
ULOGA METEOROLOŠKE SLUŽBE U PRILAGODBI POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE NA KLIMATSKE PROMJENE I VREMENSKE EKSTREME

dr.sc. Branka Ivančan-Picek
Državni hidrometeorološki zavod
Sektor za meteorološka istraživanja i razvoj
e-mail: branka.ivancan-picek@cirus.dhz.hr



- ❑ Definicija vremenskih ekstrema i klime
- ❑ Uloga meteorološke i hidrološke službe
- ❑ Agrometeorologija na DHMZ-u
- ❑ Zaključne napomene

- ❑ **Vremenski ekstremi:** pojave koje znatno odstupaju od višegodišnjeg srednjaka ili uobičajenog vremena; mogu biti kratkotrajni ili u nekom duljem razdoblju; u pravilu su rijetki i mogu uzrokovati ogromne materijalne pa i ljudske gubitke

- ❑ **Klima:** prosječne vremenske prilike izražene pomoću srednjaka, ekstrema i varijabilnosti klimatskih veličina u dužem, najčešće 30-god razdoblju

- ❑ **Klimatske promjene:** statistički značajne promjene srednjeg stanja ili varijabilnosti klimatskih veličina koje traju desetljećima i duže

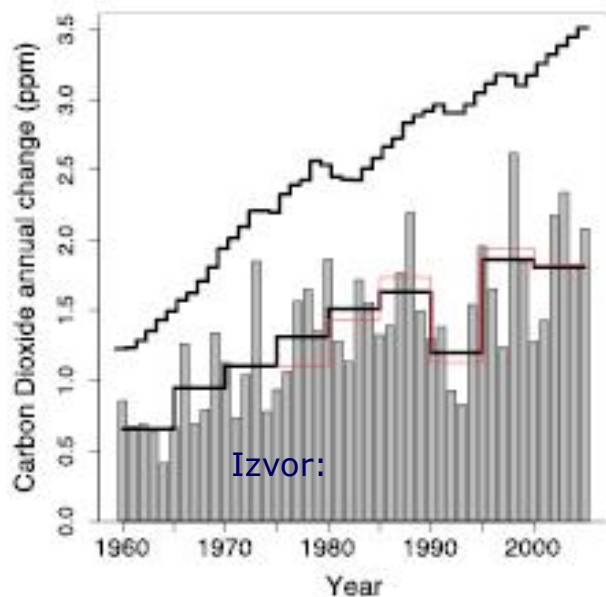
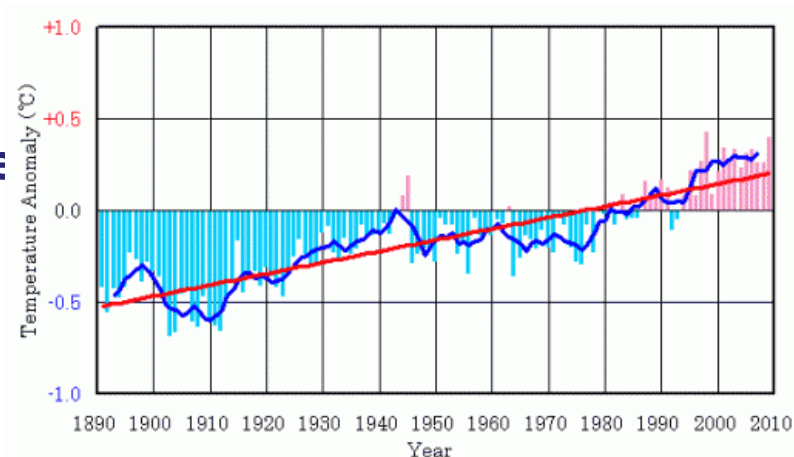
Izvor: DHMZ

Patarčić, M. Klima i klimatske promjene.

http://klima.hr/klima.php?id=klimatske_promjene

Klimatske promjene:

Na kratkoj vremenskoj ljestvici (100 godina) klimatske promjene su vrlo vjerojatno (90%) u jakoj vezi s djelovanjem čovjeka – u tijeku je proces globalnog zatopljenja

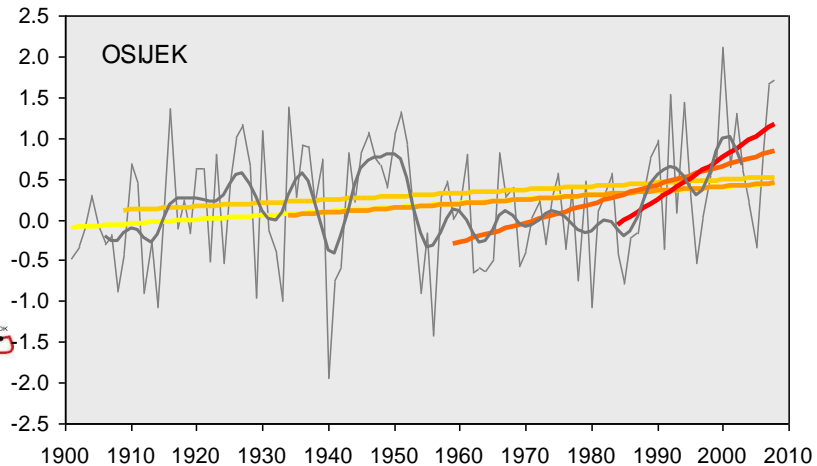
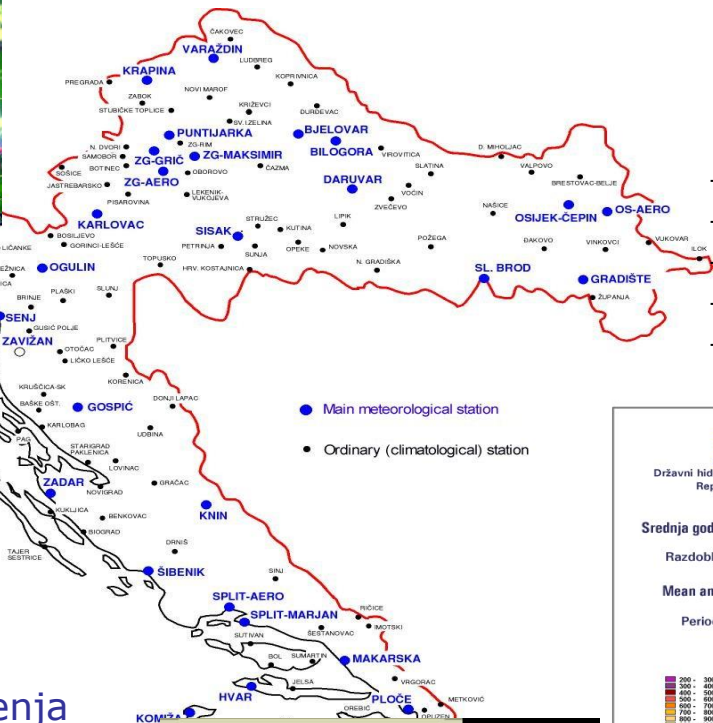
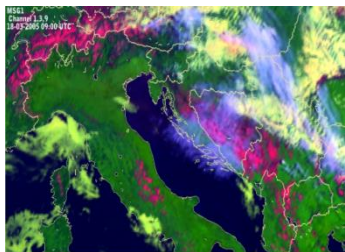


Uzrok globalnom zatopljanju je emisija / ispuštanje stakleničkih plinova (CO₂) kao posljedica pojačanih ljudskih aktivnosti, posebice oslobađanje energije iz fosilnih goriva

