

Analiza inundabilității pentru diferite scenarii de rupere a barajelor

Autor: Dragos Toma-Danila

Informații trunchiate – pentru detalii contactați autorul (toma@infp.ro)

Analiza zonelor de inundabilitate care pot fi provocate de ruperea barajelor se face cu ajutorul modelării hidrologice – 1D, 2D sau chiar 3D. Această modelare este una din cele mai complexe (Ackerman și Brunner, 2011), implicând atât definirea unui model cu evoluție temporală a rupturii barajului, cât și simularea unui flux inconstant de scurgere în aval. Numeroase date de intrare sunt necesare (US Army Corps of Engineers, 2014), iar simularea unui proces de rupere care în realitate are un caracter imprevizibil (greu comparabil cu alte situații anterioare din situri diferite) este un proces cu evidente incertitudini epistemice. De aceea, și rezultatele analizei noastre trebuie privite din perspectiva modelelor mai mult sau mai puțin adecvate folosite.

Pentru zonele barajelor analizate am realizat mai multe scenarii și modelări ale sistemelor hidrologice, cu ajutorul softului HEC-RAS 4.1 dezvoltat de către Hydrologic Engineering Center (US Army Corps of Engineers). Acest soft gratuit este cel mai utilizat din domeniu la nivel mondial, fiind intens utilizat de agenții oficiale, având o continuă dezvoltare dată de implicarea specialiștilor în domeniu, însă simplificând problema modelării hidrodinamice datorită limitării la un model 1D (o nouă versiune 2D este de curând disponibilă, în HEC-RAS 5). Pentru că inundabilitatea are evident un caracter spațial, software GIS (ESRI ArcGis împreună cu extensia HEC-GeoRAS) a fost utilizat atât în determinarea și definirea elementelor hidrografice (canal, talveg, maluri etc.) cât și în reprezentarea rezultatelor.

1. Baraje analizate

Barajele analizate în acest raport sunt Izvorul Muntelui și Poiana Uzului. În tabelul 1 pot fi vizualizate caracteristicile acestor baraje. Aceste caracteristici au fost utilizate în determinarea potențialului de inundabilitate și generare a unei anumite presiuni a apei, în breșele estimate a putea fi formate. Pentru caracterizarea modelelor de rupere și implicațiilor rezultate au fost utilizate studiile realizate de către Froehlich, sumarizate într-un spreadsheet Excel de calcul (Froehlich v2, 2008). Cu ajutorul acestui instrument (figura 1) am generat pentru fiecare baraj în parte câte 2 scenarii de severitate diferită, pentru modele de tip Pipping (rupere a barajului și nu depășire de nivel). În HEC-RAS am utilizat valorile pentru Predicted Peak Flow.

Nr. crt.	Numele barajului	An PIF	Lat	Long	Râul	Tip baraj
1	IZVORUL MUNTELUI	1961	46.938 2	26.1029°	Bistrita	baraj de greutate
2	POIANA UZULUI	1973	46.335 9	26.3925°	Uz	contraforti

Nr. crt.	Tip fundatie	H m	L m	V _{lac} hm ³	S _{lac} ha	L _{lac} km
1	roci stancoase	127.0	430	1230.0	31000	21.5
2	roci stancoase	82.0	500	90.0	334	4.0

Nr. crt.	Scop	S _{bazin} km ²	Q _{dev.} m ³ /s	Tip dev.	Deținător	Proiectant
1	energie electrica si alimentare cu apa	4025	2400	deversor cu stavile	RENEL	ISPH
2	energie electrica si alimentare cu apa	420	590	deversor cu stavile	R.A.A.R	AQUAPROIE CT

