

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

**SEMINAR**

## **Matlab alati u oceanografskoj analizi**

*Nikola Đuranec*

Voditelj: *Prof. dr. sc. Zoran Vukić*

Zagreb, svibanj, 2012.

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
2.1 Alati za mapiranje.....	2
2.2 Alati vremenskog slijeda.....	6
2.3 Alati na numeričko modeliranje .....	8
2.4 Hidrografski alati.....	13
2.5 Alati za pretvorbu podataka.....	15
2.6 Ostali alati.....	16
3. Zaključak.....	18
4. Literatura.....	19
5. Sažetak .....	20

## 1. Uvod

Woods Hole Oceanographic Institution (WHOI) istraživačka je i obrazovna institucija posvećena proučavanju svih aspekata oceanografije.

Oceanografska analiza danas je nezamisliva bez upotrebe visokotehnoloških rješenja. Programsko okruženje Matlab nametnulo se kao prvi izbor mnogih stručnjaka koji često koriste složene proračune i simulacije.

Jedna od najvećih prednosti programskog sustava Matlab u odnosu na ostala rješenja za matematičke proračune i analize zasigurno je njegova laka prilagodba na specifične zadatke svake pojedine struke. Svaki korisnik jednostavno može napisati Matlab alat koji mu je u tom trenutku i za tu specifičnu zadaću potreban.

Matlab alati dostupni na web stranici Woods Hole Oceanographic Institution korisni su za područje oceanografske analize.

Alati su podijeljeni u 6 kategorija:

1. Alati za mapiranje
2. Alati vremenskog slijeda
3. Alati za numeričko modeliranje
4. Hidrografski alati
5. Alati za pretvorbu podataka
6. Ostali alati

MATLAB je potpun programski jezik u kojem je moguće napisati vlastite programske odsječke. Pojedine naredbe moguće je izvršiti uvjetno ili ponoviti više puta. Pomoću ugrađenih funkcija i programskih paketa moguće je graditi nove programe. Svaki skup MATLAB naredbi napisan korištenjem bilo kojeg tekst editora koji je pohranjen u datoteci s nastavkom .m predstavlja jedan MATLAB alat. Dakle, svi MATLAB alati se spremaju u obične tekstualne datoteke. (Petković, 2005.)

## 2.1 Alati za mapiranje

"m\_map" je skup alata koji omogućuje iscrtavanje karata u 19 različitih projekcija. U paket su uključene karte obale i baza podataka koja sadrži nadmorske visine za kopnene dijelove Zemlje.

### 2.1.1 m\_coord

Funkcija "m\_coord" omogućuje promjenu postavljenih vrijednosti iz geomagnetskih u geografske koordinate i obrnuto. Geomagnetske koordinate određene su položajem u odnosu na Zemljine magnetske polove, dok su geografske koordinate određene geografskom širinom i dužinom.

M\_COORD('set') vraća trenutni koordinatni sustav.

M\_COORD('get') vraća sve koordinatne sustave koje je moguće odabrati.

Primjer korištenja funkcije m\_coord:

```
>> m_coord('get');
    Available coordinate systems are:
        geographic
        IGRF2000-geomagnetic
>> m_coord('set');
    geographic
>> m_coord('IGRF2000-geomagnetic');
>> m_coord('set');
    IGRF2000-geomagnetic
```

### 2.1.2 m\_grid

Funkcija "m\_grid" iscrtava praznu mrežu.

Prototip funkcije:

M\_GRID('parameter','value',...)

M\_GRID('set') vraća trenutno postavljene parametre funkcije.

M\_GRID('get') vraća druge mogućnosti za postavljanje parametara.