Izvor: IPCC; Znanstveni vodič kroz skepticizam o globalnom zagrijavanju (J.Cook) – prilagodio na hrvatski I. Güttler

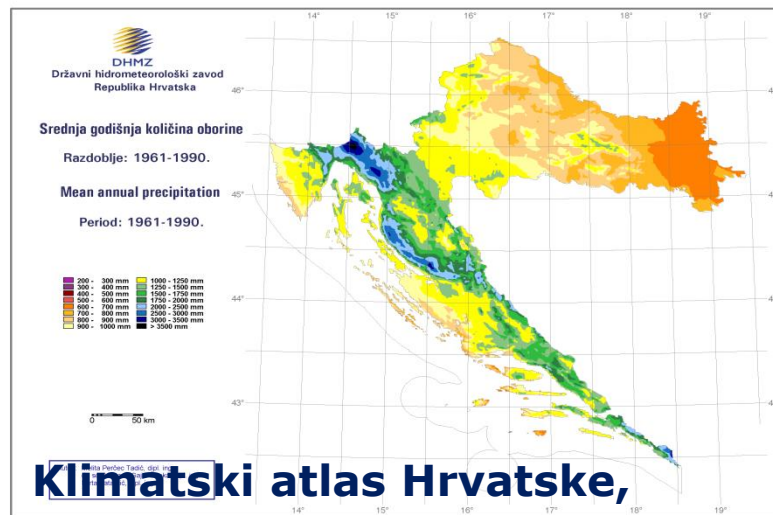
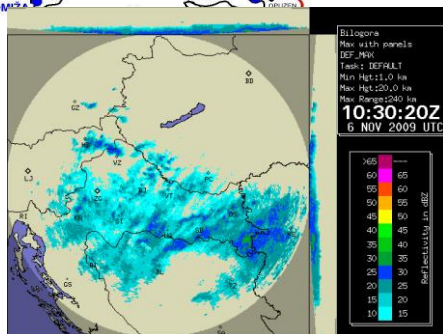
- ❑ **Podrška gospodarskom razvoju, zaštiti okoliša i kvaliteti življenja**
- ❑ **Čuvanje života i materijalnih dobara od prirodnih i civilizacijskih nepogoda i katastrofa i ublažavanje njihovih posljedica**
- ❑ **Briga o nacionalnom meteorološkom i hidrološkom sustavu motrenja**
- ❑ **Analiza i prognoza**
- ❑ **Međunarodne obveze (WMO, ECMWF, EUMETSAT, EUMETNET, EMEP, ALADIN, RC LACE, GEO,)**

Mjerenja i opažanja



❑ razdoblje motrenja
počinje 1851. godine
(Dubrovnik)

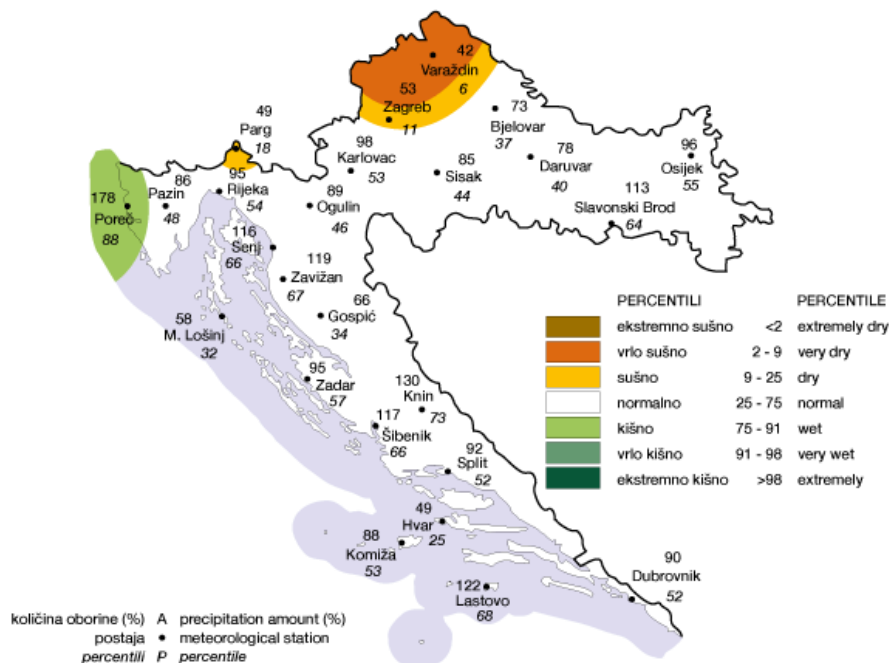
❑ Zagreb Grič najdulje
motrenje bez prekida –
od 1862.



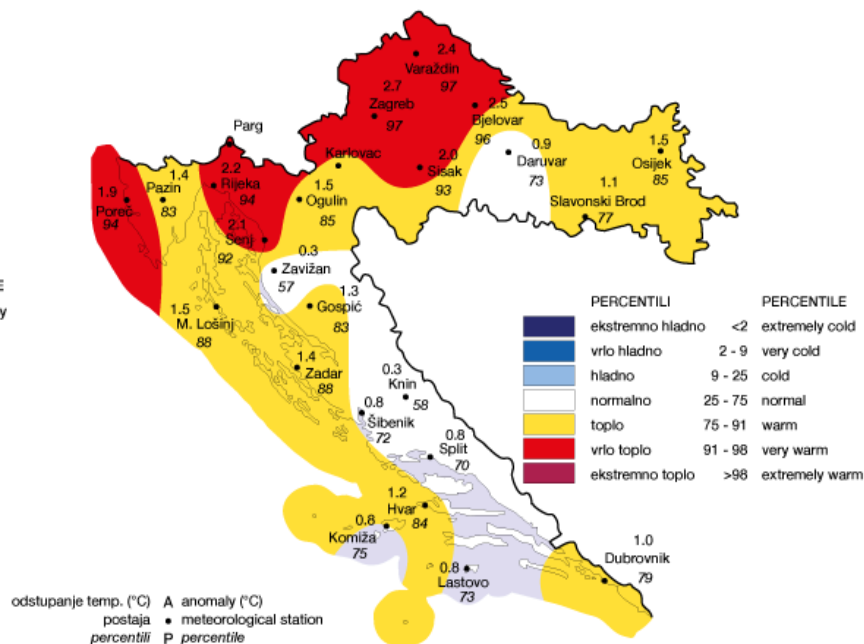
**Klimatski atlas Hrvatske,
1961-1990; 1971-2000.**
Zaninović i dr. (2008)
<http://meteo.hr>

Odstupanje od višegodišnjeg prosjeka rujan 2016.

