

Suša in pomanjkanje vode

Suša in vodna kriza leta 2022

Hidrološke, vremenske in klimatske razmere

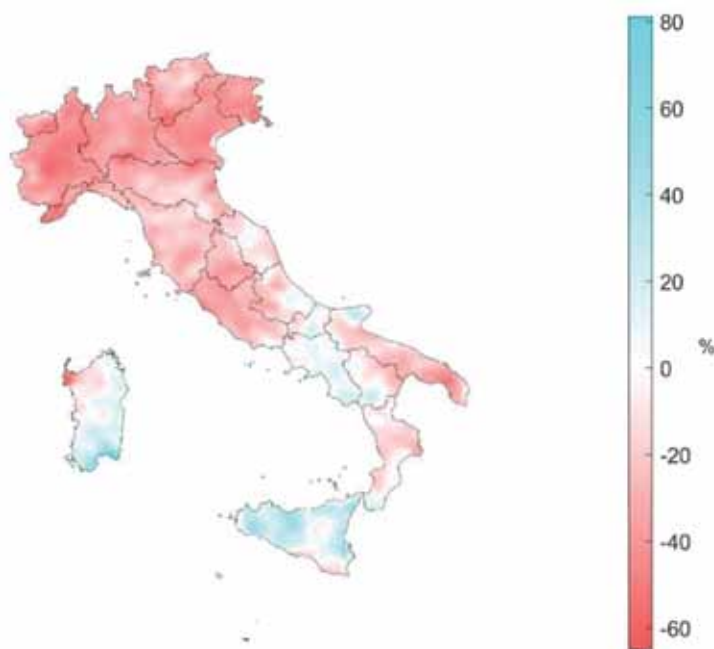
Leta 2022 je Italijo pestila intenzivna in dalj časa trajajoča suša. Prizadela je zlasti osrednji in severni del države, kjer so zabeležili hudo in ekstremno sušo, najhujše razmere pa so bile na severozahodu, kjer je bil primanjkljaj padavin zabeležen že proti koncu leta 2021. V deželi Piemont, eni najbolj prizadetih območij v državi, je bila v letu 2022 v primerjavi z referenčnimi podatki klimatološkega obdobja 1991–2020 količina padavin na deželni ravni manjša za 41 % glede na referenčna povprečja². Stanje se tudi v prvih štirih mesecih leta 2023 ni izboljšalo, saj je znašala količina padavin v Piemontu le polovico povprečja klimatološkega

obdobja. Do sprememb je prišlo šele maja 2023, ko sta obilno deževje in sneg zmanjšala primanjkljaj padavin od začetka koledarskega leta na vrednosti, ki so bile za okoli 7 % nižje od dolgoletnega povprečja.

Analiza padavinskih anomalij za obdobje od septembra 2021 do maja 2022 kaže v primerjavi s povprečnimi vrednostmi 1991–2020 zelo velike mesečne primanjkljaje na celotnem državnem ozemlju. Na severu države je bilo med 40 in 50 % manj padavin, ponekod celo do 60 % manj, med 20 in 30 % manj padavin glede na tridesetletno povprečje je bilo zabeleženo tudi v osrednji Italiji, na območju Apeninov in povodja Tirenskega morja, medtem ko so padavine dosegale povprečne ali nekoliko nadpovprečne vrednosti v deželah na jugu Italije ter na Siciliji in Sardiniji (Slika 1). Sušne razmere so se zavleklye tudi v poletne mesece. Še posebej izrazita je bila sušnost v deželah srednje in severne Italije, razmere so se nekoliko izboljšale šele avgusta 2022.

Ob skromni količini padavin je bila za zimo 2022 v primerjavi z zadnjimi desetletji značilna tudi skromna snežna odeja. Analiza satelitske slike MODIS z dne 20. februarja 2022 kaže, da je bila površina v Alpah, prekrita s snegom, ocenjena na približno 16.000 km², kar je za približno 40 % manj od povprečne površine v letih 2019–2021 (Slika 2).

V pomladnih in poletnih mesecih se je zaradi visokih temperatur, ki so bile znatno višje od referenčnih klimatoloških vrednosti (izračuni kažejo, da je bila povprečna temperatura leta 2022 za 1,23 °C višja v primerjavi s povprečnimi vrednostmi obdobja 1991–2020; izrazite pozitivne temperaturne anomalije med približno +2 °C in +3 °C so bile izmerjene med majem in julijem), že zmanjšana snežna odeja hitro stalila, tako da je bila maja njena ocenjena površina celo manjša od 5.000 km², kar je primerljivo s tipičnim stanjem ob koncu junija oz. julija. Po obdobju taljenja snega, tj. od konca pomladi do začetka poletja, so bili na nekaterih vodotokih izmerjeni viški pretokov, vendar so bili ti le



Slika 1: Kumulativna odstopanja količine padavin od septembra 2021 do maja 2022 glede na povprečje 1991–2020

Vir: Obdelava ISPRA-OPC na podlagi podatkov Mreže funkcionalnih centrov in zgodovinskih povprečij SCIA-ISPRA

1 Izvirni članek: Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (2023). Il Clima in Italia nel 2022: Report di Sistema SNPA, 36, str. 93–101. https://www.snpambiente.it/wp-content/uploads/2023/07/Rapporto_clima_SNPA_2022_14_07_23.pdf

2 ARPA Piemonte, Stalni opazovalni urad rabe vodnih virov na hidrografskem območju reke Pad.



Slika 2: Ocena pokritosti s snegom na satelitski sliki MODIS z 20. februarja 2022

Vir: Obdelava DPC na satelitski sliki MODIS

kratkotrajni, kmalu jim je sledil nizek pretok vode.