Primjer korištenja funkcije m\_grid:

```
>> m_grid('get')
    'box',( 'on' | 'fancy' | 'off' )
    'xtick',( num | [value1 value2 ...])
    'ytick',( num | [value1 value2 ...])
    'xticklabels',[label1;label2 ...]
    'yticklabels',[label1;label2 ...]
    'xlabelmdir', ( 'middle' | 'end' )
    'ylabelmdir', ( 'end' | 'middle' )
    'ticklength',value
    'tickdir',( 'in' | 'out' )
    'color',colorespec
    'backcolor',colorespec
    'linewidth', value
    'linestyle', ( linespec | 'none' )
    'fontsize',value
    'fontname',name
    'XaxisLocation',( 'bottom' | 'middle' | 'top' )
    'YaxisLocation',( 'left' | 'middle' | 'right' )
>> m_grid('box','fancy','linestyle','none');
>> m_grid('set')
    box = on
    xtick = 6
    ytick = 6
    ticklength = 0.01
    tickdir = in
    xlabelmdir = middle
    ylabelmdir = end
    color = k
    linewidth = 0.5
    linestyle = :
    fontsize = 10
    fontname = Helvetica
    XaxisLocation = bottom
    YaxisLocation = left
```

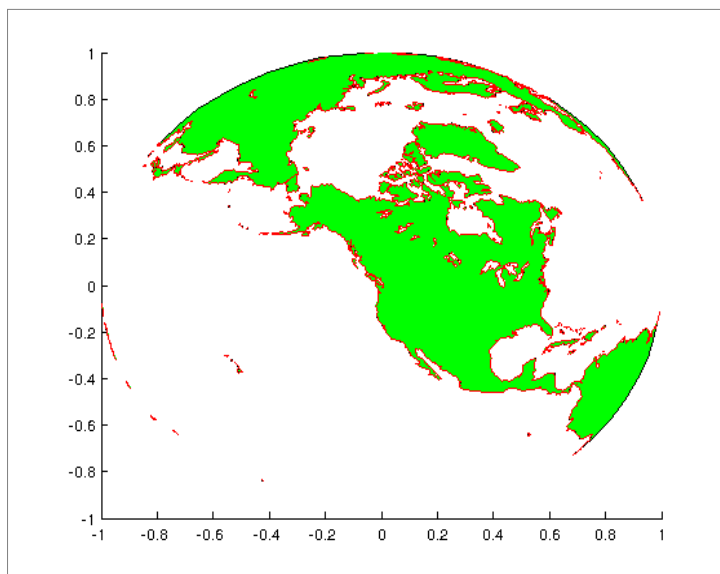
### 2.1.3 m\_coast

Funkcija "m\_coast" korištenjem baze podataka s preciznošću od 0,25 stupnjeva geografske dužine i širine iscrtava obalu.

M\_COAST('line', (standard line option,...,...) ) iscrtava obalu linijom.

M\_COAST('patch' ( ,standard patch options,...,...) ) iscrtava obalu blokovima.

Parametri funkcije standardne su Matlab oznake za tip linije, boju linije, boju ispunjenja.



Slika 1: Primjer korištenja naredbi `m_coast('patch','g');` `m_coast('color','r');`

### 2.1.4 m\_elev

Funkcija "m\_elev" iscrtava prikaz nadmorske visine.

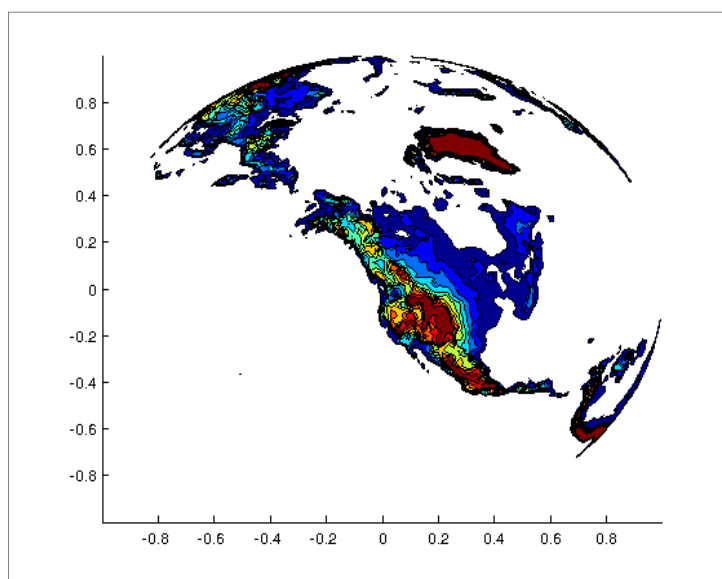
Prototip funkcije:

M\_ELEV(OPTN (,LEVELS) (,ARGS,...) )

Za argument `OPTN=='contour'` iscrtava se obris, dok se za argument `OPTN=='conourf'` iscrtava ispunjena slika.