Tabelul 1 – Caracteristicile barajelor analizate

PROJECT: POIANA UZULUI		
BREACH INPUT PARAMETERS:		
Select Failure Mode From Drop-Down Menu:	PIPING	
Height of water over base elevation of breach (H _w) =	269.0	Feet
Volume of water in the reservoir at the time of failure (V _w) =	72,964.3	Acre-Feet
Reservoir Surface Area at H _w (A _s) =	825.3	Acres
Height of breach (H _b) =	10.0	Feet
Failure Mode Factor (K _o) =	1	
Breach Side-Slope Ratio (Z _b) =	0.7	Z(H):1(V)
Dam Size Class:	Large	Assumes Full Reservoir At Time of Breach.
CALCULATED BREACH CHARACTERISTICS:		
Average Breach Width (B _{avg}) =	325.1	Feet
Bottom Width of Breach (B _b) =	318.1	Feet
Breach Formation Time (T _f) =	17.44	Hours
Storage Intensity (SI) =	271.2	Acre Feet/Foot
Predicted Peak Flow (Q _p) =	22604	Cubic Feet per Second

Fig. 1 – Captură de ecran a spreadsheet-ului Froehlich v2, 2008, ilustrând datele de intrare și rezultate pentru un scenariu de rupere a barajului Poiana Uzului

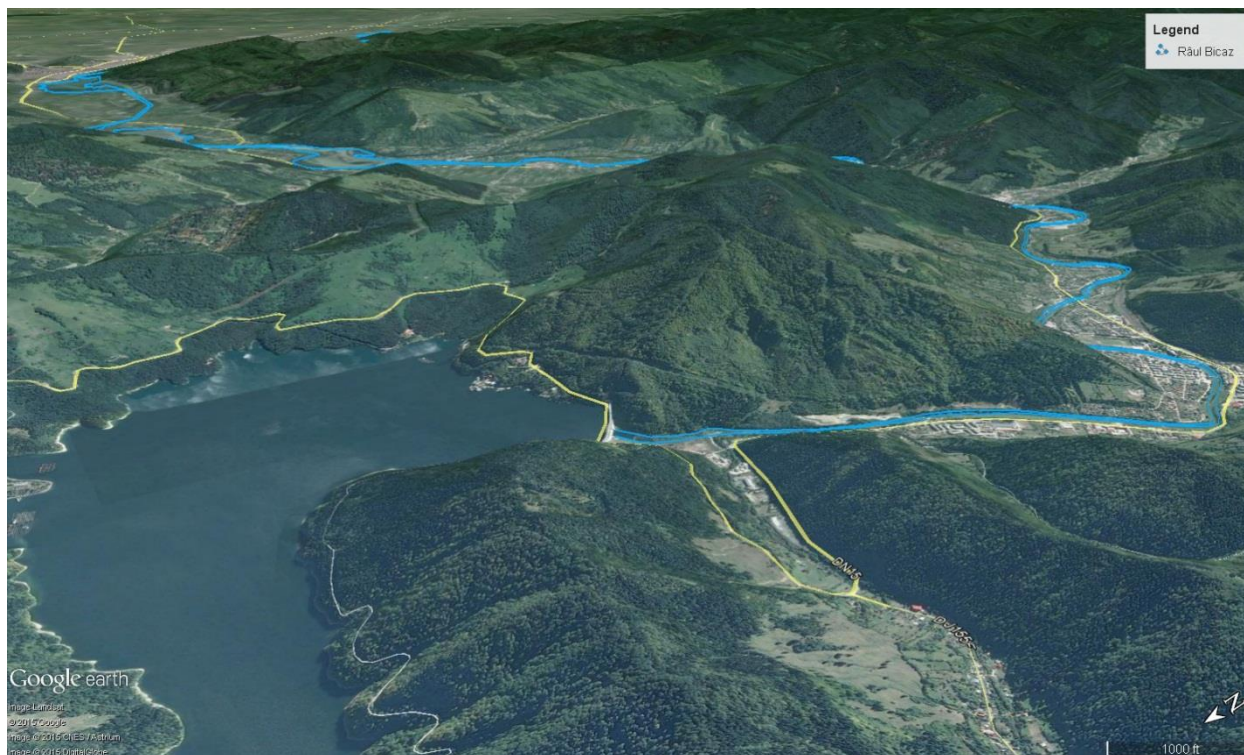


Fig. 2 – Vedere 3D asupra Lacului și Barajului Izvorul Muntelui și a zonei în aval de baraj

