

GEOGRAFIA FIZICĂ a ROMÂNIEI - curs RELIEFUL ROMÂNIEI Procese geomorfologice și hazarduri geomorfologice

2020 – LECT. DR. MIHAI NICULIȚĂ

Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – aspecte introductive

- Sintagma de **procese geomorfologice actuale** este utilizată în literatura geomorfologică românească (citări) pentru a separa procesele geomorfologice din trecutul geologic, care au creat forme de relief vizibile astăzi, de procesele geomorfologice care sunt active în prezent și vor fi active în viitorul apropiat, și care produc efecte vizibile (forme de relief dar și fluxuri de sedimente). Termenul este preluat din *literatura geomorfologică franceză*, împreună cu varianta **procese geomorfologice dinamice** (a se vedea jurnalul “*Revue de géomorphologie dynamique*” publicat începând cu 1950 în Franța și cărțile lui Tricart din 1965 și 1977), în același sens de activitate recentă și viitoare, deși termenul nu este neapărat cel mai fericit (deoarece și procesele geomorfologice din Pleistocen au fost dinamice și ele la momentul respectiv; în plus nu există procese geomorfologice statice, ci doar eventual rata de proces este destul de redusă astfel încât să nu fie vizibilă la scări temporale de ordinul zilelor și anilor). Există și varianta de **procese geomorfologice contemporane**, care face trimitere și la trecutul recent. În literatura științifică de limbă engleză, există o conceptualizare similară, dar care pune accent pe procesele geomorfologice propriu-zise, respectiv “**process geomorphology**” (Ritter et al., 2012), și nu pe componenta temporală a lor, pentru a le separa de problemele generale ale geomorfologiei planetare, tectonice sau structurale.
- Un alt aspect important în ultima perioadă este cel al **hazardurilor geomorfologice**, aspect legat de interacțiunea dintre procesele geomorfologice și societatea umană. Astfel, oamenii, pe lângă faptul că sunt un agent de modelare a reliefului (ca factor antropogen), sunt vulnerabili la procesele geomorfologice, fie ele naturale (în sens de magnitudine naturală/normală a procesului) sau influențate antropic (în sens de magnitudine crescută a procesului datorită impactului uman asupra morfologiei sau al climei).

Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – aspecte introductive

- La ora actuală, există areale restrânse pe Glob unde omul să nu fi avut un impact asupra topografiei, atât direct la scară locală sau regională (prin amenajare sau exploatarea resurselor), cât și indirect prin impact global, mai ales din punctul de vedere a factorului climatic.
- Exemplu: Agradarea albiilor de râu datorită activității umane (ca urmare a construcției de baraje care rețin în amonte aluviunile), dar și degradarea acestora (aval de aceleași baraje) vor crește riscul de inundare, respectiv de eroziune laterală a malurilor, chiar dacă variabilitatea naturală a debitelor râurilor nu ar varia semnificativ. Ori, în contextul schimbărilor climatice induse de societatea umană este posibil ca această variabilitate naturală să fie perturbată, în sensul creșterii ei, astfel încât pe măsură ce societatea umană își extinde habitatul la nivelul întregii planete și îi modifică topografia, clima și ecosistemul, modifică și variabilitatea naturală a proceselor, astfel încât se înregistrează bucle de feedback care exacerbează în spirală.
- **Hazardurile geomorfologice** sunt procese geomorfologice ale căror manifestare (eroziune -> transport -> acumulare, respectiv agent -> formă de relief) generează un impact negativ la nivelul societății umane (James, Harden și Clague, 2013). În sens larg, **hazardul** este asociat **vulnerabilității** și **riscului**, cu finalitatea practică a estima cum probabilitatea de producere în timp și spațiu a unui fenomen (**hazard**), poate afecta societatea umană (**vulnerabilitate**) și poate produce pagube potențiale (**risc**).
- **Atenție!!!** În literatura științifică românească există multe surse în care **se face confuzie între hazard și risc geomorfologic** (se pare pe filiera traducerilor din limba franceză) prin considerarea acestora ca fiind identici. Cel mai adesea se vor întâlni studii care tratează doar hazardul geomorfologic (repartiția în timp și/sau spațiu a unui proces geomorfologic), dar se referă la acesta ca fiind riscul geomorfologic

Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – aspecte introductive

- (foarte multe exemple de acest tip de confuzie, din domeniul geostiințelor se întâlnesc în jurnalul Riscuri și Catastrofe - <http://riscurisicatastrofe.reviste.ubbcluj.ro/>). Pentru a se estima riscul, ar fi nevoie ca în acele studii să se identifice elementele societății umane (persoane sau infrastructuri) vulnerabile, și să se estimeze pierderile probabile la nivelul acestora în funcție de hazard. Foarte adesea, **estimarea riscului geomorfologic necesită o colaborare a geomorfologilor cu alți specialiști** (geografi sau nu), pentru că vulnerabilitatea poate fi de multe tipuri: fizică, economică, socială, etc, riscul implicând și aspecte tehnice și economice, pe care geomorfologul nu are metodologia necesară pentru a le evalua.
- În acest context, suntem de părere că procesele geomorfologice actuale ar trebui tratate ca hazarduri geomorfologice, din această abordare aspectele practice ale geomorfologiei fiind mult mai clare.

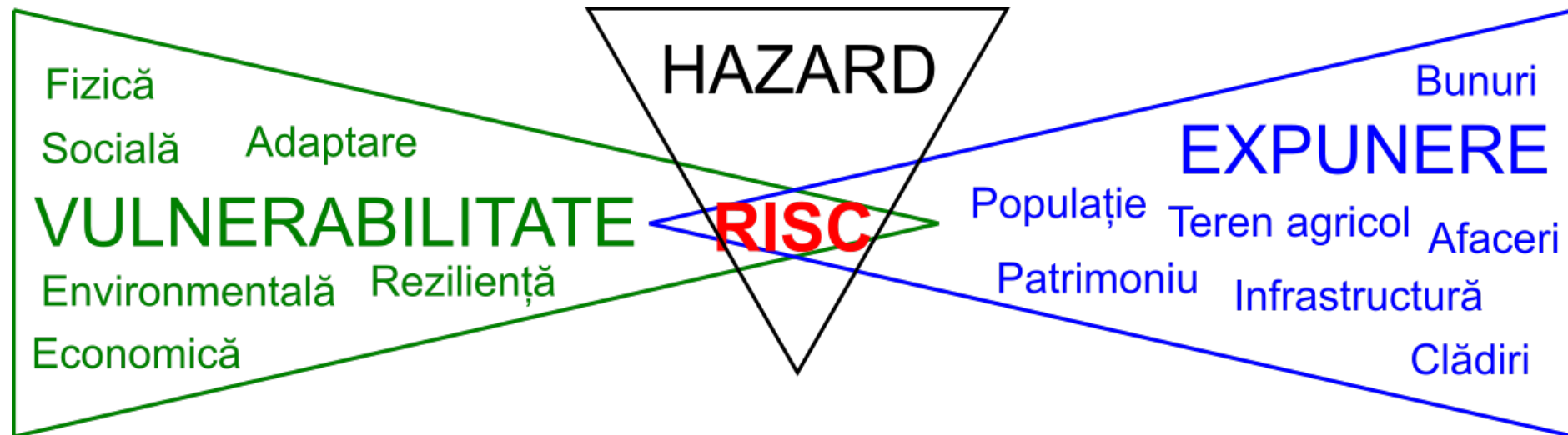


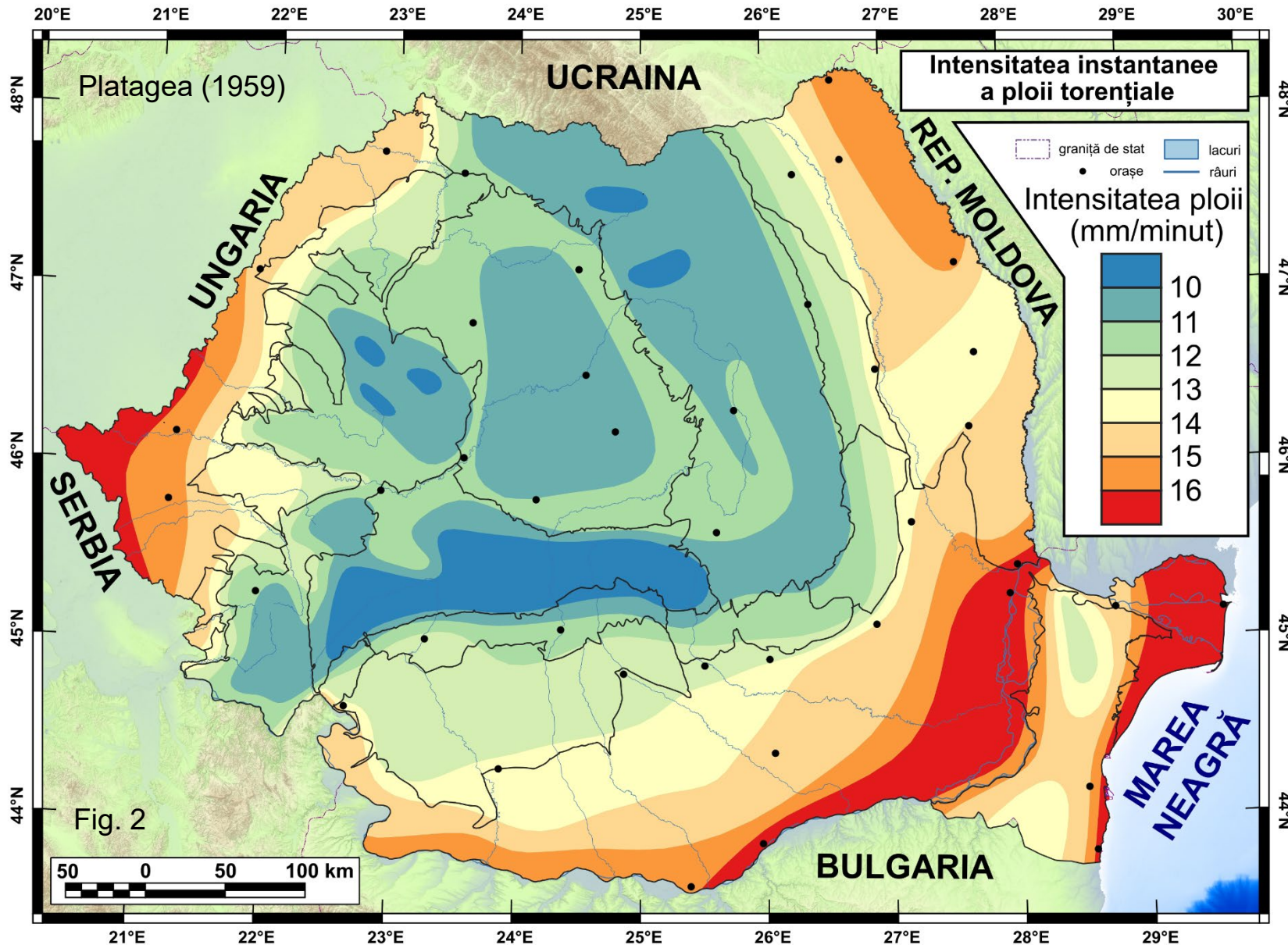
Fig. 1. Relația schematizată dintre hazard, vulnerabilitate, expunere și risc.

Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Factorii de control

- Poziția geografică a României pe Glob și în Europa este definitivă în contextul morfoclimatic (Bălțeanu și Posea, 1984). Factorul climatic joacă un rol important și este dinamic mai ales în contextul schimbărilor climatice globale și a unei variabilități naturale, influențând și factorul hidrologic. Factorul antropic este un alt factor dinamic, cu evoluție viitoare și cu feedback asupra celorlalți factori. Factorii tectonic, geologic, vegetație și soluri sunt relativ mai stabili din punct de vedere al dinamicii.
- În materialul prezent nu vom aborda decât **factorul climatic**, deoarece acesta are o serie de caracteristici care îl fac important în contextul hazardurilor geomorfologice din România. Astfel, importante sunt intensitatea ploii și precipitațiile maxime în 24 ore sau intervale cumulative mai mari (5 zile consecutive). Acești parametri climatici sunt cei care controlează temporal și spațial hazardurile geomorfologice, și generează dinamica acestora, dincolo de potențial. Ei vor fi tratați în acest capitol, pentru că au importanță geomorfologică și pentru că nu se va insista pe ei în capitolul dedicat climei României.
- **Intensitatea ploii** reprezintă cantitatea de apă căzută pe unitatea de timp, din acest punct de vedere folosindu-se intervale de timp cuprinse între 1 și 60 de minute. În Fig. 2 este reprezentată intensitatea instantanee a ploilor torențiale cu asigurare de 1%, exprimată în mm/minut, după Platagea (1959). Wischmeier și Smith (1978) propun ca prag al intensității ploii cu agresivitate erozională valoarea de 12,7 mm/minut.
- **Factorul erozivitatea ploii (R)** din cadrul USLE a fost calculat de Borelli și alții (2015) pentru România pe baza cantității ploii la 10 minute pentru 60 de stații pentru perioada 2006-2013. El este reprezentat pentru teritoriul țării în Fig. 3.

