

# Prognoziranje morskih struja temeljeno na neuronskim mrežama, VF radarima i atmosferskim modelima

Ivica Vilibić & NEURAL ekipa  
Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split  
[vilibic@izor.hr](mailto:vilibic@izor.hr), [www.izor.hr/neural](http://www.izor.hr/neural)



**Special thanks goes to:**



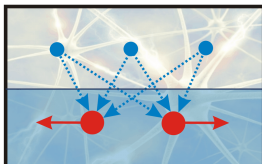
Hrvoje Mihanović, Hrvoje Kalinić, Jadranka Šepić, Vlado Dadić,  
Damir Ivanković, Stipe Muslim – IOR, HR

Nedjeljka Žagar, Blaž Jesenko – FMF-UniLj, SLO

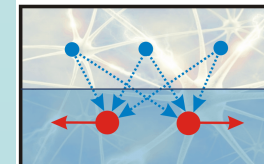
Martina Tudor – DHMZ, HR

Simone Cosoli – OGS, IT

NEURAL

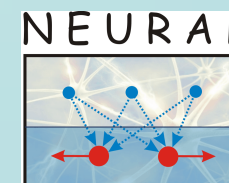


NEURAL

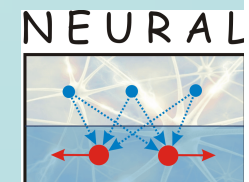
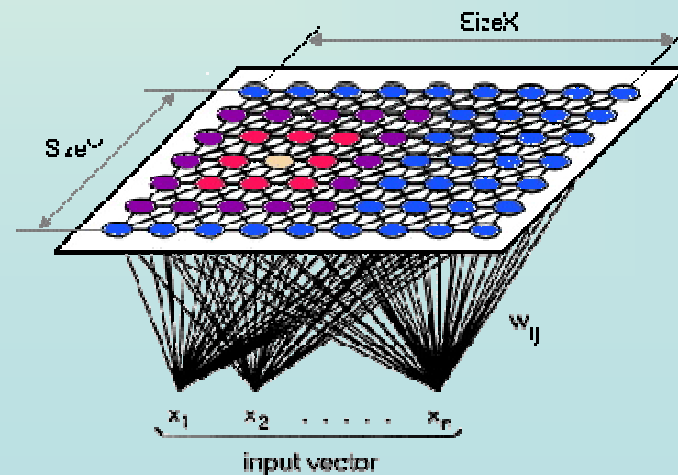
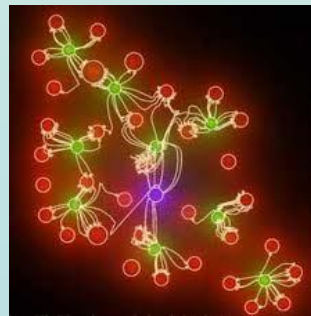


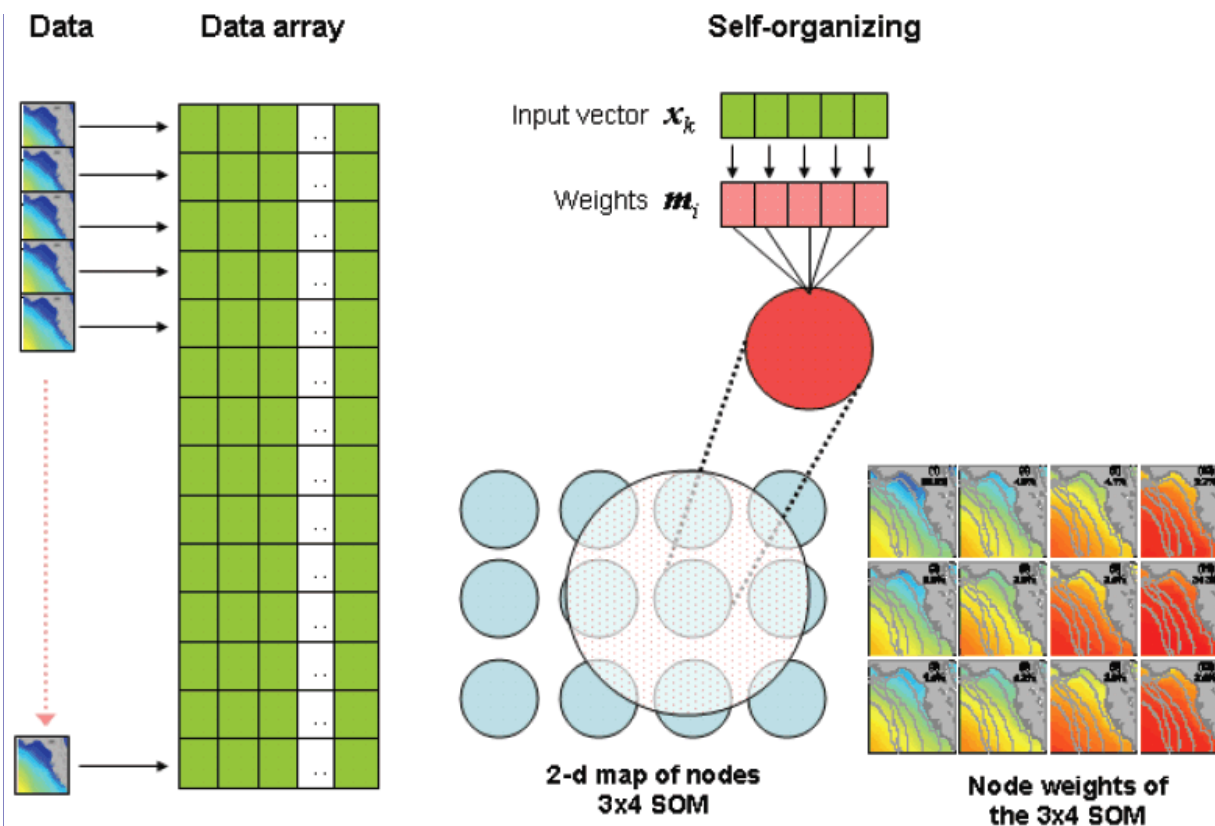
## Sadržaj predavanja

- O metodi samo-organizirajućih polja
- Primjena na poljima površinskih struja mjerenih HF radarom
- NEURAL projekt
- Zaključci i perspektive



