

PORUŠITVENA POPLAVA V DERNI NA SEVEROVZHODNI OBALI LIBIJE

Mihael Brenčič¹

Povzetek

V noči z 10. na 11. september 2023 se je v mestu Derna na severovzhodu Libije zgodila katastrofalna porušitvena poplava, katere posledice so bile zelo veliko žrtev in razseljenih oseb ter uničenje in poškodovanje številnih stavb ter drugega premičnega in nepremičnega premoženja. Poplava je bila posledica ekstremno visokih padavin, ki jih je povzročil medikan Daniel, in porušitve dveh zemeljskih pregrad v dolini Wadi Derna južno nad mestom. Ta del države leži na območju neprestanih oboroženih in političnih konfliktov, zaradi česar sistemi za vzdrževanje protipoplavnih ukrepov ter alarmiranja, zaščite in reševanja ne delujejo ustrezno. Na podlagi dostopnih znanstvenih in spletnih virov smo rekonstruirali stanje na območju mesta ter doline Wadi Derna pred katastrofo in po njej. Opisali smo značilnosti vremenskega dogodka, sistem obveščanja pred katastrofo, potek poplavnega vala in posledice. V interpretaciji smo se dotaknili vzrokov za nastanek in razvoj katastrofe.

THE FLASH FLOOD IN THE CITY OF DERNIA IN NORTH-EASTERN LIBYA

Abstract

On the night of 10-11 September 2023, a catastrophic flash flood occurred in the city of Derna in north-eastern Libya, resulting in a very high number of casualties, displaced people, destruction, and damage to numerous buildings and other movable and immovable property. The flooding was caused by extremely heavy rains triggered by the Mediterranean cyclone (medicane) Daniel and the collapse of two earthen dams in the Wadi Derna valley south of the city. This part of the country is located in an area of constant armed and political conflict, which has resulted in inadequate flood control, alarm, protection and rescue systems. Based on the available scientific and online sources, the situation in Derna city and the valley area before and after the disaster is reconstructed in this paper. The nature of the weather event, the warning system before the disaster, the course of the flood wave, and the consequences are described. The interpretation touches on the causes of the origin and development of the disaster.

¹ prof. dr., Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, Ljubljana; Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 12, Ljubljana, mihael.brencic@ntf.uni-lj.si

UVOD

Za pomlad in poletje 2023 so bili za širše območje Sredozemlja značilni ekstremni poplavni dogodki, ki so po intenzivnosti padavin in posledičnih visokih pretokih ter pretočnih višinah vodotokov presegali zgodovinsko izmerjene ekstreme. Poplave so se konec pomladi zgodile v Padski nižini in pozneje poleti še večkrat na območju severne Italije, v začetku avgusta so hude poplave doletele osrednjo Slovenijo, katastrofalne poplave pa so bile v začetku septembra še v Španiji, na severovzhodu Grčije, vzhodu Bolgarije in v evropskem delu Turčije. Po vsaki izmed teh poplav je nastala izjemna materialna škoda, ponekod pa so zahtevale tudi človeške žrtve. Med poletnimi poplavami leta 2023 pa po obsegu katastrofe močno izstopa poplavni dogodek na območju mesta Derna na severovzhodu Libije, kjer je umrlo več tisoč ljudi.

Dogodek v mestu Derna se je zgodil 11. septembra 2023 po drugi uri zjutraj, ko je bila večina ljudi doma. Sunkovit poplavni val iz doline Wadi Derna je pred seboj rušil hiše in uničeval drugo infrastrukturo. Katastrofa je pritegnila pozornost številnih mednarodnih medijev, in čeprav v Libiji vladajo nestabilne politične razmere, je na svetovnem spletu na voljo veliko informacij, s katerimi lahko rekonstruiramo dogodek, analiziramo njegove vzroke ter posledice. S strokovno-znanstvenega vidika je dogodek »zanimiv«, ker meče luč na delovanje protipoplavnih ukrepov v nestabilnih družbenih in političnih razmerah, v katerih sistemi za zaščito in reševanje ter drugi kratkoročni in dolgoročni ukrepi za zaščito pred poplavami ne delujejo skladno s predvidevanji iz časa, ko so bili ukrepi načrtovani ter izvedeni.

Namen članka je strokovno javnost seznaniti s potekom katastrofalnega dogodka porušitvene poplave v Derna na severovzhodu Libije. Pregled in analizo poplavnega dogodka smo opravili na podlagi skrbnega pregleda številnih medijskih objav. Oprli smo se na skopo znanstveno literaturo o mestu in okolici. Pri analizi smo sledili virom, ki smo jih opredelili kot kredibilne in ki pri navajanju podatkov tudi sami poudarjajo skrb za objektivnost podatkov (npr. BBC-jeva rubrika Verify). Oprli smo se tudi na nekatere strokovne spletne vire (npr. Ameriško geofizikalno združenje (angl. American Geophysical Union – AGU)). Navedbe in podatke smo navzkrižno in kritično preverjali tako, da smo podatke presojali s strokovnega in znanstvenega vidika. Zaradi velikega števila spletnih virov teh nismo navajali, omenili smo le izhodiščne spletne strani, v seznamu literature pa smo navedli le znanstveno literaturo. Analiza medijskih objav ne more biti nadomestilo za skrbne terenske analize in povratno modeliranje dogodka na podlagi terensko pridobljenih podatkov. Zaradi nestabilnih političnih razmer te analize verjetno ne bodo nikoli narejene v celoti, strokovnjaki se jih bodo verjetno lotili predvsem z metodami daljinskega zaznavanja ter numeričnega modeliranja.