Dolgotrajno pomanjkanje padavin je občutno zmanjšalo razpoložljivost vode za polnjenje vodonosnikov, jezer in umetnih zadrževalnikov. Součinkovanje zmanjšane količine padavin in nadpovprečnih temperatur, ki so povečale evapotranspiracijo, je poslabšalo razpoložljivost naravnih vodnih virov, kar je privedlo do težav v vodni oskrbi tako za potrebe gospodinjstev, kmetijstva in industrije kot za same ekosisteme. V Lombardiji so bile vodne zaloge (prostornina vode v velikih alpskih jezerih in umetnih zadrževalnikih ter vodni ekvivalent snega) tako konec poletja 2022 za 58 % nižje v primerjavi z referenčnimi vrednostmi v obdobju 2006–2020.

Tako stanje je bilo posledica dejstva, da je bila sezona 2021–2022 ena najslabših v zadnjih dvajsetih letih z vidika višine snežne odeje, saj so bile izmerjene vrednosti znatno nižje od referenčnih povprečij.³

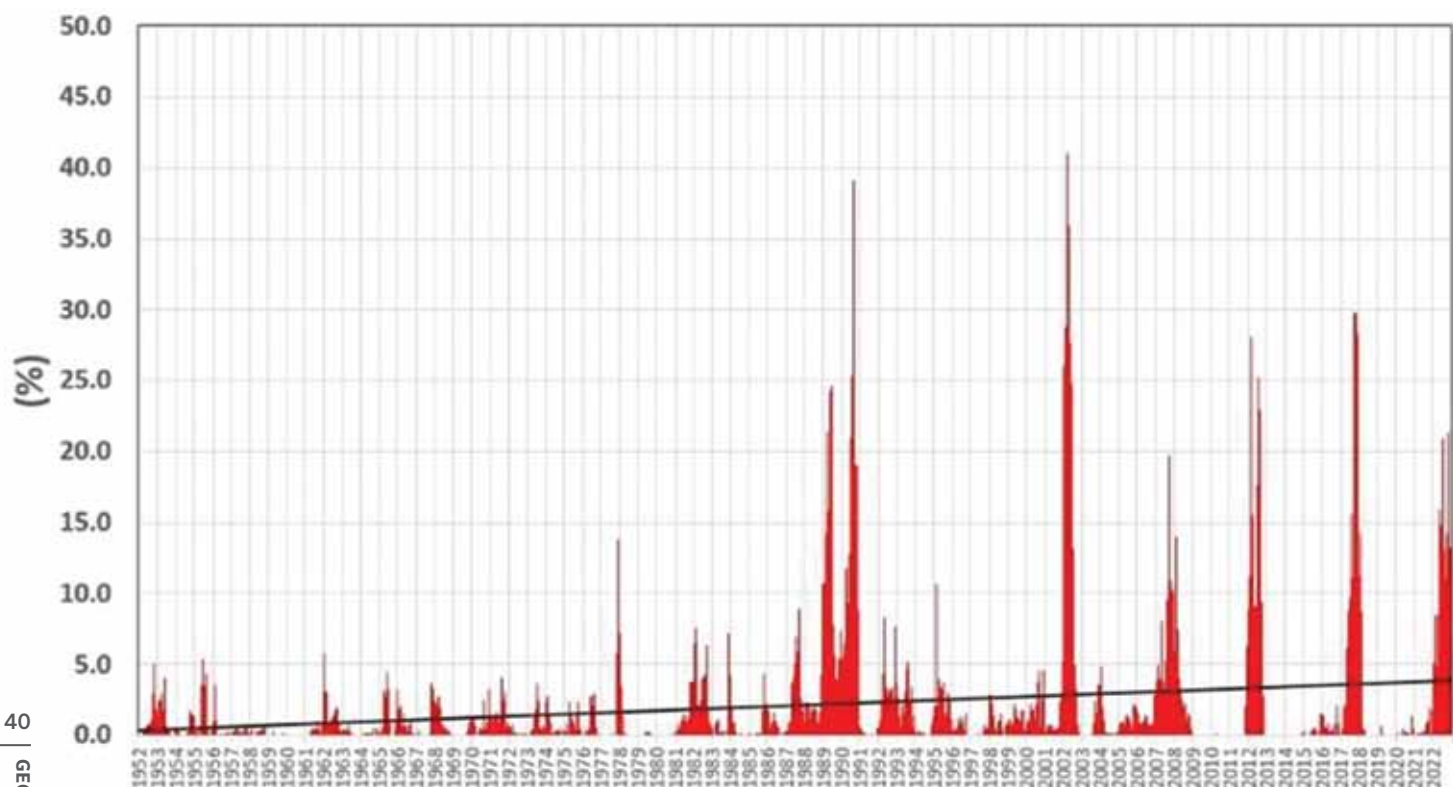
Suša leta 2022 in njeni učinki na vodne vire

Trajanje suše, ki je sama po sebi naravni in začasni meteorološki pojav, značilno zaznamovan z zmanjšanjem padavin glede na klimatološko povprečje na prizadetem območju, je leta 2022 različno vplivalo na okoljske kazalnike in gospodarske dejavnosti. Pomanjkanje vode v tleh je pomemben stresor, ki je vplival na kmetijske rastline v vegetacijskem obdobju. Vodotoki z opazno manjšim dotokom voda zaradi količin dežja in snega, ki so bile bistveno nižje od referenčnih povprečij, so imeli nižje pretoke od srednjih vrednosti, značilnih za opazovano obdobje, v nekaterih odsekih, npr. na območju delte reke Pad, pa so bili celo nižji od tipičnih srednjih vrednosti za sušna obdobja (Q355 – pretok, ki ga preseže 355 dni v letu), kar je povzročilo težave v kmetijstvu in vodni oskrbi prebivalstva, saj se je povečala slanost voda.