Argumentom LEVELS definiramo koje razine želimo koristiti.

Argument ARGSS definira druge željene opcije poput tipa linije i boje.



Slika 2: Primjer funkcije m\_elev

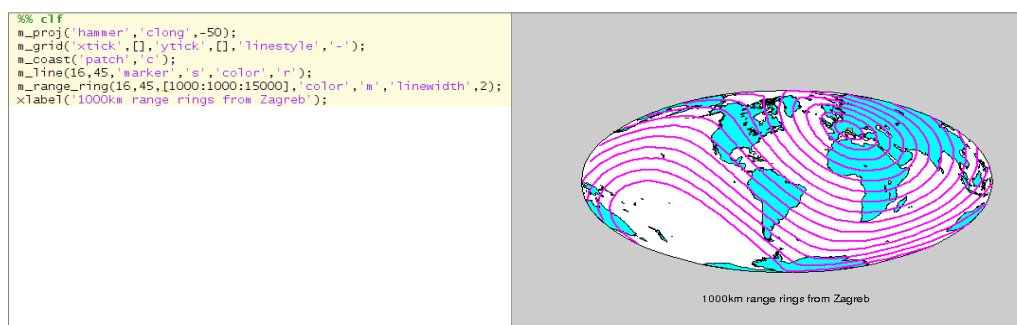
## 2.1.5 m\_range\_ring

Funkcija "m\_range\_ring" iscrtava kružnice raspona oko zadane geografske pozicije.

Prototip funkcije:

M\_RANGE\_RING(LONG,LAT,RANGE)

Kružnice se iscrtavaju oko točke određene geografskom dužinom (LONG) i širinom (LAT). Udaljenost između kružnica u kilometrima definira argument RANGE.



Slika 3: Primjer korištenja funkcije m\_range\_ring

## 2.2 Alati vremenskog slijeda

Paket alata "ttide" sadrži brojne funkcije korisne pri analiziranju i predviđanju izmjena plime i oseke.

### 2.2.1 t\_astron

Prototip funkcije:

$[A, ADER] = \text{ASTRON}(JD)$

Argument funkcije:

JD = UTC vrijeme

Funkcija vraća:

$A = [\tau, s, h, p, np, pp]$

$\tau$  = lunarno vrijeme

$s$  = srednja udaljenost od Mjeseca

$h$  = srednja udaljenost od Sunca

$p$  = srednja udaljenost Mjesečeva perigeja (točka na putanji kada je Mjesec najbliži Zemlji)

$np$  = negativna duljina uzlaznog čvora (jedan od orbitalnih elemenata koji opisuju orbitu nebeskog tijela)

$pp$  = srednja udaljenost Sunčeva perigeja (točka na putanji kada je Sunce najbliže Zemlji)

i njihove vremenske derivacije

$ADER = [d\tau, ds, dh, dp, dnp, dpp]$



```
Command Window
>> jd = juliandate(2012,3,31,20,55,34);
>> t_astron(jd)

ans =

-0.4642
 0.9668
 0.1307
 0.1367
 0.4543
 0.0155
```

Slika 4: Izračun astronomskih vrijednosti funkcijom `t_astron` za 31. ožujak 2012. u 20 sati, 55 minuta i 34 sekunde

### 2.2.2 `t_xtide`

Funkcija "`t_xtide`" uz pomoć baze podataka koja sadrži informacije o mjernim postajama širom svijeta predviđa izmjene plime i oseke u naredna dva dana. Izračunati podaci grafički se prikazuju korisniku.

