



**Prikaz postojećeg stanja sustava prognoziranja poplava i pojave
leda u Republici Hrvatskoj za potrebe projekta DAREFFORT**

DRŽAVNI HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD (DHMZ)

Željka Klemar, dr. sc. Dijana Oskoruš,

dr. sc. Tatjana Vujnović



Sadržaj

1. OPIS I STATUS NACIONALNE (REGIONALNE) HIDROLOŠKE I METEOROLOŠKE SLUŽBE	4
2. MONITORING I INVENTAR PODATAKA	6
2.1. Mreža hidroloških mjernih postaja (razvoj i stanje mreže opažanja, parametara i opisa sliva, pregledna karta postaja, broj postaja duž rijeke Dunav i glavnih pritoka)	7
2.2. Mreža meteoroloških mjernih postaja (postaje, broj postaja u slivu rijeke Dunav i glavnih pritoka, radarski i satelitski sustav)	10
2.3. Kontrola i razmjena podataka, obrada podataka (razmjena podataka na nacionalnoj razini, harmonizacija podataka sa susjednim zemljama, GIS, upravljanje podacima, formati podataka, podaci o ledu...)	15
2.3.1. Harmonizacija podataka sa susjednim državama (sporazumi, protokoli, i sl.).....	16
2.3.2. Razmjena podataka u regiji (sustav razmjene podataka).....	16
2.4. Dostupnost podataka i pristup podacima (online i arhivirani podaci, dostupnost podataka o ledu)	17
2.4.1. Dostupnost hidroloških podataka	17
2.4.2. Dostupnost meteoroloških podataka.....	18
2.5. Postaje uključene u Danube HIS (odabir osnovnih postaja i kriteriji odabira).....	18
3. NACIONALNA SLUŽBA HIDROLOŠKOG PROGNOZIRANJA	22
3.1. Organizacijska struktura (osoblje, hardver, softver...)	22
3.2. Suradnja s nacionalnom meteorološkom službom prognoziranja (vremenske prognoze i modeliranje, razmjena podataka, učestalost...)	23
3.3. Proces hidrološkog prognoziranja	24
3.3.1. Dnevna (regularna) operativna praksa.....	25
3.3.2. Operativna praksa u slučaju iznenadnih događaja (poplave, suše, formiranje leda, kartiranje, informacija o opsegu poplave, dubina poplave, brzina širenja poplave...)	25



3.3.3.	Diseminacija hidroloških prognoza i sustav upozoravanja (dionici, javnost)	25
3.3.4.	Informacijski sustav, sustav modeliranja i drugi sustavi primijenjeni u hidrološkom prognoziranju (hidrološko i hidrauličko modeliranje, parametri modela, GIS koordinatni sustav...)	26
3.3.5.	Struktura hidroloških prognostičkih modela.....	28
3.4.	Hidrološko prognoziranje i učinkovitost sustava upozoravanja.....	30
3.4.1.	Metodološki pristupi procjene učinkovitosti.....	30
3.4.2.	Analiza učinkovitosti i točnosti rezultata.....	30
3.5.	Suradnja s ekspertnim službama u regiji (hidrološke, meteorološke službe, službe upravljanja vodama, HHP operator, jedinice za sigurnost i spašavanje)	30
3.6.	Suradnja s dionicima (posebna prognostička izvješća, zahtjevi, potrebe, želje).....	32
4.	RAZVOJNA PERSPEKTIVA (POTREBE ZA BUDUĆI RAZVOJ, KRATKOROČNI I DUGOROČNI PLANOVI).....	32



UVOD

Republika Hrvatska zauzima ukupnu površinu od 88.166 km² (od čega se 56.552 km² odnosi na kopno i otoke, a 31.614 km² je more). Prostire na dva glavna sliva: Dunavski sliv (62 % kopnene površine, tj. 35.101 km²) i Jadranski sliv (preostalih 38 % koji uključuju kopneni dio i otoke tj. 21.451 km²). Administrativno je podijeljena na 21 administrativne jedinice: 20 županija i Grad Zagreb. Broj stanovnika je oko 4,4 milijuna od čega oko četvrtina živi u glavnom gradu – Zagrebu. Gustoća stanovnika varira pa je na području Dunavskog sliva, na kojemu je naseljeno oko 3 milijuna stanovnika, gustoća 86,6 stanovnika/km² (neznatno iznad hrvatskog prosjeka) dok je gustoća u Jadranskom slivu nešto manja od prosjeka te iznosi 64,99 stanovnika/km² (1,4 milijuna stanovnika).

U reljefnom smislu, područje Hrvatske se može klasificirati na tri jedinstvena geografska područja: (i) panonska i subpanonska nizina na sjeveru, (ii) planinsko područje u središnjem dijelu, te (iii) jadransko područje na jugu. Geografski položaj i morfologija uzrokovali su specifične i varijabilne klimatske uvjete pa se cijelo područje može podijeliti na tri specifična režima oborina: kontinentalni, mediteranski i prijelazni režim oborina (koji može imati karakteristike oba prethodno navedena režima). Količine oborina variraju od 650 mm na istočnom dijelu zemlje do 3.500 mm u planinskom području.

Na temelju analize 30-godišnjih prisječnih vrijednosti, može se ustvrditi da Hrvatska obiluje vodom. Međutim, vodni resursi neravnomjerno su raspoređeni u prostoru i vremenu zbog varijabilnih geoloških karakteristika (krška i aluvijalna područja) te različitih klimatskih uvjeta. Slivom rijeke Dunav dominira razvijena hidrografska mreža kojoj je gustoća 0,3 km/km² (ako se u obzir uzmu samo glavne rijeke sa slivnim površinama većim od 10.000 km² tj. Dunav, Sava, Drava, Kupa i Mura) odnosno 1,6 km/km² (ako se u obzir uzmu svo vodotoci). Krš dominira slivom Jadranskog mora; na tom je području hidrografska mreža slabo razvijena, a površinski vodotoci su rijetki i uglavnom ograničeni na područja s manje izraženim krškim karakteristikama, ali su podzemni vodni resursi značajni.

1. OPIS I STATUS NACIONALNE (REGIONALNE) HIDROLOŠKE I METEOROLOŠKE SLUŽBE

Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ) je državna upravna organizacija (Zakon o sustavu državne uprave, NN 150/11, 93/16, 104/16) i znanstveno istraživačka pravna osoba, kojom upravlja ravnatelj imenovan od strane Vlade te odgovoran Vladi, odnosno nadležnom ministru.



DHMZ obavlja stručne poslove praćenja hidroloških i meteoroloških procesa, prikupljanja, obrađivanja i objavljivanja meteoroloških i hidroloških podataka; poslove istraživanja atmosfere i vodnih resursa te različite primjene meteorologije i hidrologije u područjima klimatologije, pomorske meteorologije, agrometeorologije, zrakoplovne meteorologije, prostornog planiranja i projektiranja i ostalih primjena. DHMZ upravlja mrežom meteoroloških i hidroloških postaja i centara te ih razvija kao i nacionalnim bazama podataka iz područja meteorologije, hidrologije i kvalitete zraka (Zakon o obavljanju poslova hidrometeorološke službe u SR Hrvatskoj, NN 14/78).

DHMZ prati kvalitetu zraka na Državnoj mreži za trajno praćenje kvalitete zraka, upravlja mrežom i razvija je te obavlja procjenu kvalitete zraka na području Republike Hrvatske (Zakon o zaštiti zraka, NN 130/11, 47/14, 61/17).

DHMZ obavlja poslove obrane od tuče: motri, planira, upravlja mrežom radarskih centara i generatorskih i lansirnih postaja, te aktivno provodi obranu od tuče (Zakon o obrani od tuče, NN 53/2001).

U ime Republike Hrvatske DHMZ obavlja međunarodne poslove iz područja hidrologije i meteorologije te je kao nacionalna meteorološka i hidrološka služba dio Svjetske meteorološke organizacije (WMO).

DHMZ aktivno sudjeluje u radu brojnih međunarodnih organizacija i asocijacija iz područja svog djelovanja. Povrh svega to su:

- WMO - Svjetska meteorološka organizacija
- ECMWF - Europski centar za srednjoročne vremenske prognoze
- EUMETSAT - Europska organizacija za korištenje meteoroloških satelita
- EUMETNET - Europsko udruženje nacionalnih meteoroloških i hidroloških službi
- ECOMET - Europska ekonomska interesna organizacija nacionalnih meteoroloških i hidroloških službi
- GEO - Globalna grupa za motrenje Zemlje koja je uspostavila globalni sustav svih sustava mjerenja na planetu Zemlja (GEOSS)
- ALADIN - Međunarodni konzorcij za provedbu projekta razvoja i korištenja visoko razlučive numeričke prognoze vremena
- RC LACE - Regionalna suradnja zemalja Srednje Europe na području numeričkog modeliranja atmosferskih procesa



- JCOMM - Međunarodna komisija za ocenografsku i pomorsku meteorologiju
- EMEP - Program suradnje za praćenje i procjenu daljinskog prijenosa atmosferskog onečišćenja u Europi
- AQILA
- EFAS - Europski sustav upozorenja na poplave
- EUROGOOS - Europske asocijacija za operativnu oceanografiju
- Savska komisija - Međunarodna komisija za sliv rijeke Save
- MONGOOS - Regionalna asocijacije za operativnu oceanografiju na Mediteranu u okviru Svjetskog sustava za motrenje oceana

U skladu s preuzetim međunarodnim obvezama Republike Hrvatske DHMZ:

- sudjeluje u međunarodnoj razmjeni meteoroloških, hidroloških i njima srodnih podataka putem globalnog komunikacijskog i informacijskog sustava u okviru Svjetske meteorološke organizacije i drugih međunarodnih sustava
- sudjeluje u međunarodnim razvojno-istraživačkim programima i projektima
- sudjeluje u međunarodnoj razmjeni podataka i informacija o meteorološkim i hidrološkim nepogodama

2. MONITORING I INVENTAR PODATAKA

Aktivnosti DHMZ-a vezane su na uzorkovanje i prikupljanje podataka (mjerjenja i opažanja), obradu podataka, pohrani, provedbi analiza, ocjena i prognoza, obavješćivanja javnosti, kontinuirani znanstveno-istraživački rad te suradnji s ustanovama odgovornim za obavljanje ostalih upravnih poslova kao i uključivanja u međunarodno okruženje. Svi ti poslovi obavljaju se na standardizirani način (prema relevantnim propisima, tehničkom regulativom Republike Hrvatske te smjernicama Svjetske meteorološke organizacije) u okviru razvijene međunarodne suradnje i razmjene iskustava među meteorološkim službama Europe i svijeta.