Oborina



Temperatura



ULOGA METEOROLOŠKE I HIDROLOŠKE SLUŽBE

prognoza vremena i klime

Shematski prikaz modeliranja vremena i klime – modeli u kojima se atmosferska gibanja i procesi opisuju fizikalnim zakonima i aproksimacijama



Globalni motriteljski sustav



Podjela Zemlje na trodimenzionalnu mrežu točaka

$$\frac{du}{dt} - fv = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x}$$

$$\frac{dv}{dt} + fu = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y}$$

$$\frac{dp}{dz} = -\rho g$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{dp}{dt}$$

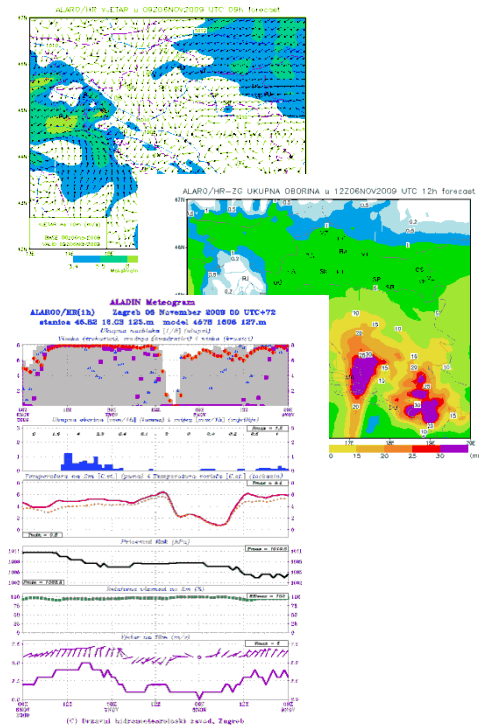
$$c_p \frac{dT}{dt} - \alpha \frac{dp}{dt} = Q$$

$$p = \rho R T$$

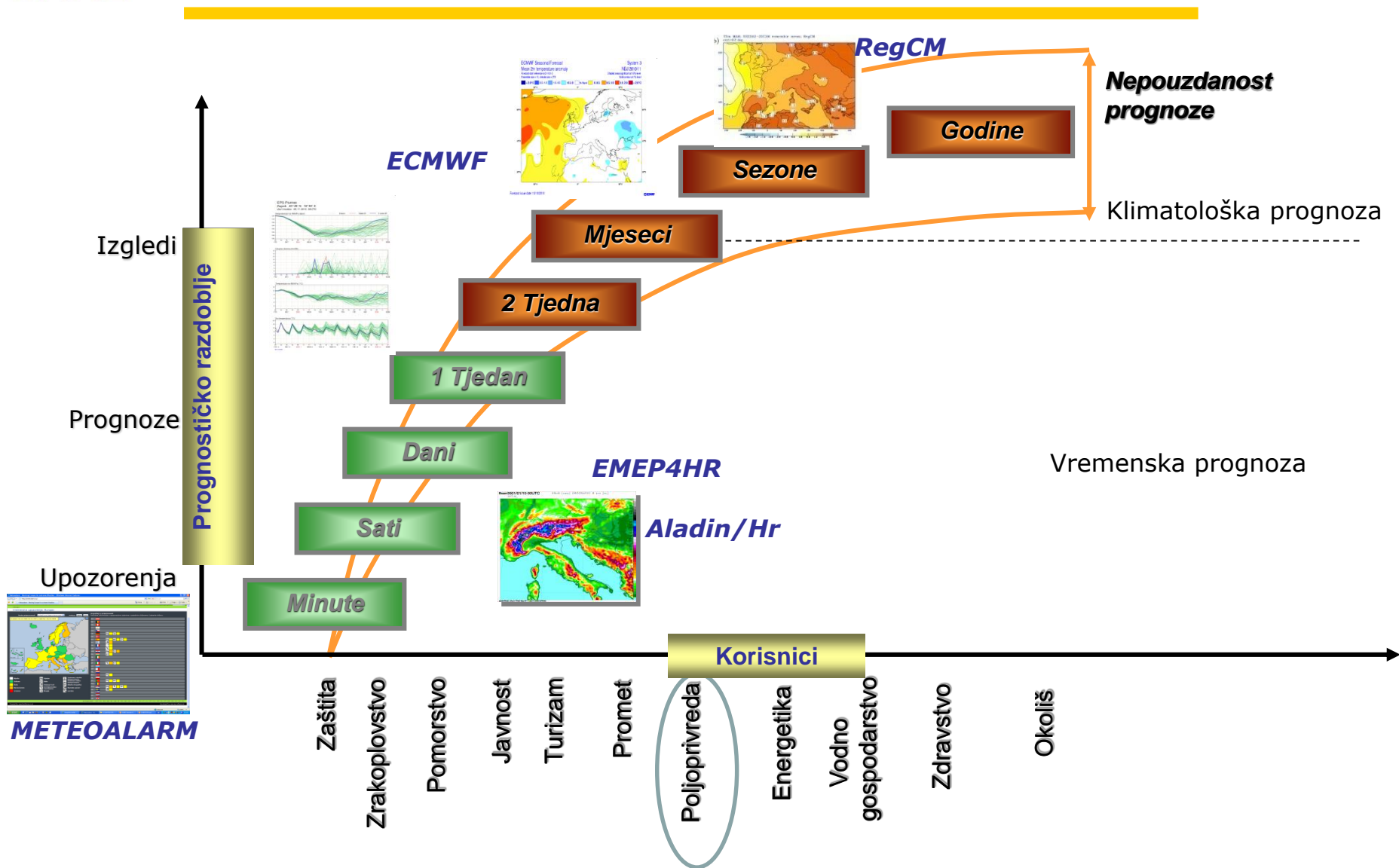


Računalno rješavanje složenih parcijalnih diferencijalnih jednadžbi u točkama mreže

Rezultati izračuna modela



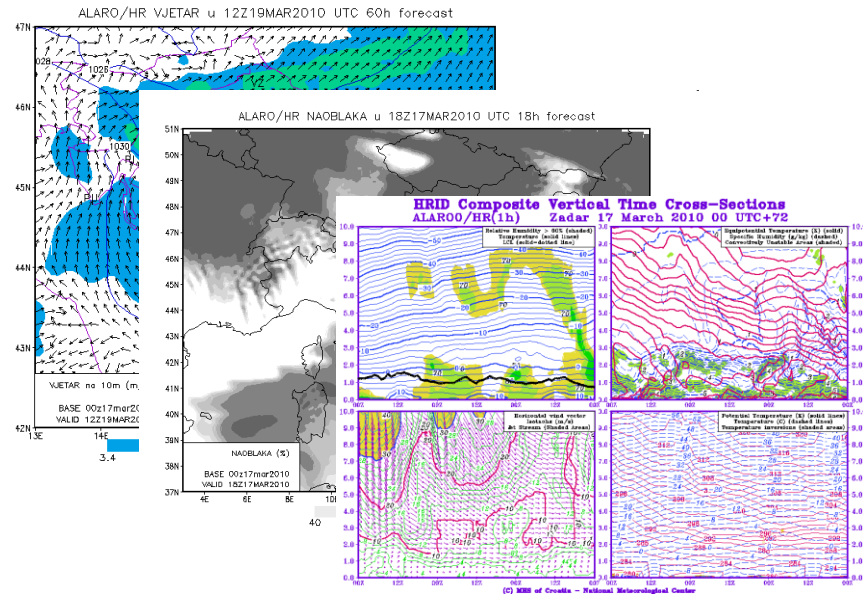
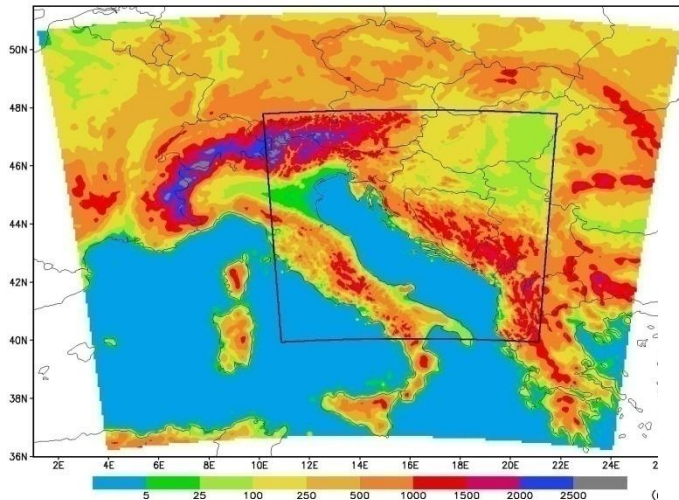
Naše mogućnosti - prognoza