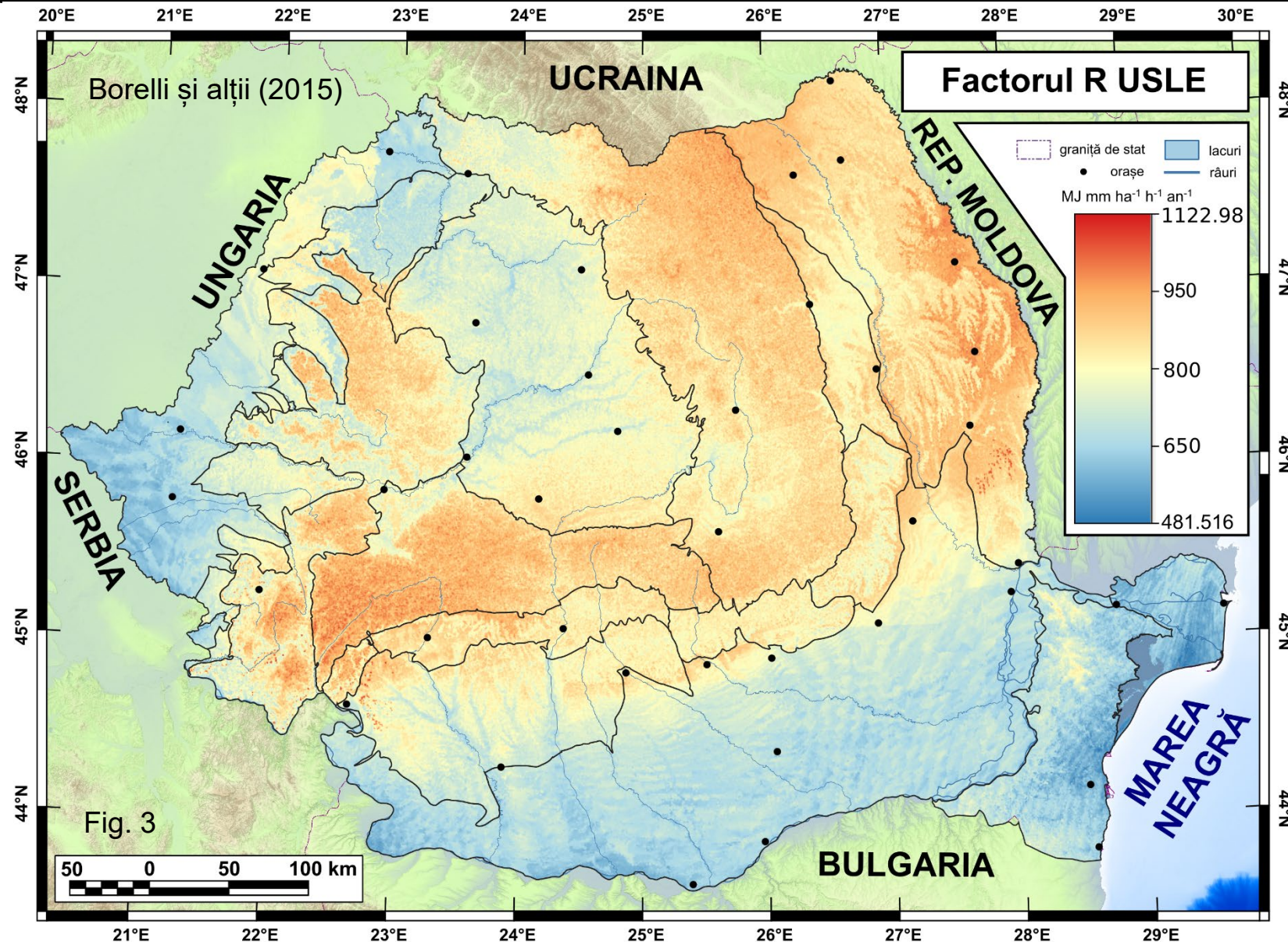
Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Factorii de control

- Acesta este exprimat ca produsul dintre energia cinetică a ploii (E) și intensitatea sa maximă la 30 de minute (I_{30}) fiind exprimat în $MJ\ mm\ ha^{-1}\ h^{-1}\ an^{-1}$ (Brown și Foster, 1987). Spațializarea sa între pozițiile celor 60 de stații meteorologice la o rezoluție de 500 m a fost realizată cu ajutorul interpolărilor de tip GPR (Gaussian Process Regression). În Europa valoarea medie este de $911,3\ MJ\ mm\ ha^{-1}\ h^{-1}\ an^{-1}$, cu variație de la sub $100\ MJ\ mm\ ha^{-1}\ h^{-1}\ an^{-1}$ în Spania, Slovacia, Marea Britanie și Finlanda până la $5000\ MJ\ mm\ ha^{-1}\ h^{-1}\ an^{-1}$ la granița dintre Italia și Slovenia. În România media este similară cu cea la



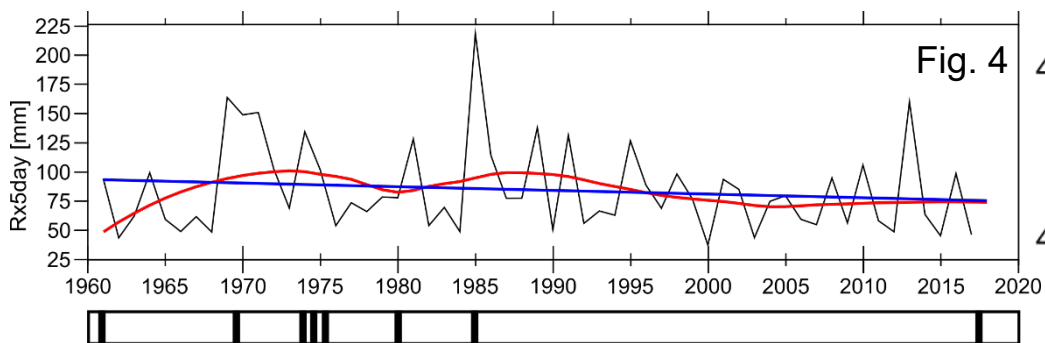
Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Factorii de control

- nivel European, fiind de $785 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ an}^{-1}$, cu un maxim de $1150,1 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ an}^{-1}$ și un minim de $462,2 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ an}^{-1}$.
- Maximum de precipitații în 24 ore este o variabilă climatologică secundară (WMO, 2017) utilizată în special pentru determinarea hazardului reprezentat de alunecările de teren și de viituri/inundații. Utilizând baza de date ROCADA (Dumitrescu și Bârsan, 2015) care acoperă perioada 1961-2013, a fost calculat maximum de precipitații în 24 ore, reprezentat în Fig. 4. Repartiția spațială a acestui indicator ne arată zona Carpaților Meridionali, curbura Orientalilor,

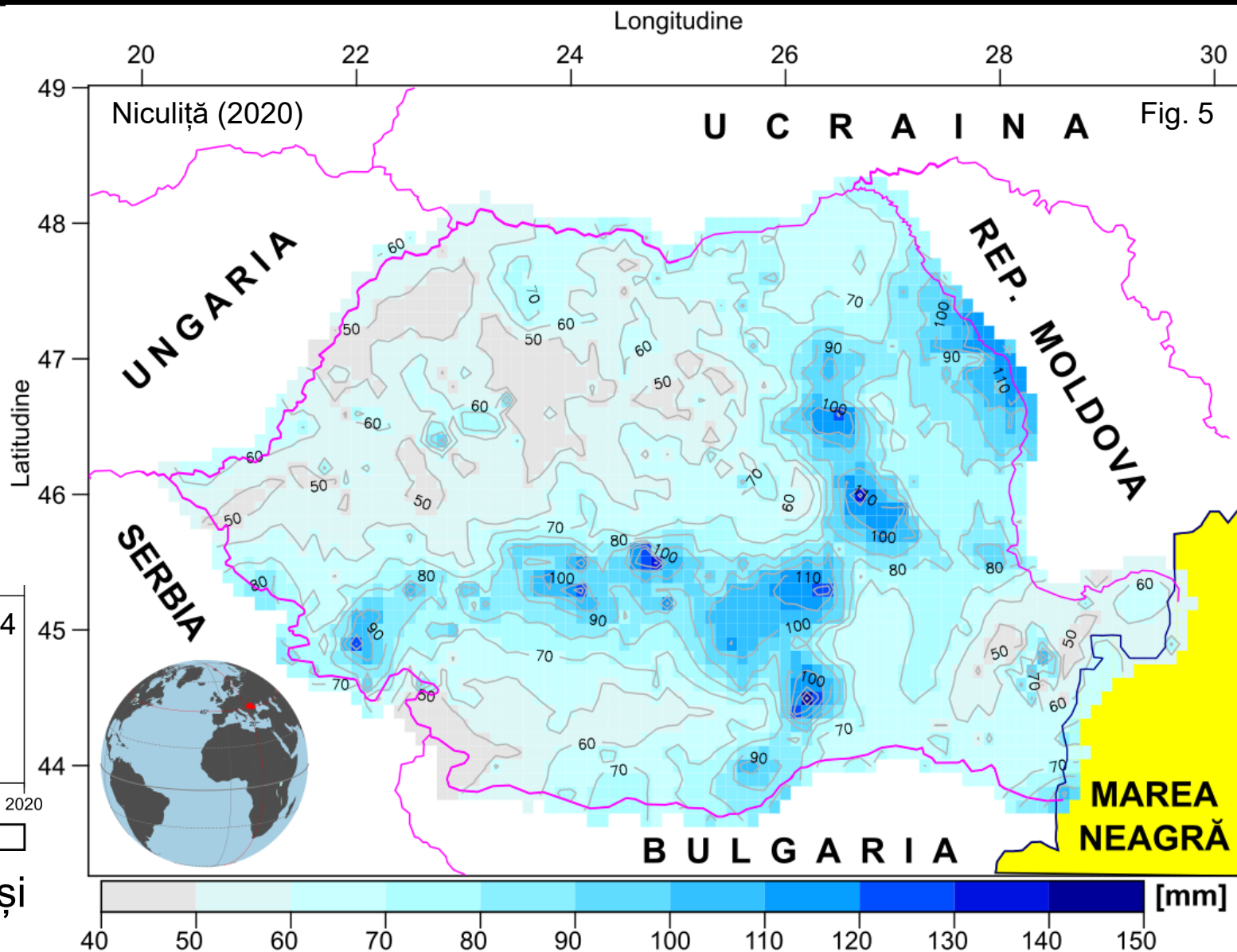


Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Factorii de control

- Subcarpații de Curbură, ai Munteniei și cei ai Moldovei, zona centrală a Câmpiei Române și valea Prutului ca fiind arealele cu cele mai mari valori ale precipitațiilor, care depășesc 110 mm în 24 ore. Maximul lunar de precipitații în 5 zile consecutive - Rx5day (Karl, Nicholls și Ghazi, 1999) este și ea o variabilă climatologică utilizată pentru determinarea hazardului reprezentat de alunecările de teren.



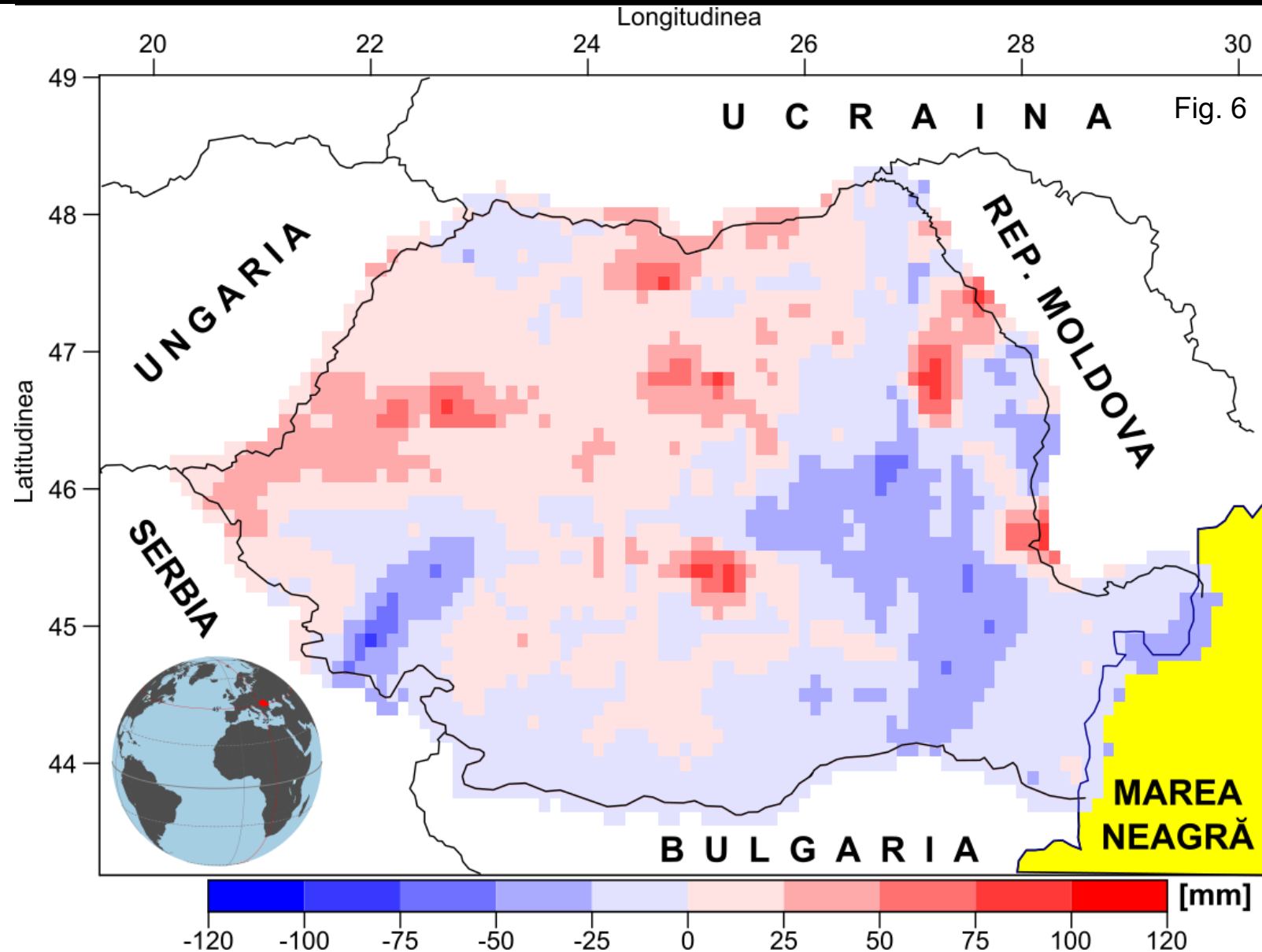
Rx5day la stația meteorologică Iași și alunecările de teren (Niculița, 2020)



Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Factorii de control

- În privința factorului climatic este deja de notorietate faptul că acesta se schimbă sub influență antropică, iar variabilitatea sa naturală este exacerbată. Din acest punct de vedere utilizarea noțiunilor relaționate de hazarduri sunt esențiale, pentru doar în acest mod se poate considera variabilitatea temporală a factorilor și se poate determina o probabilitate de apariție a fenomenului și a magnitudinii sale atât în timp cât și spațiu.

Fig. 6 Diferența dintre maximum precipitațiilor în 24 de ore din perioada 1971-1990 (ROCADA) și perioada 2030-2050 (după modelul SMHI.MPI-M-MPI-ESM-LR) (Niculiță, 2020)



Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Eroziunea solului

- Eroziunea solului este un proces natural, dar puternic influențat de activitățile umane, în special în arealele cu activități agricole, foarte complex și cu multe fațete care combină o multitudine de factori și de condiții, cu combinații, variații și interacțiuni care generează o variabilitate mare a măsurătorilor de pierderi de sol (Römken et al., 2001). Astfel, pe lângă factorii antropici ai eroziunii solului (factorul tehnicii de lucrare a solului și de amenajare anti-erozională), activitățile umane influențează și ceilalți factori: topografia, precipitațiile, hidrologia versantului, solul, acoperirea cu vegetație. Factorii care influențează eroziunea solului acționează atât singular, cât și complementar: de ex. precipitațiile sunt atât agent de eroziune, cât și factor de control al stării de vegetație, la rândul factor al eroziunii solului (Antal, 1994).
- Pe lângă eroziunea hidrică, în eroziunea solului este implicată și eroziunea eoliană (Dvořák, 1994), dar și cea generată de lucrările agrotehnice: eroziunea datorită aratului (Govers și alții, 1994), strângerii tuberculilor (Poesen și alții, 2005). Sintagma eroziunea solului cuprinde mai multe tipuri de eroziune, de multe ori separate mai mult conceptual, decât pe baze fizice sau experimentale. Astfel, de multe ori există o confuzie generalizată, mai ales în discipline ne-geomorfologice (agricultură și silvicultură – Dvořák, 1994;). În literatura geomorfologică românească, pe filieră franceză a fost separată eroziunea lineară de eroziunea în suprafață, deși Derruau (1972) specifică, că eroziunea liniară se referă la eroziunea în adâncime a albiilor de râu (și care este cel mai adesea dublată de eroziunea laterală a malurilor albiei), iar eroziunea în suprafață (“aréolaie”) la eroziunea difuză de la nivelul interfluviilor.
- Dacă dorim să sintetizăm literatura științifică de limbă engleză, care este mult mai obiectivă și mai lipsită de confuzii, eroziunea solului reprezintă totalitatea proceselor geomorfologice care au loc pe versanți și

Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Eroziunea solului

afectează cuvertura de sol: eroziune între rigole, eroziunea în rigole și eroziunea în ravene.