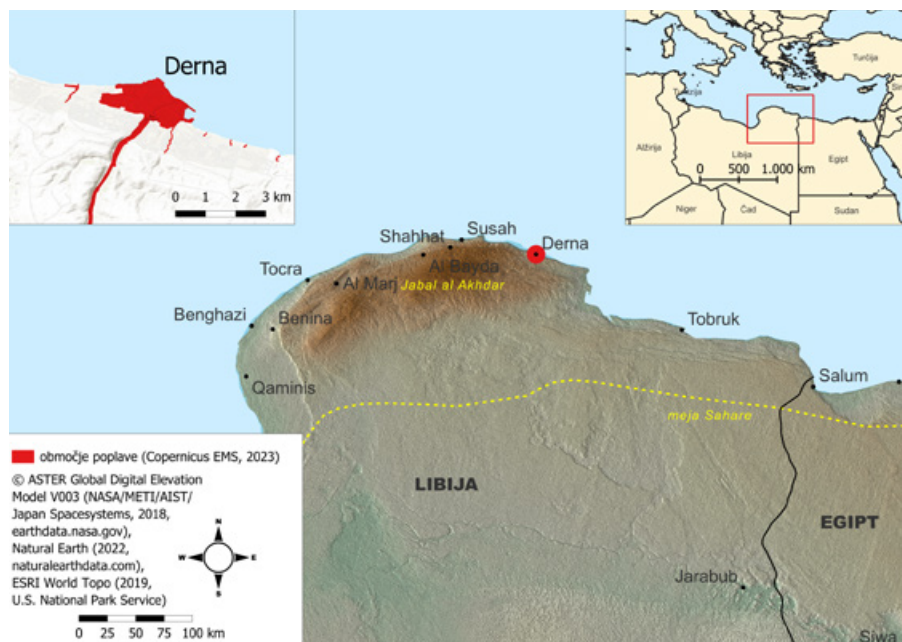
GEOGRAFSKE IN DRUŽBENE RAZMERE

Umestitev v prostor

Mesto Derna ali Dernah leži na severovzhodni obali Libije in je od zahodne meje z Egiptom oddaljeno okoli 300 km (slika 1). Leži ob vznožju terasastega

gorovja Jabel El Akhdar (Zeleno gorovje), ki se v obliki izoliranega polotoka razteza v Sredozemsko morje. Na vzhodu ga omejuje zaliv Sirta, na zahodu pa zaliv Bumbah, zaradi česar so na tem območju nekoliko drugačne ekološke in geografske razmere (Gimingham in Walton, 1954). Severna pobočja gorovja tvorijo tri terase, ki so med seboj ločene s strmimi klifi, ki tečejo vzporedno z morskobalo (Abousaif in sod., 2022). Od morske ravnice na severu se pobočje postopoma vzpenja proti jugu, maksimalna nadmorska višina na tem območju pa je 881 m (Abu-Aziza in sod., 2017). Večji del masiva sestavljajo apnenci od zgornje krede do eocena. Eocenski apnenci tvorijo formacijo Derna. V njih so razviti kraški pojavi; znani so tudi vhodi v posamezne kraške jame in površinske oblike, značilne za kras (Abousaif in sod., 2022). Zaledni del območja tvori planoto, ki se postopoma nadaljuje v Libijsko puščavo. Gorovje seka več globokih in ozkih suhih puščavskih dolin, v katerih občasno teče voda. Te doline v geomorfologiji imenujemo vadi, njihov razvoj pa je odvisen od tektonike (El Osta in Masoud, 2015; Abousaif in sod., 2022).

Mesto Derna se je razvilo na rečnem vršaju na iztočku reke Wadi Derna v Sredozemsko morje (slika 2). Sprva je v srednjeveškem mestu zahodno od izliva živel nekaj sto prebivalcev, nato pa je mesto po osamosvojitvi izpod angleškega protektorata, predvsem pa z odkritjem naftnih polj, doživelo populacijsko rast (Kezeiri, 1982). Mesto se je razširilo na vzhod, z razpadom državne regulacije pa tudi v ustje reke Wadi Derna. Ocene o številu prebivalcev mesta so nenatančne in se večinoma gibljejo od 90.000 do 120.000. Oceno pravega števila prebivalstva otežuje



Slika 1: Geografski položaj mesta Derna na severovzhodu Libije (kartografija: I. Vidmar)
 Figure 1: Geographical position of Derna city in the north-east of Libya (Cartography: I. Vidmar)



Slika 2: Mesto Derna pred poplavnim dogodkom, slikano z juga proti severu, z označeno regulirano strugo vodotoka (vir: Wikipedia Commons)

Figure 2: Derna city before the flood event – from south to north with marked stream bed (Source: Wikipedia Commons)

tudi prisotnost migrantov. To so sezonski delavci iz južnejših držav Afrike in Egipta, veliko migrantov pa to območje uporablja tudi kot izhodišče za pot v Evropo.

