

Operativni prognostički sustav DHMZ-a: status i perspektive

Antonio Stanešić, Mario Hrastinski, Suzana Panežić, Ana Šljivić, Iva Dominović, Martina Tudor, Kristian Horvath, Iris Odak Plenković, Endi Keresturi, Ines Muić, Kristina Kozić

Zagreb, listopad 2020.



Operativni prognostički sustav (OPS) DHMZ-a

- Operativni prognostički sustav DHMZ-a temelji se na regionalnom numeričkom modelu atmosfere *Aire Limitée Adaptation dynamique Développement InterNational* (ALADIN)
- ALADIN se razvija u suradnji više međunarodnih meteoroloških instituta – skup unaprjeđenja se izdaje kao novi ciklus (verzija) modela (npr. cy38, cy43)
- OPS osim samog modela uključuje: sustav asimilacije podataka, sustav izrade vrlo kratkoročne prognoze vremena, sustav naknadne obrade produkata modela (grib datoteke, izrada grafičkih prikaza, tekstualne tablice, naknadne obrade izlaza modela...)



Status OPS - 2019

- Konfiguracije ALADIN modela na DHMZ-u:
 - ALADIN-HR8 - 8 km horizontalni korak mreže, 37 vertikalnih nivoa
 - ALADIN-HR4 - 4km horizontalni korak mreže, 73 vertikalnih nivoa
 - ALADIN-HRDA - 2km horizontalni korak mreže; dinamička adaptacija polja vjetra; temeljen na ALADIN-HR8
 - ALADIN-HR2 - 2km horizontalni korak mreže; prognoza od 06 do dva dana unaprijed; početni i rubni uvjeti ALADIN-HR8
- Verzije ALADIN modela na DHMZ-u: ALADIN-HR8 (cy32), ALADIN-HR4 (cy35), ALADIN-HRDA (cy29), ALADIN-HR2 (cy36)
- Asimilacijski sustavi za ALADIN-HR8 te ALADIN-HR4 (cy35)
- Sustav naknadne obrade: fortran, shell skripte, GrADS, perl, ...



Plan OPS - 2020

- Konfiguracije ALADIN modela na DHMZ-u:
 - ~~ALADIN-HR8 - 8 km horizontalni korak mreže, 37 vertikalnih nivoa~~
 - ALADIN-HR4 - 4km horizontalni korak mreže, 73 vertikalnih nivoa
 - ALADIN-HRDA - 2km horizontalni korak mreže; dinamička adaptacija polja vjetra; temeljen na ~~ALADIN-HR8~~ ALADIN-HR4
 - ALADIN-HR2 - 2km horizontalni korak mreže; prognoza od 06 do dva dana unaprijed; početni i rubni uvjeti ~~ALADIN-HR8~~ ALADIN-HR4
- Verzije ALADIN modela na DHMZ-u: ~~ALADIN-HR8 (cy32)~~, ALADIN-HR4 (~~cy35~~ **cy43**), ALADIN-HRDA (~~cy29~~ **cy43**), ALADIN-HR2 (~~cy36~~ **cy43**)
- Asimilacijski sustavi za ~~ALADIN-HR8~~ te ALADIN-HR4 (~~cy35~~ **cy43**)
- Sustav naknadne obrade: ~~fortran, shell skripte, GrADS, perl~~ **python**



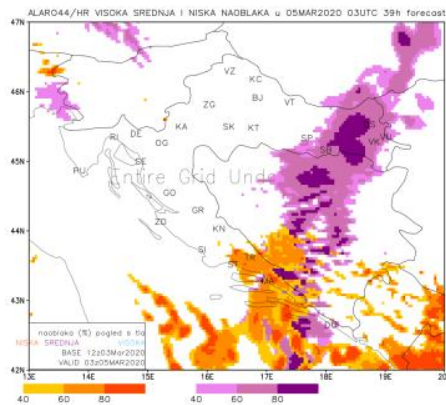
Status OPS - 2020

- ✓ početak 2020. – značajan dio naknadne obrade produkata prebačen na nove alate (python)
- ✓ ožujak 2020. – potres; oštećena zgrada DHMZ-a; početak implementacije pričuvnog OPS na računalima Europskog centra za srednjoročne vremenske prognoze (ECMWF)
- ✓ 01.05.2020. – ALADIN-HRDA temeljen na ALADIN-HR4 konfiguraciji postaje operativan
- ✓ 01.07.2020. – ukinuta ALADIN-HR8 konfiguracija
- ✓ listopad 2020. – početak paralelnog ciklusa ALADIN-HR4 s novom verzijom modela i asimilacijskog sustava (cy43)