- **Eroziunea între rigole (*inter-rill erosion*)** se datorează unor variate procese:

- detașarea particulelor de sol datorită impactului picăturilor de ploaie (***splash erosion*** în literatura anglofonă - Ellison 1948 și 1948a - sau ***pluvio-denudația*** din literatura românească) la începutul ploii;

- detașarea particulelor de sol sub influența unor pânze de apă neconcentrate, pe măsură ce este depășită capacitatea de infiltrare a ploii în sol (***eroziunea areolară*** din literatura românească și ***sheet erosion*** în cea anglofonă).



Fig. 7. Rigole și ravene de versant în DI. Fălciului

Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Eroziunea solului

- **Eroziunea în rigole (*rill erosion*)** este preponderent reprezentată de detașarea particulelor de sol sub influența curenților de apă prin fenomene diverse de tip scouring, headcut development și rilling, rezultând formarea de rigole de diferite adâncimi.
- **Eroziunea în ravene (*gully erosion*)** apare atunci când rigolele ating parametri care favorizează adâncirea și alungirea, apărând formațiuni complexe, care fac trecerea către rețeaua de albie fluviale, dar care nu prezintă scurgere decât la precipitații abundente.

Fig. 8. Rigole și ravene (imagine satelitară, rezoluție 0,1 m).



Google Earth

© 2020 Google
Image © 2020 CNES / Airbus

100 m

Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Eroziunea solului

- În România, eroziunea solului este studiată prin măsurători directe pe parcele de scurgere: Fundulea, Perieni (Popa, 2017), Podu-Iloaiei, Turda, Pătârlagele, sau prin estimarea efluenței sedimentare a bazinelor hidrografice amonte de stații hidrometrice sau lacuri de acumulare ale căror volume de sedimente sunt măsurabile (Rădoane și Rădoane, 2005). În afară de măsurătorile directe, există abordări de modelare a eroziunii solului cu ajutorul unor modele cum sunt USLE/RUSLE sau WEPP.

Fig. 9. Rigole și ravene (MNT LiDAR, rezoluție 0,5 m).



Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Eroziunea solului



Fig. 10. Ravenă de fund de vale în DI. Fălciului

Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Eroziunea solului

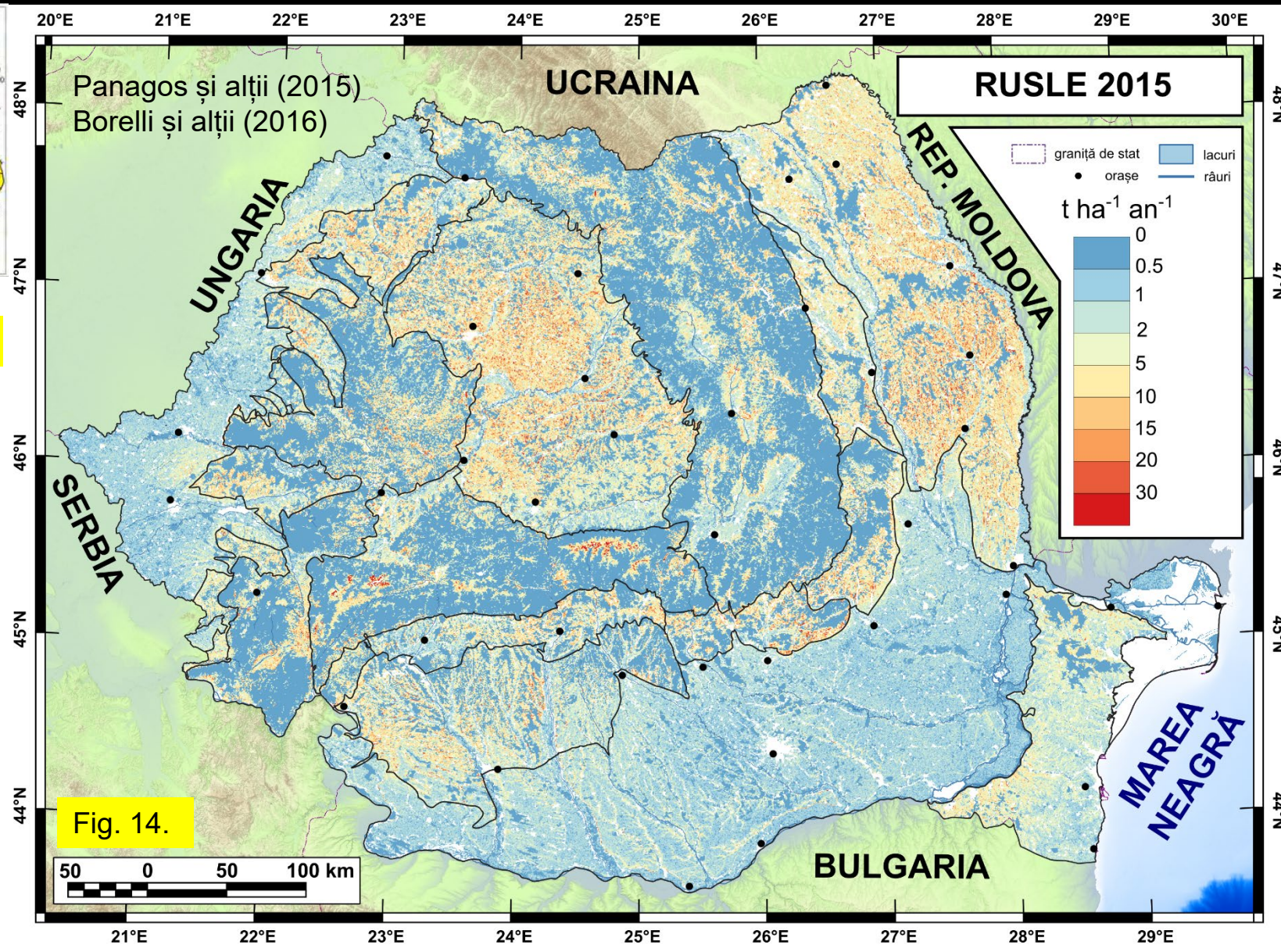
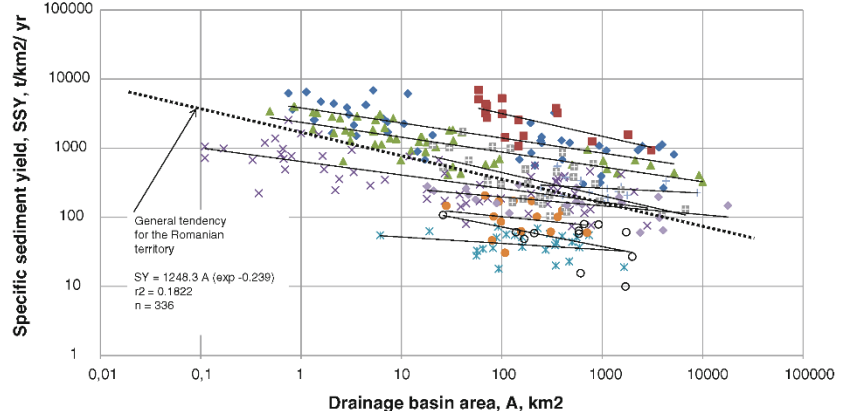
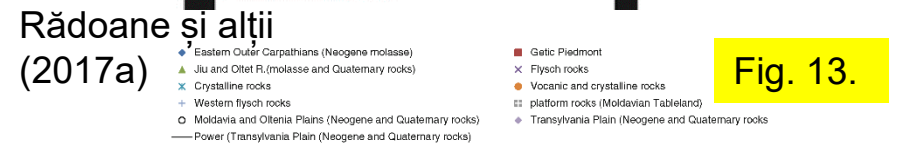
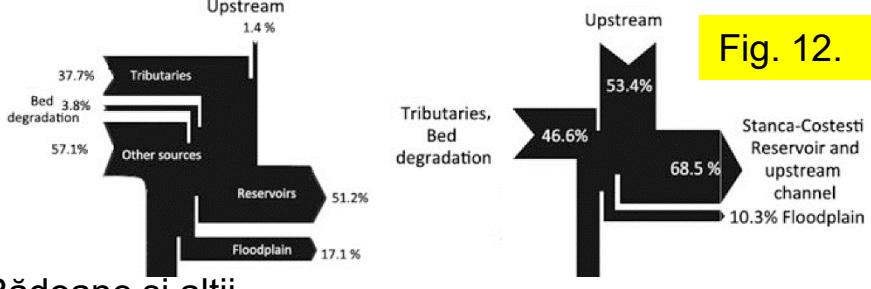
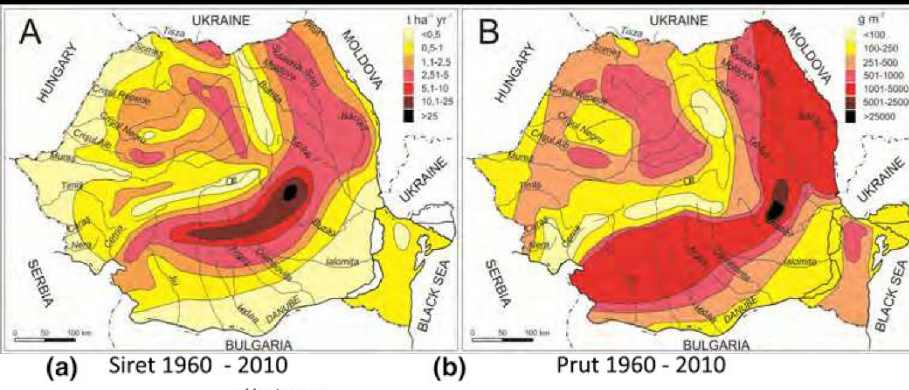
Fig. 11. Eroziunea în suprafață a solului pe terenuri agricole în pantă.



- USLE (Wischmeier și Smith, 1978) sau RUSLE (Reanrd și al., 1997) sunt modele statistice care asociază o serie de factori ai eroziunii solului cu măsurători experimentale pentru a obține valori medii multianuale ale pierderilor de sol. Pentru România există date RUSLE din 2015 (Panagos și alții, 2015) și ROMSEM din 2018 (Patriche, 2018).

- Datele de eroziune obținute prin modelarea, pe baza datelor măsurate pe parcele experimentale trebuie privite ca potențiale. O modalitate de verificare a lor este considerarea datelor privind scurgerea de sedimente. În această situație, aplicând “filtrul” efluenței și al bugetului de sedimente se poate obține o imagine de ansamblu a eroziunii solului, care să includă toate tipurile de eroziune menționate.
- Din păcate nu există o analiză a dinamicii temporale a acestor tipuri de eroziune, care să releve relațiile dintre variabilitatea naturală și cea antropică, fiind de așteptată o exacerbare a ratelor de proces.

Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Eroziunea solului



Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Dinamica albiilor de râu, viiturile și inundațiile

- Inundațiile, deși ar putea fi considerate, prin prisma debitului lichid fenomene pur hidrologice, deoarece geomorfologia bazinului, a albiilor majore și minore influențează scurgerea acestui debit, au și o componentă geomorfologică. Pe lângă debitul lichid, inundația mai presupune și transferul de sedimente cunoscut sub numele de debit solid, și foarte important din punct de vedere geomorfologic, viiturile au cel mai important impact erozional la nivelul albiilor, atât pentru degradare, cât și pentru agradare sau migrare laterală.

