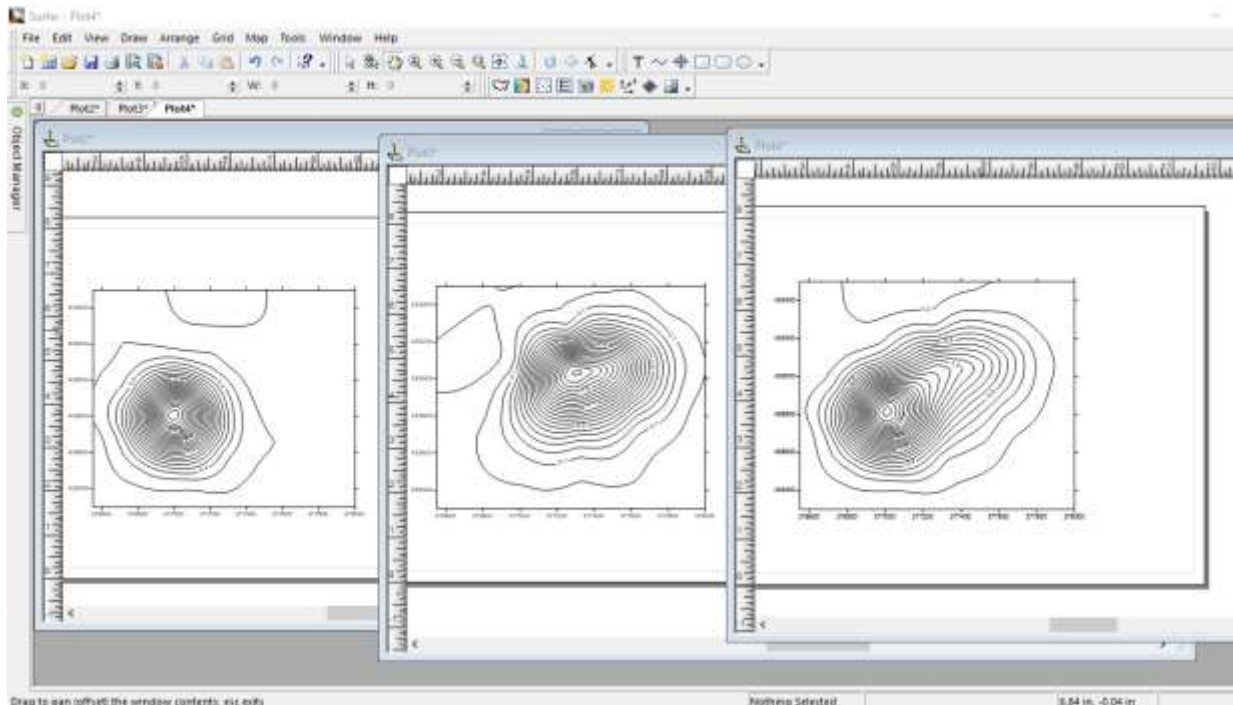


Fig. 10 Determinarea scufundării totale prin cumularea efectelor:scufundare bloc II (stânga), scufundare bloc III (mijloc), scufundarea totală (dreapta)

- *Grid – Math* – se selectează primul fișier GRD, denumit A;
- Se selectează al doilea fișier GRD, denumit B;
- Se precizează numele fișierului rezultat
- Se specifică operația dintre cele două griduri: $C = A + B$
- Se formează gridurile S II = S 23 + S 26-24 și S III = S37-34 + S39
- Prin însumarea S II și S III se obține S II-III, care modelează albia de scufundare completă

9. SURFER – CREAREA SECȚIUNII TRANSVERSALE PRIN ALBIA DE SCUFUNDARE

- Se creează fișierul BLN care conține trei linii, în prima fiind cifra doi, care reprezintă numărul de puncte, iar în următoarele două fiind coordonatele celor două puncte care definesc urma planului de secțiune;
- Grid – Slice
 - Se alege fișierul GRD
 - Se alege fișierul BLN care definește planul de secțiune
 - Se specifică numele fișierului rezultat BLN
 - Se specifică numele fișierului rezultat DAT
- Se deschide fișierul DAT rezultat
- Se mută datele din coloana D în coloana A și datele din coloana C în coloana B;
- Se șterg celelalte coloane;
- Se merge la ultima linie cu date și se citește numărul de puncte;
- Se inserează o linie la partea de sus și se trece în coloana A numărul de puncte
- Se salvează fișierul în format BLN