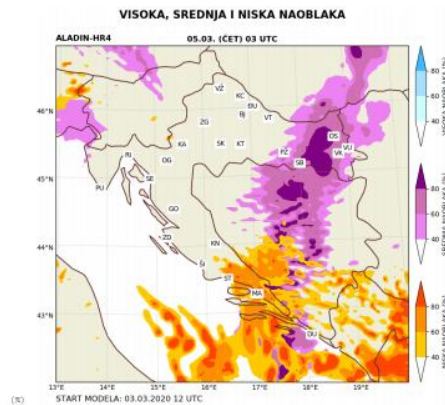


Naknadna obrada

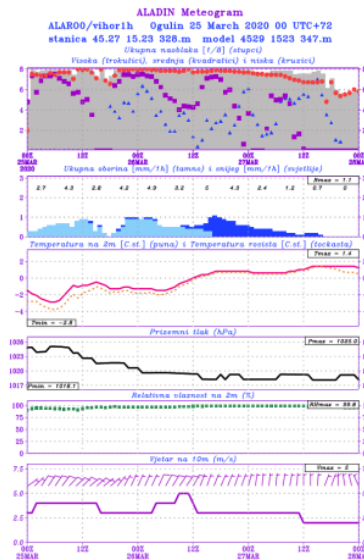
- Cilj: modernizirati i unaprijediti naknadnu obradu te smanjiti broj programskih jezika/alata; lakši razvoj novih produkata; paralelizacija
- Pristup modelskim podacima temeljen na python biblioteci *epygram* koja omogućuje manipulacije s originalnim ALADIN izlazima (FA datoteke)
- Za naknadu obradu se koriste različiti python paketi: matplotlib, cartopy, pandas, ...



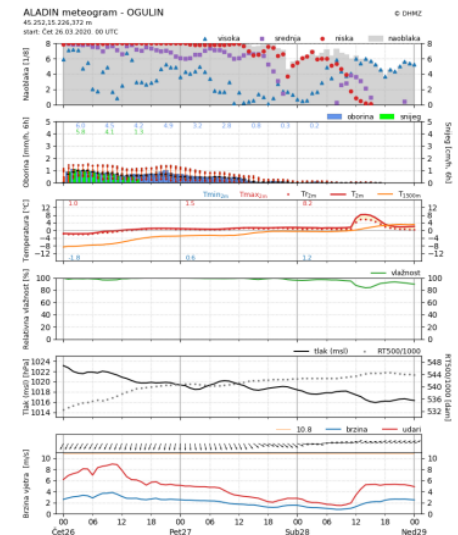
Naoblaka
stari sustav



Naoblaka
novi sustav



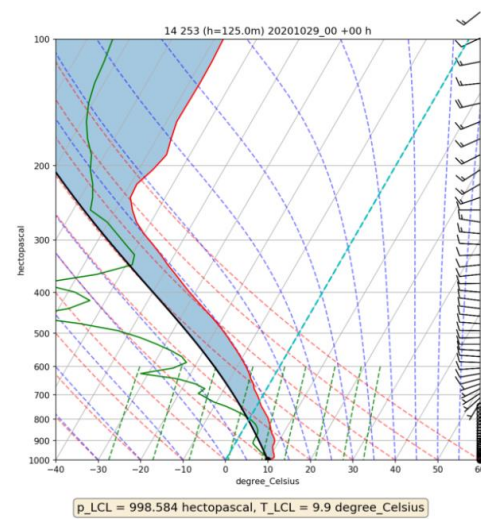
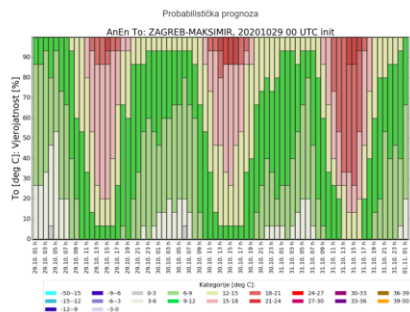
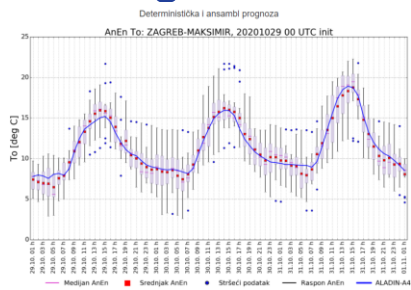
Meteogram
stari sustav