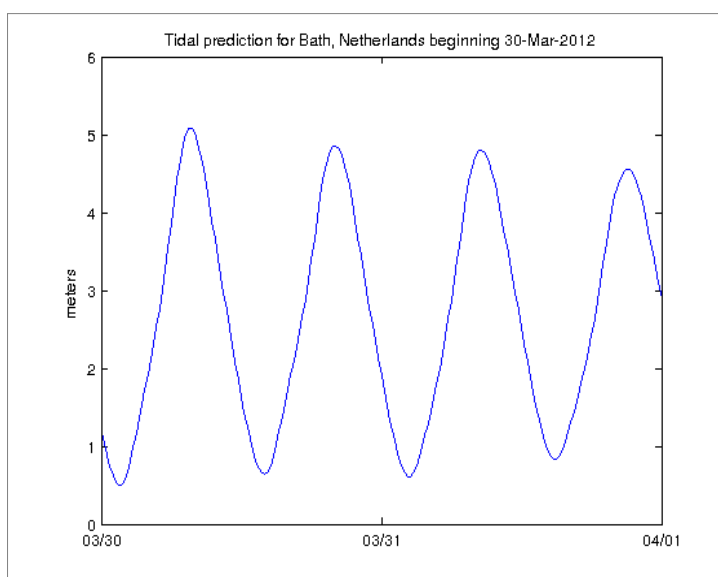
Prototip funkcije:

`YOUT=T_XTIDE(STATION)`

Argument `STATION` je string koji označava ime postaje.

Ukoliko nije poznato točno ime postaje, možemo izvršiti funkciju za postaju najbližu željenoj geografskoj dužini i širini, te tada prototip funkcije izgleda ovako:

`YOUT=T_XTIDE(LONG,LAT)`



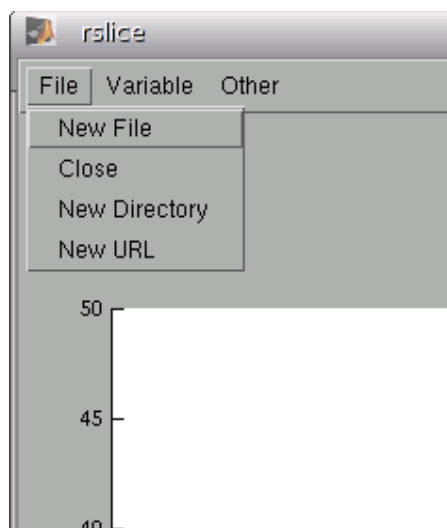
Slika 5: Predviđanje izmjene plime i oseke za Bath, Nizozemska

## 2.3 Alati na numeričko modeliranje

**Rslice** je Matlab grafičko sučelje za vizualizaciju ROMS modela.

Regional Ocean Modeling System (ROMS) je oceanski model koji je u širokoj upotrebi među znanstvenom zajednicom. ROMS uključuje učinkovite fizikalne i numeričke algoritme koji svoju primjenu nalaze u modeliranju biogeokemijskih, biooptičkih i sedimentnih sustava. (<http://marine.rutgers.edu>)