- **Inundațiile istorice**

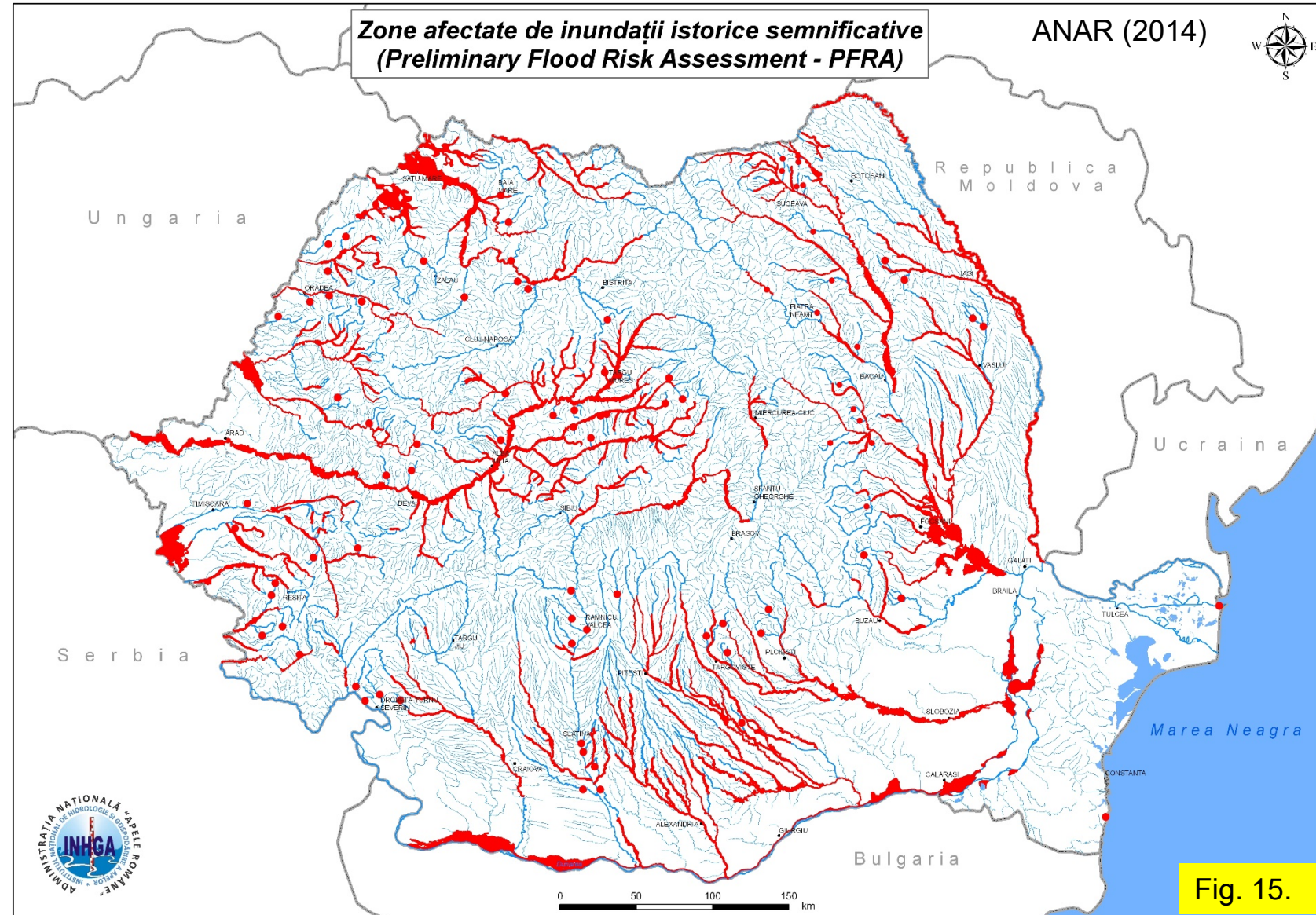
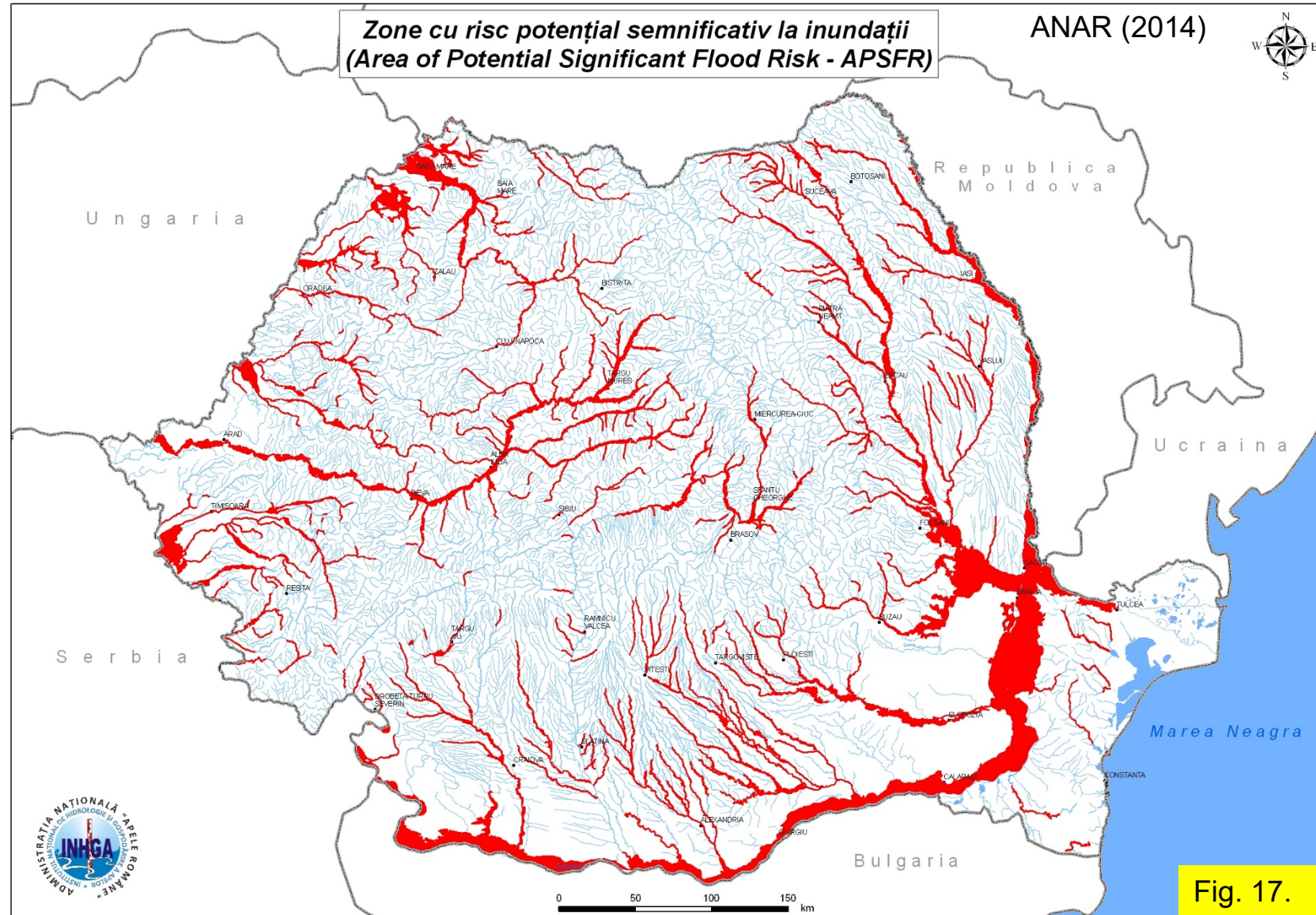
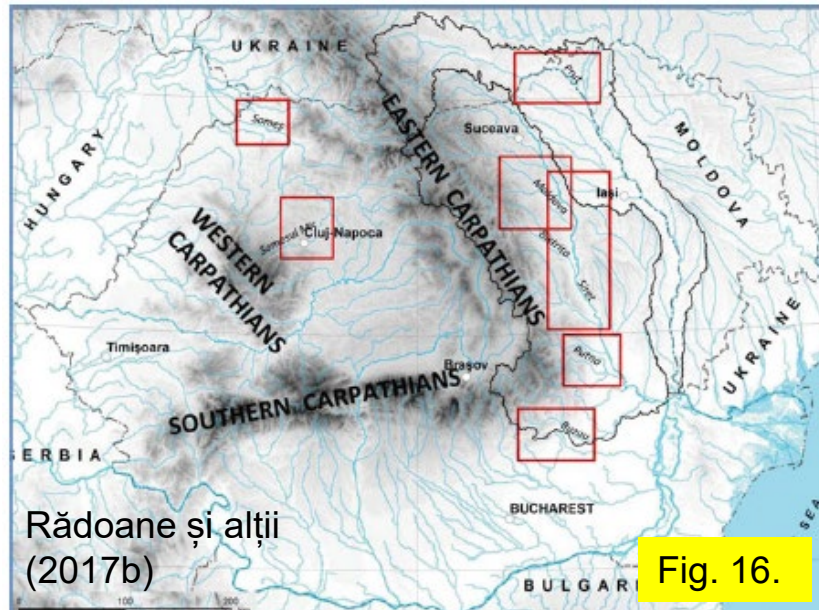


Fig. 15.

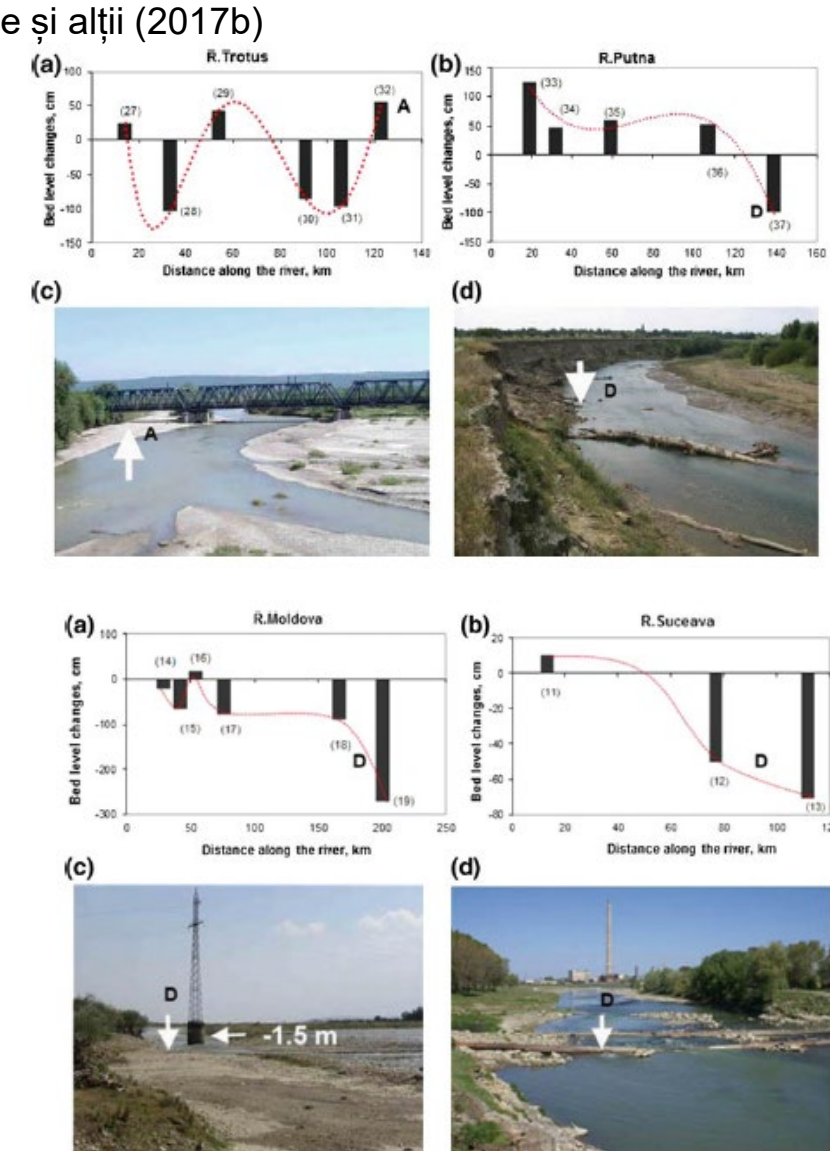
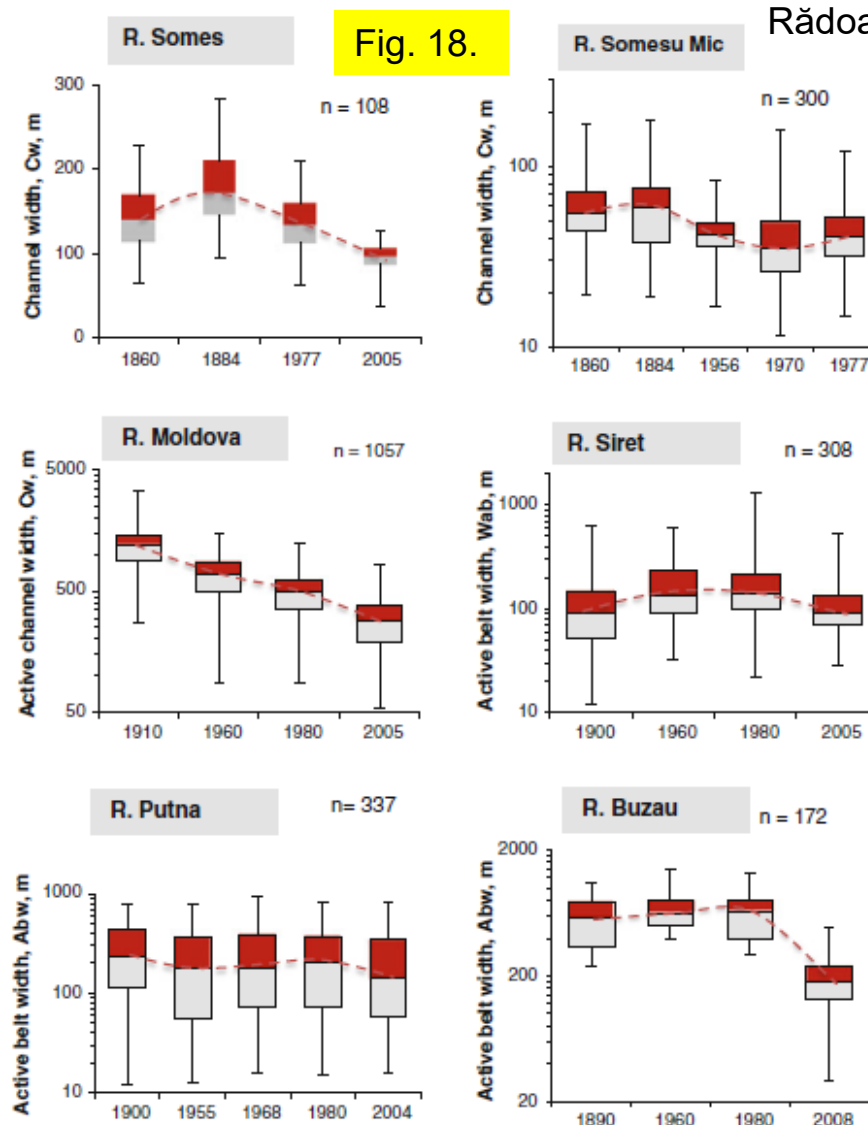
Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Dinamica albiilor de râu, viiturile și inundațiile

- **Hazardul la inundații.**
- În privința dinamicii albiilor de râu există studii care arată o **tendență generalizată de adâncire a albiilor de râu la nivelul României**, dar și cu areale care prezintă agradaare, mai ales în contextul intervențiilor antropice.



Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Dinamica albiilor de râu, viiturile și inundațiile

- La nivelul majorității bazinelor hidrografice, după anul 2000 (în 2005, 2008, 2010, 2015) s-au înregistrat inundații istorice, atât de tip “flooding” cât și de tip “flash flood”. Lipsa de continuitate a măsurătorilor cantității de precipitații și a debitelor, nu permite analiza evoluției trendului istoric (perioada 1970-1990 fiind mai ploioasă), fiind posibil ca aceste inundații istorice să nu apară neapărat doar pe fondul variabilității climatice induse de schimbările climatice, ci și datorită intervențiilor antropice de la nivelul albiilor sau la nivelul întregului bazin hidrografic.



Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Dinamica albiilor de râu, viiturile și inundațiile

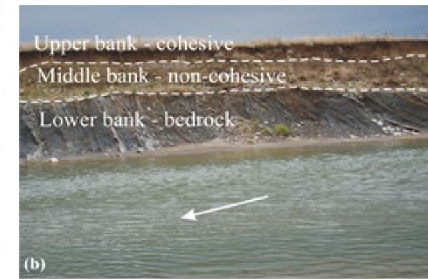
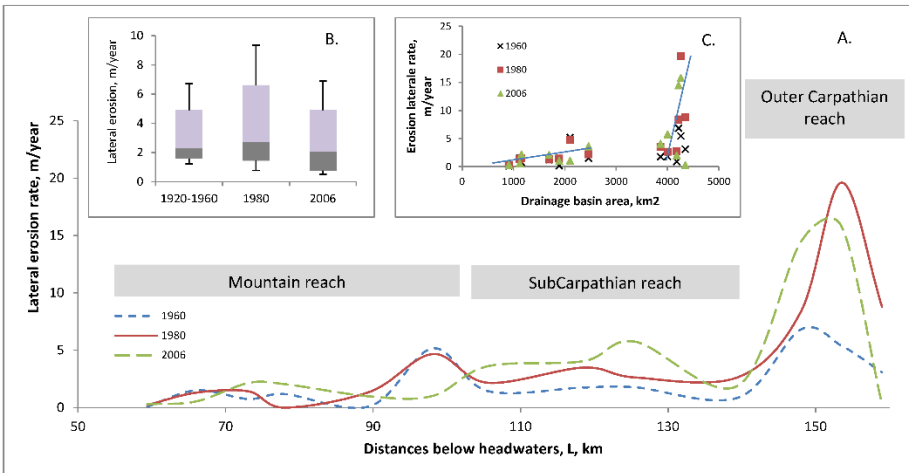
- Eroziunea laterală a malurilor în lipsa unor măsuri coerente de protecție este generalizată la nivelul albiilor râurilor de diferite ordine, mai ales în zona montană. Aici există albiile majore care au suferit eroziune laterală în contextul unor viituri rapide (**flash floods**) și unde continuarea locuirii pe valea respectivă este pusă sub semnul întrebării, datorită restrângerii spațiului locuit (Subcarpați).