- **Metoda samo-organizirajućih polja (Self-Organising Maps, SOM) izvodi nelinearno preslikavanje višedimenzionalnog ulaznog polja u elemente pravilnog (najčešće dvodimenzionalnog) polja.**
- SOM se sastoji od skupa od  $i$  jedinica koje su organizirane u 2D mreži, s težinskim vektorom  $m_j$  povezanim sa svakom jedinicom.
- Ulazni vektori (npr. mjerenja struja) se predstavljaju u SOM, i aktivacija svake jedinice za predstavljeni ulazni vektor se izračunava korištenjem aktivacijske funkcije (najčešće euklidska udaljenost između težinskog vektora jedinice i ulaznog vektora).
- U sljedećem koraku “pobjednički” vektor se miče prema predstavljenom ulaznom signalu. Također se mijenjaju i težinski vektori susjednih jedinica.
- Ovaj postupak omogućava mapiranje sličnih struktura na susjedna područja mape. Ograničenje SOM-a je da njegova veličina treba biti definirana prije procesa učenja mreže.





Ilustracija SOM analize

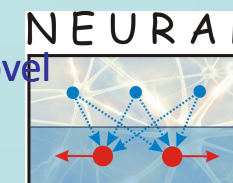
## Ključni literaturni navodi:

Kohonen, T., 1982. Self-organized information of topologically correct features maps, *Biological Cybernetics*, 43, 59- 69.

Kohonen, T., 2001. Self-Organizing Maps. Springer-Verlag, New York.

Liu, Y., Weisberg, R.H., Mooers, C.N.K., 2006. Performance evaluation of the self-organizing map for feature extraction, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 111, C05018, doi:10.1029/2005JC003117.

Liu, Y., Weisberg, R.H., 2011. A review of self-organizing map applications in meteorology and oceanography, in: *Self-Organizing Maps: Applications and Novel Algorithm Design*, edited by J. I. Mwasiagi, pp. 253–272, InTech, Rijeka.



### Motivacija:

Curiosity-driven research – *odnosno* - Ajmo probat primijenit novu metodu nad postojećim podacima, pa možda nešto pametno izađe iz toga.

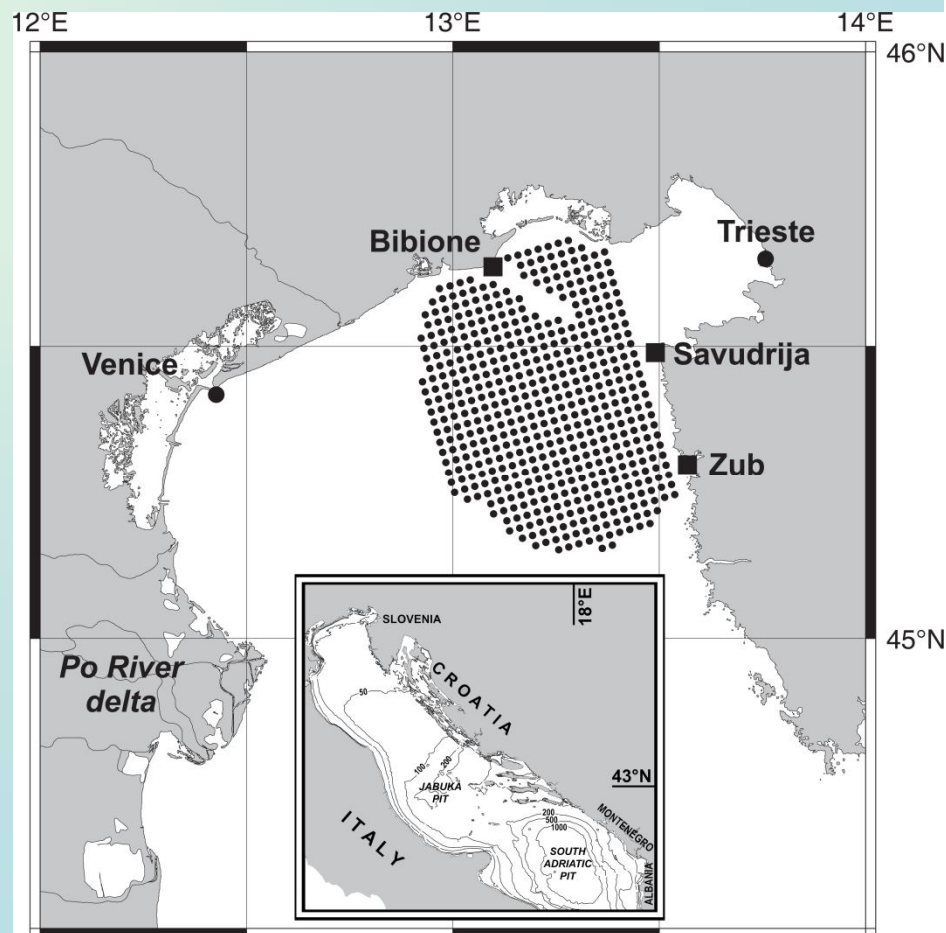
- odnosno -

Idemo pokušati mapirati polja struja pomoću “state-of-the-art” metode, koja to sama uči iz dostupnih podataka.