Družbenopolitične razmere

Nastanek poplavne katastrofe in razvoj poznejše humanitarne krize je tesno povezan z družbenopolitičnimi razmerami v državi. Brez njihovega poznavanja ni mogoče razumeti, zakaj se je dogodek zgodil. Mesto Derna leži na območju nekdanje antične Kirenaike, ki je v starih antičnih civilizacijah Grčije in Rima veljala za bogato ter razvito območje. V bližini tega območja je bilo nekoč veliko in cvetoče mesto Apolonija, danes pa je tam Marsa Susa (Gray, 1924). Pozneje so na to območje vpadli barbari, na primer Vandali, v srednjem veku pa so območje prevzeli Osmani in mu vladali vse do italijanske okupacije leta 1911 (Gray, 1924). Ta je trajala vse do kapitulacije Italije leta 1943. Med drugo svetovno vojno je bilo območje podvrženo spopadom med zavezniškimi silami in Nemčijo. V letih 1945–1951 pa je bilo območje pod angleškim protektoratom. Kmalu po vzpostavitvi države leta 1951 so bile odkrite velike zaloge nafte in plina, kar je omogočilo veliko blagostanje ter relativno hiter napredek.

Leta 1969 je oblast z državnim udarom prevzel polkovnik Gadafi, ki je ustanovil Libijsko socialistično ljudsko arabsko džamahirijo. Leta 2011 se je s pomočjo zahodnih sil zgodil upor, Gadafija pa so uporniki ubili. Po krajšem premirju so se leta 2014 razplamteli spopadi in država je razpadla na dve administraciji, na zahodno in vzhodno polovico, del ozemlja na jugu pa na območju naftnih polj še vedno kontrolirajo različne oborožene skupine. Leta 2020 je

bilo predpisano premirje, naslednje leto pa so bile izvedene volitve, ki so propadle. Napetosti med obema stranema se nadaljujejo. Zahodno vlado, ki jo priznava mednarodna skupnost, vodi Abdul Hamid Dbeibeh v Tripolisu, vzhodno vlado pa nekdanji Gadafijev general Khalifa Haftar, ki deluje pod ruskim in egiptovskim vplivom (Malsin in sod., 2023a) v Tobruku. Po nekaterih informacijah naj bi na tem območju delovale tudi sile ruske najemniške vojske Wagner.

Mesto Derna je pod jurisdikcijo Vlade narodne stabilnosti s sedežem v Tobruku, ki je največje libijsko mesto na vzhodni obali. V letih 2014–2018 je bilo pod neposredno oblastjo frakcij Islamske države, nato pa so ga zavzele enote Libijske nacionalne armade, ki tudi zdaj obvladujejo to območje. Na širšem območju Derne so v libijski državljanski vojni potekali najintenzivnejši oboroženi spopadi. V okolici mesta so še danes obsežna minska polja, kar je po katastrofalni poplavi še dodatno otežilo razmere.

HIDROLOŠKE IN HIDROTEHNIČNE RAZMERE NA OBMOČJU

Podnebje

Podnebje območja opredelimo kot aridno do semi-aridno. Padavine imajo sredozemske značilnosti, so izrazito sezonske, njihova količina pa je zelo nenakomerna, v višjih predelih gorovja se lahko kratak čas zadržuje tudi sneg (Gimingham in Walton, 1954). Temperature so najnižje januarja in februarja, najvišje pa avgusta. Na širšem območju se letne padavine gibljejo od 280 do 500 mm (El Osta in Masoud, 2015). Na območju mesta Derna znašajo za obdobje med letoma 1960 in 2000 povprečne letne

padavine 267 mm, na najvišji dežemerni postaji Al-Abraq v porečju Wadi Derna, ki je na nadmorski višini 701 m, pa 388 mm (Ashoor, 2022). Dež se pojavlja od oktobra do marca, v preostalem delu leta pa je praviloma prisotna skoraj popolna suša. Na vsakih tri do pet let se lahko pojavijo izjemni padavinski dogodki (Abu-Aziza, 2017). Pri navajanju podnebnih podatkov se je treba zavedati, da so meritve pogosto nezanesljive in da so prisotne daljše prekinitve v podatkovnih nizih (El Osta in Masoud, 2015; Ashoor, 2022), kar povečuje negotovosti ocen ter napovedi.

Hidrologija

Povodje Wadi Derne je veliko 332 km², nadmorske višine v njem se raztezajo od 0 do 385 mm, povprečna nadmorska višina pa znaša 271 m (slika 3). Glavni rečni tok je dolg 25 km, skupna dolžina vseh stranskih rokavov pa je 944 km (El Osta in Masoud, 2015).



Slika 3: Satelitska slika širšega območja mesta Derna pred poplavo – posnetek 25. avgusta 2023 (vir: NASA Earth Observatory)

Figure 3: Satellite image of the wider Derna area before the flood event – image taken on 25 August 2023 (Source: NASA Earth Observatory)

V zgornjem toku se Wadi Derna napaja iz dveh močnejših kraških izvirov, prisotnih pa naj bi bilo tudi več drugih manjših izvirov. Večji del vode na tem odseku ponikne ali se infiltrira skozi sedimente na dnu struge (El Osta in Masoud, 2015). V delu doline je površinski tok vode skoraj stalen, zato velja za enega bolj vodnatih vodotokov na temu območju (Gray, 1924). Ocenjen povprečni letni odtok znaša 138,5 milijona m³ (Ashoor, 2022), kar ustreza povprečnemu letnemu prostorninskemu pretoku 4,4 m³/s. Po ocenah El Oste in Masouda (2015) znaša prostornina odtoka poplavnega vala s povratno dobo pet let 9,1 milijona m³, s povratno dobo 100 let pa 39,7 milijona m³.