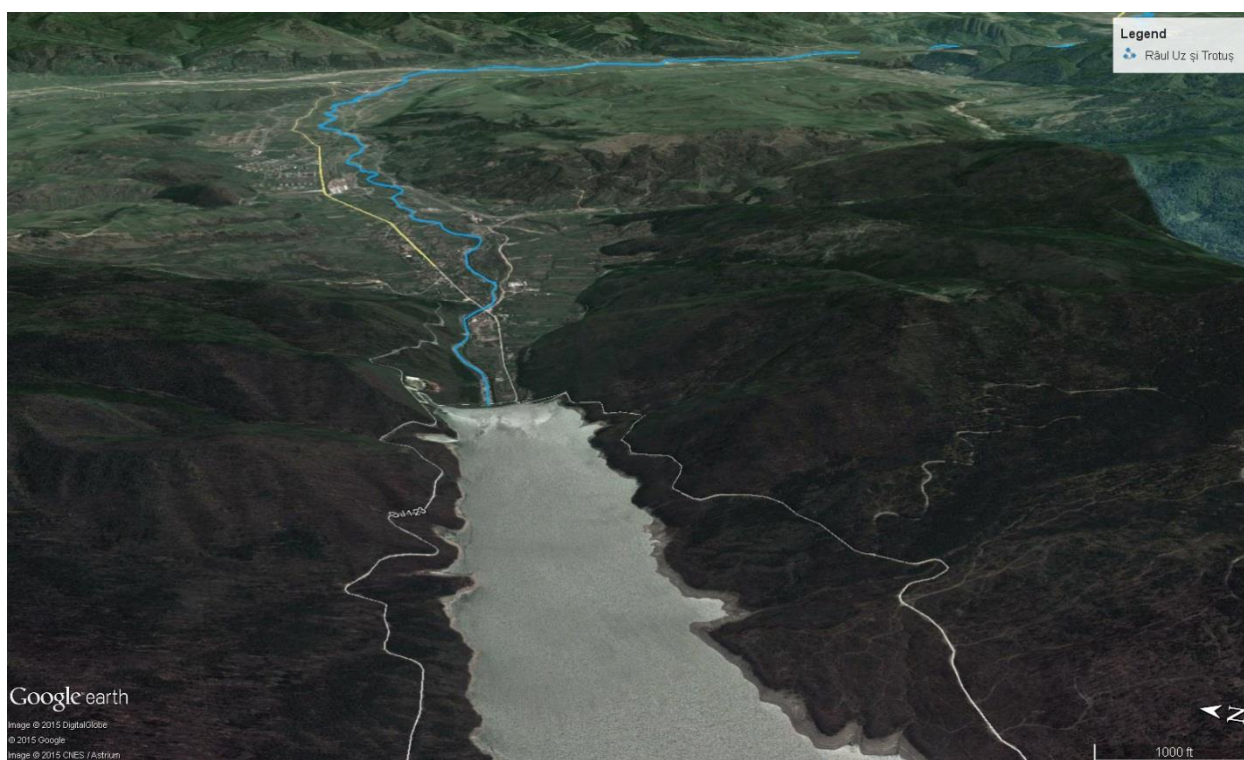


Fig. 3 – Vedere 3D asupra Lacului și Barajului Poiana Uzului și a zonei în aval de baraj

2. Definirea elementelor hidrografice

În analiză au fost considerate doar elementele hidrografice de interes; râurile secundare nu au mai fost de exemplu definite deoarece contribuția lor ca și debit nu este semnificativă în contextul unor valori de inundabilitate severă. Pentru a nu îngreuna modelarea, aceste râuri nu au mai fost adăugate, păstrându-se însă un mod de realizare a profilelor care să considere aceste confluente și extinderea altitudinală către amonte. Figurile 4 și 5 ilustrează modul în care au fost definite zonele celor două baraje. Modelul Digital Altitudinal a fost creat pe baza datelor ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer – GDEM version 2), cu o rezoluție de 1 arc secund. Pentru extragerea valorilor coeficientului Manning au fost utilizate date Corine LandCover 2006, împreună cu clasificarea menționată în Domnita, 2012.