Dolgotrajno pomanjkanje padavin, zabeleženo leta 2022 in ki je prizadelo nekatera območja severne Italije še v prvih mesecih leta 2023, je bilo verjetno posledica vpliva podnebnih

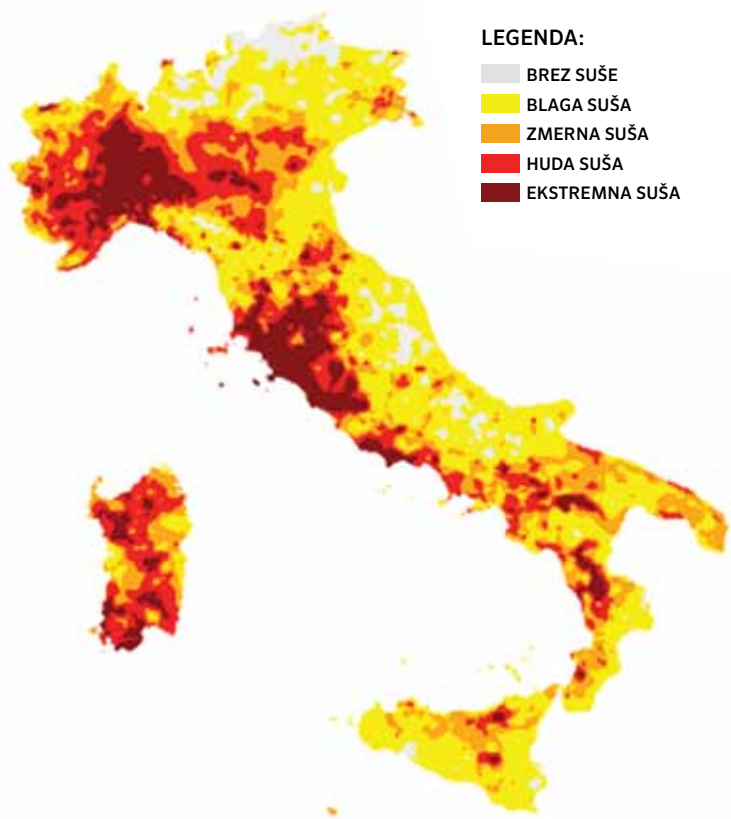
3 ARPA Lombardija, Stalni opazovalni urad za rabo vodnih virov v hidrografskem okrožju reke Pad.

Delež državnega ozemlja s primanjkljajem padavin, opredeljenim z vrednostjo standardiziranega padavinskega indeksa za 12 mesecev (SPI12<-2) (ekstremna suša) (1952–2022)



Italija SO3-1 tveganje za sušo v poročanem obdobju (2016–2019)

IZVIR: ISPRA, 2020. IZOBRAŽILA: A. KURČ, 2023. IZOBRAŽILA: A. KURČ, 2023.



Slika 3: Stanje suše na državni ravni: (a) Delež italijanskega ozemlja z ekstremno sušo in trend od leta 1952 do leta 2022; (b) Kazalnik tveganja za sušo, predstavljen s situacijo najhujše suše, ugotovljene v časovnem obdobju 2016–2019, za vsak kvadrat mreže z 1 km referenčne mreže, poročanje za leto 2023 za udeležanje Konvencije Združenih narodov za boj proti dezertifikaciji – UNCCD.

Vir: Obdelave ISPRA na osnovi SPI za 12 mesecev, izračunanega na podlagi podatkov deželnih hidrometeoroloških uradov in avtonomnih pokrajin ter zgodovinskih podatkov nekdanje Nacionalne hidrografske in oceanografske službe.

sprememb na hidrološki cikel in njegove ekstreme. Analize na evropski ravni so pokazale večjo pogostost suše in njeno intenziteto: glede na intenziteto in trajanje suše⁴ so letne izgube ocenjene na približno 9 milijard evrov za EU in Združeno kraljestvo (Cammalleri idr., 2020); izgube so bile najvišje ocenjene za Španijo (1,5 milijarde evrov na leto), Italijo (1,4 milijarde evrov na leto) in Francijo (1,2 milijarde evrov na leto). Podnebne projekcije predvidevajo, da se bo z globalnim segrevanjem ta situacija, zlasti v Južni in Zahodni Evropi, lahko še poslabšala, kar bo povečalo ekonomske izgube. V luči tega ter trenutnih in morebitnih prihodnjih vplivov podnebnih sprememb se je Evropska komisija odločila izvesti intenzivne in sistematične dejavnosti na področju proučevanja problematike pomanjkanja vode in iskanja rešitev za ublažitev učinkov suše na razpoložljivost in rabo vodnih virov⁵.