Pretekli ekstremni hidrološki dogodki

Ekstremni poplavni dogodki v obliki hudourniških poplavnih voda so za Wadi Derno poznani tudi iz preteklosti, vendar o tistih pred drugo svetovno vojno ni dostopnih in zanesljivih podatkov (Ashoor, 2022). Prva dokumentirana katastrofalna poplava se je zgodila oktobra 1942, ko je veliko žrtev utrpela nemška vojska, ki je taborila ob iztoku doline. Druga katastrofalna poplava se je zgodila oktobra 1959. Takrat je v mestu Derna padlo 146 mm padavin, voda pa je zalila velik del mesta. Poplave so zahtevale človeške žrtve, nastala pa je tudi visoka materialna škoda. Huda poplava se je zgodila še novembra 1968. Ekstremni poplavni dogodki so nastopili tudi po gradnji pregrad, ki pa so te poplave zdržale. Ti dogodki so potekali novembra 1986, ko je znašala prostornina odtoka poplavnega vala 13 milijonov m³, in septembra 2011, ko je poplavni val dosegel prostornino odtoka 15 milijonov m³, kar je takrat predstavljalo 40 odstotkov celotnega letnega odtoka. To kaže na to, da se pri takih dogodkih nenadoma in zelo hitro sprostijo velike količine vode (Ashoor, 2022). Če izhajamo iz teh podatkov, lahko ocenimo, da je povprečna povratna doba opisanih dogodkov z večjimi prostorninami odtoka 18 let. To je za take dogodke relativno kratka povratna doba. Poplavne prostornine vseh predhodno navedenih dogodkov so manjše od ocene poplave s povratno dobo 100 let, kot jo navaja literatura (El Osta in Masoud, 2015).

Hidrotehnična infrastruktura

Po vzpostavitvi samostojne Libije se je postopoma začela razvijati tudi komunalna infrastruktura. V večini mest na severovzhodu države, tudi v Derna, so dobili osnovno komunalno infrastrukturo v 60. in 70. letih prejšnjega stoletja (Newbery in Siva Subramaniam, 1978). Zaradi velikih notranjih migracijskih tokov prebivalstva in nestalnega kmetijstva se je centralna vlada v 70. letih odločila, da vpelje namakanje ter hkrati izboljša protipoplavno zaščito mesta. Zato so vzpostavili obsežen vodnogospodarski projekt »Derna-Tobruk« (Kezeiri, 1982). Ker je območje zaradi prisotnosti krasa in velikega vršaja Wadi Derne v morje relativno bogato s podzemno vodo, so na območju vzhodno od mesta vzpostavili 270 kmetijskih gospodarstev, na katerih so poljščine namakali s podzemno vodo (Kezeiri, 1982). Podzemna voda je zajeta tudi za oskrbo mesta s pitno vodo (Newbery in Siva Subramaniam, 1978). V poznejših letih pa so poleg javnih zgradili tudi individualne vodnjake za samooskrbo.

Del omenjenega projekta je bila tudi gradnja dveh večnamenskih pregrad nad mestom. Zgradili so dve zemeljski težnostni pregradi, hkrati pa so zgradili še spremljevalno infrastrukturo, kot so ceste in namakalni sistemi. Pregradi je zgradilo jugoslovansko podjetje Hidrotehnika (Ashoor, 2022), ki še danes deluje v Srbiji pod imenom Hidrotehnika - Hidroenergetika (Đorđević, 2016) in ima na svojem spletnem portalu obe pregradi še vedno vpisani kot svojo referenco. V letih 1970–1972 je podjetje Hidroprojekt, prav tako iz Srbije, najprej pripravilo hidrološko študijo območja in na podlagi tega gradbeni projekt. Gradnja pregrad se je začela leta 1973, dokončani pa sta bili leta 1977 (Ashoor, 2022).

Obe pregradi sta zemeljski težnostni pregradi s kompaktnim glinenim jedrom in jaškastim tipom varnostnega preliva. Prva pregrada, ki leži južno (slika 4) in tik nad mestom, je bila namenjena neposrednemu zadrževanju poplavne vode ter posledično neposredni poplavni varnosti mesta. Spodnja pregrada, imenovana Al-Bilad, je bila visoka 45 m, dolžina krone pa je znašala 130 m. Osnova pregrade je bila široka 56 m, celotna prostornina pregrade je znašala 104.000 m³, učinkovita prostornina akumulacije pa 1,5 milijona m³ vode (slika 4). Vzvodno ležeča pregrada, imenovana Bu Mansur, leži 10 km v gorvodni smeri od nizvodno ležeče pregrade Al-Bilad. Ta pregrada je bila večja od prve in je bila pod sotočjem glavne struge in stranskega pritoka. Višina te pregrade je znašala 75 m, dolžina krone 300 m in širina v osnovi 104 m. Skupno je bilo nasutega 735.000 m³ materiala, učinkovita prostornina akumulacije pa je znašala 18 milijonov m³ vode (slika 5). Skupna zadrževalna sposobnost obeh akumulacij je tako znašala nekaj manj kot 20 milijonov m³ vode. Vprašanje je, ali



Slika 4: Spodnja južna pregrada Al-Bilad pred porušitvijo (vir: Google Earth)

Figure 4: Lower – northern Al-Bilad dam before its collapse (Source: Google Earth)



Slika 5: Zgornja severna pregrada Bu Mansur pred porušitvijo (vir: Google Earth)