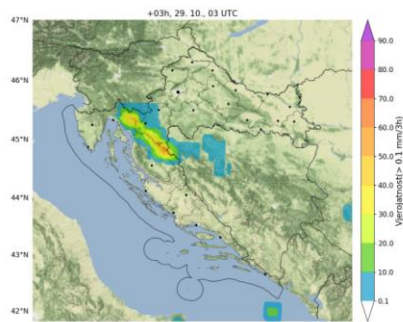
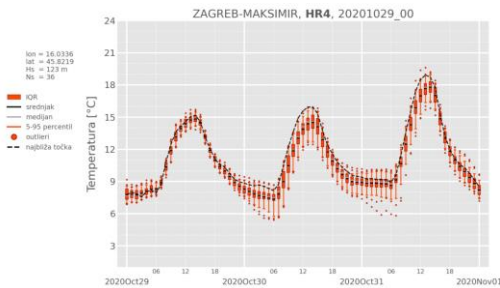
Meteogram
novi sustav

Naknadna obrada

- razvijen je niz novih produkata naknade obrade podataka modela kao što su: ALADIN analogoni, ansambl susjedstva (za postaje i cijelu Hrv.), emagrami ...



ALADIN analogoni



emagrami

Ansambl susjedstva

Pričuvni OPS

- 22 ožujak 2020. – potres; oštećena zgrada DHMZ-a;
- Superračunalo smješteno u podrumskim prostorijama
- Potreba hitne uspostave pričuvnog OPS



Pričuvni OPS

- Pričuvni OPS uspostavljen na superračunalu ECMWF-a
 - ALADIN-HR4 – ista mreža modela ali novija verzija (cy43) bez asimilacije podataka (inicijalni uvjeti iz kontrolnog člana RC-LACE ansambla)
 - ALADIN-HRDA – kao zamjena uspostavljena nova verzija (cy43) ALADIN modela. Ista domena, ista horizontalna mreža modela, 87 vertikalnih nivo-a
- Presentacija produkata (grafički i tekstualni izlazi) uspostavljeni na European Weather Cloud-u – virtualni server
- Detaljniji opis u [ECMWF Newsletter Summer 2020](#)