Kao dio europske i svjetske mreže nacionalnih meteoroloških i hidroloških službi, DHMZ je odgovoran za praćenje stanja atmosfere i voda, te analizu i prognozu njihovog budućeg stanja. Temeljem tih aktivnosti upozorava se na moguća vremenska i hidrološka stanja i pojave koje ugrožavaju živote, materijalna dobra, gospodarstvo i okoliš. Koordinacija i suradnja te uspostava operativnih procedura



pri sustavu pravodobne najave i upozorenja nužna je s ostalim institucijama uključenim u upravljanje rizicima.

2.1. Mreža hidroloških mjernih postaja (razvoj i stanje mreže opažanja, parametara i opisa sliva, pregledna karta postaja, broj postaja duž rijeke Dunav i glavnih pritoka)

Na osnovu Zakona o vodama i Odlukom Vlade Republike Hrvatske o granicama vodnih područja (NN 79/10), za upravljanje riječnim slivovima na državnom području Republike Hrvatske utvrđuju se vodna područja:

- Vodno područje rijeke Dunav koje obuhvaća dio kopna Republike Hrvatske s kojega sve vode otječu, površinskim ili podzemnim putem, u rijeku Dunav.
- Jadransko vodno područje koje obuhvaća dio kopna Republike Hrvatske, uključujući i otoke, s kojega sve vode otječu, površinskim ili podzemnim putem, u Jadransko more, pripadajuće prijelazne vode, te priobalne vode isključivo u pogledu njihovog kemijskog i ekološkog stanja.

Crta razgraničenja između Vodnoga područja rijeke Dunav i jadranskoga vodnog područja prirodna je razvodnica sliva Dunava i slivova jadranskog mora i odnosi se na površinske i podzemne vode. Određena je na temelju rezultata hidroloških i hidrogeoloških istraživanja.

Više o teritorijalnim jedinicama u upravljanju vodama može se naći u publikaciji dostupnoj na web adresi https://www.voda.hr/sites/default/files/casopis/brosura_teritorijalne_jedinice.pdf

Mreža postaja površinskih voda obuhvaća preko 450 aktivnih hidroloških postaja, a raspoloživi podaci mogu biti:

- vodostaji (dnevne ili satne vrijednosti),
- proračunati protoci (dnevne ili satne vrijednosti),
- krivulje protoka,
- rezultati vodomjerenja (izmjereni protok),
- temperature vode (dnevne ili satne vrijednosti),
- koncentracije suspendiranog nanosa (dnevne vrijednosti),
- pronosi suspendiranog nanosa (dnevne vrijednosti),
- rezultati snimanja poprečnih presjeka korita (skice profila i parovi vrijednosti stacionažedubine).



Informacije o postajama, vrste i razdoblja mjerenja na njima te ekstremi dostupni su na web stranicama Sektora za hidrologiju DHMZ-a (<http://hidro.dhz.hr>).

Također na navedenoj adresi dostupni su za pregled podaci s automatskih postaja zadnjih 15 dana te verificirani dnevni nizovi iz prethodnih godina.

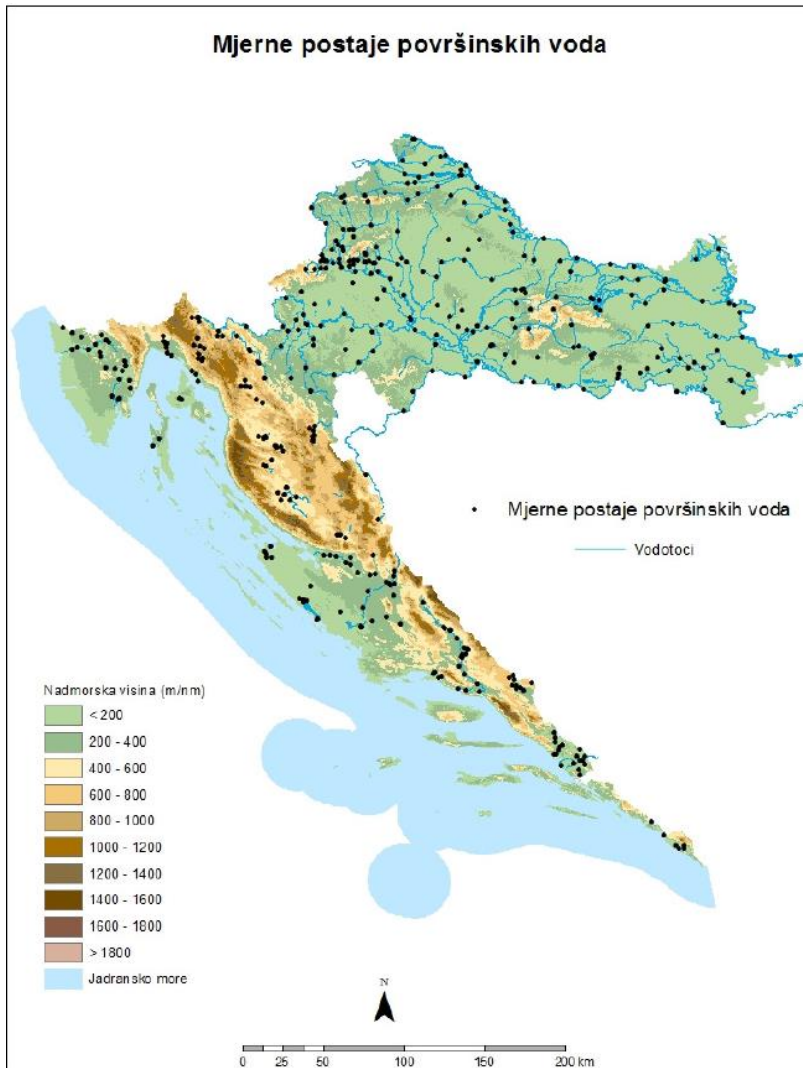
Kote nule hidroloških postaja određene su u HVRS1875 visinskom referentnom sustavu, koji je vezan na mareograf u Trstu.

Broj aktivnih hidroloških postaja varira iz godine u godinu te se povećava broj postaja povezanih online.

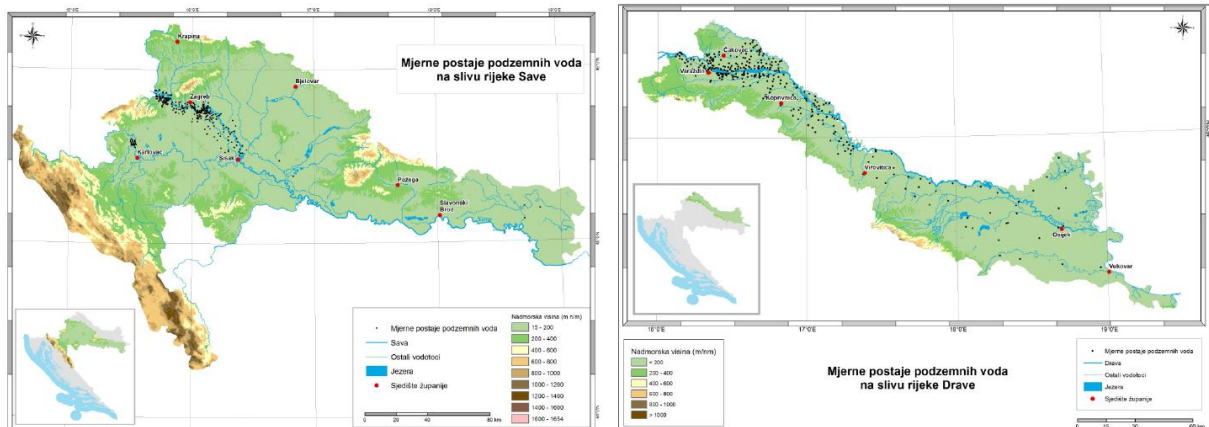
U Vodnom području rijeke Dunav 2017. aktivno je oko 280 postaja za mjerenje površinskih voda, od kojih je oko 170 automatskih tj. opremljeno dojavnim sustavom.

Mreža postaja podzemnih voda obuhvaća oko 700 aktivnih hidroloških postaja. Na njima se motre razine podzemnih voda, najčešće mjerenjem dva puta tjedno (ponedjeljak i četvrtak), dok su na stotinjak mjernih mjesta mjerenja kontinuirana, elektronskim limnigrafima. Raspoloživi podaci su:

- razine podzemnih voda (dnevne vrijednosti za dva dana u tjednu ili srednje dnevne vrijednosti za svaki dan).