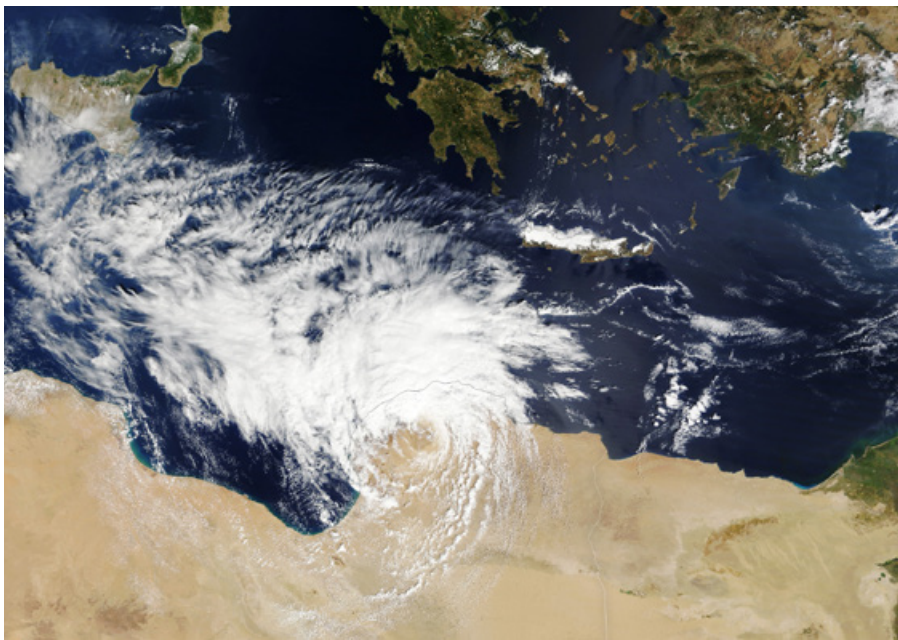
Figure 5: Upper – southern Bu Mansur dam before its collapse (Source: Google Earth)

so bile pregrade pravilno dimenzionirane, po mnenju Ashoora (2022) bi bilo namreč treba narediti ponovno preverbo prostornin akumulacij.

POTEK POPLAVNEGA DOGODKA

Vremenski dogodek

Na severovzhodni obali Libije se je kot posledica nevihte Daniel (slika 6) zgodil izreden padavinski dogodek. Nevihta je nastala nad območjem osrednje Grčije, kjer je prav tako povzročila rekordne intenzivnosti in višine padavin ter katastrofalne poplave. Iz Grčije se je nevihta premaknila proti jugu in dosegla severno obalo Afrike v noči z nedelje, 10. septembra, na ponedeljek, 11. septembra. Padavinski dogodek je na območju Libije dosegel vrh že prvi dan. Pihali so vetrovi s hitrostjo od 70 do 80 km/h. Ta vremenski dogodek se uvršča v kategorijo neviht, ki jih meteorologi imenujejo medikan (Lagouvardos in sod., 2022). To je zloženka iz besed Mediteran in hurikan. Ti vremenski dogodki razvijejo značilnosti, podobne tropskim nevihtam. Po svoji naravi so podobni hurikanom, ker pa v primerjavi s tropskimi vremenskimi pojavi nimajo na razpolago dovolj prostora in visokih temperatur morja, je njihov obseg manjši.



Slika 6: Medikan Daniel nad Libijo 10. septembra 2023 (vir: NASA Earth Observatory)

Figure 6: Storm – medican Daniel above Libya on 10 September 2023 (Source: NASA Earth Observatory)

Vlažna zračna masa, ki je prišla s severovzhoda, je naletela na gorsko pregrado Zelenega gorovja, posledica česar so bile še intenzivnejše padavine. Po razpoložljivih podatkih naj bi v noči z 10. na 11. september na območju Derne padlo od 140 do 150 mm padavin, podobno kot ob dogodku leta 1959.

Obveščanje

Veliko ugibanj in nasprotujočih si izjav se je pojavilo ob vprašanju, zakaj ljudje o prihajajoči nevarnosti niso bili obveščeni ter zakaj ni bilo pravočasne evakuacije. Pri sodobnih sistemih opozarjanja in splošnem dostopu do svetovnega spleta bi lahko pričakovali, da se bodo ljudje pravočasno umaknili na varno. Grška meteorološka služba, na območju katere je nevihta Daniel nastala, je nekaj dni pred dogodkom opozorila libijsko meteorološko službo, da se bo nevihta premaknila proti jugu. Libijska služba trdi, da je na to državne oblasti opozorila že 72 ur pred dogodkom. Po nekaterih informacijah naj bi pozno popoldne 10. septembra po Facebooku župan mesta Abdul Moneem Al-Ghathi prebivalce obvestil, naj se umaknejo na varno, vendar pa je proti večeru general Haftar, ki vodi vzhodnolibijsko vlado, ljudi obvestil, naj ostanejo doma (Malsin in sod., 2023a). Po drugih informacijah naj bi posamezni vojaški oddelki pred poplavnim dogodkom hodili od hiše do hiše in zahtevali, naj ljudje zapustijo domove, vendar so ti to zavračali. Pristojne oblasti se branijo, da je vzrok za nesrečo izjemen in nepričakovan naravni dogodek, ki ga ni bilo mogoče predvideti, ter da poplava ni posledica nevezdrževanja pregrad.