Podobne analize so na regionalni in nacionalni ravni opravili tudi v Italiji. Večino so jih izvedli z oceno standardiziranega padavinskega indeksa (SPI, McKee idr., 1993), ki se tako na mednarodni (WMO, 2006, 2009, 2012) kot nacionalni ravni (Mariani idr., 2018) običajno uporablja za kvantifikacijo primanjkljaja ali presežka padavin v določenem časovnem obdobju glede na normalne oziroma pričakovane vrednosti. Pozitivne vrednosti kažejo na presežek padavin, torej na vlažne razmere oziroma stopnjo moče, negativne vrednosti pa na primanjkljaj padavin oziroma na stopnjo intenzitete suše. Za izračun SPI so potrebni zelo dolgi časovni nizi (vsaj 30 let zaporednih podatkov): klimatološki podatki, zbrani v daljšem časovnem obdobju, zagotavljajo večjo statistično zanesljivost kazalnika in s tem manjšo negotovost pri oceni jakosti suše ali presežka vode. Poleg tega normalizacija, kot osnova tega indeksa, omogoča enako predstavitev in prikaz območij z različnimi vrednostmi klimatoloških parametrov na istem zemljevidu.

Dlje trajajoče raziskave ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca

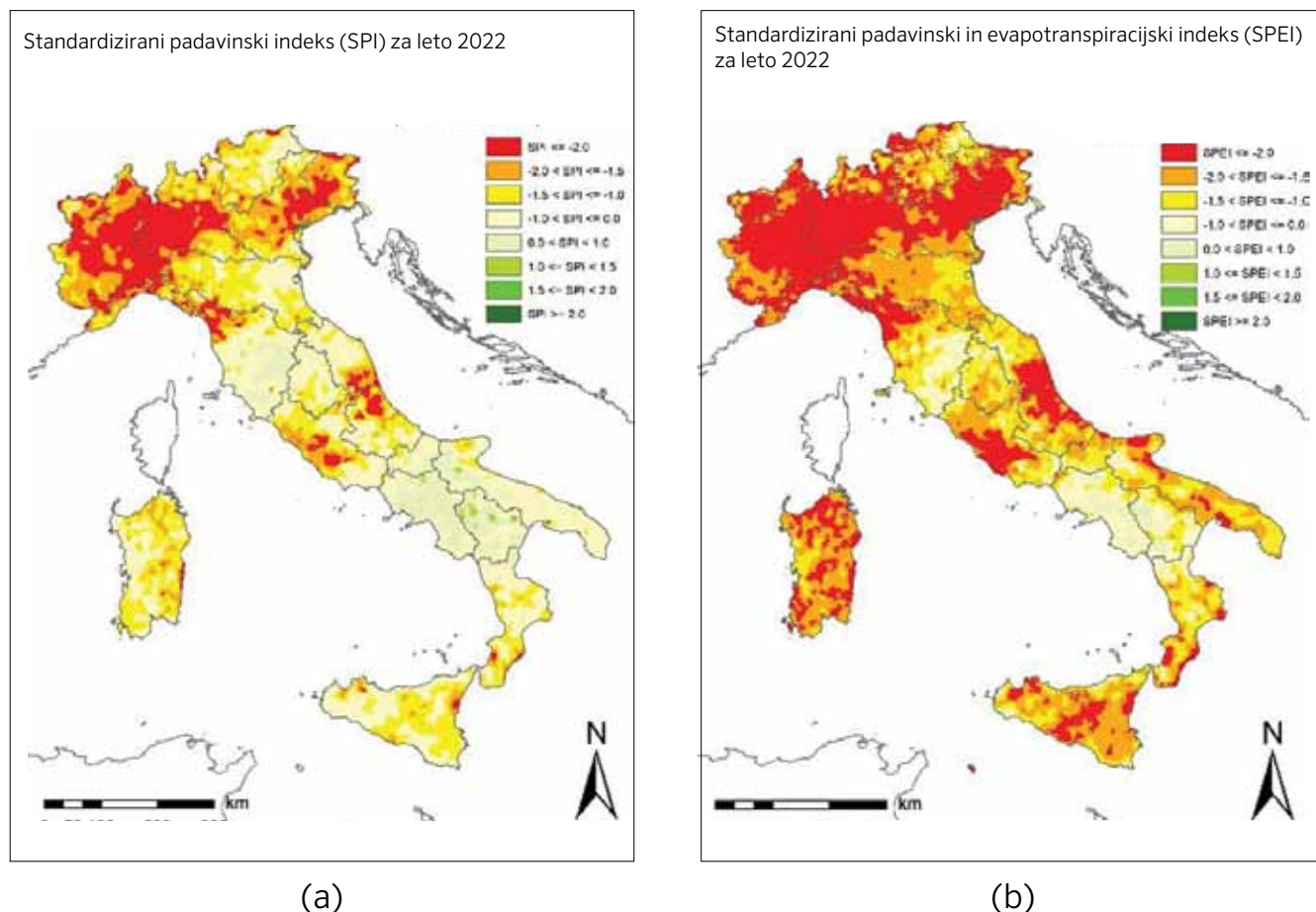
Ambiente), temelječe na uradnih meteoroloških podatkih, kažejo, na nacionalni ravni, na naraščajoči trend in statistično pomembno povečanje območij države, ki so letno izpostavljena ekstremni suši (Slika 3a). Sušno leto 2022 ta trend le še potrjuje. Analiza SPI, izračunanega na letni ravni za vsak mesec leta 2022, kaže, da je julija in novembra približno 21 % državnega ozemlja prizadela ekstremna suša ($SPI \leq -2,0$) (Slika 3a). Analiza je nadalje pokazala, da je bil vse mesece leta 2022, z izjemo septembra, visok delež italijanskega ozemlja, tj. približno med 30 % in 40 %, v istem časovnem obdobju izpostavljen hudi in zmerni suši ($-2,0 < SPI \leq -1,0$). Skupaj je leta 2022 suša prizadela približno 49,2 % državnega ozemlja, obdobjno je bila zabeležena celo na 54–55 % ozemlja. Ekstremni sušni pojavi v Italiji niso novost, je pa zmotno prepričanje, da je suša omejena le na južni del države. V zadnjih letih sta namreč vodna kriza in suša pogosto prizadeli celotno državno ozemlje, od severa do juga (Slika 3b).