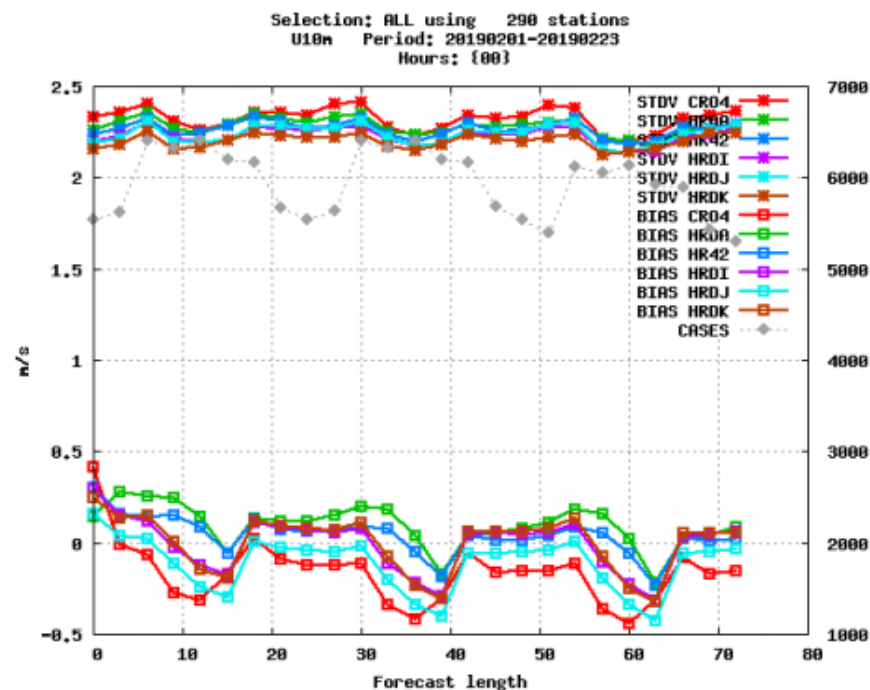
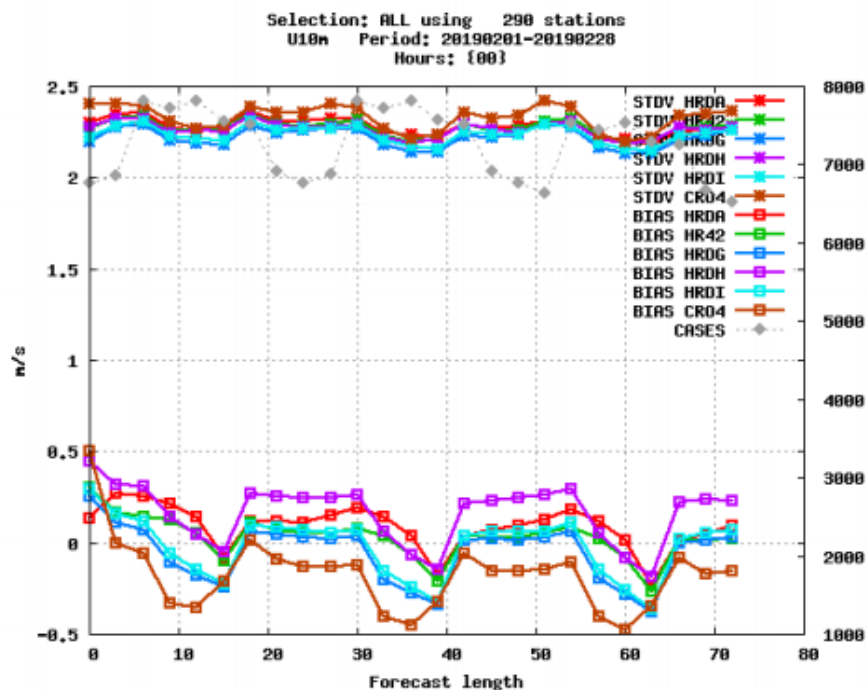
ALADIN-HRDA – nova konfiguracija

- Nove postavke:
 - Početni i rubni uvjeti: ALADIN-HR4
 - Najniži nivo modela snižen s prijašnjih 17m na 10m – smanjuje se utjecaj interpolacije polja vjetra po vertikali
 - Testirano nekoliko konfiguracija s različitim brojem i različitom distribucijom vertikalnih nivoa
 - Orografija na 2km pripremljena na temelju GMTED2010 baze (horiz. rezolucija 250m) i novih cy43 procedura – nove „klimatološke datoteke”