Slika 1. Karta postaja površinskih voda

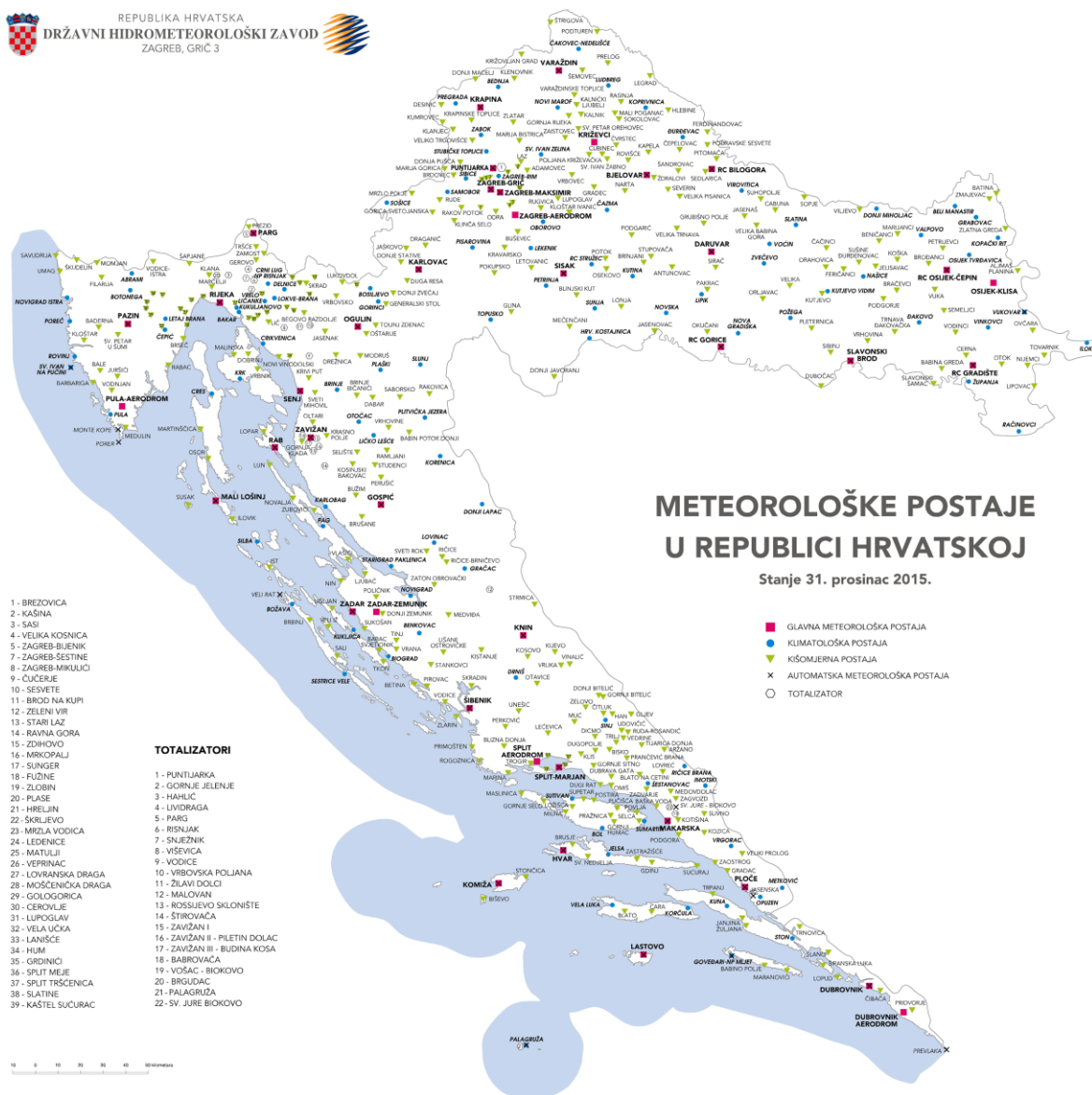


Slika 2. Karta postaja podzemnih voda

2.2. Mreža meteoroloških mjernih postaja (postaje, broj postaja u slivu rijeke Dunav i glavnih pritoka, radarski i satelitski sustav)

Mreža meteoroloških i fenoloških postaja sastoji se od (stanje na dan 31. 12. 2014.):

- 40 glavnih meteoroloških postaja,
- 41 automatskih meteorološka postaja,
- 104 klimatološke postaje,
- 339 kišomjernih postaja,
- 22 totalizatora,
- 57 fenoloških postaja,
- aerološke (radiosondažne) postaje.



Slika 3. Mreža meteoroloških postaja

Mreža postaja za praćenje kvalitete zraka (stanje na dan 31. 12. 2014.):

- 21 postaja u Državnoj mreži za trajno praćenje kvalitete zraka,
- 15 postaja za uzorkovanje oborine u sastavu mreže meteoroloških postaja DHMZ-a.

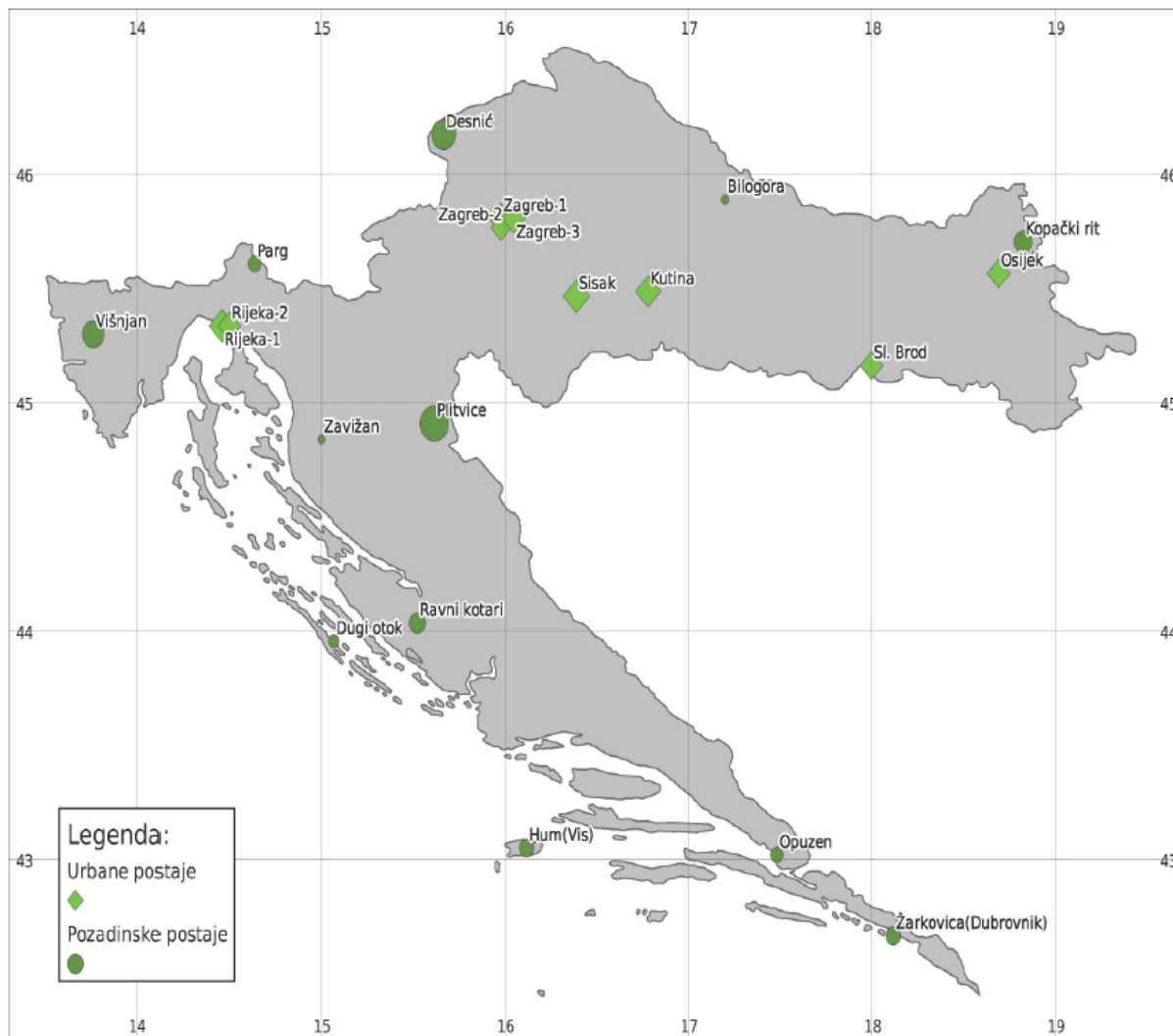


Državna mreža za trajno praćenje kvalitete zraka:

- 12 pozadinskih postaja,
- 9 gradskih postaja.

Ove postaje vlasništvo su Ministarstva zaštite okoliša i prirode, a njima upravlja DHMZ.

Ukupno 15 postaja za uzorkovanje i analizu oborine s ciljem ocjene mokrog taloženja onečišćenja na području RH nalazi se u sklopu 15 meteoroloških postaja DHMZ-a.



Slika 4. Karta Državne mreže za trajno praćenje kvalitete zraka

Daljinska mjerenja:

- 3 radara,
- 1 sodar.

Sodar je mobilni uređaj za daljinska mjerenja koji se ovisno o potrebama postavlja na određenu lokaciju.

Tablica 1. Meteorološki radari

Ime postaje	geografska širina (N)	geografska dužina (E)	nadmorska visina (m)
Bilogora	45° 53'	17° 12'	259
Osijek	45° 30'	18° 33'	89
Puntijarka	45° 55'	15° 58'	991

Meteorološka mjerenja i opažanja

Mjerenja:

- temperatura zraka na 2 m iznad tla,
- ekstremne (maksimalna i minimalna) temperature zraka na 2 m iznad tla,
- minimalna temperatura zraka na 5 cm iznad tla,
- temperatura tla na dubinama 2, 5, 10, 20, 30, 50 i 100 cm,
- relativna vlažnost zraka na 2 m iznad tla,
- brzina vjetra na 10 m iznad tla,
- smjer vjetra na 10 m iznad tla,
- tlak zraka na razini barometra,
- tendencija tlaka zraka, karakteristike tendencije tlaka zraka,
- oborina (količina, vrsta, intenzitet i karakteristika),
- snježni pokrivač (visina ukupnog snježnog pokrivača, visina novog snijega, mjera pokrivenosti tla snijegom, gustoća snijega),
- temperatura mora,
- trajanje sisanja Sunca,
- isparavanje sa slobodne vodene površine,
- Sunčevo zračenje (globalno, difuzno).