Visoke temperature, zabeležene leta 2022, so dodatno poslabšale sušne razmere in razpoložljivost vodnih virov tudi zaradi visoke evapotranspiracije. Da bi upoštevali tudi ta vidik pri oceni suše, je koristno izračunati standardizirani padavinski evapotranspiracijski indeks (SPEI, Vicente-Serrano idr., 2010; Begueria idr., 2014), ki kot relevantno hidrološko spremenljivko upošteva razliko med padavinami in potencialno ali referenčno evapotranspiracijo.

Podrobnejša prostorska analiza suše je ponazorjena na Sliki 4, ki prikazuje karto SPI in SPEI za 12 mesecev leta 2022, ter na Sliki 5, na kateri so karte SPI za 3 mesece, in sicer glede na štiri meteorološke letne čase leta 2022: zima (od decembra 2021 do februarja 2022), pomlad (od marca do maja 2022), poletje (od junija do avgusta 2022), jesen (od septembra do novembra 2022). Vrednosti indeksa suše SPI (Slika 4a) kažejo, da so bila zaradi ekstremne suše ($SPI \leq -2,0$) in hude suše ($-2,0 < SPI \leq -1,5$) najbolj prizadeta hidrografska okrožja reke Pad in vzhodnih Alp v severni Italiji, sledijo jim porečja nekaterih rek v hidrografskih okrožjih severnih in srednjih Apeninov. Zmerna suša ($-1,5 < SPI \leq -1,0$) je prizadela različna območja Italije tako na severu kot na jugu države. Analiza indeksa na letni časovni skali SPEI (Slika 4b) kaže povečanje območij, prizadetih zaradi različno intenzivne suše, od zmerne do ekstremne, zaradi povečane evapotranspiracije. Na sezonski ravni karte SPI kažejo na eni strani vztrajanje ekstremne in hude suše v severni Italiji v letu

4 Posledice suše na ekosisteme običajno niso finančno vrednotene, zato se ne upoštevajo pri ocenah izgub.

5 Glede na naraščajoči vpliv suše na vseevropski ravni je Evropska komisija začela intenzivno delovati na področju raziskav in politike z namenom blažitve njenih posledic, in sicer z ustanovitvijo delovne skupine za pomanjkanje vode in suše znotraj programiranja 2022–2024 Skupne izvedbene strategije za izvajanje Okvirne direktive o vodah in povezanih direktiv. Cilj Komisije je doseči boljše razumevanje vplivov in tveganj suše ter pomanjkanja vode v Evropi ter boljše ozaveščenost o naraščajočem tveganju za suše zaradi podnebnih sprememb, tudi z izmenjavo dobrih praks med državami članicami in usklajevanjem pri upravljanju izrednih razmer.



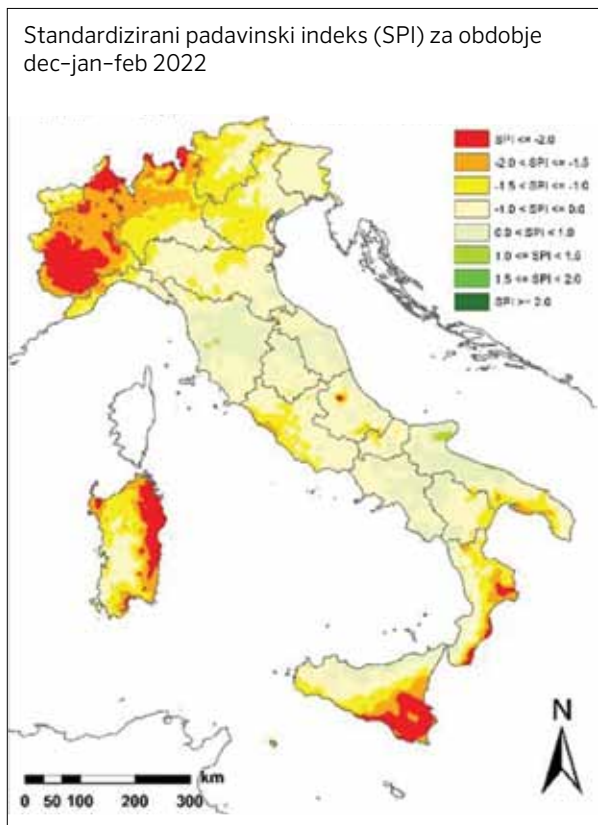
Slika 4: Kazalniki suše za 12 mesecev do decembra 2022, z referenčnim obdobjem 1952–2022: (a) SPI; (b) SPEI
 Vir: Obdelava ISPRA na podlagi podatkov deželnih hidrometeoroloških uradov in avtonomnih pokrajin ter zgodovinskih podatkov nekdanje Nacionalne hidrografske in oceanografske službe.