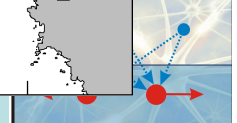
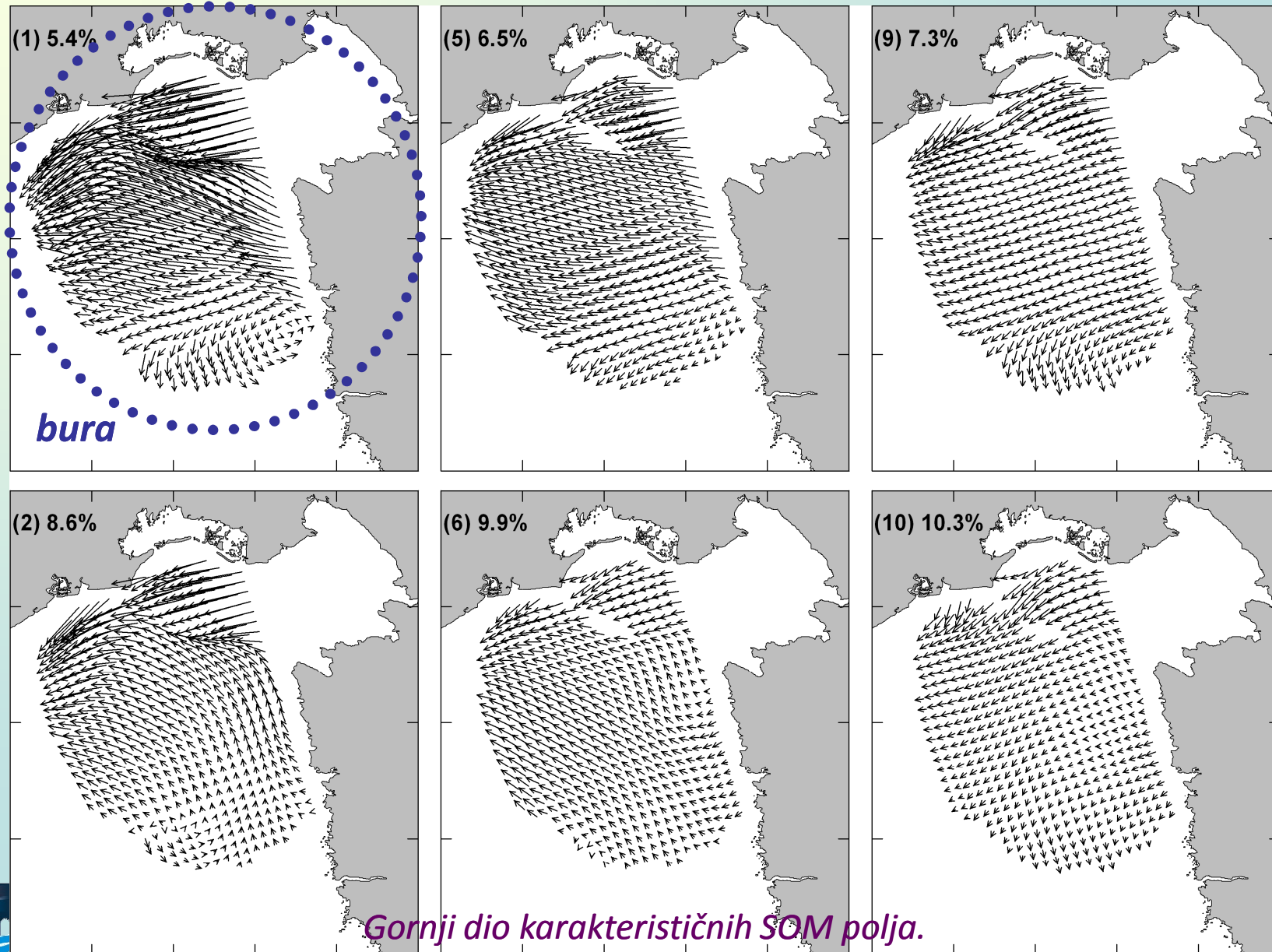
### Podaci:

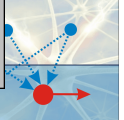
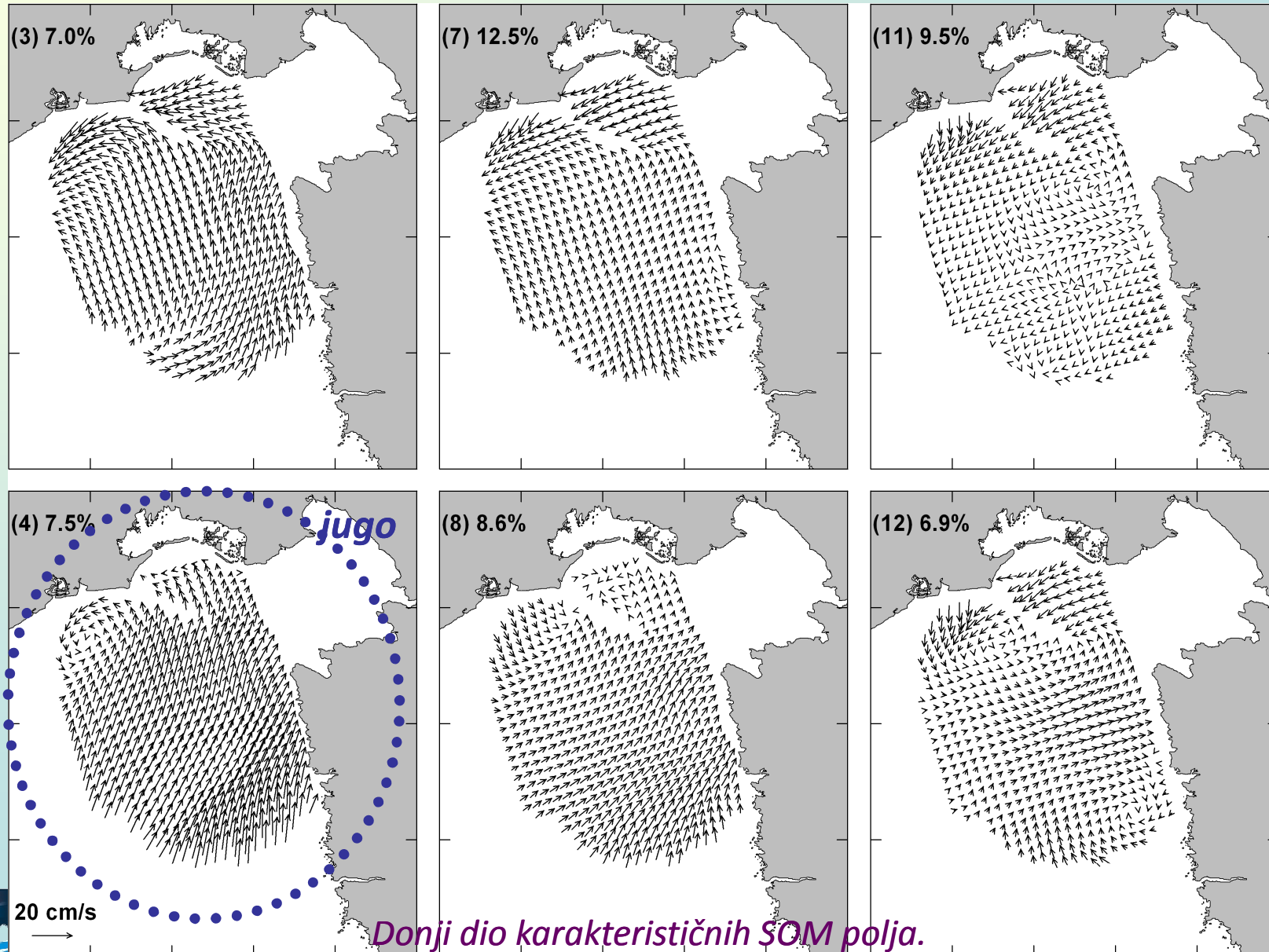
- Površinske struje mjerene pomoću HF radara na postajama Zub, Savudrija and Bibione
- satni vektori struja na 2x2 km pravokutnoj mreži
- 1. veljače – 31. kolovoz 2008.
- satna polja površinskog vjetra Aladin/HR mezoskalnog meteorološkog modela