10. SURFER – OPERAȚIUNI PRELIMINARE PENTRU CREAREA HĂRȚII DE RISC

- Se creează fișierele CSV I-xxx.csv, RC- xxx.csv și DEF- xxx.csv conform cu cele arătate la pct. 5;
- Se creează fișierele GRD conform cu pct. 6;
- Se creează hărțile cu contururi urmând pașii de mai jos:
- *Map – New – Contour Map* – aleg fișierul GRD
- Se face export în format DXF, obținând trei fișiere: înclinare-PS, raza-curb-PS, defo-PS

11. CIVIL 3D – ÎNTOCMIREA HĂRȚII DE RISC

- Se creează câte un layer pentru fiecare parametru: înclinare, raza de curbură și deformație orizontală;
- În fiecare layer se importă datele din fișierele dxf corespunzătoare, obținute la punctul 10;
- Se corectează liniile de contur;
- Se hașurează spațiile dintre liniile de contur, pentru fiecare parametru, pe intervalele corespunzătoare claselor de protecție;

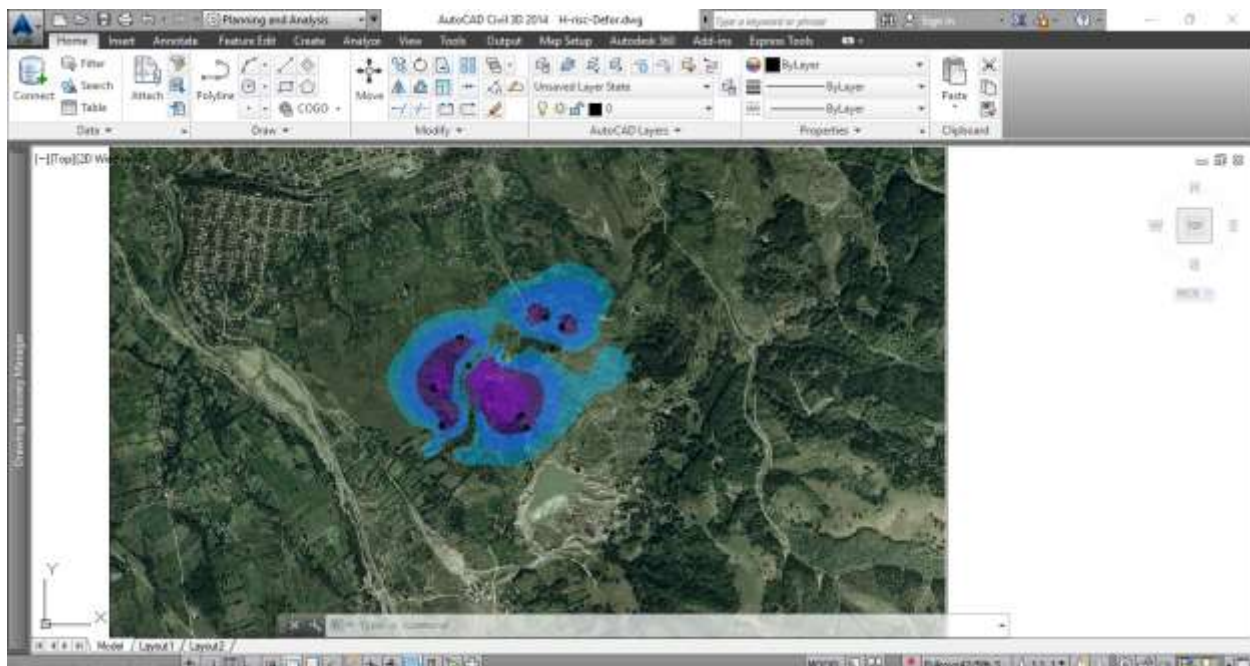


Fig. 11 Reprezentarea înclinării prin benzi colorate pe intervale corespunzătoare claselor de protecție