2022, zlasti pozimi in spomladi (Slika 5a,b), na drugi strani pa na časovno omejeno stanje ekstremne in hude suše, v osrednji Italiji zlasti spomladi (Slika 5b) in v južni Italiji v zimsko-spomladanskem času (Slika 5a,b).

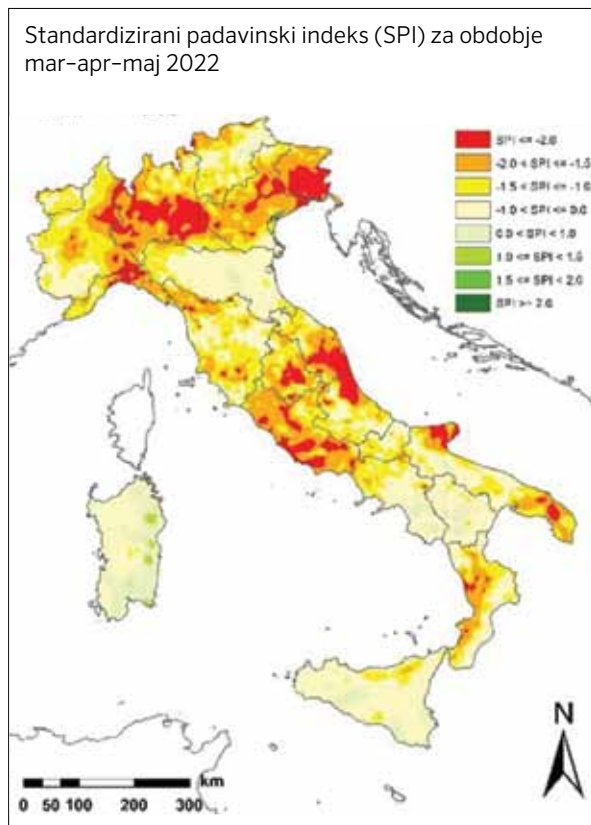
Dlje trajajoča suša, povezana z visokimi temperaturami, je povzročila močno zmanjšanje naravne razpoložljivosti vodnih virov. Na nacionalni ravni je bila leta 2022 ocenjena letna razpoložljivost vode 221,7 mm (ali približno 67 km³), kar predstavlja zgodovinski minimum od leta 1951 do danes. Ta vrednost kaže na zmanjšanje za približno 50 % glede na ocenjeno letno povprečno razpoložljivost vodnih virov 441,9 mm (ali približno 134 km³) za tridesetletno klimatološko obdobje 1991–2020. Zadnja ocena že predstavlja zmanjšanje za približno 20 % glede na zgodovinsko referenčno vrednost 550 mm (približno 166 km³) za tridesetletno obdobje 1921–1950, ocenjeno na Nacionalni konferenci o vodah, ki je potekala od decembra 1968 do julija 1971.

Stalni opazovalni urad rabe vodnih virov

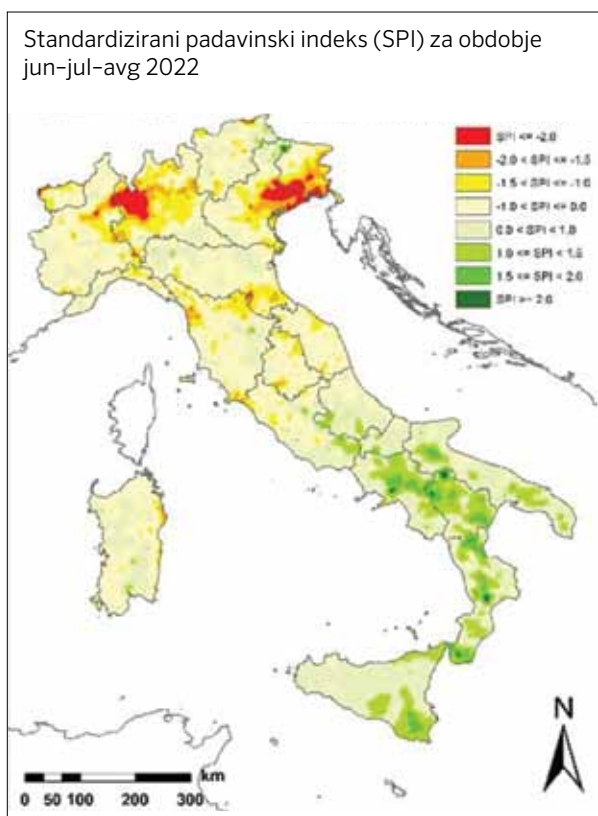
Suša in iz nje izhajajoče težave pri upravljanju vodnih virov so bile predmet stalnega spremljanja in analiz s strani območnih Stalnih opazovalnih uradov za rabo vode (OPUI). Uradi so bili ustanovljeni s posebnimi protokoli o nameri od leta 2016 dalje v okviru Okvirne direktive o vodah 2000/60/ES (gre za ukrep Načrta upravljanja z vodami), z namenom podpore integriranega upravljanja z vodami na ravni hidrografskih okrožij in zagotavljanja smernic za regulacijo črpanja, rabe vode in morebitnih kompenzacij, še posebej ob dogodkih suše in/ali pomanjkanja vode. Sedem stalnih opazovalnih uradov, po en za vsako hidrografsko okrožje, je spremljalo stanje prek hidrometeoroloških podatkov in uradnih podatkov o vodnih virih, ki so jih posredovale dežele, podatkov upravljavcev velikih jezer in umetnih zadrževalnikov, elementov, ki so jih zagotovili uporabniki, ter