Fig. 19.

Fig. 20.

Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Dinamica albiilor de râu, viiturile și inundațiile



Dumitriu și alții (2013)

Fig. 79. (a) Poziția sectoarelor monitorizate (Bank Erosion Measurement Site –BEMS) – 1. Comănești; 2. Tuta; 3. Târgu Trotuș; 4. Perchiu; 5. Căiuți; (b) și (c) tipul malului în funcție de alcătuire.

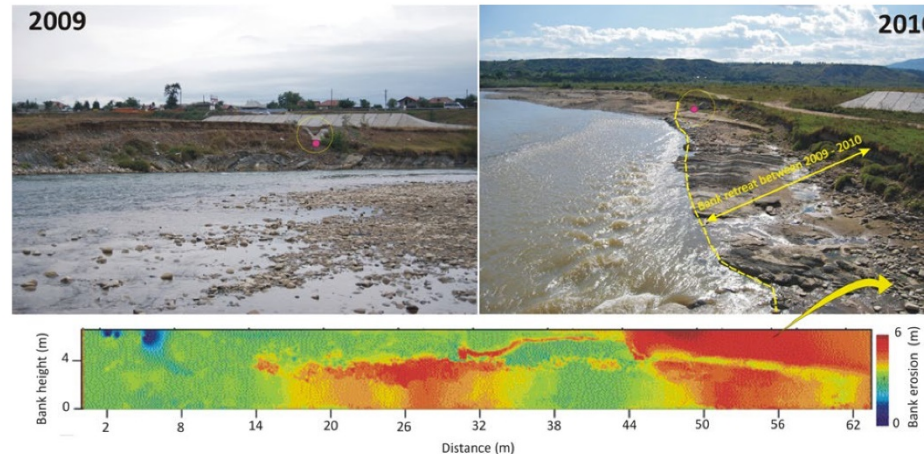
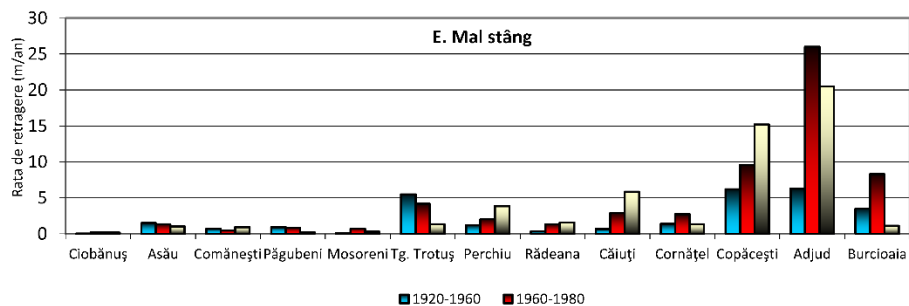
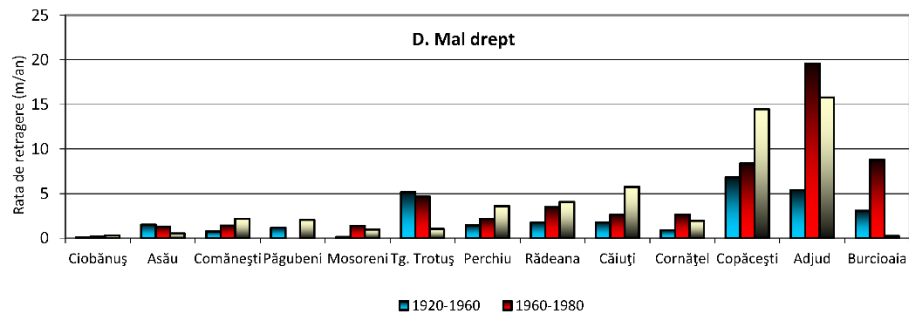


Fig. 21.

Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Alunecările de teren

- Dintre hazardurile geomorfologice majore, alunecările de teren sunt cele mai puțin studiate la nivel național. Acest lucru este datorat atât unor probleme de ordin teoretic, cât și a unora de ordin practic.
- Conceptele teoretice cu care se vehiculează, atât în geomorfologie, cât și în geologie sau geotehnică, sunt foarte vechi, anterioare anilor '70.
- În ultimii 10 ani abia s-a început realizarea unor inventare ale alunecărilor de teren și a modelării susceptibilității hazardului și riscului. Au început să fie utilizate clasificările internaționale pe bază de proces.
- Considerentele de ordin practic, sunt legate de lipsa unui monitoring de lungă durată și a lipsei datelor istorice, atât la nivelul factorilor, cât și la nivelul datelor spațiale primare cum ar fi aerofotogramele.
- Această situație nu permite o abordare la scară națională, ci una regională, legată de disponibilitatea datelor.
- Este necesară o abordare directă a hazardului chiar în lipsa unor date privind rata de proces.

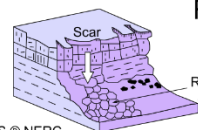
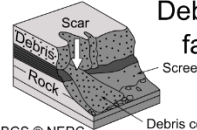
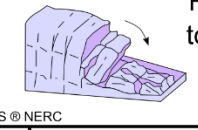
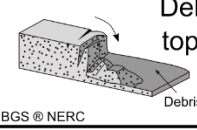
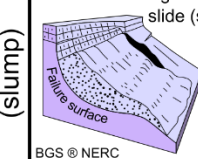
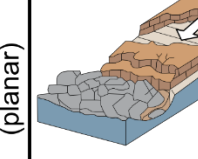
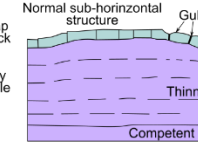
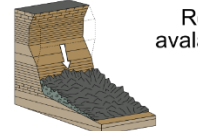
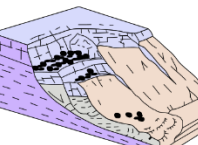
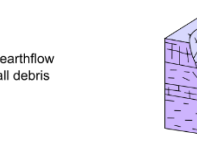
	MATERIAL	ROCK	DEBRIS	EARTH
	MOVEMENT TYPE			
FALLS		Rock fall Rock fall debris		Earth fall Colluvium Debris cone
TOPPLES		Rock topple		Earth topple Cracks Debris cone
SLIDES	Rotational (slump) 	Single rotational slide (slump)	Flow slide	Rotational earth slide Crown Scarp Head Toe
	Translational (planar) 	Rock slide	Debris slide	Translational earth slide Failure surface
SPREADS		Normal sub-horizontal structure Cap rock Clay shale Thinning of beds Plane of décollement Competent substratum	Gully Camber slope Dip and fault structure Valley bulge (planned of by erosion) e.g. cambering and valley bulging	Earth spread BGS © NERC
FLOWS		Rock avalanche	Debris flow	Earth flow Mud flow Source area Main pathway Deposition area BGS © NERC
COMPLEX		e.g. Slump-earthflow with rockfall debris		e.g. composite, non-circular part rotational/part translational slide grading to earthflow at toe BGS © NERC

Fig. 22.

Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Alunecările de teren



Fig. 23.

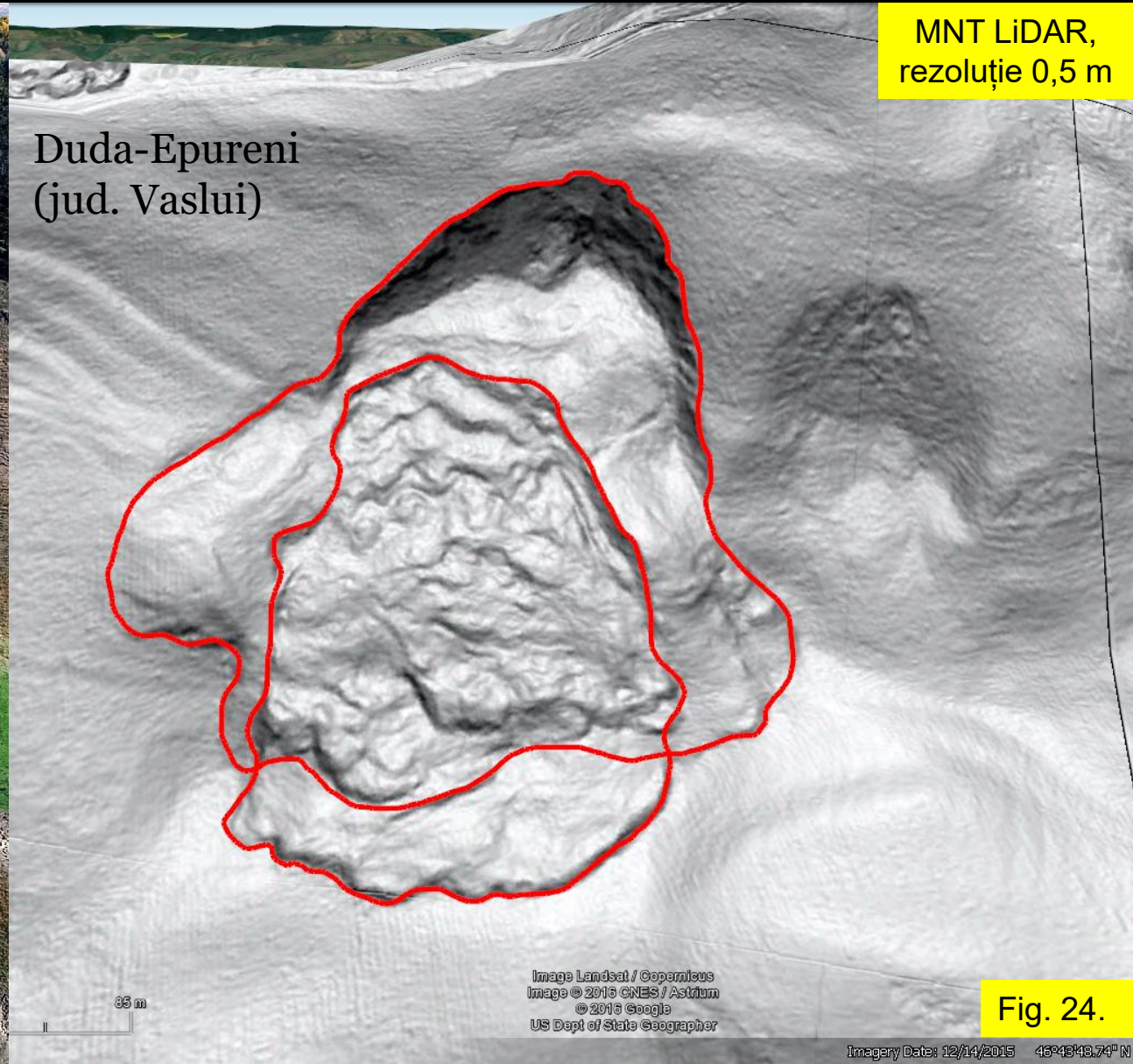


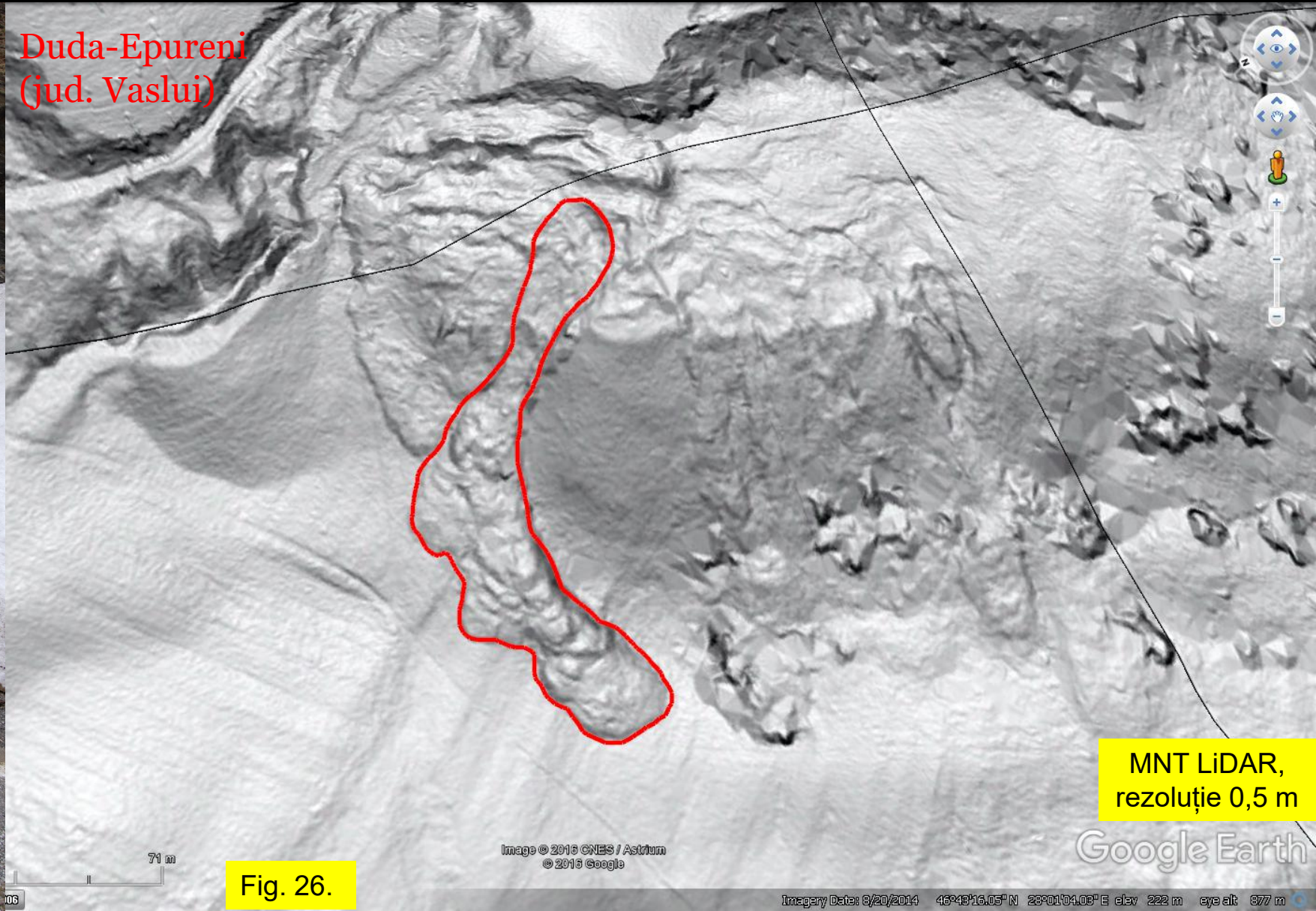
Fig. 24.

Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Alunecările de teren



Valea Capra
DN7C

Fig. 25.



Duda-Epureni
(jud. Vaslui)

Fig. 26.