Opažanja:

- opis sadašnjeg vremena,
- opis prošlog vremena,



- naoblaka (količina, rod, vrsta i podvrsta oblaka, visina podnice oblaka),
- vidljivost,
- jačina vjetra,
- prevladavajući smjer vjetra,
- stanje tla,
- stanje mora (na priobalnim postajama),
- atmosferske pojave tijekom dana (vrsta, intenzitet i trajanje),
- dnevni opis vremena.

Više o infrastrukturi meteoroloških postaja može se naći na web stranicama DHMZ-a (http://meteo.hr/infrastruktura.php?section=mreze_postaja¶m=pmm)

2.3. Kontrola i razmjena podataka, obrada podataka (razmjena podataka na nacionalnoj razini, harmonizacija podataka sa susjednim zemljama, GIS, upravljanje podacima, formati podataka, podaci o ledu...)

DHMZ RH glavni je nosilac cjelokupnih aktivnosti na prikupljanju, obradi, arhiviranju i distribuciji hidroloških podataka.

Hidrološki podaci o vodostajima prikupljaju se iz više izvora (DHMZ, Hrvatske Vode, Nacionalni parkovi, HEP) u softver za upravljanje podacima Hydras 3 (Ott). Podaci s automatskih postaja šalju se putem mobilne mreže preko ftp-a svaki sat, u satnim, polusatnim ili 15-minutnim intervalima (ovisno o postavkama na pojedinoj postaji), a podaci s limnigrama skupljaju se s postaja svakih tri mjeseca.

Kontrolna očitavanja vodostaja obavljaju se prilikom obilaska postaja te se rezultati unose direktno u Hydras 3 i služe pri naknadnoj obradi podataka.

Osnovna obrada vodostaja vrši se periodično kroz Hydras te se verificirani nizovi spremaju u informacijski sustav "HIS2000" koji je razvijen u Sektoru za hidrologiju, a sama baza podataka je realizirana kao relacijska, pod InterBase RDBMS-om.

Meteorološki podaci su pohranjeni u posebnim bazama podataka.



Relacijska baza podataka tipa PostgreSQL služi za čuvanje klimatoloških podataka, oborinskih podataka, temperatura mora, temperatura tla, podataka o isparavanju i podataka o postajama. Neke izmjerene vrijednosti su dnevne, a neke terminske, za 07,14, 21 h.

Podaci se unutar baze podataka čuvaju u tablicama. Nakon unosa, podaci se pohranjuju u 2 primjerka - u izvornom obliku koji se više ne može mijenjati, te u tzv. radnom obliku, gdje operateri koji za to imaju privilegije mogu vršiti ispravke.

Korisnici su djelatnici DHMZ-a te ova baza nije javno dostupna.

Podaci s automatskih postaja spremaju se u Bazu podataka automatskih meteoroloških postaja.

Koordinate postaja prikazane su u WGS84 koordinatnom sustavu.

Službena kartografska projekcija za područje Hrvatske je HTRS96/TM (EPSG:3765).

2.3.1. Harmonizacija podataka sa susjednim državama (sporazumi, protokoli, i sl.)

Slovenija: Suradnja u harmonizaciji podataka je jaka s Agencijom Republike Slovenije za okolje (ARSO). Proces suradnje definiran je kroz rad zajedničkih komisija za pogranična slivna područja i temelji se na bilateralnim sporazumima o razmjeni hidroloških i meteoroloških podataka.

Mađarska: S Mađarskom se jaka suradnja ostvaruje kroz rad zajedničkih komisija za pogranična slivna područja i temelji se na bilateralnim sporazumima i razmjeni hidroloških podataka.

Na snazi su sporazumi o suradnji i razmjeni podataka s relevantnim hidrometeorološkim zavodima i vodnogospodarskim institucijama iz Bosne i Hercegovine (Federalni hidrometeorološki zavod (FHMZ), Agencija za vode Republike Srpske, Agencija za vodno područje rijeke Save, Sarajevo) te iz Srbije (Republički hidrometeorološki zavod (RHMZ) Srbije).

2.3.2. Razmjena podataka u regiji (sustav razmjene podataka)

Hidrološki podaci:

Osim pohrane arhivskih nizova podataka, u HIS2000 se prikupljaju i podaci s automatskih postaja (poslanih iz Hydras3 aplikacije ili iz Hrvatskih Voda) te se pomoću definiranih procedura iz te baze generiraju CSV datoteke sa satnim podacima vodostaja i protoka za potrebe slanja u druge aplikacije.



Meteorološki podaci:

Za potrebe hidrološkog modeliranja te slanja u druge aplikacije na zahtjev se izrađuju XML datoteke sa satnim podacima količine oborine (suma u satu), temperature i visine snijega.

Hidro i meteo podaci se šalju u informacijske sustave Sava-HIS, EFAS, SYNOP i prema potrebi za internacionalne projekte, temeljem pojedinačnih sporazuma.

2.4. Dostupnost podataka i pristup podacima (online i arhivirani podaci, dostupnost podataka o ledu)

Državni hidrometeorološki zavod je službeni izvor hidroloških i meteoroloških podataka i informacija.

Pri izdavanju meteoroloških ili hidroloških podataka i informacija korisnicima, DHMZ se pridržava Zakona o pravu na pristup informacijama (https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_02_25_403.html).

Arhivski podaci za znanstvena istraživanja se ne naplaćuju dok se za komercijalnu upotrebu plaća naknada definirana cjenikom usluga i proizvoda.

Podaci u gotovo realnom vremenu se razmjenjuju s raznim institucijama iz zemlje i inozemstva temeljem pojedinačno definiranih sporazuma i procedura.

Podaci o povijesnim poplavnim događajima (atributni podaci) su dostupni u formi izvješća, kao i podaci o lednim događajima (debljina lednog pokrivača, trajanje leda). Prostorni podaci o povijesnim poplavama u formi izolinija u ovom trenutku nisu dostupni online, ali bi trebale biti dostupne u bliskoj budućnosti, no samo u formi preglednika.

2.4.1. Dostupnost hidroloških podataka

Informacije o postajama, vrste i razdoblja mjerenja na njima te ekstremi dostupni su na web stranicama Sektora za hidrologiju DHMZ-a (<http://hidro.dhz.hr>).

Također na navedenoj adresi dostupni su za pregled podaci s automatskih postaja zadnjih 15 dana te verificirani dnevni nizovi iz prethodnih godina.

Podaci iz arhivske baze mogu se dobiti uz slanje službenog Zahtjeva za hidrološkim podacima.



2.4.2. Dostupnost meteoroloških podataka

Aktualni podaci određenih parametara dostupni su javno svaki sat na web stranicama DHMZ-a (http://meteo.hr/naslovnica_aktpod.php?tab=aktpod)

Javno dostupni parametri su smjer vjetra, brzina vjetra (m/s), udar vjetra (m/s), temperatura zraka (°C), relativna vlažnost (%), tlak zraka (hPa).

Podaci iz arhivske baze meteoroloških podataka mogu se dobiti uz slanje službenog Zahtjeva za meteorološkim podacima.

Produkti numeričkih vremenskih prognoza dobivenih iz ALADIN i ECMWF modela za potrebe raznih projekata kao što je hidrološko prognoziranje na slivu Save, izrađuju se unutar institucije posebno definiranim procedurama te nisu javno dostupni.

2.5. Postaje uključene u Danube HIS (odabir osnovnih postaja i kriteriji odabira)

Predloženo je 12 meteoroloških glavnih postaja na dunavskom slivu za uključivanje u Dunav HIS.

Kriterij za izbor postaja je prostorna raspodjela na slivu te pouzdanost rada postaje.

Parametri koji bi se razmjenjivali su satna količina oborine, temperatura i visina snijega.



Slika 5. Karta glavnih meteoroloških postaja predloženih za uključivanje u Dunav HIS

Tablica 2. Popis glavnih meteoroloških postaja za Dunav HIS

Postaja	H (m)	ϕ [° ' "]	λ [° ' "]
Bjelovar	141	45° 54' 35"	16° 52' 10"
Daruvar	161	45° 35' 29"	17° 12' 36"
Gorice	135	45° 13' 25"	17° 16' 42"
Gradište	97	45° 09' 33"	18° 42' 13"
Karlovac	110	45° 29' 37"	15° 33' 54"
Krapina	202	46° 08' 16"	15° 53' 18"
Križevci	155	46° 01' 44"	16° 33' 13"
Osijek-Čepin	89	45° 30' 09"	18° 33' 41"
Sisak	98	45° 29' 59"	16° 22' 00"
Slavonski Brod	88	45° 09' 33"	17° 59' 43"
Varaždin	167	46° 16' 58"	16° 21' 50"
Zagreb-Maksimir	123	45° 49' 19"	16° 02' 01"

Predloženo je 43 hidroloških postaja površinskih voda na većim pritocima dunavskog sliva za uključivanje u Dunav HIS.

Kriterij za izbor postaja je bio pokrivenost svih većih rijeka i važnih pritoka dunavskog sliva te pouzdanost rada automatske postaje.