### SOM matrica 3x4

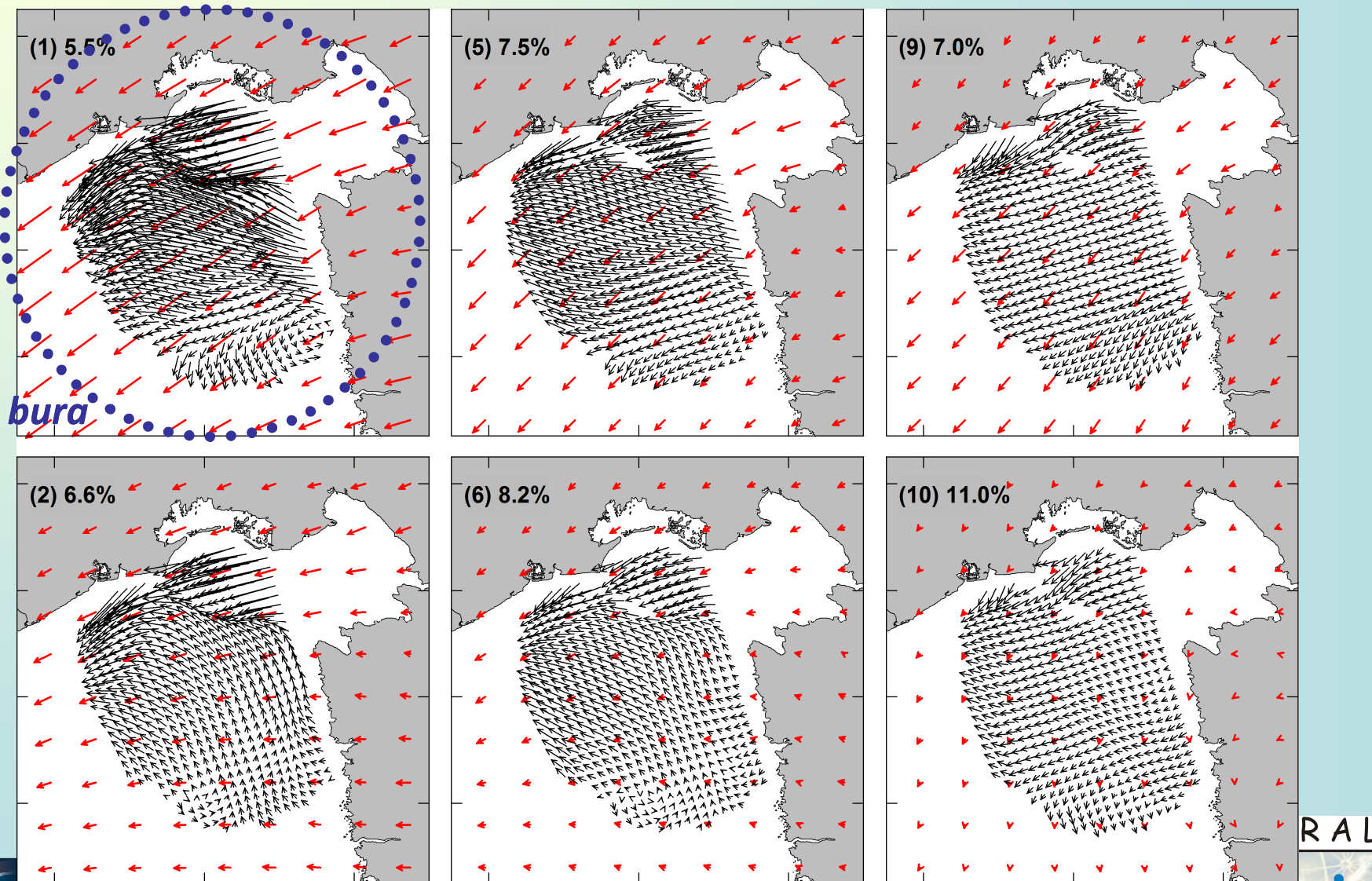


Metoda je prvo primijenjena samo na podacima površinskih struja:

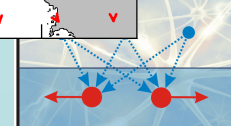




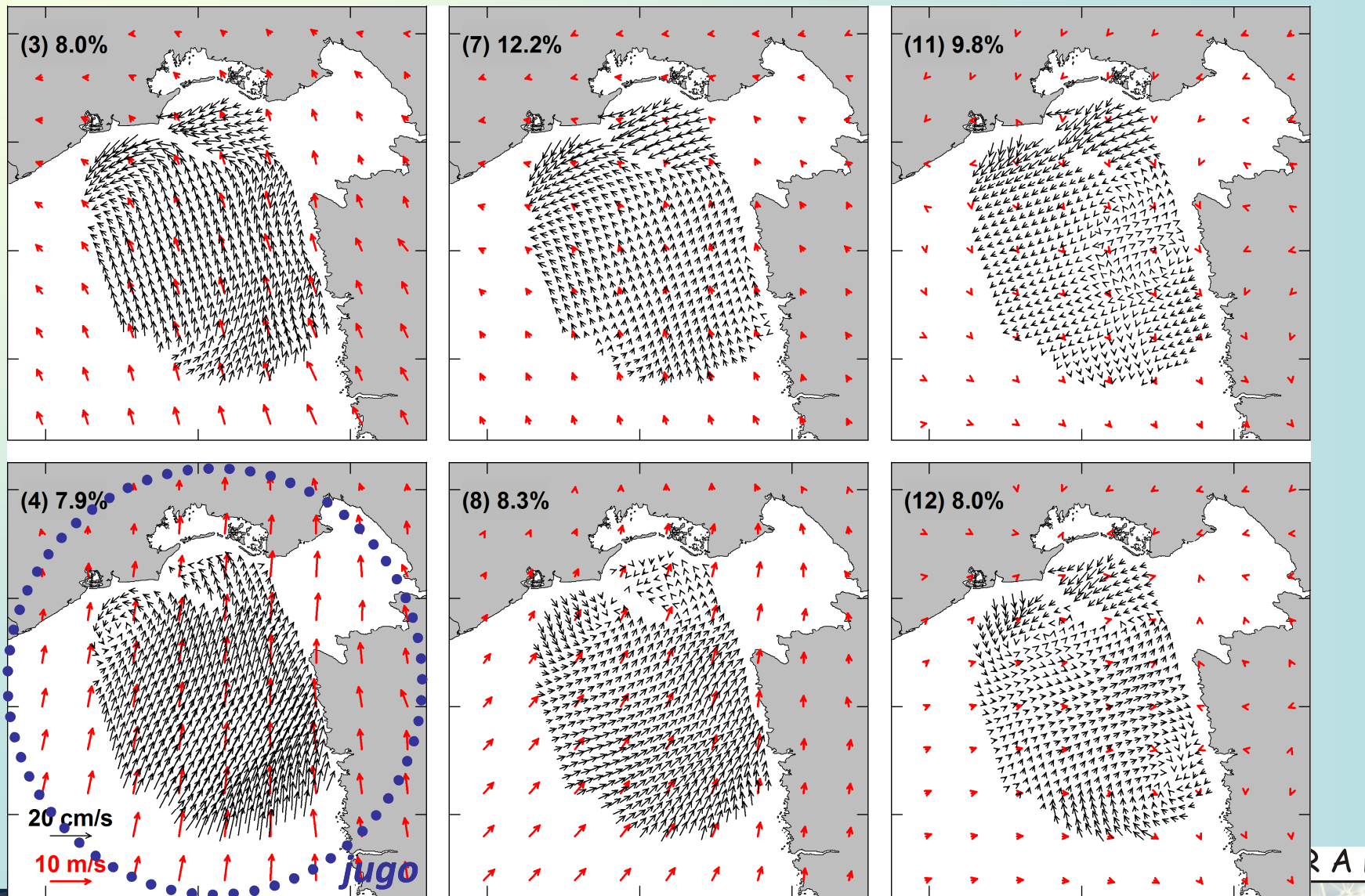
Zatim je metoda primijenjena nad podacima površinskih struja i Aladin/HR površinskog vjetra:



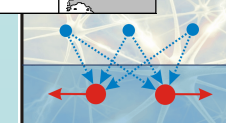
Gornji dio karakterističnih SOM polja.







Donji dio karakterističnih SOM polja.