Ținând cont de potențialul semnificativ de inundabilitate, zonele sunt semnificativ extinse în aval față de poziția barajelor. A fost urmărită și includerea zonelor urbane de interes din apropiere.

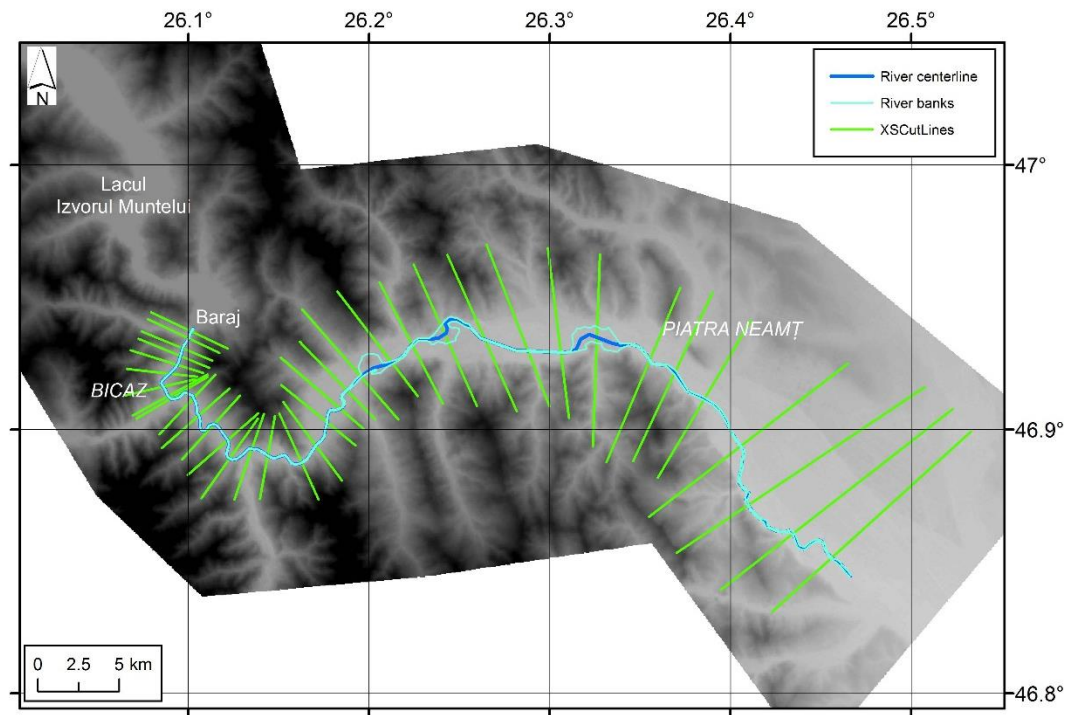


Fig. 4 – Hartă care ilustrează baza de date realizată cu HEC-GeoRAS și folosită în simularea inundabilității, pentru ruperea barajului Izvorul Muntelui