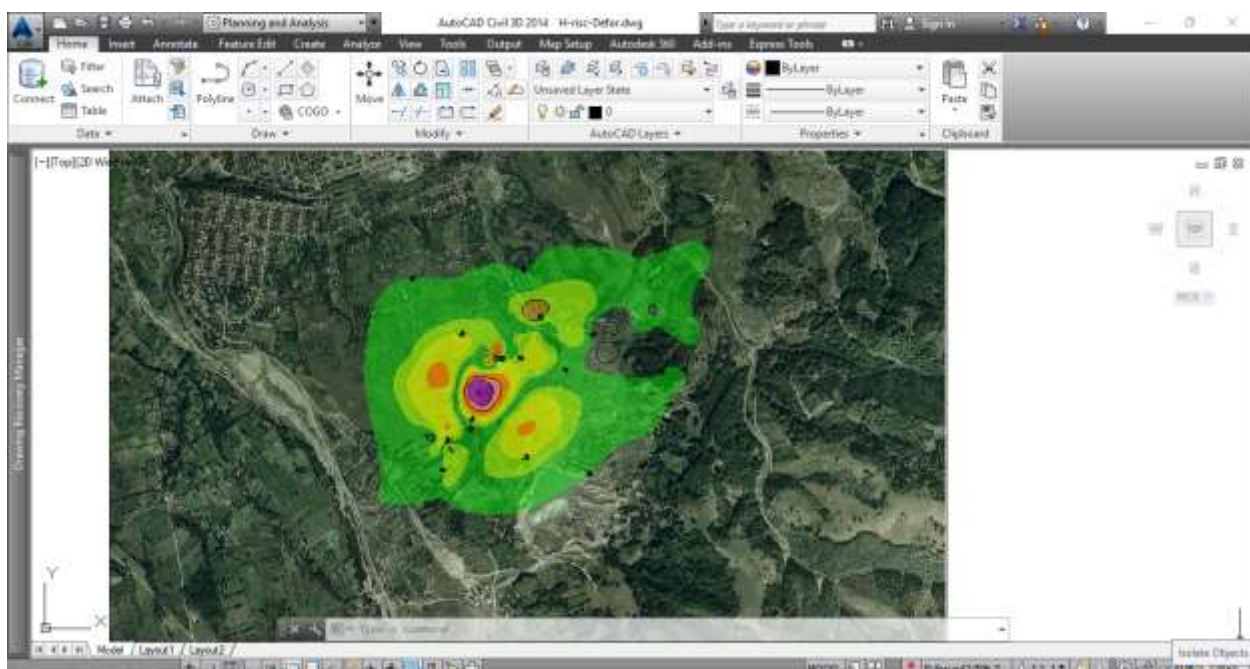


Fig. 12 Reprezentarea deformației orizontale prin benzi colorate pe intervale corespunzătoare claselor de protecție

- Prin intersecția spațiilor aferente celor trei parametri, se stabilesc și se hașurează distinct, zonele aferente celor cinci clase de protecție.
Planul de risc rezultat este prezentat în figura de mai jos.