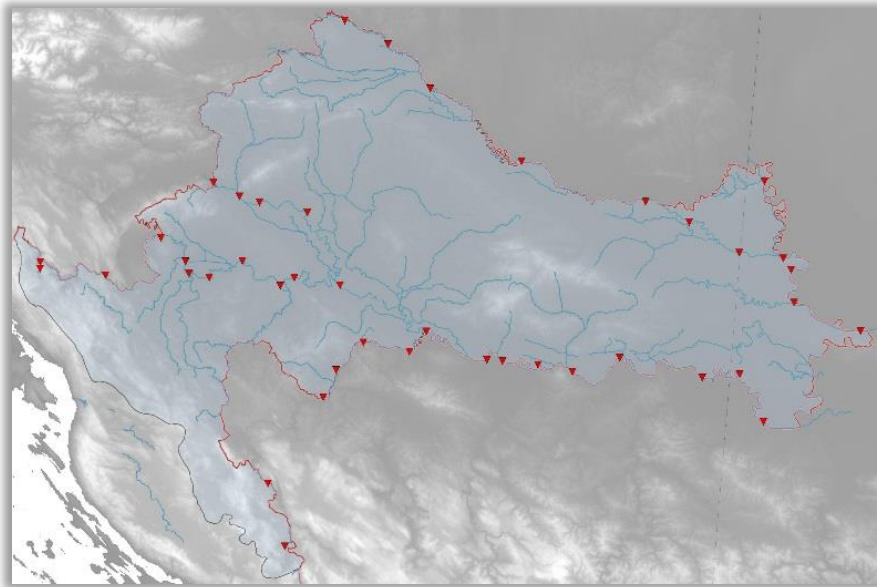
Parametri mjerenja na tim postajama su satni vodostaj i protok.

Tablica 3. Popis automatskih hidroloških postaja za Dunav HIS

CountryCode	StationName	MSHISSt Code	EuropeanHIS StCode	RiverName	River Category	Longitude	Latitude	Discharge
COUNTRY	NAME	MSCD_HISST	EUCD_HISST	RIVER	RIV_CAT	LONGITUDE	LATITUDE	DISCH
HR	Batina	5170	HR5170	Dunav	1	18,85472	45,84578	Y
HR	Aljmaš	5001	HR5001	Dunav	1	18,95106	45,53119	Y
HR	Dalj	5130	HR5130	Dunav	1	18,99486	45,49122	Y
HR	Vukovar	5070	HR5070	Dunav	1	19,00278	45,35456	Y
HR	Ilok	5024	HR5024	Dunav	1	19,37817	45,23022	Y
HR	Mursko Središće	5044	HR5044	Mura	3	16,44356	46,51467	Y
HR	Goričan	5035	HR5035	Mura	3	16,69381	46,41988	Y
HR	Botovo	5008	HR5008	Drava	2	16,94031	46,24247	Y
HR	Terezino Polje	5063	HR5063	Drava	2	17,46172	45,94433	Y
HR	Donji Miholjac C.S.	5150	HR5150	Drava	2	18,17244	45,77464	Y
HR	Belišće	5005	HR5005	Drava	2	18,41789	45,68900	Y
HR	Osijek	5053	HR5053	Drava	2	18,70167	45,56083	N
HR	Drenje Brdovečko	3405	HR3405	Sava	2	15,68794	45,86224	N
HR	Drenje Brdovečko (SIMK)	3425	HR3425	Sava	2	15,69214	45,86156	Y
HR	Podsused žičara	3087	HR3087	Sava	2	15,83859	45,80740	Y

HR	Zagreb	3121	HR3121	Sava	2	15,95335	45,78448	Y
HR	Rugvica	3096	HR3096	Sava	2	16,22819	45,74371	N
HR	Crnac	3020	HR3020	Sava	2	16,41567	45,45169	N
HR	Jasenovac	3219	HR3219	Sava	2	16,90745	45,26670	Y
HR	Stara Gradiška	3104	HR3104	Sava	2	17,25001	45,15021	Y
HR	Mačkovac ustava	3207	HR3207	Sava	2	17,34163	45,14471	Y
HR	Davor C.S.	3179	HR3179	Sava	2	17,53853	45,12864	Y
HR	Slavonski Kobaš	3177	HR3177	Sava	2	17,73778	45,09883	Y
HR	Slavonski Brod	3098	HR3098	Sava	2	18,00503	45,15285	Y
HR	Slavonski Šamac	3101	HR3101	Sava	2	18,47351	45,06525	N
HR	Županja stepenica	3211	HR3211	Sava	2	18,68661	45,07350	Y
HR	Gunja	3416	HR3416	Sava	2	18,81665	44,88067	Y
HR	Kupari	4029	HR4029	Kupa	3	14,70064	45,50503	Y
HR	Hrvatsko	4016	HR4016	Kupa	3	14,70211	45,53172	Y
HR	Zapeć	4208	HR4208	Kupa	3	15,08111	45,48247	Y
HR	Kamanje	4024	HR4024	Kupa	3	15,39253	45,63792	Y
HR	Brodarci	4003	HR4003	Kupa	3	15,52967	45,54494	N
HR	Karlovac	4111	HR4111	Kupa	3	15,55150	45,49633	N
HR	Rečica 2	4056	HR4056	Kupa	3	15,66792	45,48094	Y
HR	Jamnička Kiselica	4107	HR4107	Kupa	3	15,85750	45,54856	Y
HR	Šišinec	4065	HR4065	Kupa	3	16,07717	45,44853	Y
HR	Farkašić	4010	HR4010	Kupa	3	16,15289	45,48325	Y
HR	Donja Suvaja	3215	HR3215	Una	3	16,10689	44,40192	Y
HR	Štrbački buk	3410	HR3410	Una	3	16,01303	44,65426	Y
HR	Dobretin	3414	HR3414	Una	3	16,32077	45,00274	Y
HR	Struga Banska	3415	HR3415	Una	3	16,39368	45,11268	Y
HR	Kostajnica	3217	HR3217	Una	3	16,54882	45,22224	Y

HR	Hrvatska Dubica	3026	HR3026	Una	3	16,80945	45,18561	N
----	--------------------	------	--------	-----	---	----------	----------	---



Slika 6. Karta hidroloških postaja površinskih voda predloženih za uključivanje u Dunav HIS

3. NACIONALNA SLUŽBA HIDROLOŠKOG PROGNOZIRANJA

Služba hidrološkog prognoziranja u Državnom hidrometeorološkom zavodu (DHMZ) uspostavljena je 2015. godine, u početku samo za područje sliva rijeke Save. Do danas je Sektor za hidrologiju proširio sustav prognoziranja na četiri različita modela za hidrološka prognoziranja: Sava Super model (Sava SM) za područje Hrvatske i Bosne i Hercegovine, Dunavski model za potrebe navigacije (dunavski plovni putovi), EFAS (European Flood Awareness System) i SEEFFGS (South East Europe Flash Flood Guidance System) Svjetske meteorološke organizacije (WMO).

3.1. Organizacijska struktura (osoblje, hardver, softver...)

U Sektoru za hidrologiju, u sklopu Odjela za hidrološka istraživanja, analizu i prognoziranja uspostavljena je Služba za hidrološka prognoziranja odgovorna za 24/7 operative aktivnosti uključujući regularne i vanredne najave i izvješćivanja. U ovom trenutku (1. ožujka 2019.) u službi su stalno zaposlena 3 djelatnika te 1 suradnik: voditelj Službe (doktor znanosti iz područja hidrogeologije),



1 viši savjetnik – odgovoran za razvoj modela (mag. ing. aedif.) 2 stručna suradnika – odgovorni za prognožiranje (dipl. ing. geol.).

Računalo koje se koristi za Sava SM je PC HP ProDesk 490 G2 MT, Intel Core i7-4790 CPU 3,6 GHz i 8 GB RAM. Operativni sustav je 64-bit Win 7 Professional. Pohrana je na interni HDD od 15 GB. Model radi pod MIKE11 softverom (DHI) s jednom licencom instaliranom na istom PC-u. Licenca i PC su u vlasništvu DHMZ-a.

PC koji se koristi za prognostički sustav Dunavski plovni put je u vlasništvu Agencije za vodne putove, ali je lociran i operativan u Sektoru za hidrologiju DHMZ-a. PC ima Intel Core i7-4790 CPU 3,6 GHz i 16 GB RAM. Operativni sustav je 64-bit Win 10 Professional. Pohrana je na interni HDD od 1 TB. Model radi pod MIKE2017 softverom (DHI), DHMZ ima 1 licencu instaliranu na već spomenutom PC-u.

Oba modela su razvijena u sklopu MIKE softvera (DHI). Operativni su, automatizirani i u oblaku. Sava SM radi sa satnom učestalošću dok je učestalost Dunavskog modela svakih 6 sati na 2 PC-a.

EFAS radi pod ECMWF-om, a SEEFFGS u sklopu regionalnog centra u Turskoj, a njihove su prognoze dostupne na web stranicama zaštićenim lozinkama.

3.2. Suradnja s nacionalnom meteorološkom službom prognožiranja (vremenske prognoze i modeliranje, razmjena podataka, učestalost...)

Online podaci potrebni za pripremu hidroloških prognoza su prikupljeni na FTP serveru smještenom u DHMZ-u. Ti podaci obuhvaćaju sljedeće:

- podaci iz Hidrometeorološke telemetrijske mreže (preuzeti iz DHMZ-ovih baza podataka u realnom vremenu),
- online podaci i prognoze dotoka iz Slovenije (pripremljeni i učitani od strane ARSO-a),
- online meteorološki i hidrološki podaci iz Bosne i Hercegovine (satni podaci pripremljeni i učitani od strane Federalne hidrometeorološke službe iz Sarajeva i Banja Luke te od strane Agencije za vodno područje rijeke Save iz Sarajeva),
- skup prognoza dotoka iz Mađarske (dnevni podaci pripremljeni od strane Mađarske hidrometeorološke službe – OVF koja ih učitava na njihov ftp server),



- NWP iz meteoroloških modela: ALADIN četiri puta dnevno i ECMWF dva puta dnevno (pripremljeno od strane meteorologa iz DHMZ-a).