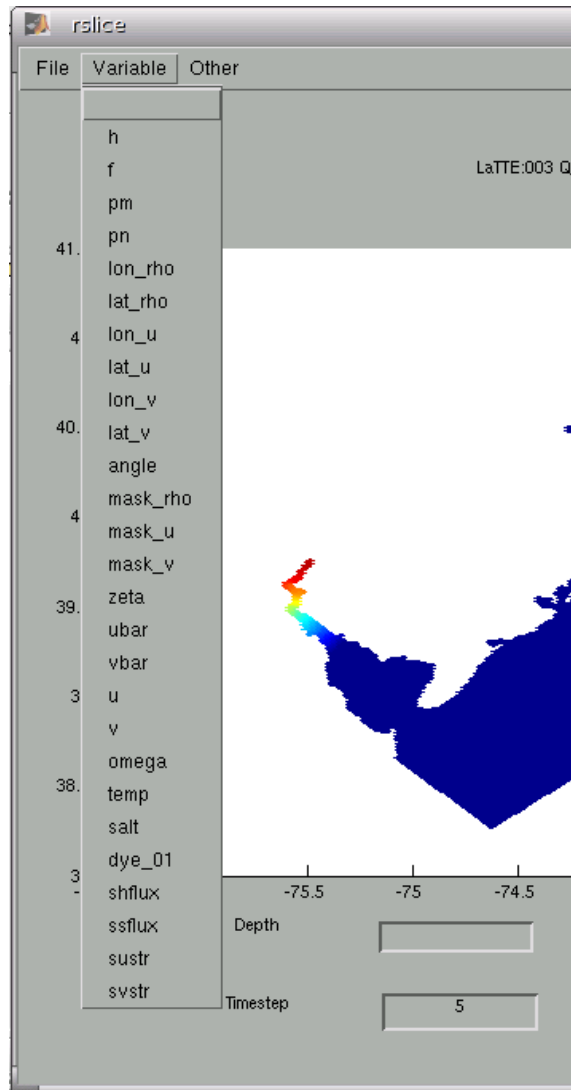
Kao izvor podataka možemo odabrati pojedinačne ROMS datoteke, mape koje sadrže ROMS datoteke ili navesti web izvor.



Slika 6: Odabir izvora podataka za Rslice

Nakon učitavanja podataka, iscrtava se prikladan dvodimenzionalni ili trodimenzionalni skup podataka.

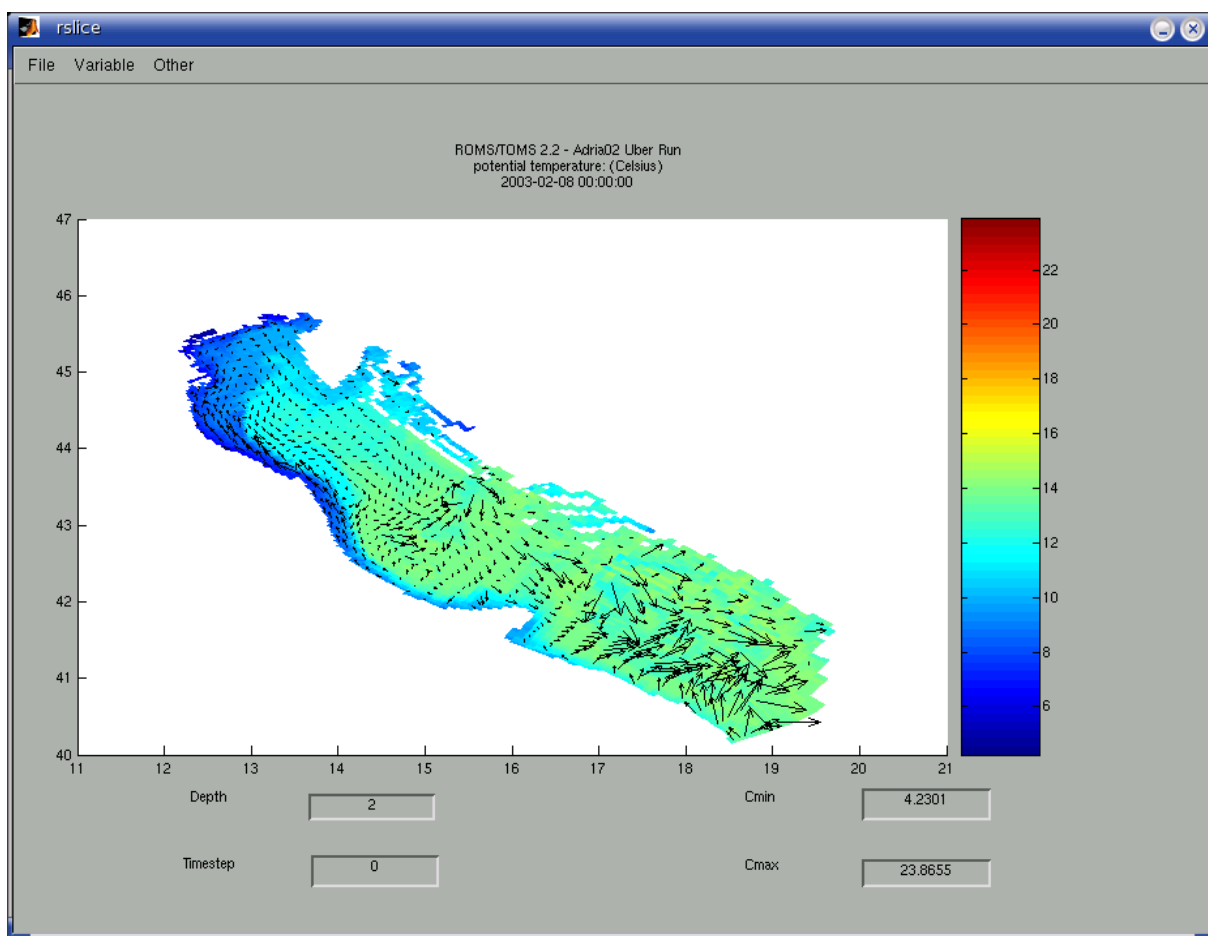
Varijable biramo iz padajućeg izbornika "Variable".