Potek poplave

Na podlagi dostopnih podatkov in vizualnega gradiva lahko ugotovimo, kaj se je med poplavnim dogodkom dogajalo. Prelitje pregrad se je zgodilo zjutraj 11. septembra, malo pred 2.30. Zgornja pregrada je popustila, ker jo je poplavna voda prelila. Na posnetkih so vidni sledovi prelitja. Ta voda je nato postopoma, vendar relativno hitro, erodirala osrednji del pregrade. Na posnetkih je lepo vidno ohranjeno tesnilno glineno jedro, ki ga voda ni v celoti odnesla. Poplavna voda je nato odtekala po strugi navzdol do spodnje pregrade, ker pa je kapaciteta zadrževalnika manjša, jo je poplavna voda hitro prelila in nato odtekala navzdol po rečni dolini ter skozi mesto. V naslednji fazi se je nenadoma porušila spodnja pregrada in nastal je udarni porušitveni val, ki je povzročil največjo škodo ter terjal smrtne žrtve. Po ostankih sodeč bi lahko sklepali, da se je spodnja pregrada porušila nenadoma, vendar šele po tem, ko je bila že nekoliko načeta. Na njej je odneslo tudi jaškasti preliv (slika 7).

Mesto je bilo verjetno poplavljenno z dvema zaporednima poplavnima valovoma, s prvim, ki je bil relativno počasen, in drugim, ki je bil hiter in je imel strmo čelo. S posnetkov nadzornih kamer izhaja, da se je poplavna voda sprva relativno počasi razlivala, v nadaljevanju pa se je zgodil hiter dvig gladine. To nakazujejo tudi številne žrtve, ki jih je odplavilo v morje. Prvi poplavni val je zalil hiše, zato so se ljudje začeli umikati iz njih. Nato pa jih je drugi val, ki je bil mnogo višji in močnejši, dosegel na ulicah ter jih odplaknil v morje.



Slika 7: Ostanke severnega jezusa Bu Mansur po porušitvi (vir: zajem zaslona)

Figure 7: Remains of the northern Bu Mansur dam after the collapse (Source: screen capture)

Podrobnega poteka poplavnega vala ne poznamo. Če bi se spodnja pregrada porušila v trenutku, bi začetna višina porušitvenega vala znašala 45 m, za kar pa ni dokazov. Sledovi pod pregrado kažejo, da je začetna višina porušitvenega vala segala do višine 20 m, nato pa se je vzdolž toka proti morju čelo porušitvenega vala sploščilo zaradi razlivanja. Očividci poročajo, da je znašala višina porušitvenega vala 7 m, drugi poročajo o višini vode do 3 m, vendar so te višine odvisne od tega, kje so bili ljudje glede na matico porušitvenega vala. Na razlivanje porušitvenega vala so zelo vplivale matična oblika struge in krivine, to je tudi razlog, zakaj so bili nekateri bregovi bolj poplavljeni od drugih. K dinamiki porušitvenega vala je verjetno deloma prispevala tudi visoka in zelo valovita gladina morja.

Posledice

Začetne ocene števila žrtev so se zelo razlikovale med seboj. Mednarodne humanitarne organizacije so se celo sprle in se medsebojno obtoževale o pravilni oceni števila žrtev. Nekaj dni po dogodku je ocena števila žrtev iz dneva v dan naraščala, nato pa se je številka ustalila in zmanjšala. Čeprav natančnih števil zaradi negotovih političnih razmer verjetno ne bomo nikoli poznali ali pa se bodo te v prihodnosti še spreminjale, so za zdaj najzanesljivejše ocene Urada Združenih narodov za usklajevanje v humanitarnih dejavnosti (angl. United Nations Office for

the Coordination of Humanitarian Affairs – OCHA). V začetku oktobra 2023 je bilo ocenjeno, da je na območju Derne zaradi poplavnega dogodka življenje izgubilo 4333 ljudi, okoli 8500 ljudi naj bi bilo še pogrešanih. Velik del žrtev, po nekaterih ocenah do deset odstotkov, predstavljajo begunci iz Sudana. Celoten nevihtni dogodek je na širšem območju povzročil razselitev okoli 42.000 ljudi, izmed teh 16.800 v mestu Derna. Šokantno je sporočilo Svetovne zdravstvene organizacije (angl. World Health Organization – WHO), da je med katastrofo in reševanjem izgubil življenje 101 zdravstveni delavec.

V mestu Derna je bilo uničenih 876 stavb, poškodovanih pa jih je bilo 3100 (slika 8). Zaradi poplave so bili kontaminirani vodni viri, z območja so poročali o številnih primerih diareje. Ker je oskrba s pitno vodo temeljila predvsem na črpanju podzemne vode, je bila velika večina vodnjakov uničenih, bodisi so bili zasuti s sedimenti bodisi so skozi ustja vodnjakov drobnozrnati sedimenti vdrli v njihovo notranjost. Že pred katastrofo zmogljivosti lokalnih bolnic niso zadostovale potrebam prebivalcev, po poplavah pa je bilo uničenih okoli 60 odstotkov zdravstvenih zmogljivosti.