3.3. Proces hidrološkog prognoziranja

Automatski sustav Sava SM se pokreće svaki sat te obuhvaća sljedeće korake:

1. Online podaci potrebni za pokretanje modela se prikupljaju na FTP serveru lociranom u DHMZ-u. Ti podaci uključuju podatke za asimilaciju podataka iz Hidrometeorološke telemetrijske mreže, online podaci i prognoza dotoka iz Slovenije, online meteorološki i hidrološki podaci iz Bosne i Hercegovine te predviđanja meteoroloških modela ALADIN i ECMWF.
2. Podaci se preuzimaju i pohranjuju na operativni PC te se dodatno obrađuju i kontroliraju prije učitavanja u MIKE.
3. Simulacija predviđanja se odvija kao *batch* zadatak u MIKE11: inicijalizira se svakog sata za pokretanje MIKE simulacije koja se odvija kao tzv. *hot-start run*, primjenom uvjeta iz prethodne simulacije.
4. Kada je predviđanje završeno, rezultati se izdvajaju i učitavaju na mrežnu stranicu zaštićenu lozinkom.
5. Završene postavke modela (uključujući vremenske serije) se komprimiraju u zip datoteku i učitavaju na FTP server. Na taj je način omogućeno pokretanje modela s bilo koje lokacije.

Dunavski model za vodne putove se pokreće svakih 6 sati, automatskim odvijanjem sljedećih funkcija:

1. Prikupljanje izmjerenih podataka (DHMZ): satne vrijednosti vodnih nivoa, protoka, temperature vode, meteoroloških podataka i prognoza.
2. Prikupljanje prognostičkih podataka iz Mađarske: satne vrijednosti protoka.
3. Izrada ulaznih datoteka za MIKE.
4. Pokretanje simulacija.
5. Prikupljanje rezultata simulacija.
6. Pregled prognoza na mrežnim stranicama zaštićenim lozinkom.
7. Arhiviranje prognoza u zasebnim datotekama na temelju datuma i vremena prognoziranja.
8. Izrada programa za monitoring točnosti prognoza.



3.3.1. Dnevna (regularna) operativna praksa

Dan operativnog hidrološkog prognoziranja u DHMZ-u započinje u 7:00-8:00 h s provjerom hidroloških modela, vremenske prognoze za Hrvatsku i susjedne države, EFAS prognoze i SEEFFGS prognoze. Svako jutro objavljujemo dnevni hidrološki bilten na službenim mrežnim stranicama. Svakodnevno razmjenjujemo informacije s našim timom za vremenske prognoze.

3.3.2. Operativna praksa u slučaju iznenadnih događaja (poplave, suše, formiranje leda, kartiranje, informacija o opsegu poplave, dubina poplave, brzina širenja poplave...)

Tijekom poplavnih događaja radimo u dvije smjene: prva smjena u vremenu 6:00-14:00 h, a druga smjena 14:00-22:00 h. Vikendom se rad temelji na pasivne ili aktivne dužnosti (dan za danom), ovisno o stanju plavljenja.

Svaka smjena započinje pregledom ispravnosti rada modela, vremenskih prognoza za Hrvatsku i susjedne države, EFAS prognoze i SEEFFGS prognoze. Obavljujemo hidrološki bilten na službenoj mrežnoj stranici nekoliko puta dnevno. Također pripremamo i dostavljamo posebna izvješća za obranu od poplava zajedno s našim meteorološkime prognostičkim timom. S istim timom, tijekom poplavnih događaja, obavljammo informativne razgovore i diskusije.

3.3.3. Diseminacija hidroloških prognoza i sustav upozoravanja (dionici, javnost)

Hidrološke prognoze su na raspolaganju relevantnim dionicima putem zaštićenih mrežnih stranica (korisničko ime, lozinka). Rezultati Sava SM modela se ftp-om dostavljaju Savskoj komisiji i vidljivi su svim susjednim državama u sklopu FFWS platforme Savske komisije.

Rezultati Dunavskog modela za vodne putove se šalju ftp-om Hrvatskoj agenciji za vodne putove (sada u sklopu Ministarstva prometa).

3.3.4. Informacijski sustav, sustav modeliranja i drugi sustavi primijenjeni u hidrološkom prognoziranju (hidrološko i hidrauličko modeliranje, parametri modela, GIS koordinatni sustav...)

DHMZ koristi pet platforma za vizualizaciju: dvije platforme, točnije EFAS i SEEFFGS, se pokreću i održavaju izvan DHMZ-a dok su tri razvijene unutar ili za potrebe DHMZ te ih održava DHMZ, a riječ je osljedećim platformama:

1. Operativno web sučelje meteorološkog prognoziranja

„Black screen“ web sučelje je zaštićeno lozinkom te sadrži sve dostupne vremenske prognoze i meteorološke parametre (slika 7). Pomaže u regularnom pregledu vremenskih prilika na području Hrvatske i susjednih država.

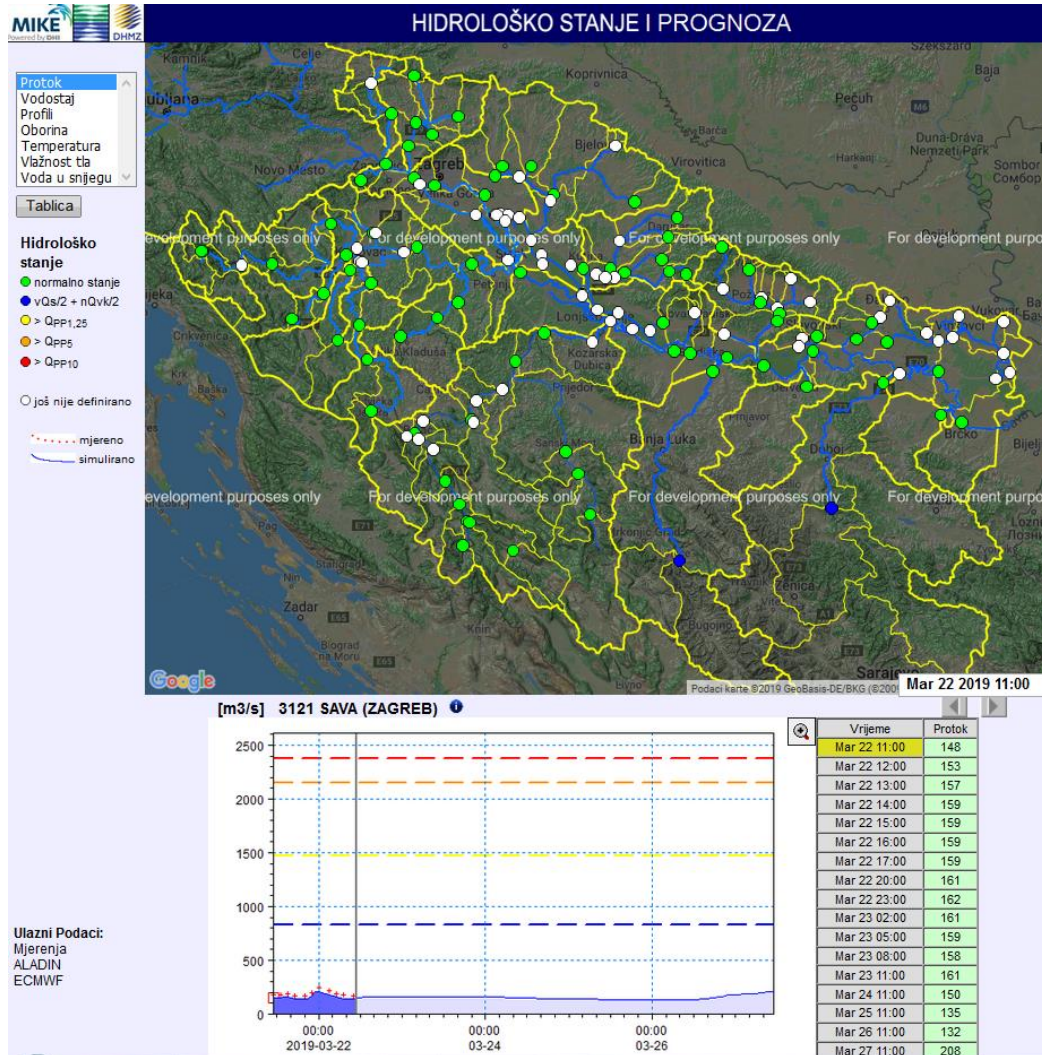
VRIJEME U HRVATSKOJ										AUTOMATSKE POSTAJE				SATELIT, RADAR, MUNJE			
vri t0 zz A3 A4 pojave VT										baza graf tablica				R: Bilogora Osijek Kompozit Puntijarka			
gric t0 zz A3 A4 pojave VT										SONDAŽE				Kompozit_SLO akumRRhr+slo BALTRAD			
Tmax: txt A3 A4 Tmin: txt A3 A4										ZAGREB slika				Slovenija ItKomp FOSSALON RainViewer			
HR1_07 HR1_15 t5cm t5slika tmin+t5slika t.tla										analiza - NEMA				Srbija Madjarska Češka Europa			
00 06 12 18										temp sirovi				SATELIT			
kisa sli kol reg sli kol reg sli kol reg sli kol reg										temp listing				DHMZwebSat NEFODINA Eport			
obo24 sli										ZADAR slika				RTI: RGB Produkti H-SAF NWCSAF EOSDIS			
snijeg vis abc vis abc vis abc vis abc										analiza - NEMA				MUNJE: Blitzortung MunjeIntranet MunjeLINET			
MORE:jučer/danas max_juc max_dan slika										temp sirovi				WEBCAM: Grič Split Zavižan WebCam-RH			
OSJET: zadnji sve ZG: danas jučer OSJET										temp listing							
UV stvarni Verifikacija DMO Zg										VODOSTAJI: DHMZ HRvode HIDRO BILTEN MODEL SAVA				TRENING			
EU: 00 03 06 09 12 15 18 metar taf										CESTE: HAK HAC ACRI-Zg HACKamera MIS_HC-a							
ECMWF										ALADIN-ALARO - POSLJEDNJI RUN				DHMZ			
ECMWF00 NOVAECPOLJA00										ALADIN 8km ALADIN 4km ALADIN 2km INCA				DANAS: HR ZAG SUTRA: HR ZAG			
TAB: Tmin Tmax Oborina Snijeg										ZG pseudotemp 00 06 12 18				Jadran: 06 12 19 Pomorci: 06 12 19			
ZGMeteorgram ZgENS ZgPlume										ZG meteorgram 00 06 12 18 ALA8km00				prognoze Izgledi: tab slike			
ECMWF12 NOVAECPOLJA12										ZG v.presjek 00 06 12 18 ALA8km00				BIOMETEO PELUD Osjet ugode UVindex			
TAB: Tmin Tmax Oborina Snijeg										TABLICE: Tmin/Tmax 00 06 12 18 ALA8km00				AGROBilten hodT ApsT KumOB IOP Izgledi			
300/500 850/1000										OBORINA 00 12 SNIJEG 00 12				KLIMA HodST OboSunce UkObo			
ZGMeteorgram ZgENS ZgPlume										USPOREDBA S MJERENJIMA				VW SLIKE			
ECvsAL										HR-eps HR-plume EU-eps EU-plume vjetar				DUZS POŽARI (AGRO) TUČA (COT) LINKOVI			
ECMWFweb ECMWFkarte(treba login) ECharts ECharts_Dashboard										OBORINA:				Raspored SVAP: TEKUĆI IDUĆI PMC OBAVIJESTI PRESSCUT			
EPS, WRF, ROMS										ALADINB ala-domena zoom-RH				UPIS			
LightningWizard wetter3 EPS										ALA4vsALA8 ala-domena zoom-RH				WMO Požari Hladni val			
ESTOFEXData MeteoAdriatic BoraMeteo BoraMore Boratlokacija										ALA2vsALA8 ala-domena zoom-RH				VERIFIKACIJA			
										GoogleMaps Slikovnica Alarm Ekstremi HLADNI VAL				SVE Tmin Tmax			
										RCLACE							
DWD										DUGOROČNE PROGNOZE				ARSO: tekst slike snijeg sondaža podaci			
GMEtkmap Ana lake DWDpolja										MJESEČNE: DHMZ ECMWF JMA				DHMZintranet DHMZweb MeteoALARM			
EUsutra UV: danas sutra										SEZONSKE: DHMZ ECMWF C3S SEEVCC				ZAMC HMS WMO METEOFRANCE UKMetOffice			
										MetOffice TRI CPC JMA				Wetterzentrale WestWind Potresi			