Prognoza i upozorenja

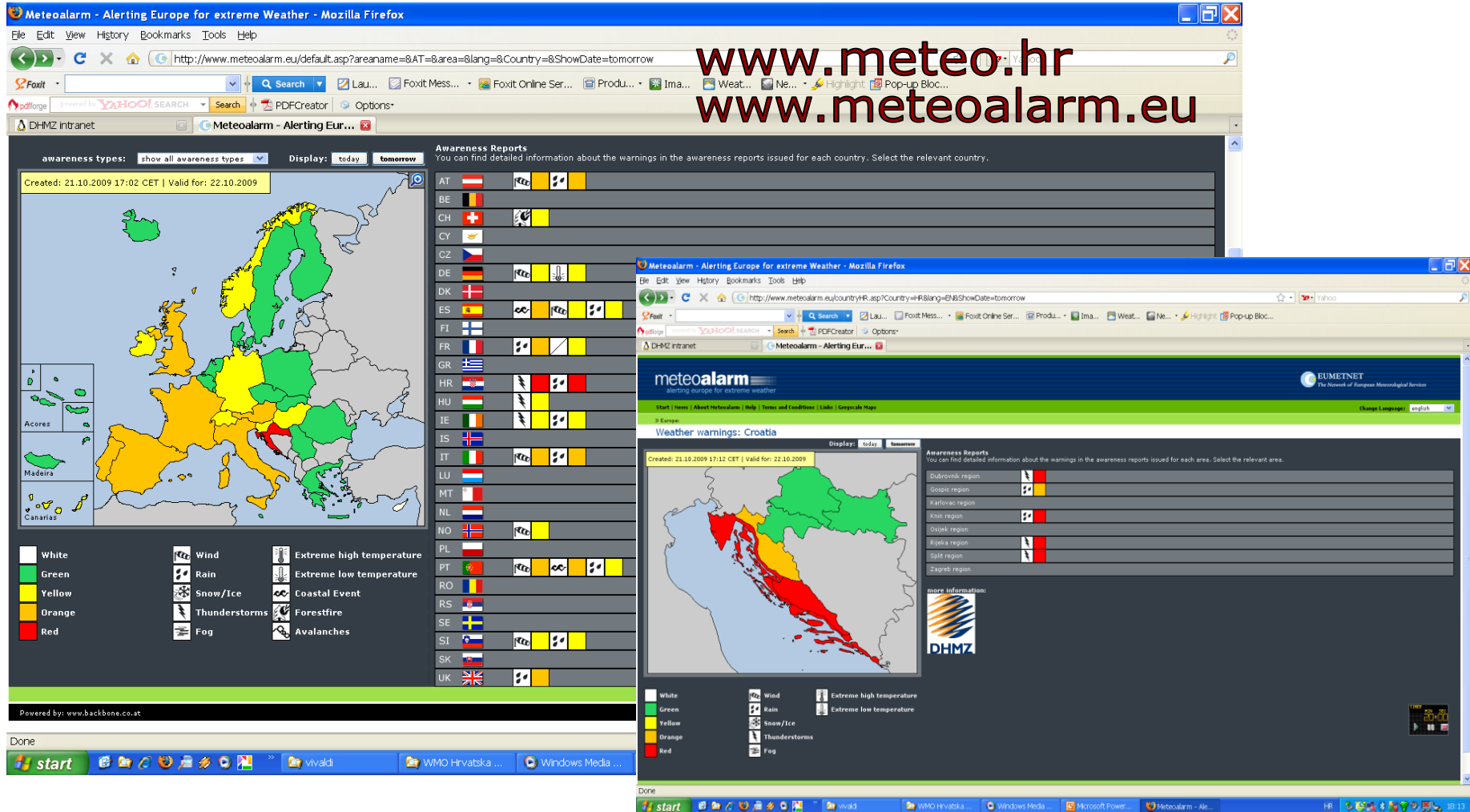
ALADIN/HR numerički model

- ✓ Horizontalna razlučivost: 8, 4 i 2 km
- ✓ Prognoza za 72 h
- ✓ izračun: 00, 06, 12, 18 UTC



Više u:
Tudor, Ivatek-Šahdan, Stanešić, Horvath, Bajić (2013): [Forecasting Weather in Croatia Using ALADIN Numerical Weather Prediction Model](#) // Climate Change and Regional/Local Responses / Zhang, Yuanzhi ; Ray, Pallav (ur.). Rijeka : InTech, Str. 59-88.

ULOGA METEOROLOŠKE I HIDROLOŠKE SLUŽBE upozorenja na opasne vremenske pojave



The image shows a screenshot of the Meteoalarm website in a Mozilla Firefox browser window. The browser's address bar displays the URL: <http://www.meteoalarm.eu/default.asp?areaname=&AT=&area=&lang=&Country=&ShowDate=tomorrow>. The website content includes a map of Europe with color-coded weather warnings and a table of awareness reports for various countries.

www.meteo.hr
www.meteoalarm.eu

awareness types: show all awareness types | Display: today | tomorrow

Created: 21.10.2009 17:02 CET | Valid for: 22.10.2009

Legend:

- White: No warning
- Green: Moderate
- Yellow: Moderate
- Orange: Severe
- Red: Extreme
- Wind: Wind
- Rain: Rain
- Snow/Ice: Snow/Ice
- Thunderstorms: Thunderstorms
- Fog: Fog
- Extreme high temperature: Extreme high temperature
- Extreme low temperature: Extreme low temperature
- Coastal Event: Coastal Event
- Forestfire: Forestfire
- Avalanches: Avalanches

Awareness Reports

Country	Warning Type	Severity
AT	Thunderstorms	Severe
BE	Thunderstorms	Severe
CH	Thunderstorms	Severe
CY	Thunderstorms	Severe
CZ	Thunderstorms	Severe
DE	Thunderstorms	Severe
DK	Thunderstorms	Severe
ES	Thunderstorms	Severe
FI	Thunderstorms	Severe
FR	Thunderstorms	Severe
GR	Thunderstorms	Severe
HR	Thunderstorms	Severe
HU	Thunderstorms	Severe
IE	Thunderstorms	Severe
IS	Thunderstorms	Severe
IT	Thunderstorms	Severe
LU	Thunderstorms	Severe
MT	Thunderstorms	Severe
NL	Thunderstorms	Severe
NO	Thunderstorms	Severe
PL	Thunderstorms	Severe
PT	Thunderstorms	Severe
RO	Thunderstorms	Severe
RS	Thunderstorms	Severe
SE	Thunderstorms	Severe
SI	Thunderstorms	Severe
SK	Thunderstorms	Severe
UK	Thunderstorms	Severe

meteoalarm
Alerting Europe for extreme weather


Weather warnings: Croatia

Created: 21.10.2009 17:12 CET | Valid for: 22.10.2009

Awareness Reports

Region	Warning Type	Severity
Dubrovnik region	Thunderstorms	Severe
Gospic region	Thunderstorms	Severe
Karlovac region	Thunderstorms	Severe
Knin region	Thunderstorms	Severe
Osijek region	Thunderstorms	Severe
Rijeka region	Thunderstorms	Severe
Split region	Thunderstorms	Severe
Zagreb region	Thunderstorms	Severe

more information:



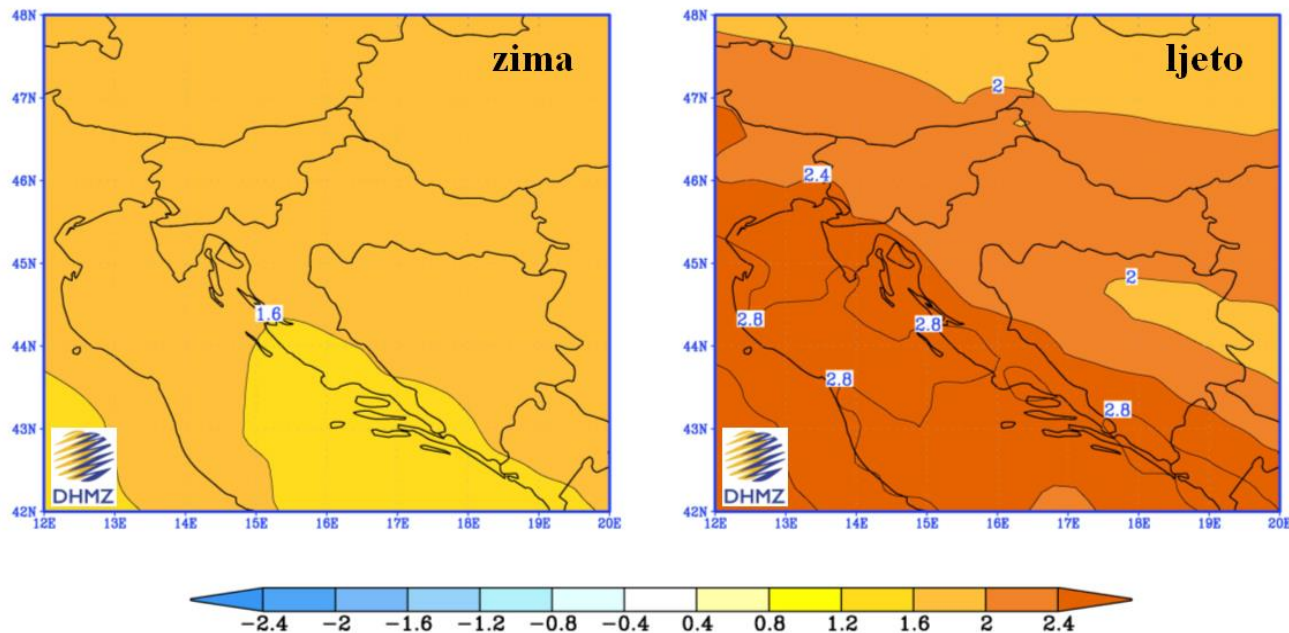
Klimatsko modeliranje na DHMZ-u:

- ❑ Regionalni model RegCM (u suradnji s Međunarodnim centrom za teorijsku fiziku *Abdus Salam* (ICTP))
- ❑ Rezultati simulacija globalnih i regionalnih klimatskih modela u okviru međunarodnih projekata i inicijativa (CMIP3, CMIP5, ENSEMBLES, CORDEX, EURO-CORDEX)

Više:

1. Patarčić, M. **Klima i klimatske promjene.**
http://klima.hr/klima.php?id=klimatske_promjene
2. Branković Č., Srnc L., Patarčić M. 2010: **An assessment of global and regional climate change based on the EH50M climate model ensemble.** Climatic Change 98, 21-49.
3. Branković Č., Güttler I., Patarčić M., Srnc L. 2010: **Climate Change Impacts and Adaptation Measures - Climate Change scenario. U: Fifth National Communication of the Republic of Croatia under the United Nation Framework Convention on the Climate Change,** Ministry of Environmental Protection, Physical Planning and Construction, 152-166.
4. Branković Č., Patarčić, M., Güttler I., Srnc L. 2012: **Near-future climate change over Europe with focus on Croatia in an ensemble of regional climate model simulations.** Climate Research, 52, 227-251.

Klimatsko modeliranje na DHMZ-u:



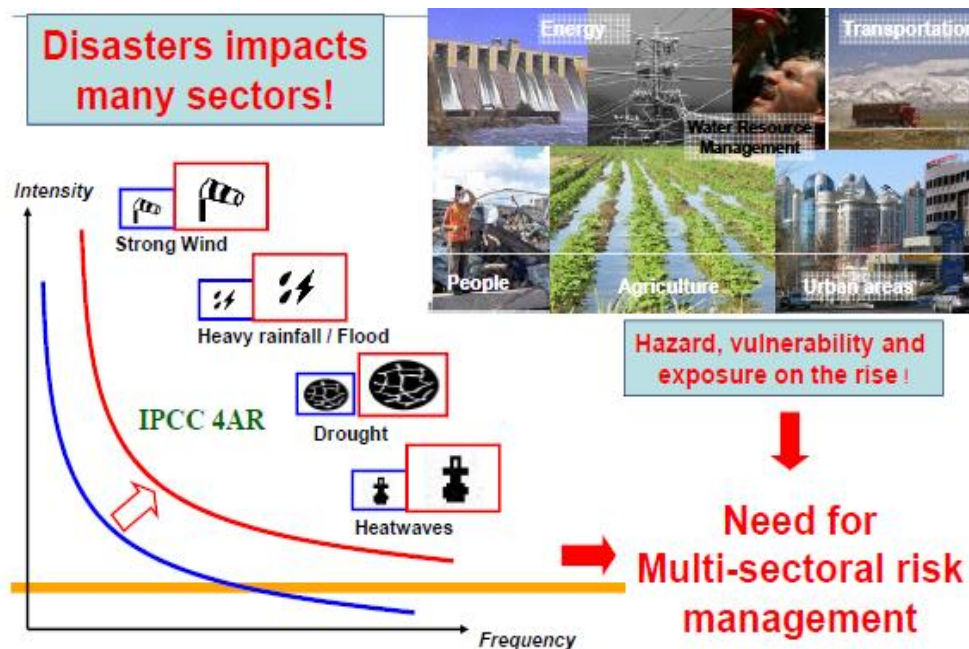
Promjena prizemne temperature zraka (u °C) u Hrvatskoj u razdoblju 2041-2070. u odnosu na razdoblje 1961-1990. prema rezultatima srednjaka ansambla regionalnog klimatskog modela RegCM za A2 scenarij emisije plinova staklenika.

A2 scenarij znači neprekidan porast koncentracije CO₂ u 21. stoljeću s najvećom stopom povećanja u drugoj polovici stoljeća

Izvor: DHMZ – Klima i klimatske promjene (M. Patarčić)
http://klima.hr/klima.php?id=klimatske_promjene

U svjetlu klimatskih promjena

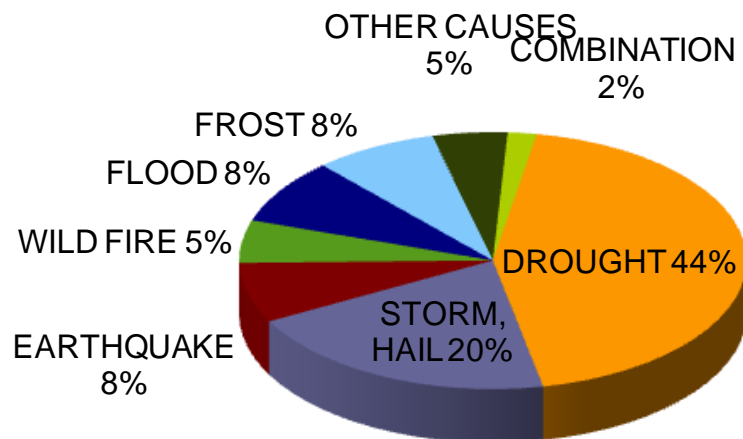
Nepovoljni vremenski uvjeti bit će sve češća pojava:



- ❑ bit će više kiše u kratkim razdobljima – jaki pljuskovi praćeni grmljavinom, tučom i jakim vjetrom
- ❑ suša će biti sve izraženija uz porast temperature zraka

Ekonomski gubici (%) uzrokovani prirodnim nepogodama u Hrvatskoj, 1981 - 2012

Damages caused by natural hazards (1981-2012)



Poljoprivreda najugroženija

Agrometeorologija na DHMZ-u

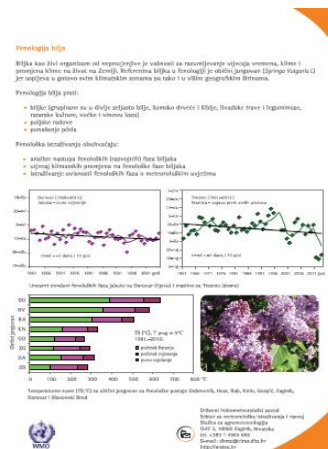
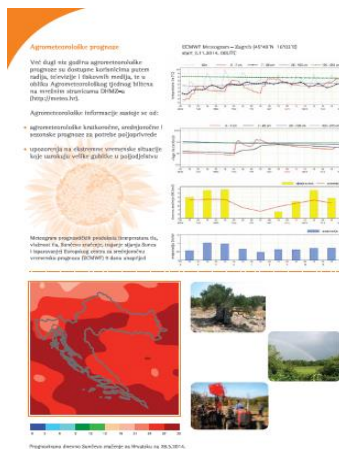
Služba za agrometeorologiju

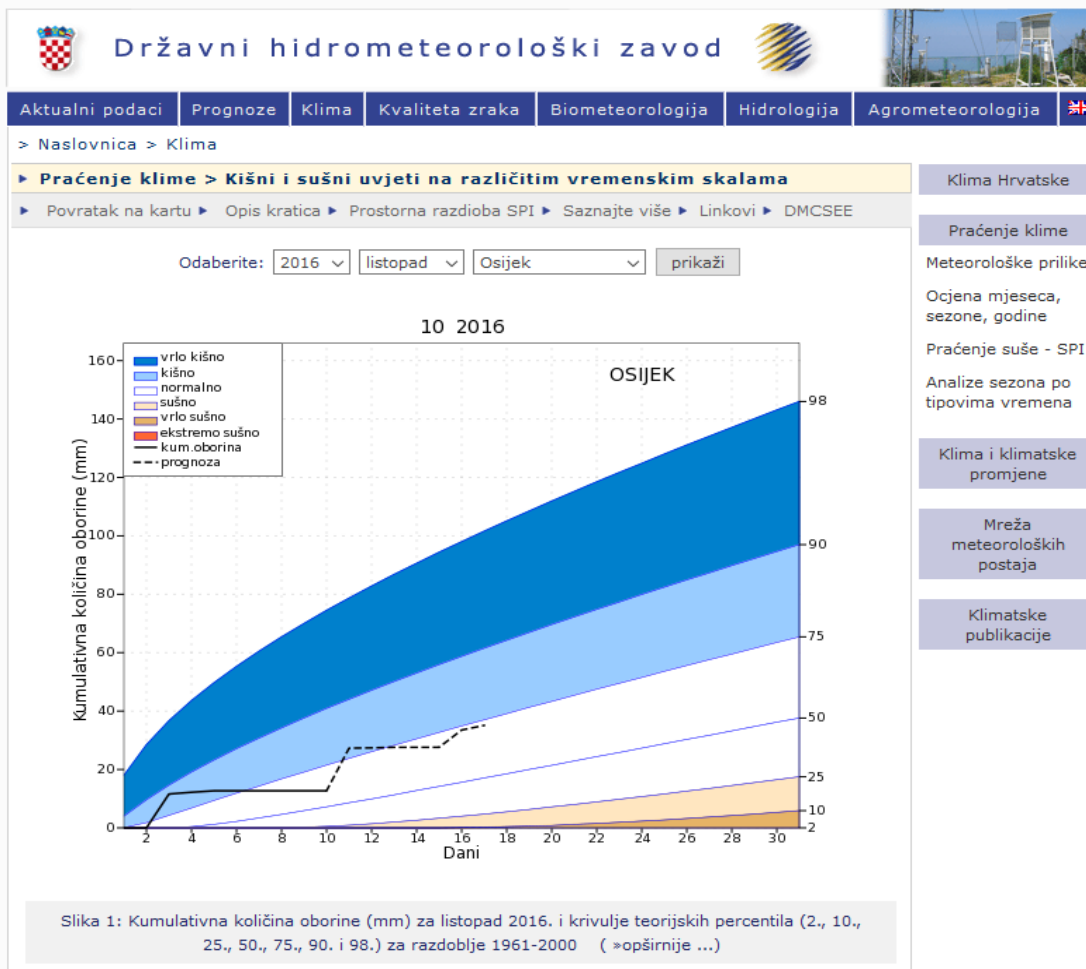
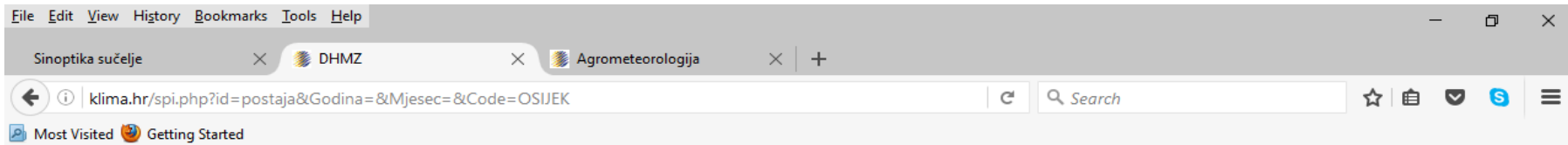
Odjel za agrometeorološke informacije

Odjel za agrometeorološka istraživanja

- ❑ Izrada klimatskih podloga prilikom odabira neke poljoprivredne kulture
- ❑ Analiza izvanrednih meteoroloških prilika u nekoj godini i sezoni
- ❑ Utjecaj klimatskih promjena na poljoprivrednu proizvodnju koristeći razne agrometeorološke modele
- ❑ Primjena agrometeoroloških modela, numeričkih prognostičkih modela, sezonskih prognoza i satelitskih podataka u prognozi prinosa poljoprivrednih kultura
- ❑ Agrometeorološke prognoze