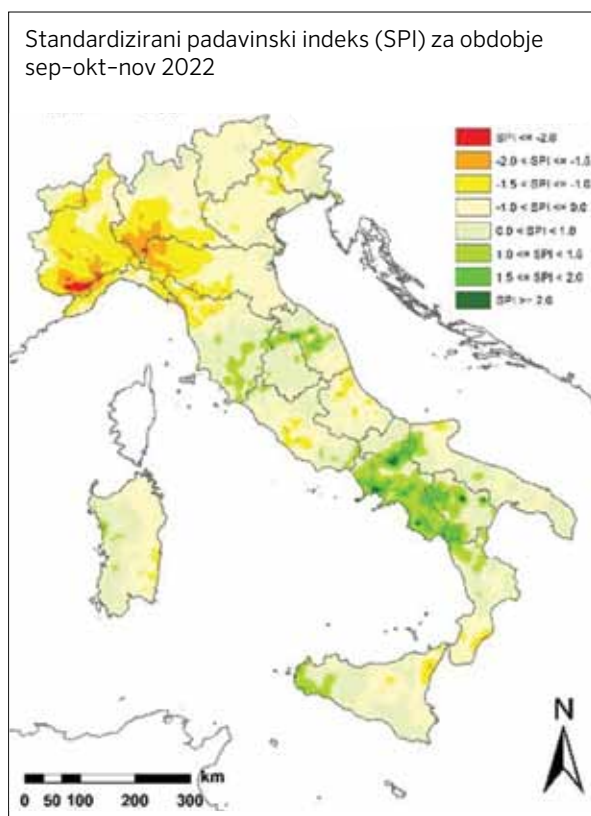
(a)



(b)



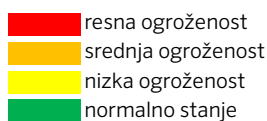
(c)



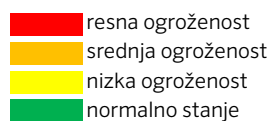
(d)

Slika 5: Sezonski indeksi suše SPI za obdobje 3 mesecev v letu 2022 glede na povprečje 1952–2022: (a) zima, od decembra 2021 do februarja 2022; (b) pomlad, od marca do maja 2022; (c) poletje, od junija do avgusta 2022; (d) jesen, od septembra do novembra 2022

Vir: Obdelave ISPRA na podlagi podatkov deželnih hidrometeoroloških uradov in avtonomnih pokrajin ter zgodovinskih podatkov bivše Nacionalne hidrografske-oceanografske službe



(a)



(b)

Slika 6: Intenziteta suše na državni ravni: (a) stanje avgusta 2022; (b) stanje decembra 2022

Vir: Obdelave ISPRA na podlagi podatkov opazovalnih uradov o rabi vode

informacij sistematično zajetih kazalnikov. Na podlagi teh informacij so OPUI določili stopnjo intenzitete suše in ukrepe, ki jih je bilo potrebno sprejeti, pri tem pa so tudi bolj načrtno in sistematično spremljali upravljanje voda v skladu z ugotovljeno stopnjo jakost suše. Nedavno je bila z aktom zakonodajalca, tj. Zakonom št. 39/2023, ki določa »Nujne ukrepe za boj proti pomanjkanju vode in krepitev ter prilagoditev vodne infrastrukture« (Ur. list št. 88 z dne 14. 4. 2023 s spremembami v Zakonu št. 68/2023, Ur. list št. 136 z dne 13. 6. 2023), vzpostavljena mreža opazovalnih uradov pri območnih vodnih upravah.

Konec junija in v začetku julija 2022 je bila intenziteta suše visoka v deželah severne Italije, ki spadajo v hidrografske okrožje reke Pad in vzhodnih Alp, in srednja v deželah osrednje Italije. Razmere so se na nacionalni ravni še poslabšale avgusta: visoka stopnja intenzitete

suše je bila zabeležena tudi v osrednjem in srednje severnem delu države, prizadete so bile tudi dežele v hidrogrfskih okrožjih severnih Apeninov in srednjih Apeninov, medtem ko je bila na jugu Italije, na Siciliji in Sardiniji stopnja intenzitete normalna ali nizka (Slika 6a).

Zaradi dlje trajajoče suše in okrnjene razpoložljivosti vodnih virov, ki niso zadoščali za pokrivanje različnih potreb, je vlada v večini dežel osrednje in severne Italije razglasila izredno stanje (Duro idr., 2023). Razmere so se nekoliko izboljšale šele oktobra, ko je bila v večini območij osrednje in severne Italije intenziteta suše ponovno na srednji stopnji. Tako stanje je ostalo praktično nespremenjeno do konca leta (Slika 6b).

Poudariti je treba, da je izboljšanje razmer, zabeleženo oktobra 2022, v veliki meri posledica zmanjšanih potreb po vodi za namakanje in pitni vodi, kar je značilno za konec poletne sezone.