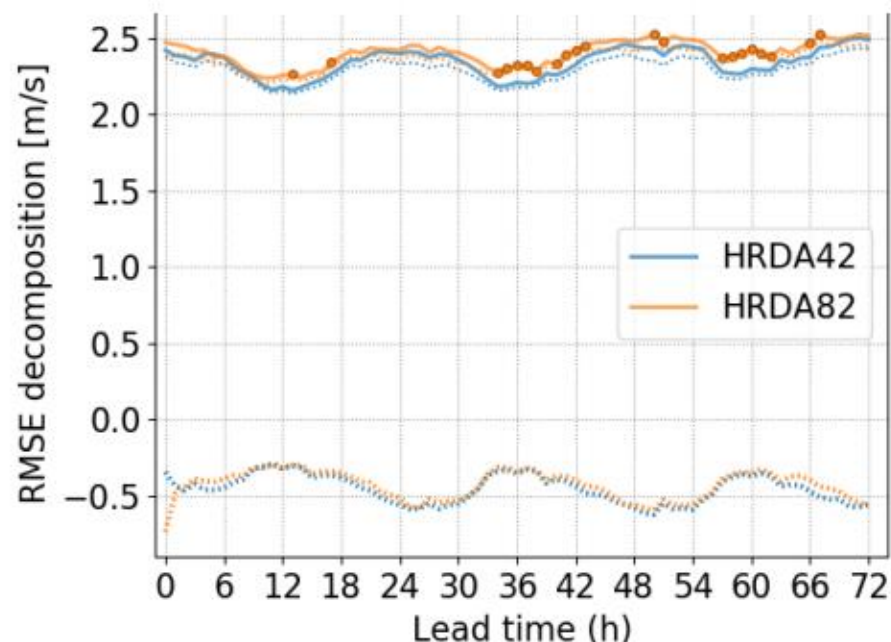
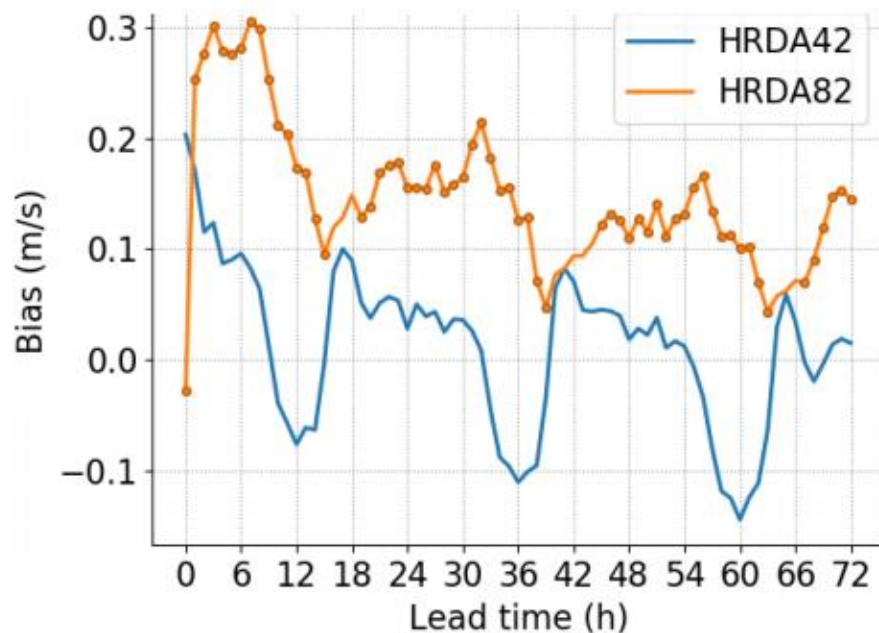
ALADIN-HRDA – nova konfiguracija

- Pristranost (BIAS) i standardna devijacija (STDEV) za novu ALADIN-HRDA konfiguraciju za različiti broj nivo-a (lijevo) i različite „klimatološke datoteke” (desno) izračunati za period 1.2.-28.2.2019.



ALADIN-HRDA – nova konfiguracija

- Na temelju verifikacijskih rezultata (i vremena potrebnog za proračun) izabrana je konfiguracija s 32 nivoa (prije ih je bilo 15) te novim „klimatološkim datotekama”
- Dodatno je napravljeno ugađanje brzine udara na nekoliko slučajeva bure

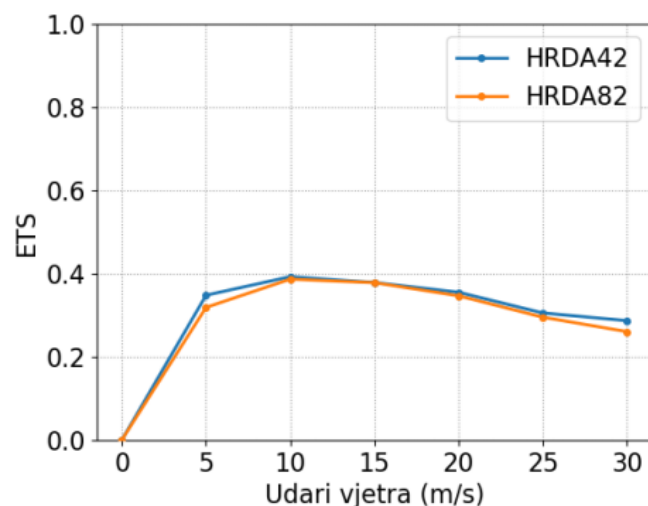
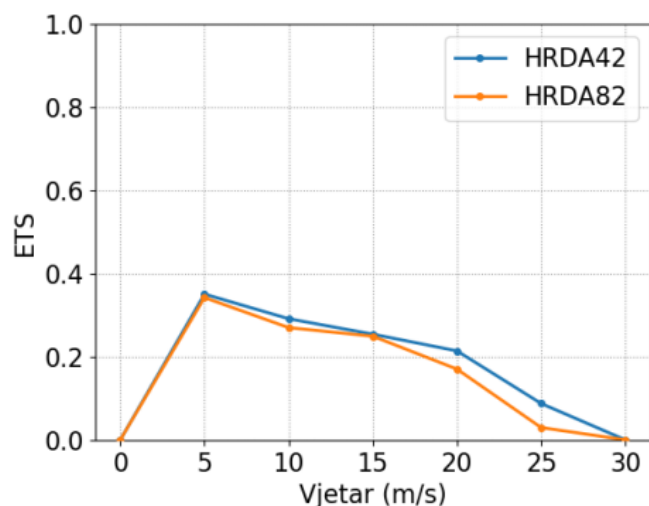