Slika 7. Operativno web sučelje meteorološkog prognoziranja

2. Web sučelje Sava SM

Sučelju se može pristupiti s bilo koje lokacije povezane s internetom, pomoću korisničkog imena i lozinke. Korisnik može odabrati jednu o sedam vizualizacija parametara za odabranu hidrološku postaju ili sliv (protok, vodostaj, vodostaj na poprečnom profilu, oborina, temperatura, vlažnost tla, ekvivalent vode u snijegu) za period od -48 h do +120 h od vremena prognoziranja. Odabrani

parametar je prikazan na karti, grafu i tablici. Detaljniji tablični prikaz omogućen je odabirom kratice „Tablica“.



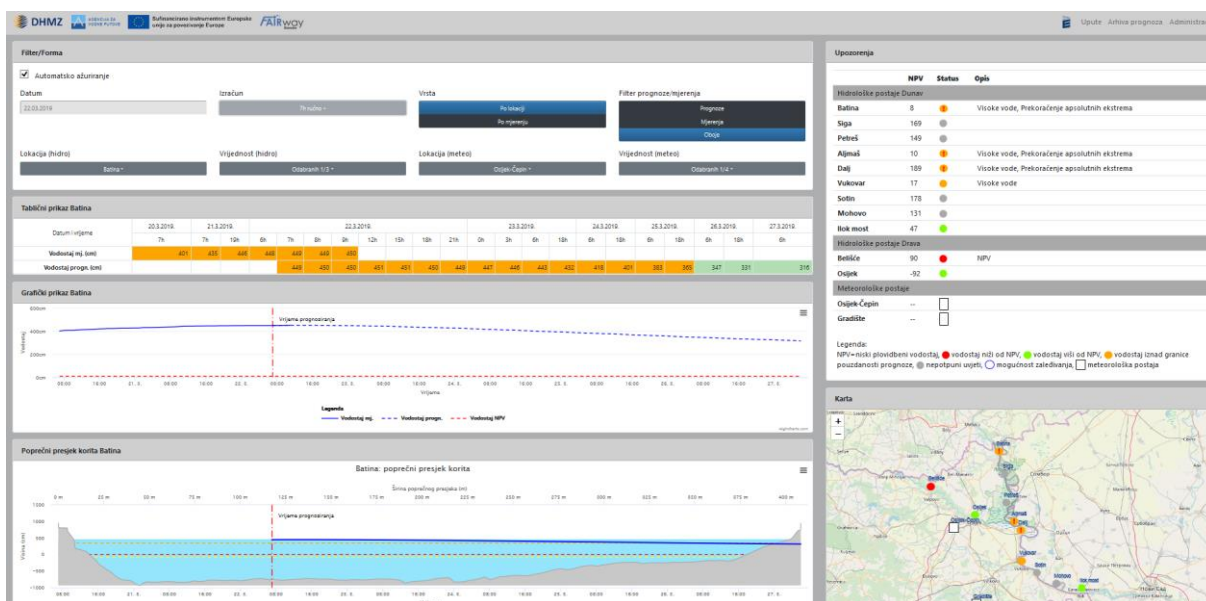
Slika 8. Operativno web sučelje Sava SM

3. Web sučelje Dunavskog modela.

Web sučelju se može pristupiti s bilo koje lokacije povezane s internetom, pomoću korisničkog imena i lozinke. Na zaslonu (slika 9) korisnik odabire lokaciju hidrodinamične i meteorološke prognoze. Za jednu ili više hidroloških postaja, korisnik može odabrati izmjerene vrijednosti relevantnih parametara (protok, temperatura i vodostaj) te prognozirane vrijednosti (protok i vodostaj). Na meteorološkim postajama dostupni su izmjereni i prognozirani meteorološki podaci (temperatura,

količina oborina u tekućem obliku, ukupna oborina, snijeg). Podaci su prikazani za period od -48 h do +120 h od vremena prognoziranja, u formi tablica, grafova i poprečnih profila odabranih hidroloških postaja.

Na desnoj strani zaslona su dinamičke tablice te karta s hidrološkim postajama obojanim ovisno o vodostaju (ispod/iznad kritično niskog vodostaja).



Slika 9. Operativno web sučelje Dunavskog modela

3.3.5. Struktura hidroloških prognostičkih modela

Sava SM

Kombinirani hidrološko-hidraulički MIKE11 model je razvijen djelomično na temelju postojećih hidrodinamičkih pod-modela, postojećih uzvodnih pod-modela (razvijenih zajedno s ARSO-om) i novih hidroloških pod-modela. Nakon razvoja i kalibracije MIKE11 modela, model je unaprijeđen u prognostički te primijenjen u operativnom sustavu prognoziranja poplava. Finalni prognostički sustav je instaliran u DHMZ-u i Hrvatskim vodama gdje je moduće pokretati dodatne scenarije kontrole poplava. Prognoza se objavljuje automatski svakog sata u sljedećih 5 dana.



Tijekom prvog 12-mjesečnog razdoblja operativni sustav prognoziranja poplava je razvijen za rijeku Kupu i Gornju Savu do ušća Kupe u Savu u Sisku, a uključuje i pritoke objih rijeka. Prognostički sustav omogućuje prognoze vodostaja i protoka na 43 riječnih lokacija u narednih 5 dana. Tijekom sljedećeg (drugog) 12-mjesečnog razdoblja nastavili smo rad na razvoju modela za cijeli sliv Save na teritoriju Hrvatske, za područje Une između Hrvatske i Bosne i Hercegovine kao i za glavne pritoke Save iz Bosne i Hercegovine (Vrbas, Bosna, Tinja i Ukrina). Konačni model je nazvan Sava SM, a daje prognozu vodostaja i protoka na 145 riječnih lokacija u narednih 5 dana.

Prognostički sustav je usklađen sa sličnim slovenskim prognostičkim sustavom u ARSO-u, uključujući razmjenu u stvarnom vremenu prognoziranih dotoka i online podataka. Sava SM je u potpunosti automatiziran i omogućuje nove prognoze svakog sata s ukupnim vremenom izvršenja od 12 minuta. Sve prognoze su učitane na web stranicu na kojoj je moguće pratiti status poplavnih upozorenja u narednih 5 dana na karti, grafovima, tablicama te u formi izvješća.

Radi se o prognostičkom sustavu u oblaku koji je instaliran fizički na PC u DHMZ-u, ali može se s njime raditi s bilo koje lokacije. Kad je prognostička simulacija završena, model u pozadini prognostičke simulacije je zajedno s podacima u stvarnom vremenu dostupan u oblaku i spreman za daljnju obradu. Sava SM se temelji na podacima u stvarnom vremenu prikupljenim s dostupnih online hidroloških i meteoroloških postaja u Hrvatskoj, Sloveniji, Bosni i Hercegovini, relevantnim prognozama iz Slovenije i rezultatima meteoroloških modela ALADIN i ECMWF u DHMZ-u.

Dunav

Hidrodinamički 1D Dunavski model u sklopu MIKE2017 (DHI) softvera je razvijen za 132 km rijeke Dunav i 56 km rijeke Drave. Početak mu je na Dunavu na hrvatsko-mađarskoj granici odnosno na Dravi uzvodno od hidrološke postaje Belišće. Završava na granici s Republikom Srbijom, nizvodno od hidrološke postaje Ilok.