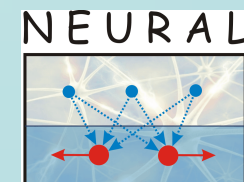


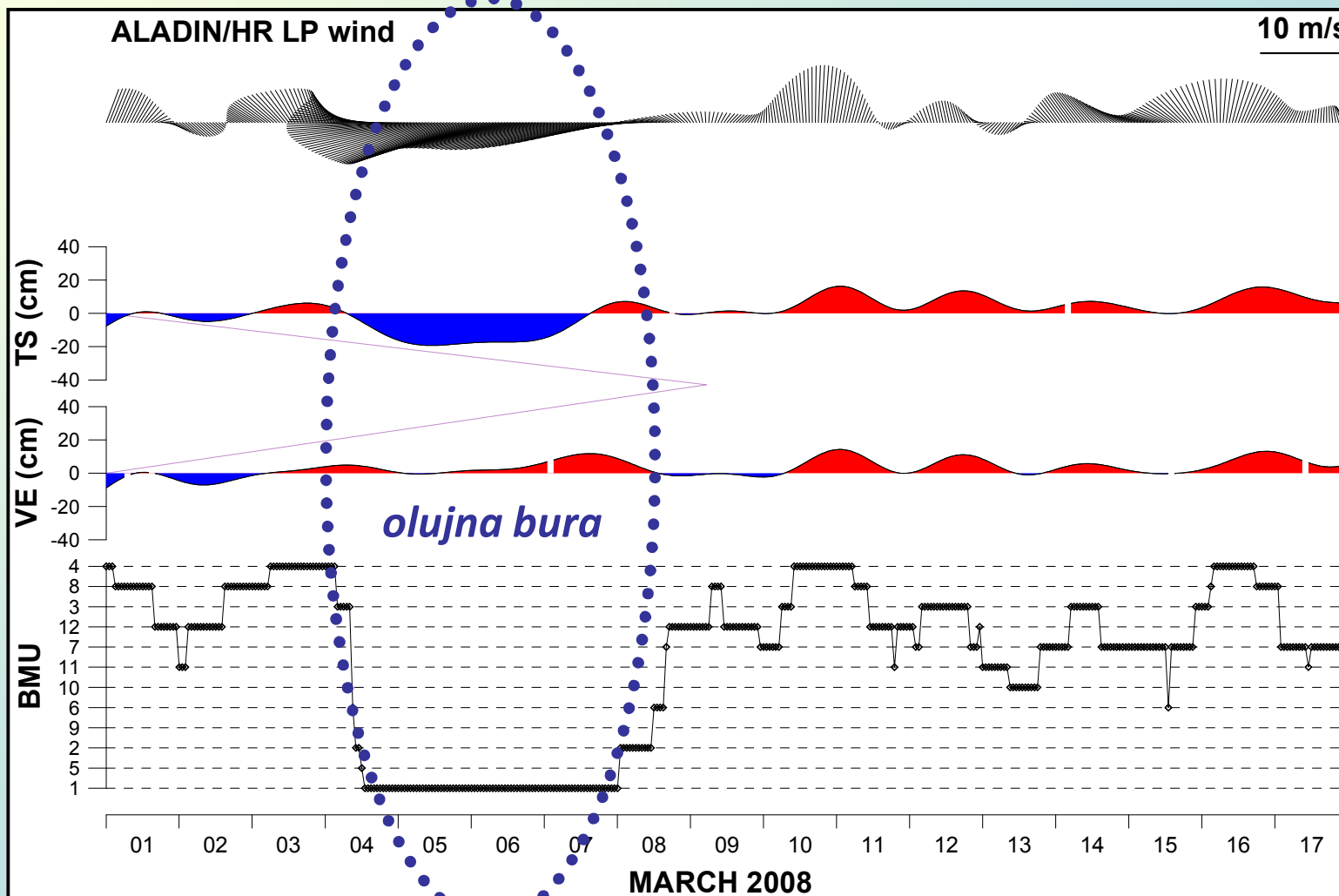
**Table 1.** Complex Correlation Coefficients and Respective Veering Angles Between SOM Vector Patterns Derived From Subtidal HF Radar Measurements and Corresponding Features Extracted From Joint SOM Analysis of HF Radar and ALADIN/HR Data<sup>a</sup>

Best Matching Unit	Complex Correlation Coefficient	Veering Angle (Degrees)
1	0.999	-1.15
2	0.991	-0.04
3	0.981	-6.06
4	0.998	1.95
5	0.993	0.99
6	0.932	5.47
7	0.977	1.89
8	0.983	1.57
9	0.896	1.60
10	0.880	-0.99
11	0.949	4.63
12	0.965	-3.86

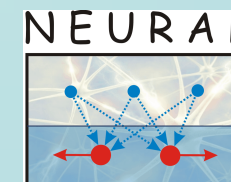
<sup>a</sup>The patterns related to the **bora** are 1, 2, and 5, the **sirocco** structures are 3, 4 and 8, while the remaining SOM units correspond to weak winds and calm and residual thermohaline circulation.

*Kompleksna korelacija između SOM rješenja dobijenih samo iz struja i rješenja dobijenih iz struja+vjetra.*



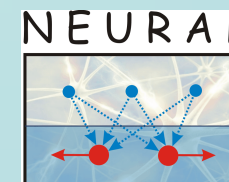


*Vremenski niz najbližih SOM rješenja (best matching unit), Aladin/HR površinskog vjetra iz središta mjernog poligona te razine mora u Trstu i Veneciji.*