Nekaj dni po dogodku so se v mestu začeli nemiri. V noči z 18. na 19. september 2023 so protestniki napadli in zažgali hišo župana Derne. Nekaj dni po dogodku je general Haftar v mesto napotil brigado Tariq bin Ziyad pod vodstvom sina Saddama Haftarja, ki je zaprla vse dostope v mesto (Malsin in sod., 2023b). Oblasti so zahtevale, da mesto zapustijo vsi tuji novinarji, za humanitarne delavce pa so vzpostavili sistem posebnih dovolilnic. Nekaterim mednarodnim humanitarnim organizacijam je bilo onemogočeno delo. Še nekoliko pozneje je general Haftar



Slika 8: Satelitska slika širšega območja mesta Derna po poplavi – 18. september 2023 (vir: NASA Earth Observatory)

Figure 8: Satellite image of the wider Derna city area after the flood – 18 September 2023 (Source: NASA Earth Observatory)

odstavil župana in celoten mestni svet ter jih obdolžil povzročitve splošne nevarnosti.

Interpretacija in analiza

Razpoložljivi podatki kažejo, da je bila prostornina odtoka poplavnega vala najverjetneje podobna tisti iz leta 1959, torej je šlo za dogodek, ki bi moral biti v okviru analiz povratnih dob, na podlagi katerih temeljijo načrtovanja zemeljskih pregrad, pričakovan.

Zlasti avtorji, ki so se ukvarjali z botaniko območja, poročajo (Gimingham in Walton, 1954; Abu-Aziza, 2017), da se je na območju povodja Wadi Derne v preteklosti nedopustno redčila vegetacija. Iz prvotnega mediteranskega gozdnega pokrova z relativno veliko sposobnostjo zadrževanja vode se je pokrajina zaradi pretirane paše spremenila v pokrajino, zarastlo z drobnim grmičevjem z nizko kapaciteto zadrževanja vode. Zaradi posledic zmanjševanja gozdne odeje se je močno povečal transport sedimenta, ki ga je voda transportirala v struge v obliki rinjenih plavin, kot posledica tega pa se je zlasti na območju zgornje akumulacije močno zmanjšala njena zadrževalna sposobnost. Na to so opozarjale tudi predhodne hidrološke študije (El Osta in Masoud, 2015; Ashoor, 2022).

Zadnje vzdrževanje pregrad naj bi bilo izvedeno po poplavi leta 2011, nato pa nič več (Ashoor, 2022). Poročil o odstranjevanju sedimenta v akumulacijah ni. V letih 2014–2018 je območje pregrad ležalo na območju oboroženih spopadov med različnimi vojaškimi skupinami. Po pričevanju očividcev je pred glavnim poplavnim valom močno počilo, kar naj bi se slišalo kot eksplozija. To je za porušitev zemeljskih pregrad nekoliko nenavadno, saj se te praviloma ne porušijo v trenutku, temveč jih voda, ki jih je prelila, postopoma erodira. Zaradi še vedno konfliktnih razmer na območju na nekaterih spletnih forumih krožijo hipoteze, da je bila spodnja pregrada razstreljena in da naj bi o tem pričali tudi njeni ostanki. Ta razlaga je malo verjetna. Posnetki, ki so na voljo, niso dovolj jasni, da bi omogočali kakršno koli sklepanje. Okoliški prebivalci so poročali, da so se na obeh pregradah pred dvema letoma pojavile vidne poškodbe telesa pregrade. Arhivske fotografije, ki so na voljo, kažejo, da so bila pobočja zgornje pregrade na vodni strani zaraščena. Ashoor (2022) je opozoril, da se bo ob novem velikem poplavnem dogodku zaradi nevzdrževanja pregrad in zmanjševanja zadrževalne sposobnosti akumulacij zgodila katastrofa ter da se bosta porušili obe pregradi.

Katastrofa je tudi posledica urbanizacije rečne struge. Ashoor (2022) je opozarjal, da je to nedopustno. S satelitskih posnetkov je razvidno, da je bila na nekaterih mestih struga poseljena z manjšimi naselji. Na območju vršaja, pred izlivom v morje, je bila glavna rečna struga tudi močno zožena, v vzdolžnem poteku pa ni bila izravnana. Nekaterne stavbe so bile zgrajene neposredno na bregovih regulirane struge.

Poplavna katastrofa, ki se je zgodila v noči z 10. na 11. september 2023 na območju mesta Derna, je posledica spleta nesrečnih okoliščin, vendar bi jo bilo mogoče preprečiti. K preprečitvi in zmanjšanju katastrofe bi gotovo prispevali redno vzdrževanje pregrad ter zaplavne prostornine. Žrtev bi bilo veliko manj, če rečna struga Wadi Derne ne bi bila poseljena in če bi bila regulacija struge ob iztoku v morje ustrezneje izvedena. Človeške žrtve bi bilo mogoče skoraj v celoti preprečiti, če bi bila upoštevana opozorila meteoroloških služb in če bi delovali sistemi, namenjeni obveščanju ter reševanju. Obravnavani dogodek je ilustracija tega, kaj se lahko zgodi, če pri vzdrževanju protipoplavnih ukrepov niso upoštewane projektne predpostavke, na podlagi katerih so bili ti zgrajeni.

V mednarodni znanstveni literaturi že daljši čas potekajo razprave o vlogi vode in vodnih virov v oboroženih konfliktih (Gleick, 1993). Voda je lahko uporabljena kot orožje ali kot posredna pomoč v oboroženem konfliktu, lahko pa gre samo za postransko škodo. Odnos med vodo in političnimi razmerji v nekem prostoru je kompleksen (Schillinger, 2020), zlasti če so razmere nestabilne, kot na primer v Libiji, v razmerah oboroženega konflikta s spremenljivo intenzivnostjo. Na podlagi tega lahko ugotovimo, da sta se v mestu Derna porušitvena poplava in katastrofalna povodenj zgodili predvsem zaradi nestabilnih političnih razmer ter s tem povezanega nedelovanja družbenih sistemov. Voda je, kljub zavedanju, da se lahko zgodi velika katastrofa, postala sredstvo v konfliktu med različnimi stranmi.