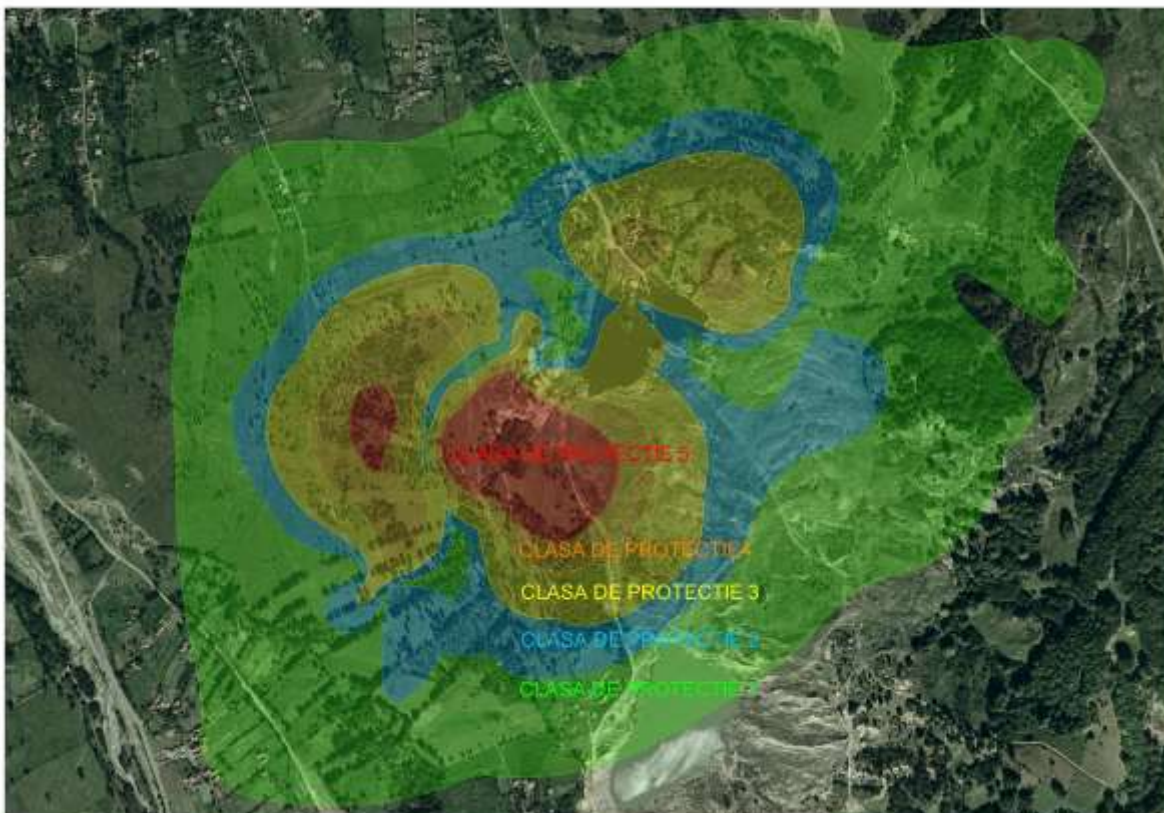


Fig. 13 Plan de risc cu clase de protecție

Planul de risc arată, pe de o parte, extinderea zonei de influență a exploatării subterane, dar și nivelul de pericol pe care subsidența îl generează. Astfel planul de risc prezintă limitele zonei corespunzătoare clasei de protecție 5, unde pot fi menținute doar construcții din lemn sau alte construcții cu importanță redusă, gradul de pericol fiind maxim. Nivelul de risc scade treptat odată cu reducerea clasei de protecție, până la clasa 1, în zonele aferente acestei clase putând fi realizate sau menținute obiective mai sensibile din punct de vedere constructiv.

Pe planul de risc pot fi vizualizate construcțiile și/sau instalațiile situate în zone cu diverse clase de stabilitate, se pot face comparații între nivelul probabil al deformațiilor terenului și posibilitățile structurilor constructive de a prelua deformații și, în funcție de acestea, se pot identifica necesități de intervenție.

Pentru creșterea posibilităților de analiză, este recomandabil ca hărțile/planurile de risc să fie integrate în sisteme GIS, care să conțină o gamă de informații mai amplă referitoare la populația, utilitățile și activitățile din zonă.

4. CONCLUZII

Activitățile de amenajare a teritoriului, de planificare și management urban reclamă existența și utilizarea unor hărți de hazard și risc corecte și actualizate, realizate la scări și grade de detaliere corespunzătoare.

Modul de întocmire și de utilizare a unor documentații de acest tip pentru factori de risc natural este legiferat la nivel de directivă europeană și de acte administrative adoptate pe plan național. Modul de gestionare a bazelor de date aferente, responsabilitățile la nivel central, regional, județean și local sunt stabilite.

În ceea ce privește riscurile provocate de activitățile antropice, lucrurile nu sunt la fel de bine reglementate. Deși extinderea fenomenelor de instabilitate generate de activitățile umane nu este la fel de mare, impactul poate fi considerabil pe plan local sau regional. Acesta este cazul subsidenței din zonele miniere, care afectează procente însemnate din teritoriile localităților în cauză. Din acest motiv este importantă elaborarea, aprobarea și operaționalizarea unor reglementări în acest domeniu, precum și instituirea obligativității de preluare a informațiilor specifice rezultate în activitatea de elaborare a planurilor de amenajare a teritoriului și de urbanism.

Petroșani

16 mai 2017