Pristranost - BIAS (lijevo) i dekompozicija srednje kvadratne pogreške (desno) za staru (HRDA82) i novu (HRDA42) konfiguraciju tijekom perioda 1.10.2018.-31.3.2019.



ALADIN-HRDA – nova konfiguracija

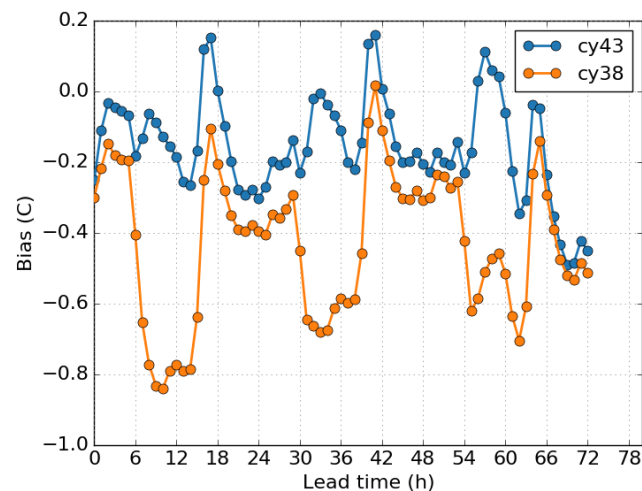
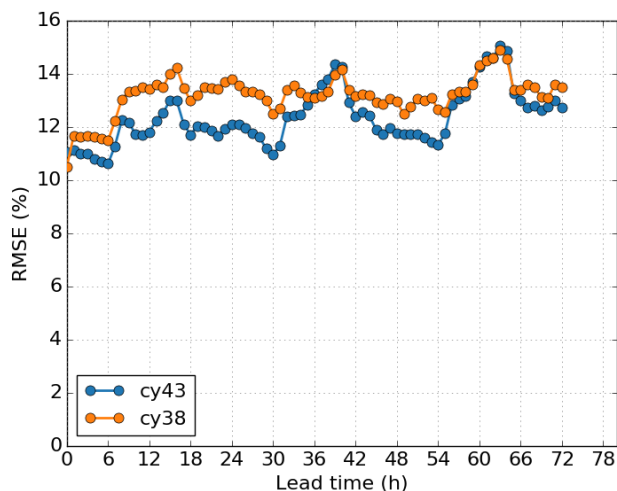
- Nova konfiguracija uspoređena je sa starom tijekom 6 mjeseci (1.10.2018.-31.3.2019.)
- Rezultati verifikacije pokazuju malo ali statistički signifikantno poboljšanje u odnosu na staru konfiguraciju



Equitable Threat Score (ETS) stare (HRDA82) i nove (HRDA42) konfiguracije za srednji vjetar (lijevo) i udare vjetra (desno) tijekom perioda 1.10.2018.-31.3.2019. izračunati usporedbom s meteorološkim postajama DHMZ-a.

ALADIN-HR4 – nova verzija

- Nova verzija ALADIN-HR4 modela (cy43) – trenutno u pripremi paralelno izvođenje (jedno pokretanje dnevno - 00 UTC)
- Početna verifikacija na razdoblju od 2 tjedna pokazuje pozitivne rezultate



Lijevo: Srednja kvadratna pogreška (RMSE) za relativnu vlagu na 2m. Desno: Pristranost (bias) temperature na 2m. Statistika izračunata za razdoblje 01.10.2020. – 23.10.2020.