SKLEPNE MISLI

V prispevku smo se osredotočili na posledice porušitvene poplave v mestu Derna na severovzhodu Libije. Dogodek, ki se je zgodil v noči z 10. na 11. september, je zahteval več tisoč smrtnih žrtev, zaradi njega pa je svoje domove zapustilo več deset tisoč ljudi. Poškodovanih in povsem uničenih je bilo več tisoč stavb, nastala je tudi izjemna materialna škoda

na premičnem ter nepremičnem premoženju. Pri tem se je treba zavedati, da je bilo zaradi nevihte Daniel prizadeto širše območje Libije, na celotnem območju med Bengazijem na zahodu in Tobrukom na vzhodu, ter da je tudi na tem območju, čeprav skorajda ni bilo smrtnih žrtev, zelo veliko ljudi moralo zapustiti porušene domove.

V mestu Derna se je zaradi porušitve dveh večnamenskih zemeljskih pregrad nad mestom zgodila katastrofalna porušitvena poplava, ki bi jo bilo mogoče v celoti preprečiti, vendar so v tem primeru v

celoti odpovedali vsi sistemi za zgodnje opozarjanje, zaščito in tudi reševanje. Odpoved teh sistemov je posledica neupoštevanja projektnih pogojev, na podlagi katerih so bili protipoplavni ukrepi zgrajeni, odsotnosti kakršnega koli vzdrževanja, predvsem pa neprestanega političnega in oboroženega konflikta med različnimi političnimi dejavniki.

Katastrofa v Derna je ena največjih porušitvenih poplav v zgodovini človeštva. Verjetno vse razsežnosti dogodka ne bodo nikoli povsem znane.

Viri in literatura

1. Abousaif, A., Abuharara, A., Bousayf, A., Atia, M., 2022. Geological and geomorphic assessment of Wadi Al-Battum, Al Jabal Al Akhdar, Libya. *AlQalam Journal of Medical and Applied Sciences*, 1, 177–184. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6386790>.
2. Abu-Aziza, F. B., El-Barasi, Y. M., Rahil, R. O., 2017. Flora, vegetation and human activities of Wadi Derna-El-Jabal. *Control*, 1(1), 1–12. <http://dx.doi.org/10.28915/control.0006.1>.
3. Ashoor, A. A. R., 2022. Estimation of the surface runoff depth of Wadi Derna Basin by integrating the geographic information systems and Soil Conservation Service (SCS-CN) model. *Sebha University Journal of Pure and Applied Sciences*, 21(2), 91–100. <http://dx.doi.org/10.51984/JOPAS.V21I2.2137>.
4. Đorđević, B., 2016. Ponos srpskog hidrotehničkog graditeljstva: »Hidrotehnika – hidroenergetika« a. d. Sedam decenija izvanrednog, dragocenog stvaralaštva. *Vodoprivreda*, 48(279–281), 131–132.
5. El Osta, M. M., Masoud, M. H., 2015. Implementation of a hydrologic model and GIS for estimating wadi runoff in Derna area, Al Jabal Al Akhdar, NE Libya. *Journal of African Earth Sciences*, 107, 36–56. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2015.03.022>.
6. Gimingham, C. H., Walton, K., 1954. Environment and the structure of scrub communities on the limestone plateaux of Northern Cyrenaica. *Journal of Ecology*, 42(2), 505–520.
7. Gleick, P. H., 1993. Water and conflict: Fresh water resources and international security. *International Security*, 18(1), 79–112.
8. Gray, L. H., 1924. Cyrenaica in survey. *Geographical Review*, 14(3), 493–496.
9. Kezeiri, S. K., 1982. A geographical investigation of the Wadi Derna project. *Libyan Studies*, 13, 35–42. <https://doi.org/10.1017/S0263718900007998>.
10. Lagouvardos, K., Karagiannidis, A., Dafis, S., Kalimeris, A., Kotroni, V., 2022. Ianos – A hurricane in the Mediterranean. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 103(6), E1621–E1636. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-20-0274.1>.
11. Malsin, J., Faucon, B., Said, S., 2023a. Libya dams lacked upkeep. *The Wall Street Journal*, 282(64), A16.
12. Malsin, J., Said, S., Faucon, B., Deng, C., 2023b. Libya flooding overwhelms aid workers. *The Wall Street Journal*, 282(66), A7.
13. Newbery, J., Siva Subramaniam, A., 1978. Middle East – Sewerage projects for coastal towns of Libyan Arab Republic. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 11, 101–112. <https://doi.org/10.1144/GSL.QJEG.1978.011.01.1>.
14. Schillinger, J., Özerol, G., Güven-Griemert, S., Heldeweg, M., 2020. Water in war: Understanding the impacts of armed conflict on water resources and their management. *WIREs Water*, 7(6). <https://doi.org/10.1002/wat2.1480>.
15. www.bbc.com
16. www.bbc.com/serbian
17. www.blogs.agu.org/landslideblog/
18. www.yaleclimateconnections.org
19. www.earthobservatory.nasa.gov