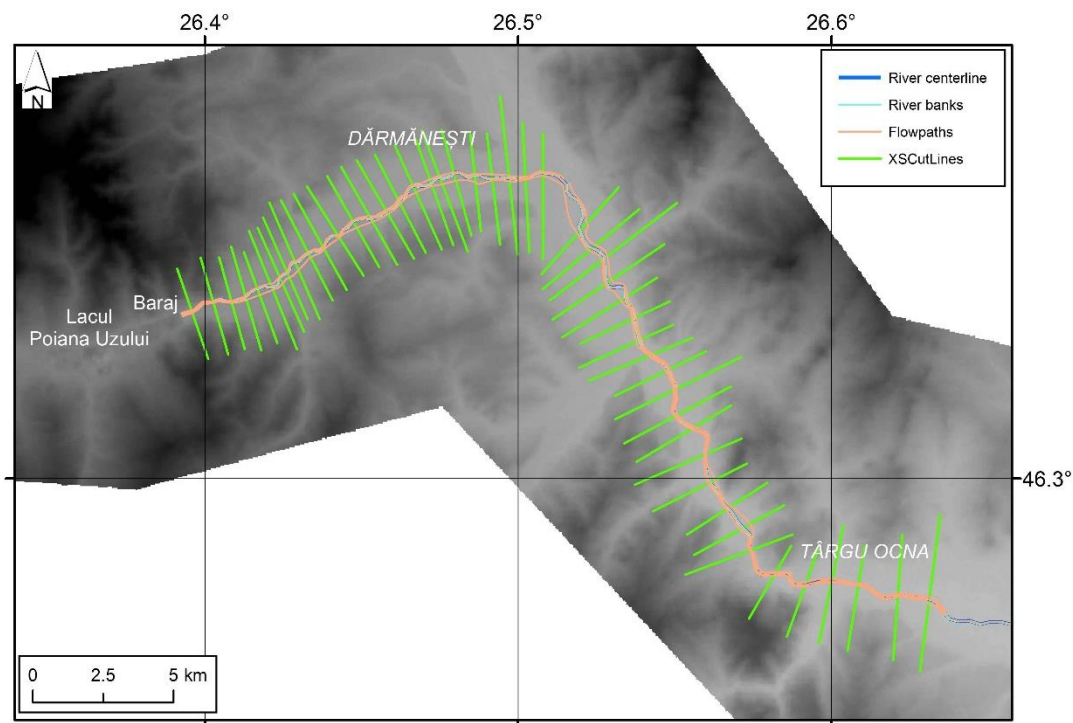


Fig. 5 – Hartă care ilustrează baza de date realizată cu HEC-GeoRAS și folosită în simularea inundabilității, pentru ruperea barajului Poiana Uzului

3. Rezultate

Rezultatele, pentru două scenarii de rupere a fiecăruia din cele două baraje analizate, pot fi observate în figurile următoare. Modul de reprezentare arată apariția zonelor de inundabilitate (care depășesc albia normală a râului), de la o oră după ruperea barajului la 3 sau 4 ore. Suprapunerea zonelor potențial peste harta satelitară arată și comunitățile aflate în pericol. Orașul Bicaz, aflat în imediata apropiere a barajului Izvorul Muntelui, poate fi semnificativ afectat, însă datorită zonei montane și pantei mari, apa se poate scurge destul de repede și eficient. Așa cum arată simulările, zone inundabile semnificative se pot forma între orașele Bicaz și Piatra-Neamț, iar orașul din urmă poate fi parțial afectat, în zonele foarte apropiate de râul Bistrița. Se observă și faptul că pe măsură ce timpul trece, dacă măsuri adecvate nu se pot lua pentru remedierea problemelor la baraj, apa va continua să se acumuleze în anumite zone.

Simulările pentru ruperea barajului Poiana Uzului arată potențialul evident de inundare a orașului Dărmănești. Al doilea scenariu – mult mai catastrofal (rupere aproape completă a barajului), arată că există potențial de inundare și a zonelor joase ale orașului Târgu Ocna, la două-trei ore de la ruperea barajului. Principalele probleme însă apar până la confluența râului Uz cu râul Trotuș.

Datorita caracterului sensibil al hartilor si rezultatelor si incertitudinilor de luat in considerare, am ales sa nu prezentam hartile in acest rezumat. Pentru mai multe detalii si informatii, contactati autorul raportului de activitate – Toma-Danila Dragos, toma@infp.ro

Referințe

- Ackerman C. și Brunner G.W. (2011) – Dam failure analysis using HEC-RAS and HEC-GeoRAS. Disponibil la:
www.gcmrc.gov/library/reports/physical/Fine.../11F_Ackerman.pdf
- Domnita M. (2012) – Runoff modeling using GIS. Application in torrential basins in the Apuseni Mountains. Ph.D Thesis, Babes-Bolyai University, Faculty of Geography, Cluj-Napoca, Romania
- Froehlich, D. C., (2008). Embankment Dam Breach Parameters and Their Uncertainties, Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 134, No. 12, May, pp 1708-1720.
- US Army Corps of Engineers. Hydrologic Engineering Center (2014) Using HEC-RAS for Dam Break Studies, TD-39