MNT LiDAR,
rezoluție 0,5 m

Google Earth

Imagery Date: 8/20/2014 46°48'16.05" N 28°01'04.03" E elev 222 m eye alt 877 m

Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Alunecările de teren



Poiana
Mănăstirii,
jud. Iași

Fig. 27.

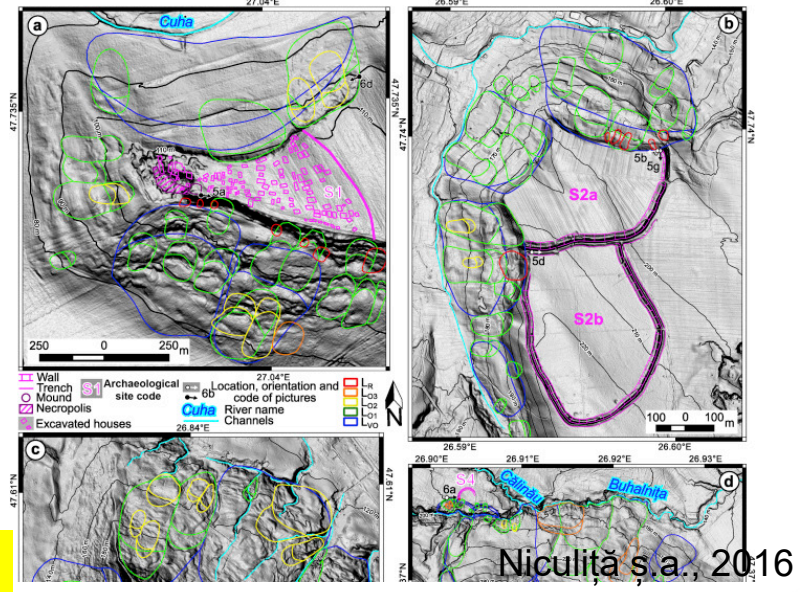
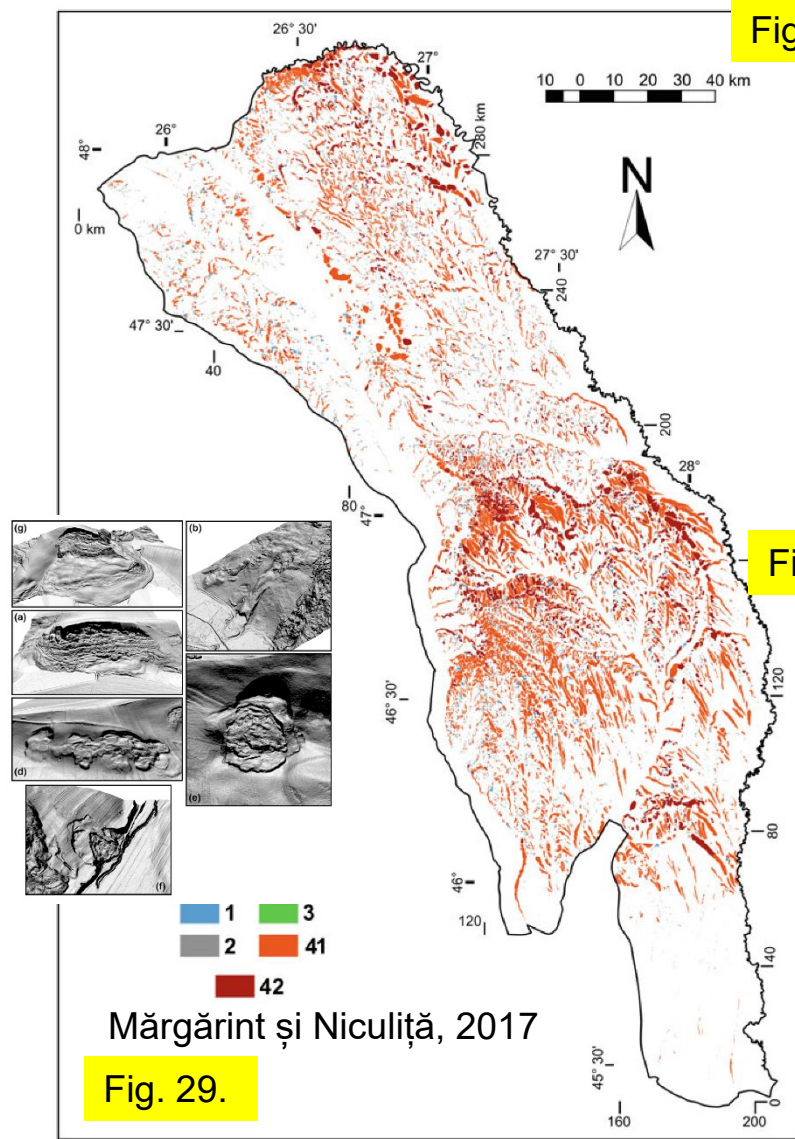


Chișcăreni,
Com. Șipote
(jud. Iași)

Fig. 28.

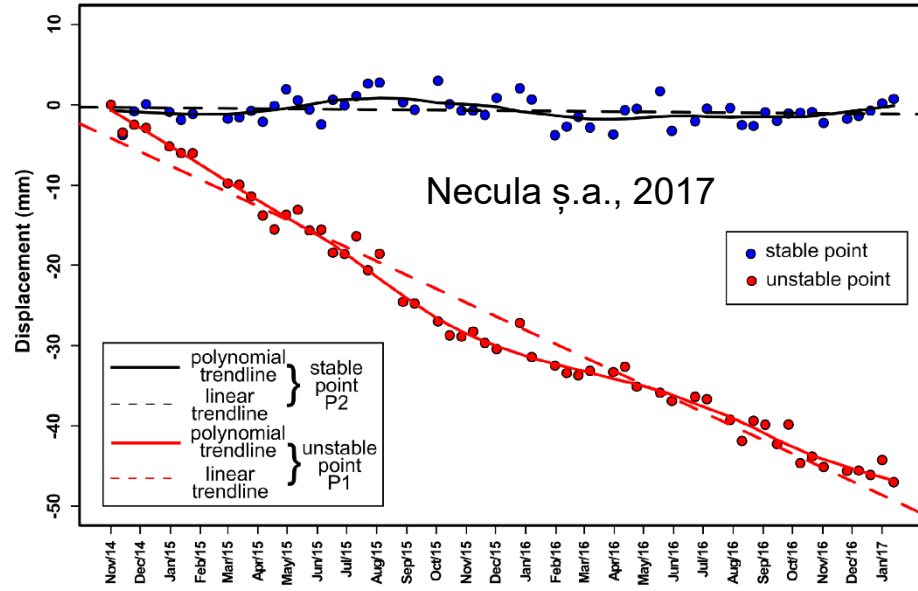
Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Alunecările de teren

- Spre exemplu la nivelul Podișului Moldovei s-au obținut rezultate importante în privința:
 - cartării prin metode de teledetecție cu drona sau metode geofizice (ERT);
 - datării relative și absolute, cu identificarea unei alunecări pleistocene (Pod. Moldovei, Costești – 45ka) și cu fundamentarea unei cronologii holocene;
 - monitorizării alunecărilor de teren prin metode de teledetecție SAR;
 - fundamentarea alunecărilor de teren relict ca geosituri.



Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Alunecările de teren

Fig. 33.



Niculita ș.a., 2019

Fig. 32.

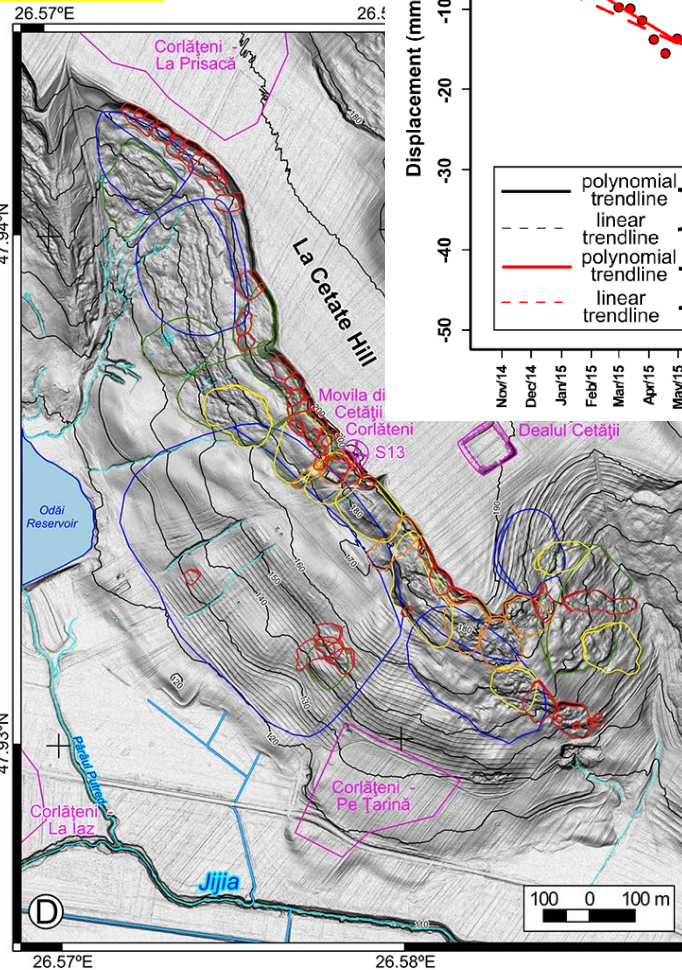


Fig. 34.

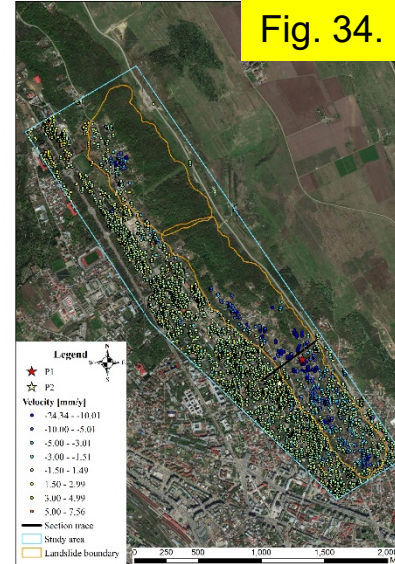
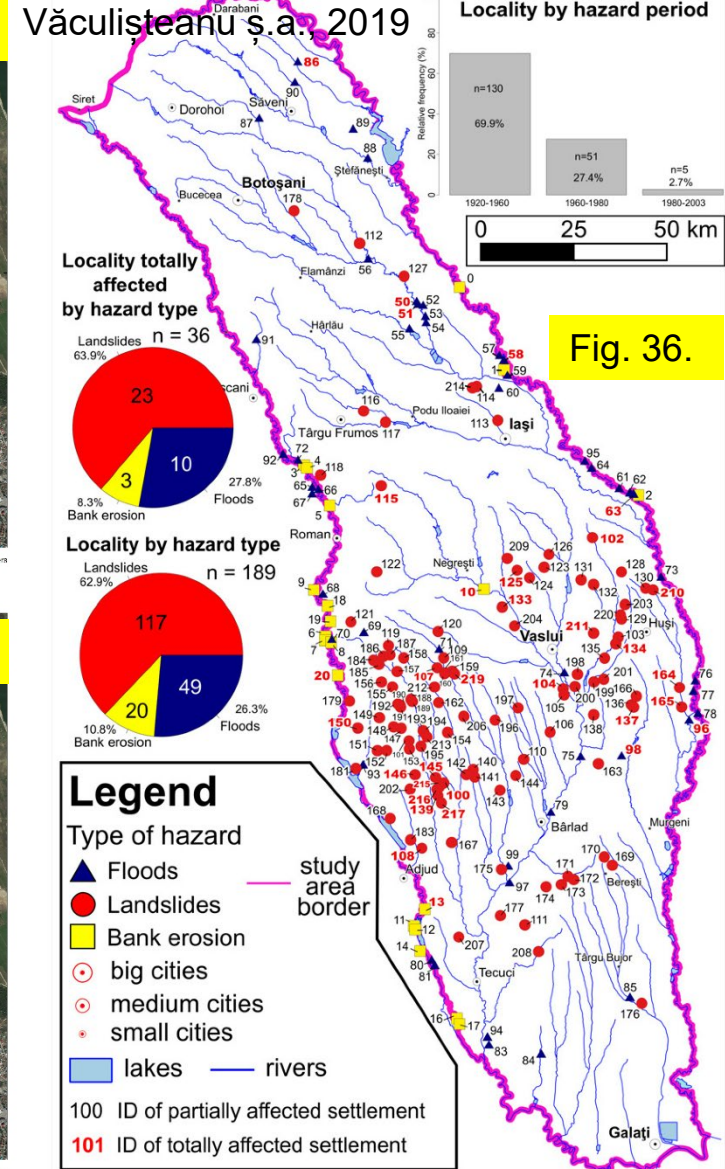
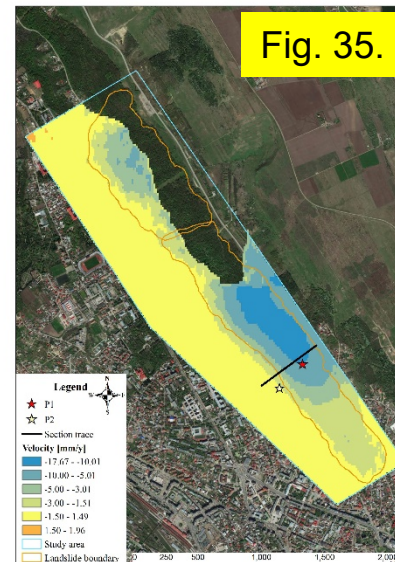
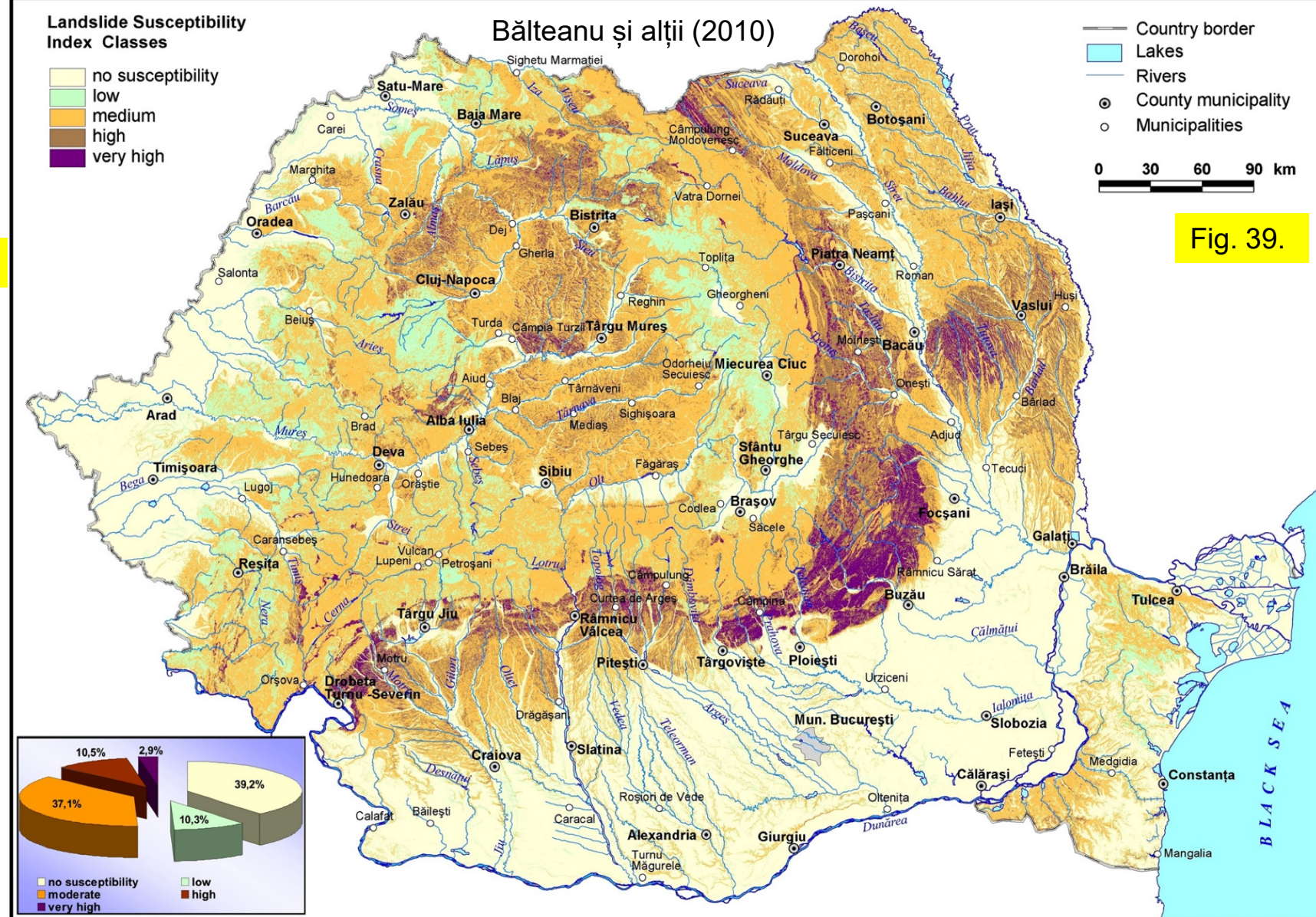
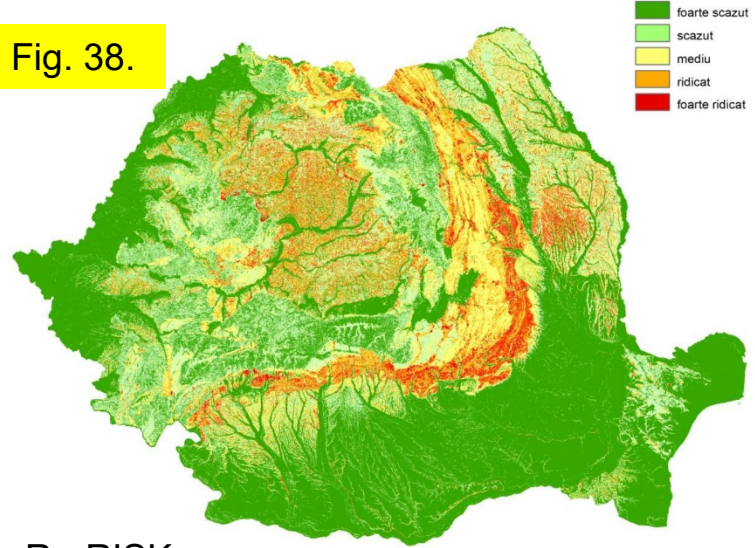
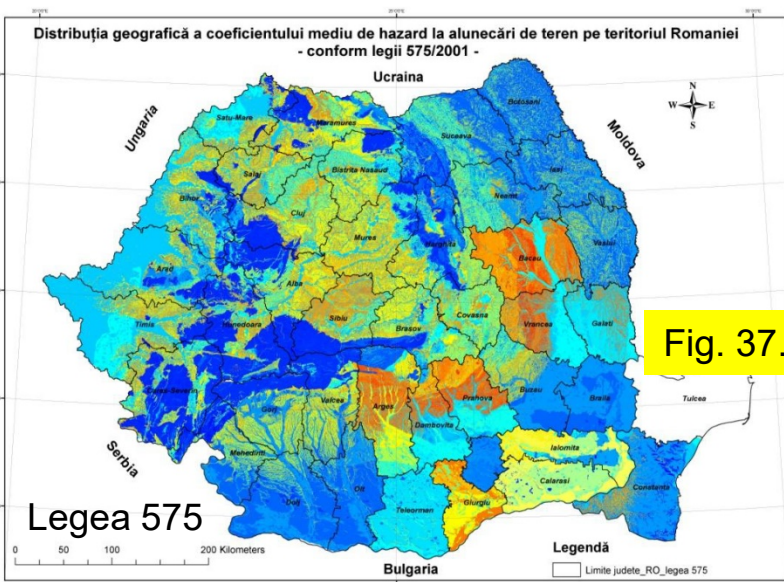