Izvor: DHMZ
<http://meteo.hr>

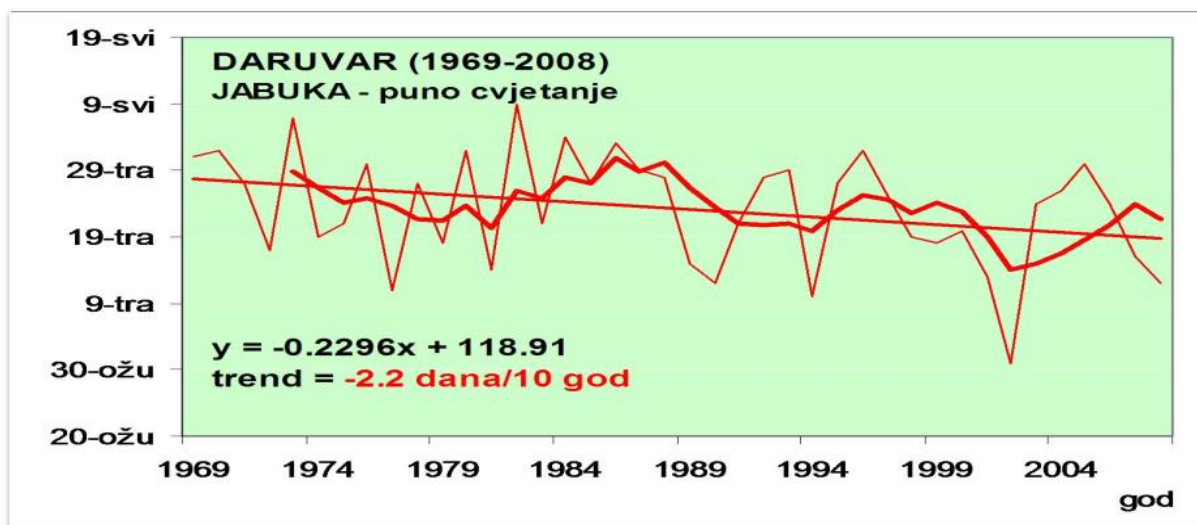




- Klima Hrvatske
- Praćenje klime
- Meteorološke prilike
- Ocjena mjeseca, sezone, godine
- Praćenje suše - SPI
- Analize sezona po tipovima vremena
- Klima i klimatske promjene
- Mreža meteoroloških postaja
- Klimatske publikacije

Fenološka istraživanja

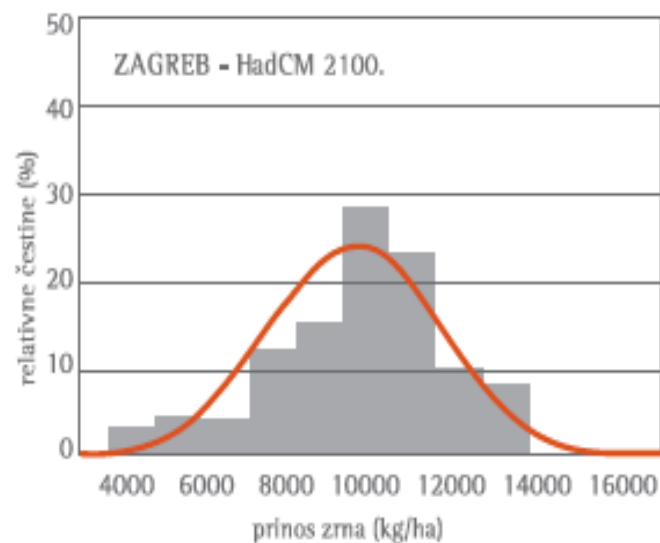
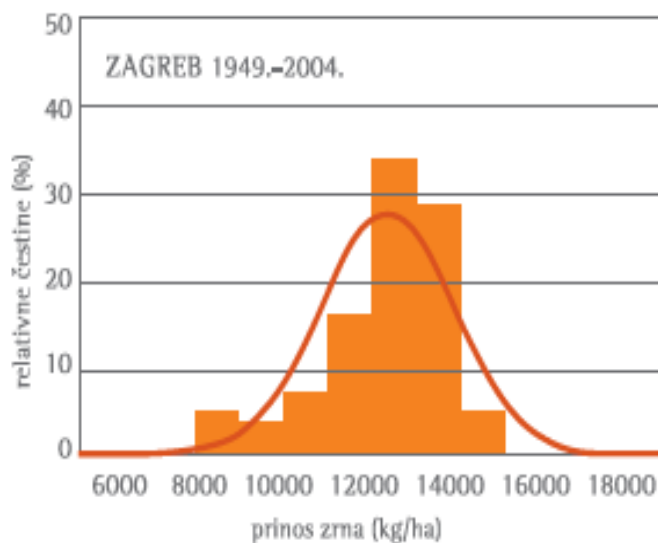
- ❑ Fenološka opažanja dobar su pokazatelj klimatskih promjena
- ❑ Potrebno je promatrati one biljke za koje postoje dugogodišnja fenološka motrenja



npr. različite sorte jabuke pokazale su raniji početak listanja i cvjetanja jabuka za 2 do 6 dana u 10 godina (*Krulić i Vučetić, 2011*)

Slično se događa i s ranijim početkom proljetnih fenofaza vinove loze (osobito u unutrašnjosti).

Agrometeorološko modeliranje



Modelirani prinosi kukuruza u prošlim klimatskim uvjetima (1949.-2004.) i budućim očekivanim uvjetima za 2100. godinu pokazuju smanjenje prinosa do 25% po hektaru u odnosu na sadašnje uvjete

- ❑ Agrometeorološke kratkoročne, srednjoročne i sezonske prognoze za potrebe poljoprivrede
- ❑ Upozorenja na ekstremne vremenske prilike koje uzrokuju velike gubitke u poljoprivredi

Agrometeorološki tjedni bilten

<http://meteor.hr>

Agrometeorološke prognoze na radiju, televiziji i tiskovnim medijima

Agrometeorološki bilten (<http://meteo.hr> od 200



AGROMETEOROLOŠKI TJEDNI BILTEN
 SLUŽBA ZA METEOROLOŠKA ISTRAŽIVANJA I RAZVOJ
 Opat 9 - ZAGREB
 Agrometeorološke informacije
 tel: 01/4565 756, 4565 755

UPZORENJE
 STANJE
 09.03.2010-16.03.2010

U proteklih sedam dana minimalne vrijednosti temperature zraka u kontinentalnoj Hrvatskoj spadale su na do -8,6 °C koliko je izmjereno u Gospiću (Zavižan -13,1°C), a područje Jadrana do 3,0°C koliko je izmjereno u Puli. Najviša vrijednost izmjerena na 5 cm od tla iznosila je -13,4°C zabilježena zavidom u Gospiću (Zavižan -13,9°C), a negativne vrijednosti zabilježene su i uzduž Jadranske obale i otoka.

Najvišine vrijednosti temperature zraka na kontinentu su najviše do 12,5°C koliko je izmjereno u Ogulinu (Promet 14,3°C, Križ 14,1°C), a područje Jadrana do 28,8 °C koliko je izmjereno u Miranju. U proteklih sedam dana bilo je uglavnom umjereni uzduž Jadrana i obilne kiše a na kontinentu snijega. U proteklih sedam dana temperaturne sume bile su uglavnom znatno ispod prosjeka za ovo razdoblje.