Količina padavin konec poletja ter v jesenskih in zimskih mesecih je bila namreč nižja od dolgoletnih povprečij. To je potrdilo nujnost stalnega monitoringa hidroloških razmer s strani OPUI.

Dejavnosti, izvedene leta 2022, so bile ključnega pomena za boljše razumevanje razvoja vodne krize, identifikacijo prizadetih območij, težav, povezanih z različnimi odjemalci vode (pitna voda, namakanje, proizvodnja električne energije itd.), sprejetih ukrepov za boj proti pomanjkanju vode in suši itd. Sodelovanje na sestankih predstavnikov državnih in deželnih uprav ter predstavnikov glavnih uporabnikov, konzorcijev za melioracijo, raziskovalnih institucij in drugih je omogočilo izčrpen in poglobljen pregled razvoja podnebnih elementov in kazalnikov razpoložljivosti vode ter sprejemanje učinkovitejših odločitev.

Interventni ukrepi za boj proti krizi

Leta 2022 je vodna kriza postopoma zajela skoraj vse dežele osrednje in severne Italije: izredno stanje so razglasili v deželah Piemont, Ligurija, Lombardija, Emilija - Romanja, Benečija, Furlanija

- Julijska krajina, Toskana, Umbrija, Marke, Lacij, za interventne ukrepe je bilo namenjenih približno 56 milijonov evrov (Preglednica 1).

Glede na trajanje sušnega obdobja v osrednjem in severnem delu države je bilo z odlokom vlade z dne 28. 12. 2023 podaljšano izredno stanje za obdobje 12 mesecev v deželah Piemont, Lombardija, Emilija - Romanja, Benečija, Furlanija - Julijska krajina, Umbrija, Lacij, Toskana in Ligurija, z razširitvijo na deželo Marke. Temu odloku je sledil sklep poveljnika Civilne zaščite št. 970 z dne 28. februarja 2023, s katerim so bili pooblašteni komisarji pozvani, da pregledajo dodatne ukrepe, navedene v točkah a) in b) 25. člena državnega zakona št. 1/2018 ter nujne interventne ukrepe, opredeljene v točki d) istega 25. člena.

Aktivna udeležba na sestankih opazovalnih uradov se umešča v dejavnosti sistematičnega monitoringa razvoja vremenskih in podnebnih razmer ter razpoložljivosti vodnih virov na različnih območjih, ki ga je Civilna zaščita izvedla v tesnem sodelovanju z deželami, avtonomnimi pokrajinami, ministrstvi in nacionalnimi raziskovalnimi ustanovami. Da bi prispevala k pripravi scenarijev razpoložljivosti vode, je Civilna zaščita zagotovila uporabne informacije o srednjeročnih in dolgoročnih vremensko-

Preglednica 1: Seznam izjav o izrednih razmerah in odredb Civilne zaščite, izdanih za obvladovanje vodne krize leta 2022

Dežela	Datum sklepa vlade	Odredba poveljnika Civilne zaščite	Dodeljena sredstva (milj €)
Piemont	04/07/2022	906, 21/07/2022	7.6
Lombardija	04/07/2022	906, 21/07/2022	9.0
Emilija - Romanja	04/07/2022	906, 21/07/2022	10.9
Benečija	04/07/2022	906, 21/07/2022	4.8
Furlanija - Julijska krajina	04/07/2022	906, 21/07/2022	4.2
Umbrija	14/07/2022	909, 28/07/2022	2.8
Lacij	04/08/2022, 01/09/2022	916, 26/08/2022	5.8
Ligurija	01/09/2022	920, 14/09/2022	5.7
Toskana	01/09/2022	920, 14/09/2022	4.3
Marke	28/12/2022	961, 25/01/2023	0.965
Skupaj			56.065

podnebnih napovedih. Ti podatki so rezultat strnitve dejavnosti, izvedenih v okviru Tehnične skupine za mesečne in sezonske napovedi, ki jo Civilna zaščita koordinira že od vodne krize leta 2007 (Delli Passeri in Campione, 2021).

Pomembno je poudariti, da so informacije in podatki o razpoložljivosti vode med delovanjem opazovalnih uradov potrebni za oceno trenutne stopnje intenzitete suše in za podporo tehničnim preiskavam, ki jih pripravlja Civilna zaščita v skladu z direktivo predsednika vlade z dne 26. 10. 2012. Navedene izvedbene dejavnosti so nujne v postopku razglasitve izrednih razmer s strani vlade.

Ukrepi Civilne zaščite med razglasitvijo izrednega stanja, ki so bili nujni za proaktivno upravljanje z vodnimi viri, so znatno omilili težave ljudi, še posebej pri oskrbi s pitno vodo. Pomembni so bili zlasti tisti deli načrta Civilne zaščite, ki so predvideli kratkoročne ukrepe, kot so na primer uporaba avtocistern za prevoz vode in oskrbo rezervoarjev, vzpostavitev mest za distribucijo vode, ki so oskrbovana z avtocisternami, gradnja začasnih rezervoarjev in zbiralnikov, postavitve črpalk, aktivacija novih virov, postavitve začasnih cevovodov za krepitev oskrbnih in distribucijskih omrežij, povezovanje obstoječih vodovodnih omrežij, gradnja novih vrtin ali poglobljanje obstoječih itd.

Digitalna bralnica ZRSS

Trajnostni razvoj