Fig. 4. PS results.

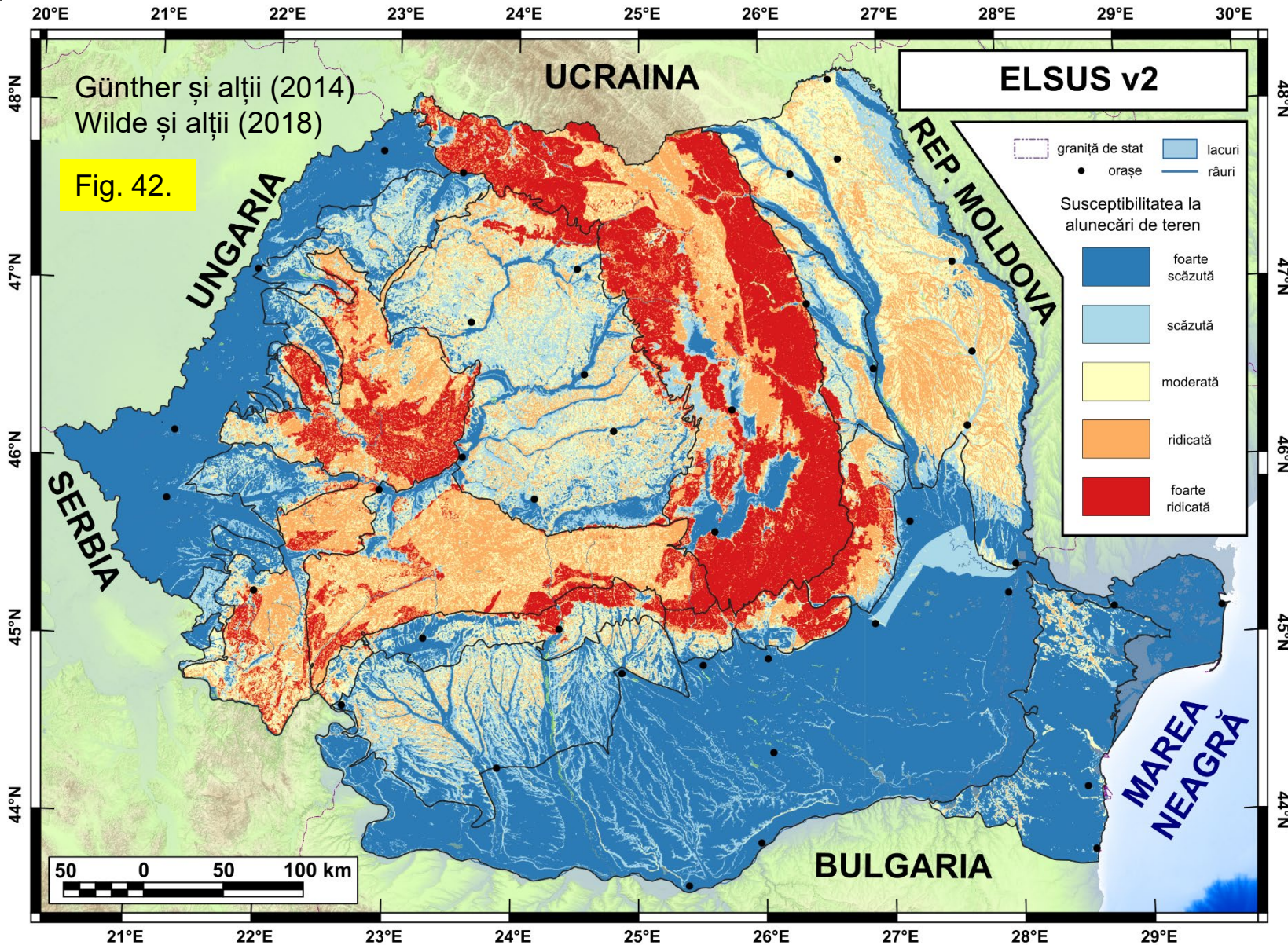
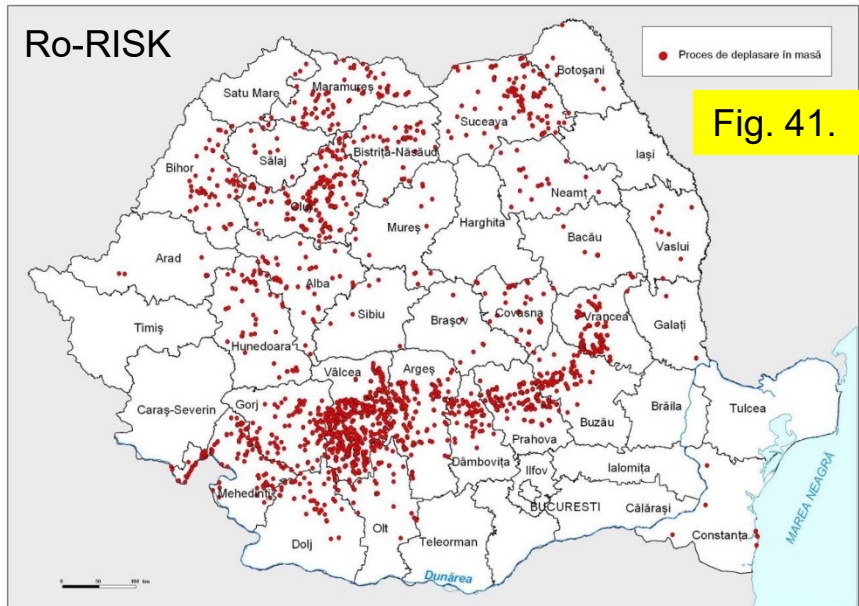
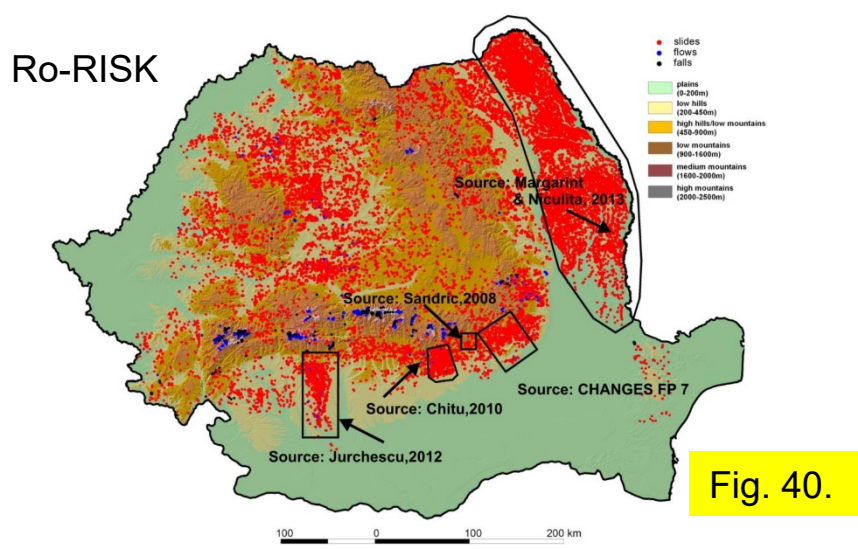
Fig. 35.



Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Alunecările de teren

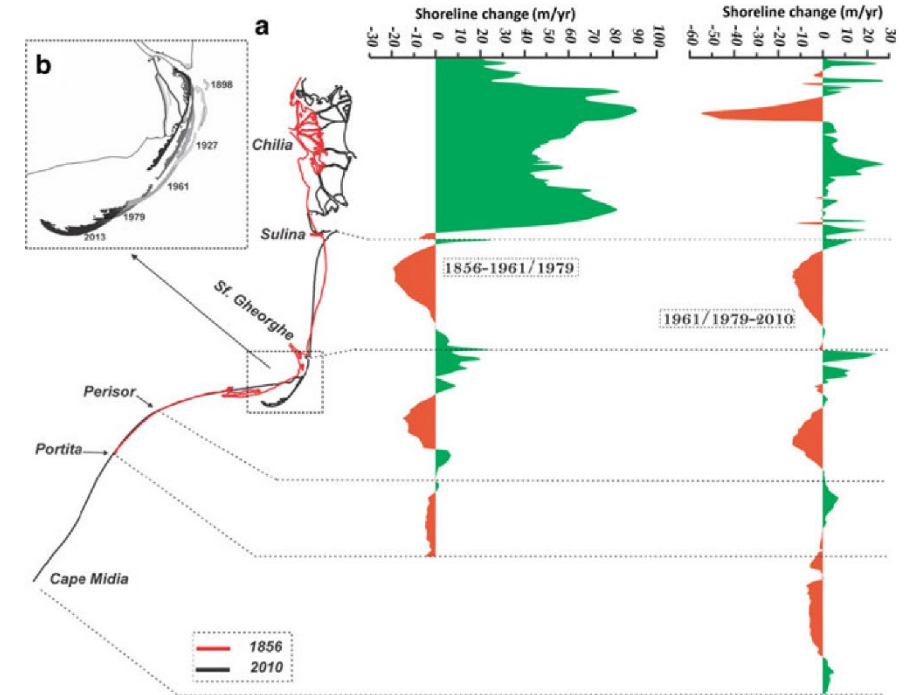
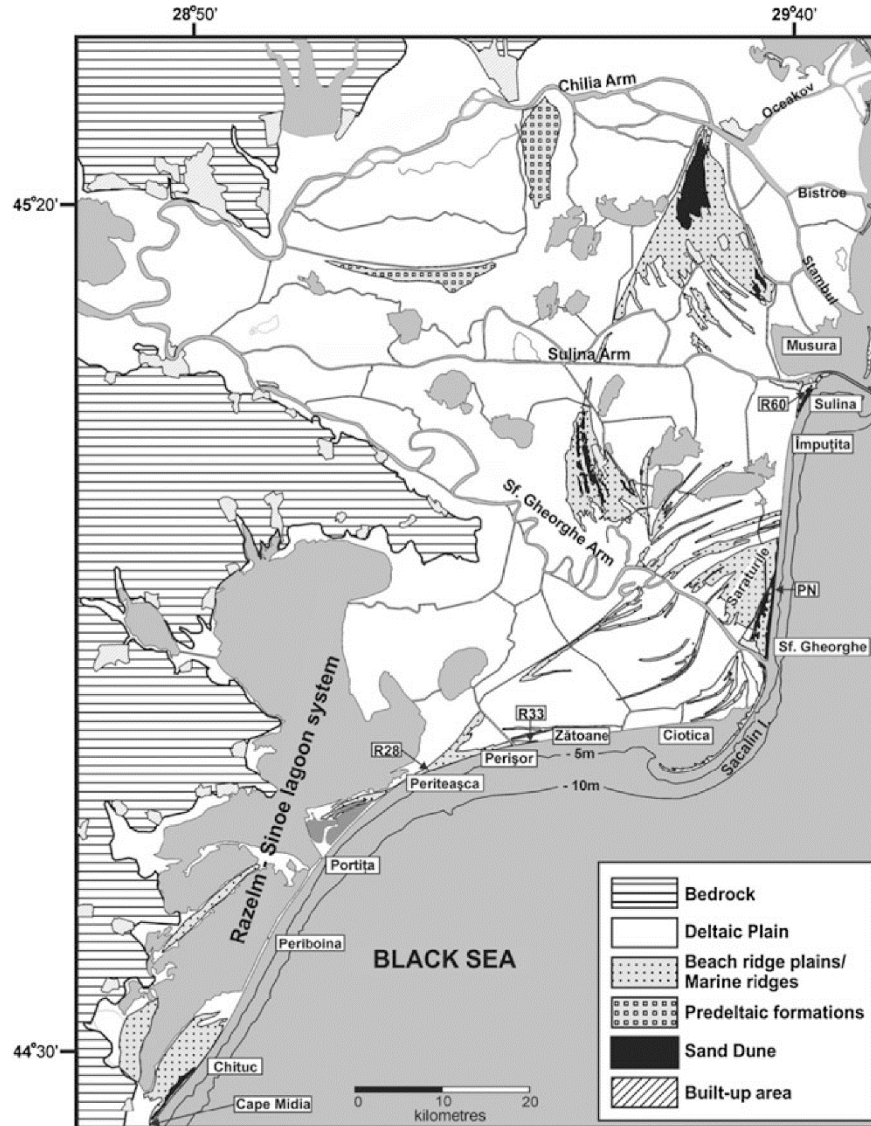


Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Alunecările de teren



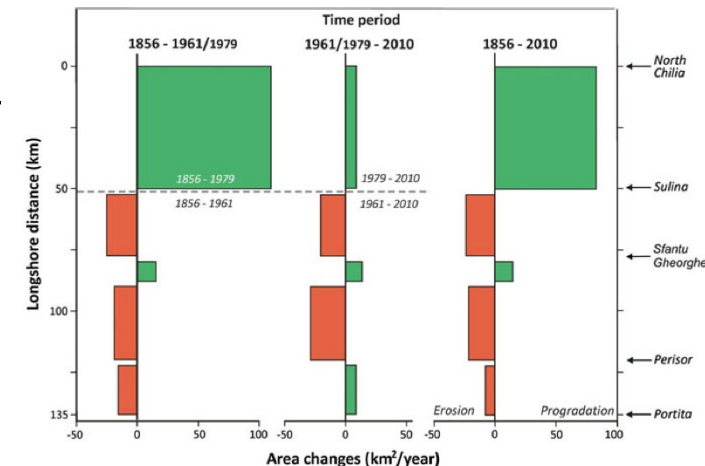
Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Modelarea zonei costiere

- Țărmul românesc jos, aferent Deltei Dunării se află pe aprox. 55% din lungimea sa sub efectele eroziunii. Această tendință s-a păstrat în ultimii 150 ani, fiind impusă de scăderile de debit solid ale Dunării, sub controlul variabilității NAO, cu accentuare după 1950.
- În zona gurilor de vărsare ale brațelor Dunării s-au înregistrat progradări importante, inițial mai accentuate.
- Variabilitatea NAO din viitor este cheia!



Vespremeanu-
Stroe și alții
(2017)

Fig. 43.



Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Modelarea zonei costiere

• La ora actuală aprox. 70% din țărmul românesc cu faleză al Mării Negre este afectat de eroziune. Cea mai activă zonă este cea aflată la sud de portul Constanța.

• Deși au fost realizate amenajări și altele sunt în curs de amenajare viitorul este incert.

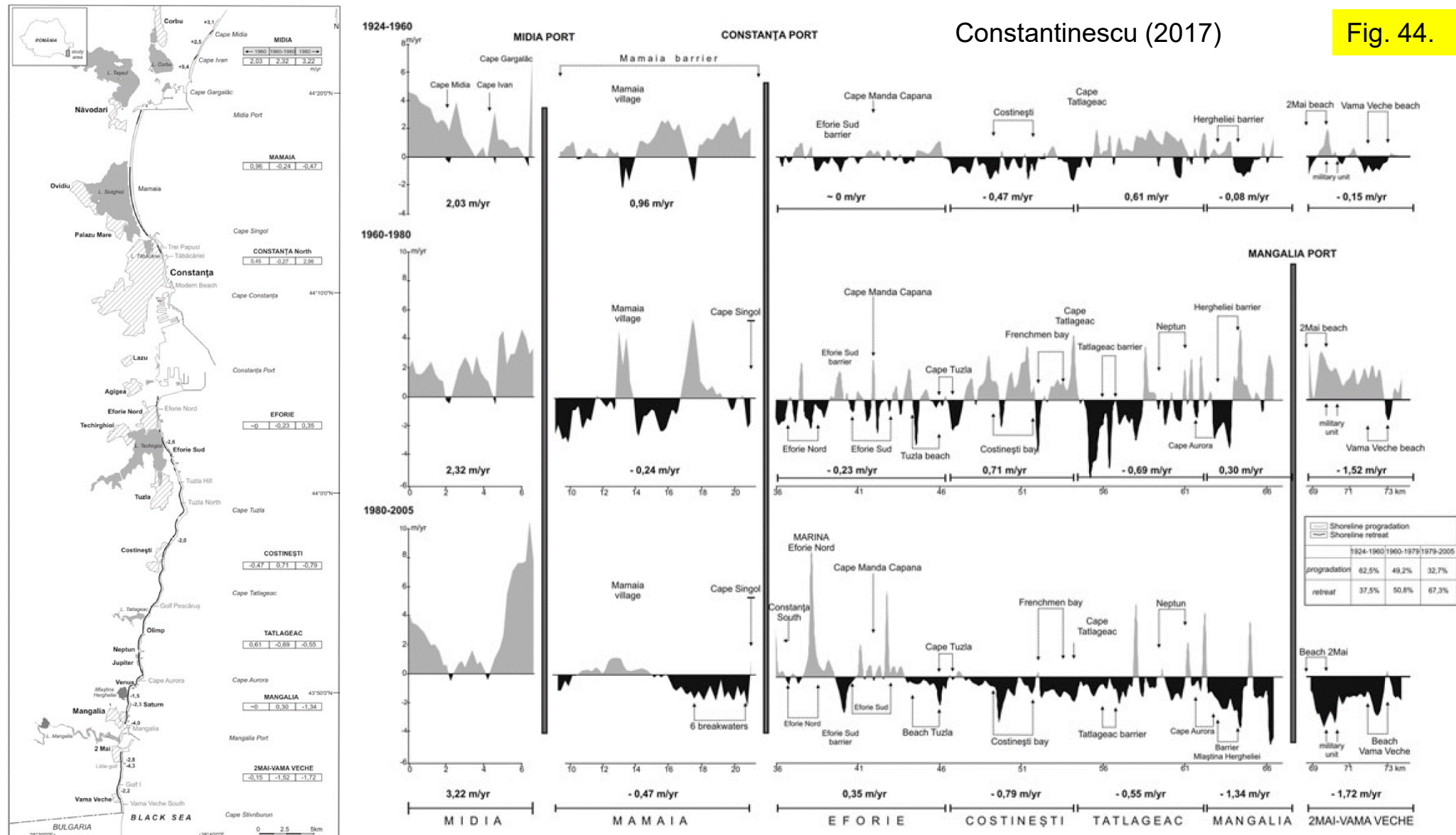


Fig. 44.

Constantinescu (2017)

Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Modelarea zonei costiere



Constantinescu (2017)

Fig. 45.

Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Concluzii

- În perioada de după 1990 și mai ales după 2000, concepția privind procesele geomorfologice actuale a evoluat, prin racordare la terminologia și metodologia internațională.
- Din punct de vedere conceptual trebuie realizată trecerea către abordarea lor ca hazarduri geomorfologice și integrarea în studierea riscului, mai ales pe fondul creșterii impactului antropic și al impactului din ce în ce mai pregnant al schimbărilor climatice globale.
- Deși nu există o monitorizare consistentă a acestor hazarduri în ultimii 100 de ani, decât pe zone restrânse, în ultimii 30 de ani s-au înregistrat progrese considerabile în înțelegerea dinamicii proceselor geomorfologice în școala geomorfologică românească.
- Această tendință trebuie menținută pentru a se putea estima rate de proces și a se putea modela susceptibilitatea spațială și temporală a acestora.
- Deși este o țară de dimensiuni medii, și nu are un climat cu tendințe excesive, procesele geomorfologice de la nivelul României sunt pe areale spațiale și la anumite nivele temporale foarte dinamice.
- Acest dinamism creează o serie de limitări economice și de dezvoltare care trebuie depășite, iar depășirea acestora necesită în primul rând înțelegerea fenomenelor.

Procesele geomorfologice actuale și hazardurile naturale – Referințe bibliografice selective

- Antal, J., 1994. Erosion factors. În: Dvořák, J., Novák, L., (editori), Antal, J., Filip, J., Húska, D., Středanský, J., Křovák, F., Pasák, M., (autori contributori) Soil conservation and silviculture. Elsevier, Amsterdam, Olanda, pp. 39-80.
- Benito, G., 2013. Hazardous processes: flooding. În: Shroder, J. (editor șef), James, L.A., Harden, C.P., Clague, J.J. (editori), Treatise on Geomorphology. Academic Press, San Diego, CA, vol. 13, Geomorphology of Human Disturbances, Climate Change, and Natural Hazards, pp. 243–261. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-374739-6.00363-8>
- Ballabio, C., Borrelli, P., Spinoni, J., Meusburger, K., Michaelides, S., Beguería, S., Klik, A., Petan, S., Janecek, M., Olsen, P., Aalto, J., Lakatos, M., Rymaszewicz, A., Dumitrescu, A., Tadić, M.P., Nazzareno, D., Kostalova, J., Rouseva, S., Banasik, K., Alewell, C., Panagos, P. 2017. Mapping monthly rainfall erosivity in Europe. *Science of the Total Environment* 579: 1298-1315
- Borelli, P., Lugato, E., Montanarella, L., Panagos, P., 2016. A new assessment of soil loss due to wind erosion in European agricultural soils using a quantitative spatially distributed modelling approach. *Land Degradation & Development* 28(1):335-344. <https://doi.org/10.1002/ldr.2588>
- Derruau, M., 1972. Précis de géomorphologie. Masson et Cie, Paris,
- Dvořák, J., 1994. Erosion of the soil. În: Dvořák, J., Novák, L., (editori), Antal, J., Filip, J., Húska, D., Středanský, J., Křovák, F., Pasák, M., (autori contributori) Soil conservation and silviculture. Elsevier, Amsterdam, Olanda, pp. 25-38.
- Ellison, W.D., 1947. Soil Erosion. *Soil Science Society Proceedings* 1947, 479-484.
- Ellison, W.D., 1948. Soil detachment by water in erosion processes. *Transactions of the American Geophysical Union*, 29(4):499-502.
- Govers, G., Vandaele, K., Desmet, P., Poesen, J., and Bunte, K., 1994. The role of tillage in soil redistribution on hillslopes. *European Journal of Soil Science*, 45, 469–478.
- Günther, A., Van Den Eeckhaut, M., Malet, J.-P., Reichenbach, P., Hervás, J., 2014. Climate-physiographically differentiated Pan-European landslide susceptibility assessment using spatial multi-criteria evaluation and transnational landslide information. *Geomorphology*, 224: 69-85.
- James, L. A., Harden, C. P., Clague, J. J., 2013. Geomorphology of human disturbances, climate change, and hazards. În: Shroder, J. (Editor in Chief), James, L. A., Harden, C. P., Clague, J. J. (Eds.), *Treatise on Geomorphology*. Academic Press, San Diego, CA, vol. 13, pp.1–13.
- Karl, T.R., Nicholls, N., Ghazi, A., 1999. CLIVAR/GCOS/WMO workshop on indices and indicators for climate extremes: Workshop summary, *Weather and Climate Extremes*, 42, 3-7. doi: 10.1007/978-94-015-9265-9_2
- Panagos, P., Ballabio, C., Borrelli, P., Meusburger, K., Klik, A., Rouseva, S., Tadic, M.P., Michaelides, S., Hrabalíková, M., Olsen, P., Aalto, J., Lakatos, M., Rymaszewicz, A., Dumitrescu, A., Begueria, S., Alewell, C. Rainfall erosivity in Europe. *Science of the Total Environment* 511: 801-814. DOI:10.1016/j.scitotenv.2015.01.008
- Panagos, P., Ballabio, C., Meusburger, K., Spinoni, J., Alewell, C., Borrelli, P. 2017. Towards estimates of future rainfall erosivity in Europe based on REDES and WorldClim datasets. *Journal of Hydrology*, 548: 251-262.
- Panagos, P., Borrelli, P., Spinoni, J., Ballabio, C., Meusburger, K., Beguería, S., Klik, A., Michaelides, S., Petan, S., Hrabalíková, M., Olsen, P., Aalto, J., Lakatos, M., Rymaszewicz, A., Dumitrescu, A., Tadic, M.P., Diodato, N., Kostalova, J., Rouseva, S., Banasik, K. Alewell, C. 2016. Monthly rainfall erosivity: conversion factors for different time resolutions and regional assessments. *Water*, 8(4), No 119.
- Panagos, P., Meusburger K., Ballabio C., Borrelli P., Begueria S., Klik A., Rymaszewicz A., Michaelides, S., Olsen, P., Tadic, M.P., P., Aalto, J., Lakatos, M., Dumitrescu, A., Rouseva, S., Montanarella, L., Alewell C. 2015. Reply to the comment on "Rainfall erosivity in Europe" by Auerswald et al. 2015. *Science of the Total Environment*, 532: 853-857.
- Ritter D.F., Kochel R.C., Miller J.R., 2012. *Process Geomorphology*, Waveland Press, 652 p.
- Tricart, J., 1965. *Principes et méthodes de la géomorphologie*. Masson et Cie, Paris, 496 p.
- Tricart, J., 1977. *Précis de géomorphologie. 2. Géomorphologie dynamique générale*. Edité par Société d'édition d'enseignement supérieur, 345 p.
- Wilde, M., Günther, A., Reichenbach, P., Malet, J.-P., Hervás, J., 2018. Pan-European landslide susceptibility mapping: ELSUS Version 2. *Journal of Maps*, 14(2): 97-104 and supplemental map. World Meteorological Organization, 2017. WMO guidelines on the calculation of climate normals. WMO-No. 1203, 18 p.

VĂ MULTUMESC
PENTRU ATENȚIE!