Sadržaj
 Agrometeorološki bilten
 Met. podaci u proteklih 7 dana min. i max. temp.
 Karta ukupne oborine
 Karte ukupnog sjajenja
 Istaknute Hrvatske gljivica zapadne Hrvatske
 Lika i Đakova kotar
 Istru i Primorje
 Dalmacija

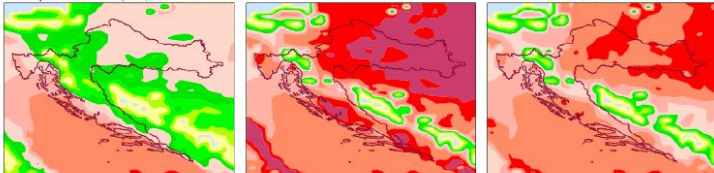
Produkti ECMWF:dubine: 7 cm; 28 cm; 100 cm; 255 cm

26.3.2010. (Pet) 6 UTC

12 UTC

18 UTC

Temperatura tla (°C) dubine 1-7 cm



Agrometeorološka prognoza



temperaturne sume

5.	7.	12.
100	100	70

8 h ☀

20	10 cm
18	20 cm
13	100 cm

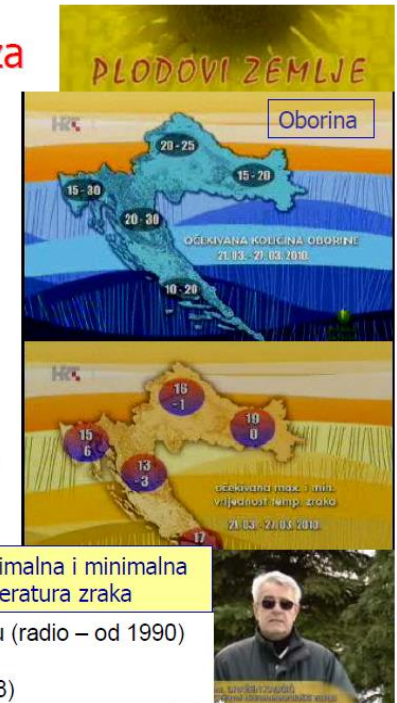
DOBRO JUTRO HRVATSKA

temperatura tla (°C)

VATSKA
 DJUROHRVATSKA DOBROJUTRO

Maksimalna i minimalna temperatura zraka

Emisija za selo i poljoprivredu (radio – od 1990)
 TV i novine (od 2004)
 SMS – Klijenti banke (od 2008)



PLODOVI ZEMLJE

Oborina

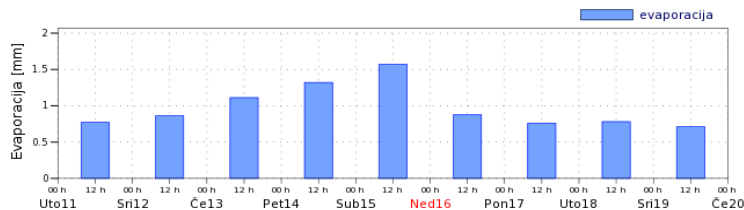
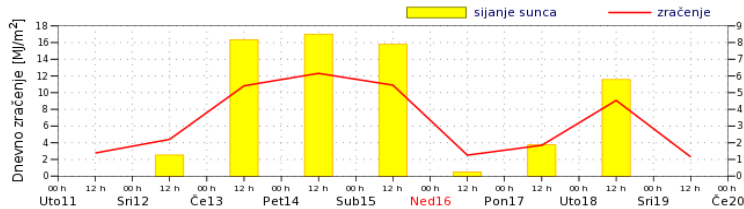
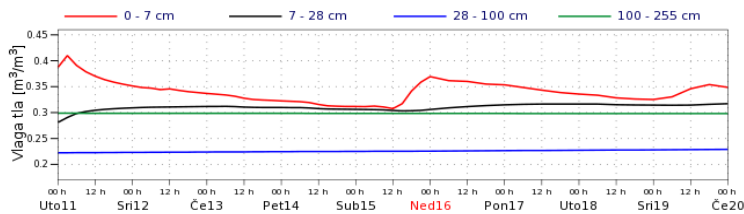
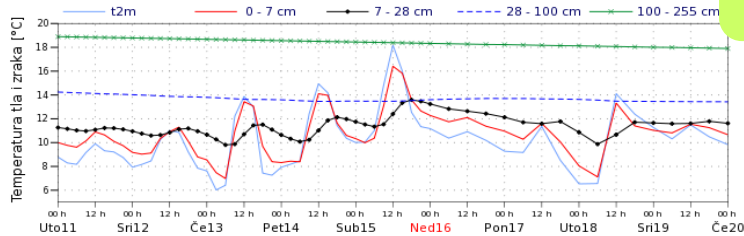
Očekivana količina oborine 21.03. - 27.03.2010.

Očekivana max. i min. vrijednost temp. zraka 21.03. - 27.03.2010.

Agrometeorološke prognoze

ECMWF Meteogram - Osijek (45°31' N 18°34' E)
start 10.10.2016. 12UTC

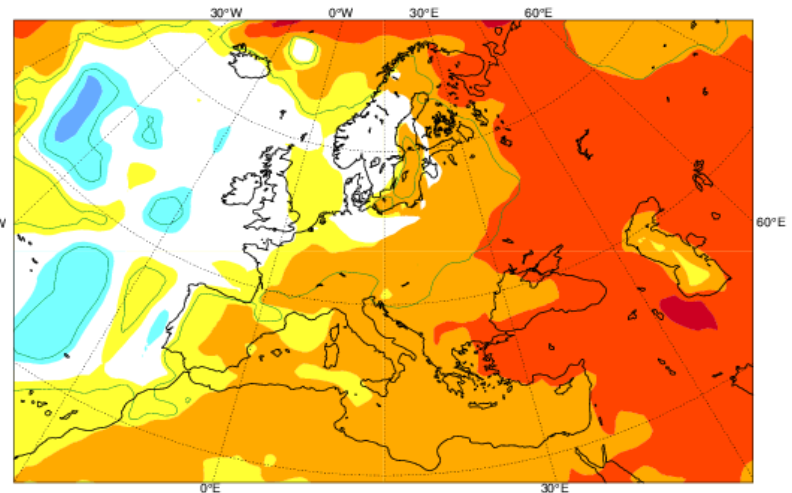
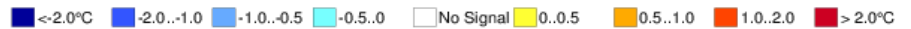
Meteogram prognostičkih produkata (temp. tla, vlažnost tla, Sunčevo zračenje, trajanje sisanja Sunca i isparavanje) za 9 dana unaprijed



Sezonska prognoza - odstupanje temperature zraka od klimatološkog prosjeka za nastupajuću zimu

ECMWF Seasonal Forecast
Mean 2m temperature anomaly
Forecast start reference is 01/10/16
Ensemble size = 51, climate size = 450

System 4
DJF 2016/17
Shaded areas significant at 10% level
Solid contour at 1% level



Interdisciplinarna suradnja

- ❑ agrometeorološke informacije trebaju biti podloga agronomskim stručnjacima, ekonomskim stručnjacima, ali i donositeljima političkih odluka u izradi strateških planova
- ❑ sve te informacije nužno je približiti, ne samo stručnjacima i znanstvenicima, već i neposrednim korisnicima poljoprivrednicima u cilju prilagodbe i ublažavanja posljedica ekstremnih vremenskih i klimatskih nepogoda na poljoprivrednu proizvodnju
- ❑ aktivno uključenje poljoprivrednika

Dobar primjer: Agrometeorološka radionica „Vrijeme i klima“, prosinac 2014., Poljoprivredni fakultet, Osijek

- ✓ radionica usmjerena na poljoprivrednike i agronome Savjetodavne službe



Za kraj

- ❑ Poznavanje prirode vremenskih ekstrema i klimatskih promjena doprinosi ublažavanju njihovih posljedica
- ❑ Motrenje i prognoza vremenskih ekstrema temeljna su zadaća nacionalnih meteoroloških i hidroloških servisa
- ❑ Sustav rane najave zahtijeva jaču suradnju relevantnih institucija
- ❑ Neprekidno jačati stručne i tehnološke kapacitete u praćenju i prognozi
- ❑ Pojačati suradnju sa agronomskim i drugim stručnjacima te poljoprivrednicima u cilju prilagodbe i ublažavanja posljedica ekstremnih vremenskih i klimatskih nepogoda na poljoprivrednu proizvodnju

HVALA!