Asimilacija podataka koristi dvodnevne podatke o vodostajima u stvarnom vremenu na svim hidrološkim postajama unutar modela. Prognoze vodostaja određuju se na 5 hidroloških postaja na Dunavu (Batina, Aljmaš, Dalj, Vukovar, Ilok) te 2 hidrološke postaje na Dravi (Belipće, Osijek).

Izmjerene temperature vode za potrebe prognoziranja leda su prikazane grafički i numerički na svim hidrološkim postajama na kojima je ugrađen temperaturni senzor. Meteorološki podaci i prognoze vremena su prikazane za meteorološke postaje Gradište i Osijek Čepin.



Za sve spomenuto uspostavljena je ftp razmjena u oblaku između Glavne uprave za vodno gospodarstvo (mađarska služba za hidrološka prognoziranja) i automatizirane kolekcije hidroloških i meteoroloških podataka DHMZ-a.

Rezultati prognostičkih simulacija su učitani na mrežnu stranicu zaštićenu lozinkom.

3.4. Hidrološko prognoziranje i učinkovitost sustava upozoravanja

DHMZ nije odgovoran za upozorenja o poplavama na vodotocima, samo za hidrološka prognoziranja za javnost i relevantne dionike. DHMZ izdaje prognoze poplava i upozorenja kroz Metealarm zajedno s meteorološkim prognostičarima.

3.4.1. Metodološki pristupi procjene učinkovitosti

Učinkovitost modela je određena pomoću Nash-Sutcliff koeficijenta (NSE), srednje kvadratne greške (RMSE) i standardne devijacije (SD) za Dunavski model.

3.4.2. Analiza učinkovitosti i točnosti rezultata

Rezultati Dunavskog modela za razdoblje 22.9.2018-22.2.2019. su prikazani u sljedećoj tablici:

		Batina		Aljmaš		Vukovar	
		lt=2 days	lt=5 days	lt=2 days	lt=5 days	lt=2 days	lt=5 days
SD	model	10.43	29.00	12.13	27.31	11.41	24.63
	reccomendation	<20	<40	<20	<40	<20	<40
RMSE	model	12.42	29.31	14.97	27.89	12.68	25.15
	reccomendation	<20	<40	<20	<40	<20	<40
NSE	model	0.98	0.92	0.97	0.91	0.97	0.90
	reccomendation	>0.95	>0.85	>0.95	>0.85	>0.95	>0.85

Rezultati su unutar preporučenih vrijednosti.

3.5. Suradnja s ekspertnim službama u regiji (hidrološke, meteorološke službe, službe upravljanja vodama, HHP operator, jedinice za sigurnost i spašavanje)

Glavne hrvatske rijeke su pogranične i čine međunarodnu granicu sa susjednim državama (Slovenija, Bosna i Hercegovina, Mađarska, Srbija, Austrija), ili im je uzvodni sliv izvan Hrvatske.



Hrvatska: DHMZ ima stalnu i živu suradnju s Hrvatskim vodama te dijelimo podatke izmjerene na hidrološkim postajama i podatke dobivene Sava SM modelom. Hrvatske vode su odgovorne za obranu od poplava na području Hrvatske, te je Sava SM model od iznimnog značaja za obje institucije u provođenju operativnog sustava obrane od poplava. Tijekom poplavnih događaja Hrvatske vode dostavljaju DHMZ-u podatke o aktivnostima na pregradama, u oteretnim kanalima i retencijskim područjima u slivu Save koje DHMZ unose u model kako bi rezultati bili pouzdani. Hrvatske vode su razvile svoj sustav prognoziranja poplava za rijeke Dravu i Muru te nam omogućili pristup modelima kako bismo mogli provjeriti hidrološko stanje navedenih rijeka.

DHMZ surađuje s Ministarstvom unutarnjih poslova (nekadašnja Državna služba za zaštitu i spašavanje) te Ministarstvom obrane koji su također dio sustava obrane od poplava u Hrvatskoj.

Jaka suradnja uspostavljena je i s Međunarodnom komisijom za sliv rijeke Save (ISRBC – International Sava River Basin Commission) kroz razmjenu podataka (meteoroloških, hidroloških, Sava SM rezultata), razvoj i korištenje FFWS-a (Sava Basin Flood Forecasting and Warning System) za cijelo područje sliva Save.

Slovenija: Postoji jaka suradnja s Agencijom Republike Slovenije za okolje (ARSO) kroz zajedničke komisije koje se temelje na bilateralnim sporazumima i razmjeni hidroloških i meteoroloških podataka. Hrvatski Sava SM model je djelomično razvijen na postojećim modelima u Hrvatskoj, a djelomično na postojećim uzvodnim pod-modelima razvijenim zajedno s ARSO u Sloveniji.

Bosna i Hercegovina: Suradnja s dva Federalna hidrometeorološka zavoda u Bosni i Hercegovini (sa sjedištima u Sarajevu i Banja Luci) te s Agencijom za vodno područje Save iz Sarajeva omogućuju online razmjenu hidroloških i meteoroloških podataka iz Bosne i Hercegovine. DHMZ također razmjenjuje informacije u stvarnom vremenu tijekom poplavnih događaja.

Srbija: Suradnja s Republičkim hidrometeorološkim zavodom iz Srbije omogućuje razmjenu podataka u slučaju potrebe te šaljem upozorenja tijekom poplavnih događaja u Hrvatskoj.

Mađarska: Tradicionalna jaka suradnja s Mađarskim zavodom za hidrološka prognoziranja (OVF) realizira se u sklopu zajedničkih komisija i temelji se na bilateralnim sporazumima i hidrološkoj razmjeni podataka.



Austrija: Hidrografska služba Styria omogućuje pristup svom web portalu prognoze poplava na Muri što nam omogućuje provjeru stanja rijeke u uzvodnim dijelovima.

3.6. Suradnja s dionicima (posebna prognostička izvješća, zahtjevi, potrebe, želje)

Posebna prognostička izvješća pripremljena su za stožer tijekom poplavnih događaja. Također primamo zahtjeve za posebne hidrološke prognoze za pojedina gradilišta unutar inundacijskog pojasa rijeka.

Dunavski model je razvijen za Agenciju za vodne putove (sada u sklopu Ministarstva prometa) kako bi se poboljšala sigurnost dunavskog plovnog puta u Hrvatskoj tijekom niskih vodostaja.

4. RAZVOJNA PERSPEKTIVA (POTREBE ZA BUDUĆI RAZVOJ, KRATKOROČNI I DUGOROČNI PLANOVI)

Postoji potreba za daljnji razvoj i poboljšanja postojećih hidroloških prognostičkih modela kao i izradu različitih postavki postojećih modela. Trebao bi postojati sustav za lakšu usporedbu rezultata modela i detekciju različitosti.

U tijeku je Projekt modernizacije meteorološke motriteljske mreže u RH – METMONIC.

Svrha projekta METMONIC je uspostava suvremenog i kvalitetnog sustava automatskih prizemnih meteoroloških postaja, oceanografskih plutača i daljinskih sustava mjerenja atmosfere, uključivši sustav meteoroloških radara, na ukupno 450 postaja, kako bi se osigurao sljediv, reprezentativan, visokokvalitetan, pouzdan i pravovremen podatak o stanju atmosfere i mora na čitavom području Republike Hrvatske.

Ključne komponente projekta su:

- Modernizacija i unaprjeđenje prizemnih meteoroloških mjerenja
- Modernizacija i unaprjeđenje visinskih meteoroloških mjerenja
- Modernizacija i unaprjeđenje mreže radarskih mjerenja
- Uspostava meteorološko-oceanografskog sustava mjerenja
- Unaprjeđenje i modernizacija sustava prihvata, obrade, kontrole i pohrane podataka i osiguranje dostupnosti podataka



- Unaprjeđenje umjernog meteorološkog laboratorija
- Unaprjeđenje praćenja opterećenja ekosustava elementima u tragovima

Više o projektu dostupno je u brošuri objavljenoj na mrežnim stranicama DHMZ-a (<http://meteo.hr/istrazivanje/METMONICbrosura.pdf>)

Hrvatske vode i Državni hidrometeorološki zavod sklopili su Sporazum o suradnji na realizaciji projekta „Projekt unaprjeđenja negrađevinskih mjera upravljanja rizicima od poplava u Republici Hrvatskoj”, radnog naziva VEPAR, u sklopu Operativnog programa Konkurentnost i kohezija 2014. – 2020.

Predviđene aktivnosti uključuju:

- 1) Unaprjeđenje sustava za hidrološko praćenje površinskih voda kroz modernizaciju postojećih hidroloških postaja državne mreže i nabavu opreme za provedbu vodomjerenja i drugih terenskih radova
- 2) Standardizacija hidroloških radova
- 3) Ugradnja opreme za video nadzor na hidrološkim postajama
- 4) Unaprjeđenje hidroloških podloga - izrada hidroloških studija za sliv rijeke Save, slivove rijeka Drave i Dunava i slivove Jadranskog vodnog područja, objedinjenje rezultata u Hidrološki Atlas RH.
- 5) Uspostavljanje baza obrađenih topografskih, batimetrijskih i hidroloških podataka koje će se pored analiza rizika od poplava koristiti i u druge vodnogospodarske svrhe.
- 6) Uspostavljanje operativnog sustava za prognoziranje fluvijalnih poplava za cijelu RH, koji će omogućiti smanjenje rizika od poplava.

Uslijed navedenih aktivnosti uspostaviti će se moderna i pouzdana mreža za hidrološko praćenje površinskih voda u RH, kojom će se osigurati pravovremena i pouzdana dojava podataka značajnih za neposrednu obranu od poplava i hidrološko prognoziranje, ali i za sve druge aspekte praćenja hidrološkog režima površinskih voda.