ALADIN-HR4 – asimilacija

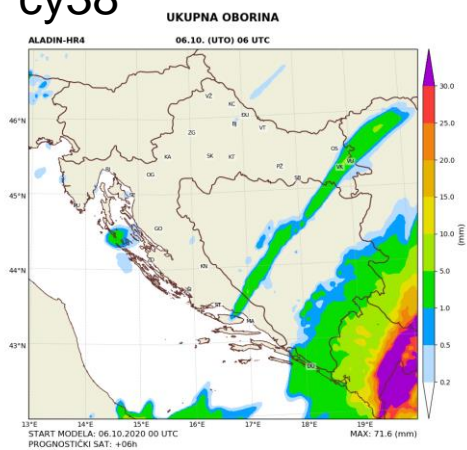
- Sustav asimilacije podataka također je unaprijeđen na verziju cy43
- Koristi se nova ansambl B matrica (prije NMC) - naprednija metoda za procjenu
- U tijeku je test uključivanja Jk člana u postupak minimizacije – ovime se unose velike skale globalnog modela u analizu
- Utjecaj Jk je ispitan na razdoblju od 14 dana – pozitivan doprinos u prvih 12h prognoze



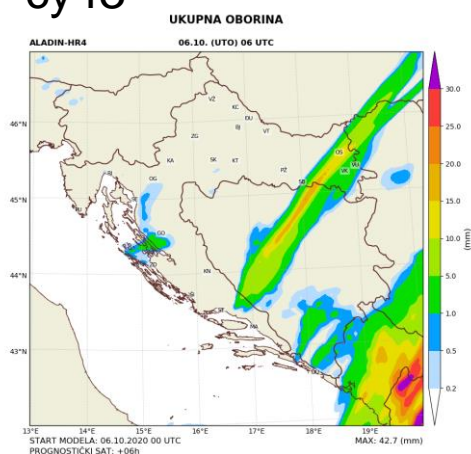
ALADIN-HR4 – asimilacija (Jk)

- Akumulirana oborina 06.10.2020. 00-06 UTC – pozitivan utjecaj Jk

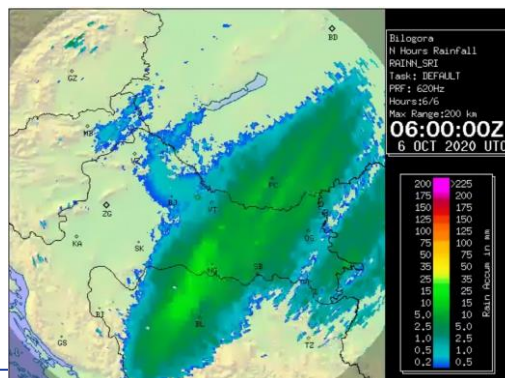
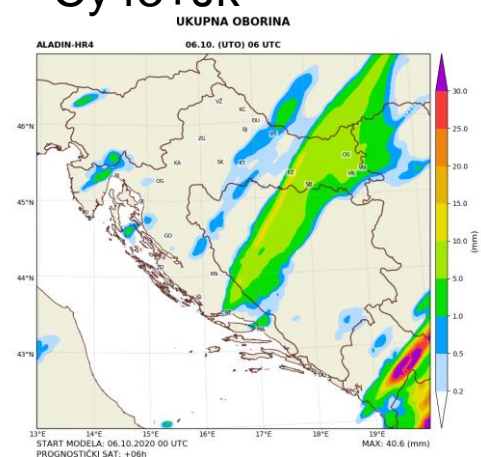
cy38



cy43



Cy43+Jk



Radarska
slika

Planovi za 2021

- Do travnja 2021 - novo superračunalo (otprilike 50x „jače” od trenutnog)
- Preseljenje OPS na novo računalo u novoj verziji modela (cy43) – glavni zadatak
- Uspostava ALADIN konfiguracije horizontalne rezolucije ~2km na domeni ALADIN-HR4 modela (ili većoj)
- Testiranje dinamičke adaptacije na (sub)kilometarskoj skali
- Proračun nove B matrice i V matrice (potrebne za Jk), uvođenje novih mjerenja u sustav asimilacije podataka (radarska mjerenja, GNSS, ...), sustav asimilacije za novu ALADIN konfiguraciju
- Novi modelski produkti: radarska odražajnost, tip oborine, vidljivost ...