## Glavni rezultati i zaključci:

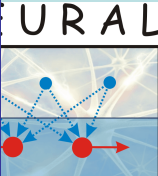
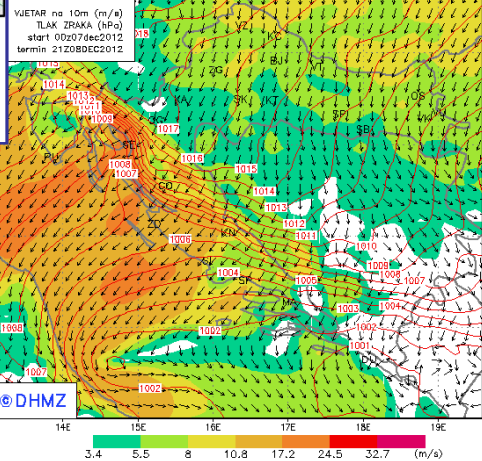
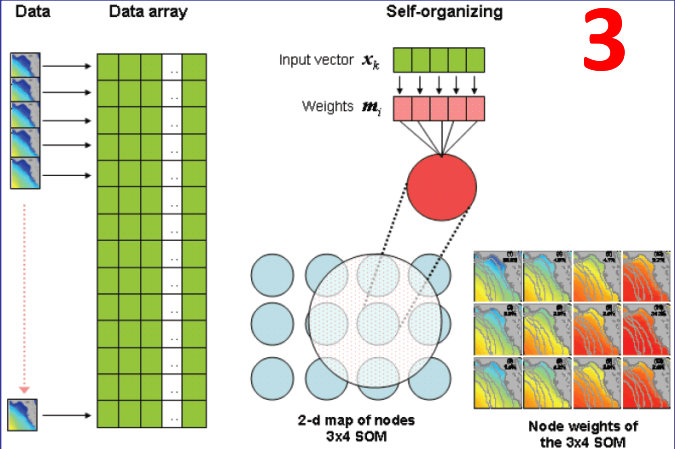
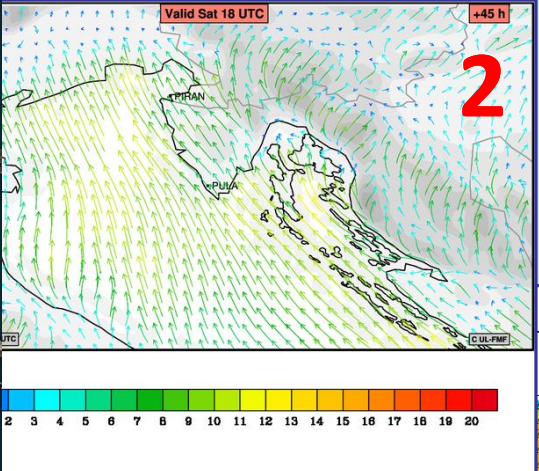
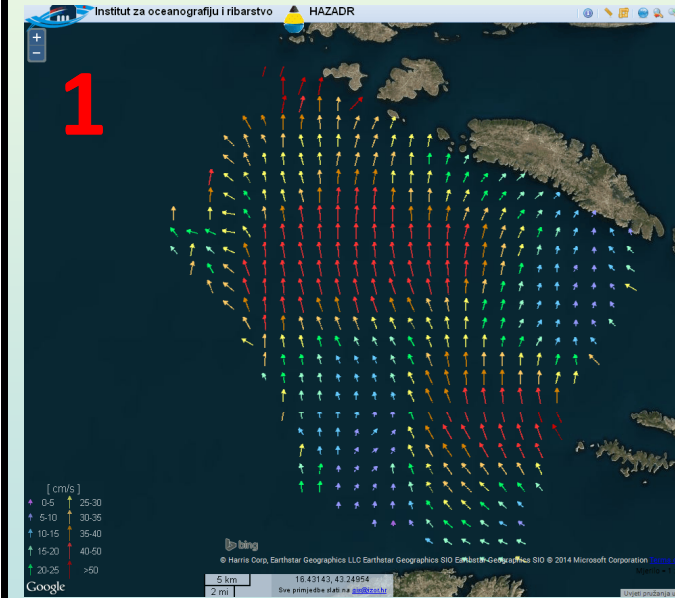
- SOM metoda je **izdvojila karakteristične situacije strujanja u sjevernom Jadranu**, te ih **povezala** sa dominantnim situacijama u atmosferi i rezidualnoj cirkulaciji u moru (**bura, jugo, termohalina cirkulacija**) → izuzetno visoka korelacija
- na temelju izračunatih SOM polja strujanja moguće je, koristeći samo polja vjetra operativnog oceanografskog modela (Aladin/HR), **načiniti trenutnu prognozu strujanja** – tzv. **hibridni numerički modeli**

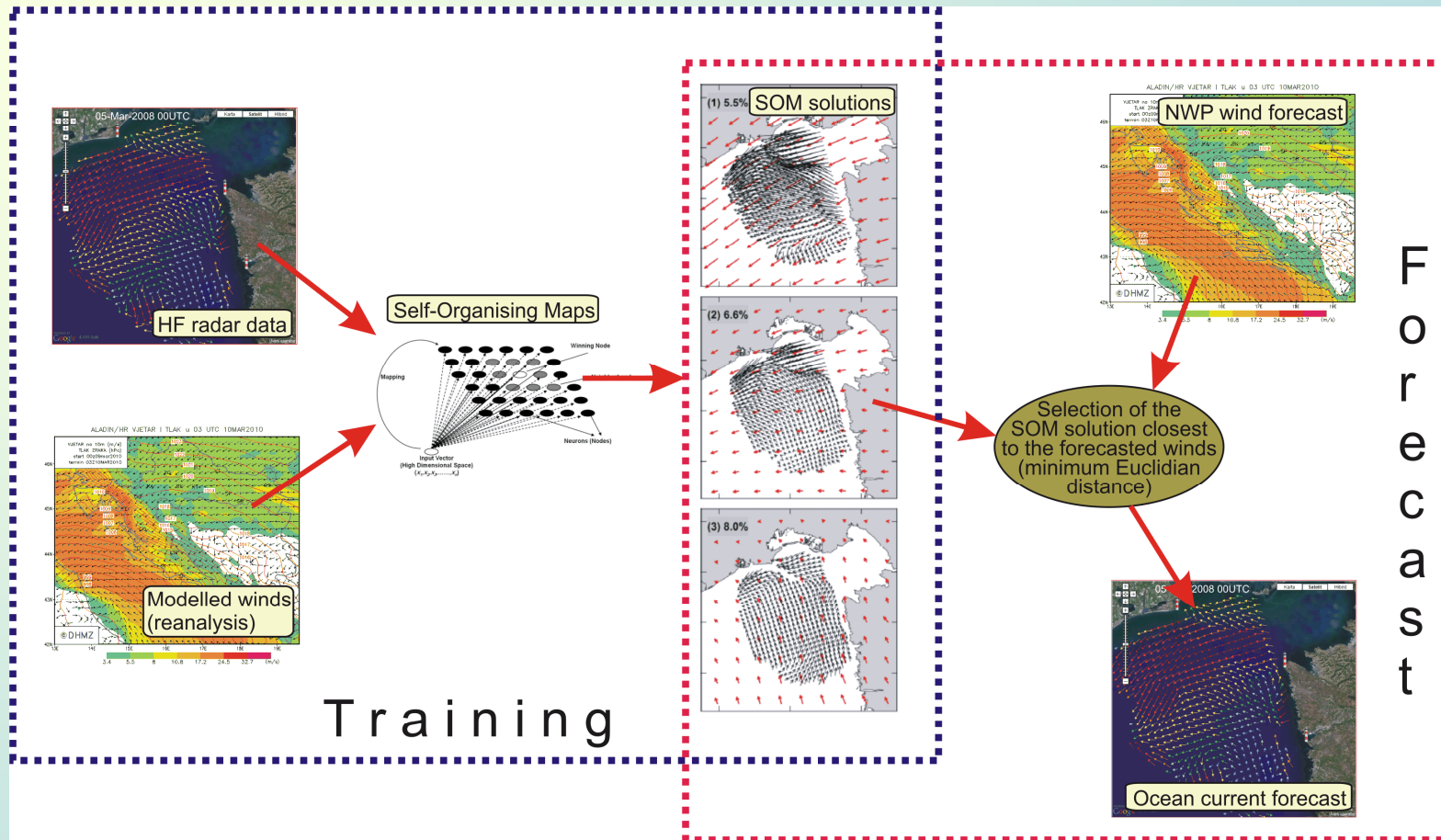


To je bio temelj za:

**NEURAL projekt**, [www.izor.hr/neural](http://www.izor.hr/neural)

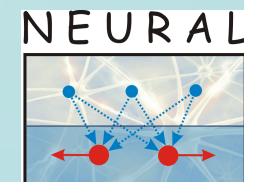
**Glavni cilj projekta** jest izrada i operacionalizacija jednostavnog i pouzdanog prototipa sustava za prognozu površinskih morskih struja, temeljen na mjerenjima visokofrekventnim radarima, operativnim produktima meteorološke službe te metodi samo-organizirajućih polja.





Forecast

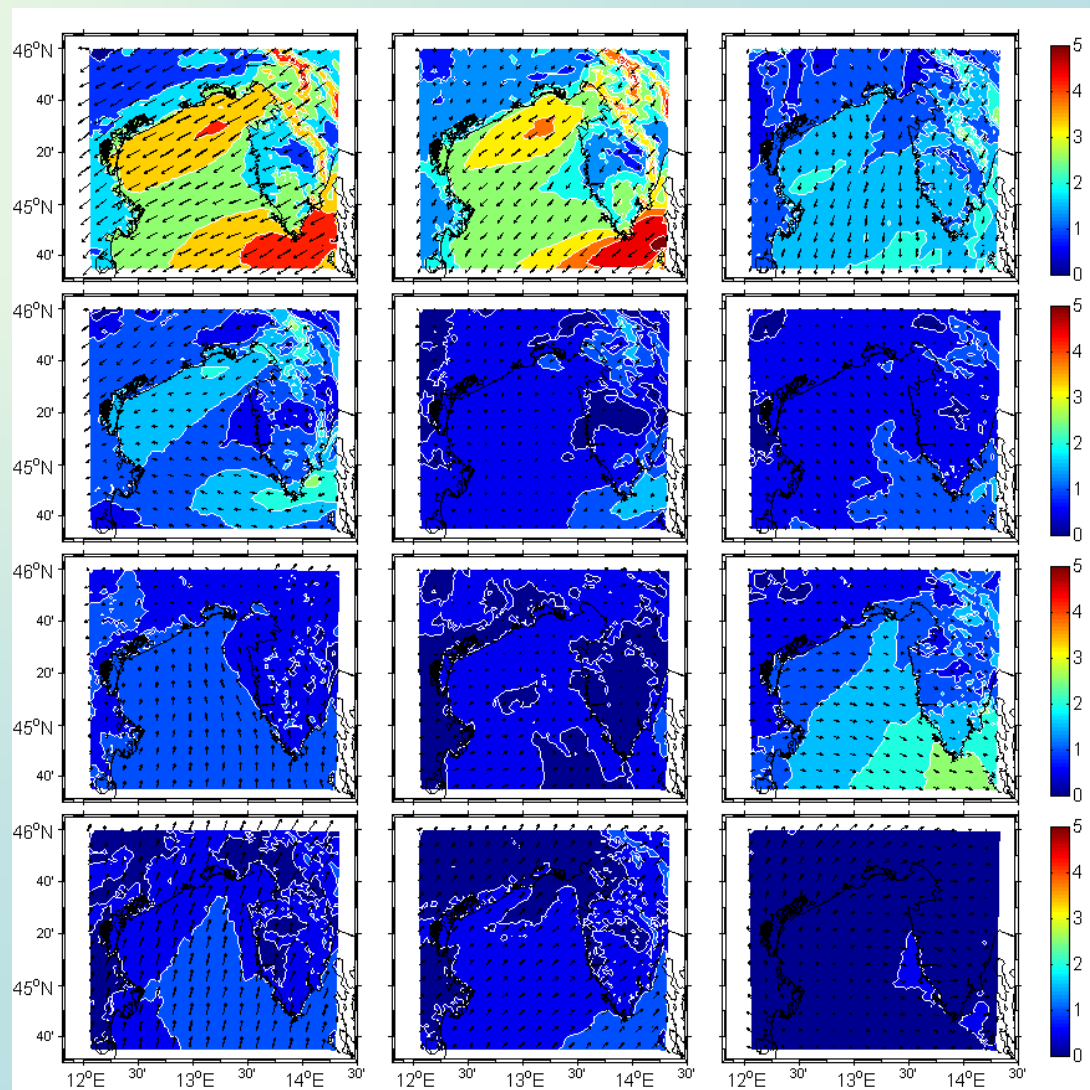
*Shema operativnog sustava za prognozu površinskih morskih struja temeljen na metodi samo-organizirajućih mapa, koji za učenje neuronske mreže uzima podatke visokofrekventnih radara i površinskih polja vjetra dobijenih operativnim mezoskalnim meteorološkim modelom, dok se prognoza odvija korištenjem produkata operativnog mezoskalnog meteorološkog modela.*



**Ostali ciljevi projekta:** sve i svašta što nam padne na pamet a ima veze i podacima meteo modela i VF radara, uključujući i usporedbu atmosferskih modela WRF-ARW vs. Aladin/HR.



*WRF karakteristična polja i pripadajuća greška kvantizacije*



- Operativna prognoza morskih struja temeljem operativnog Aladin/HR modela u području sjevernog i srednjeg Jadrana  
→ trebala bi biti na webu u listopadu 2015.
- Prognoza karakterističnih situacija sa snažnim strujama naročito je bitno za procjene širenja nafte, misije spašavanja i slično.
- Ovaj pristup moguće je primijeniti i na prognoze drugih mjerenih/modeliranih varijabli ovisnih o modelima: modeli valova, oceanografski modeli, klimatski modeli, ...