Slika 7: Odabir varijabli u skupu alata Rslice

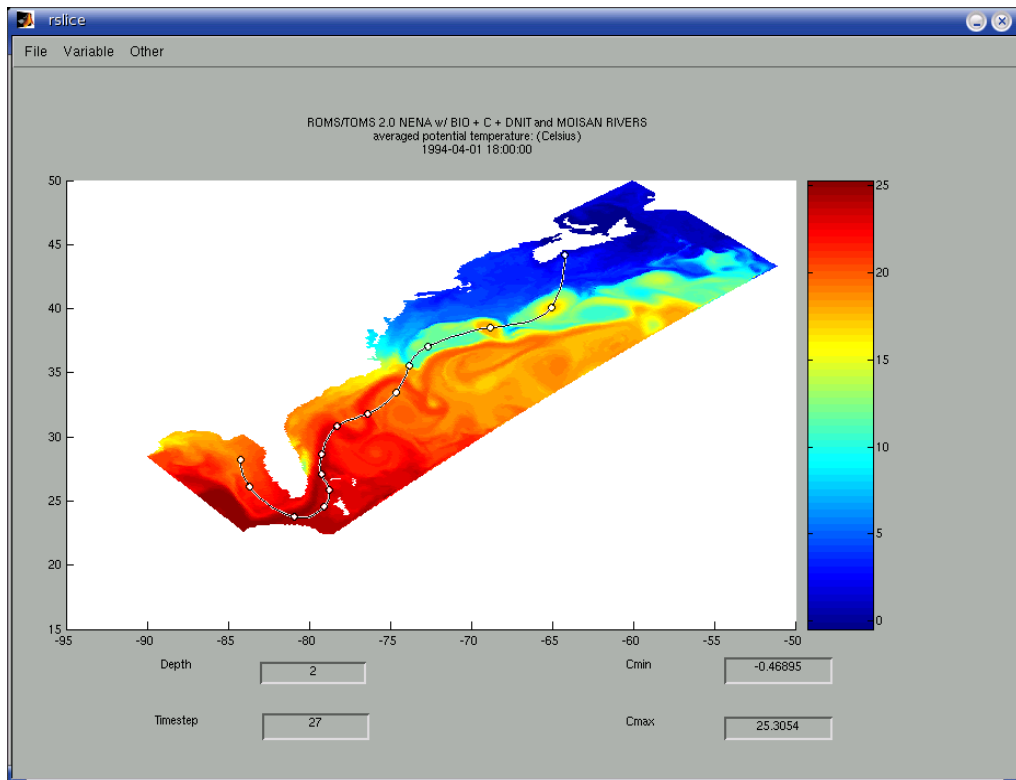
### Ostale funkcije:

**Prikaz brzina (Velocity Overlay):** Korisnik je u mogućnosti prikazati brzine na zadanoj dubini kao strelice. Korisnik bira boju, razmak i veličinu strelica.

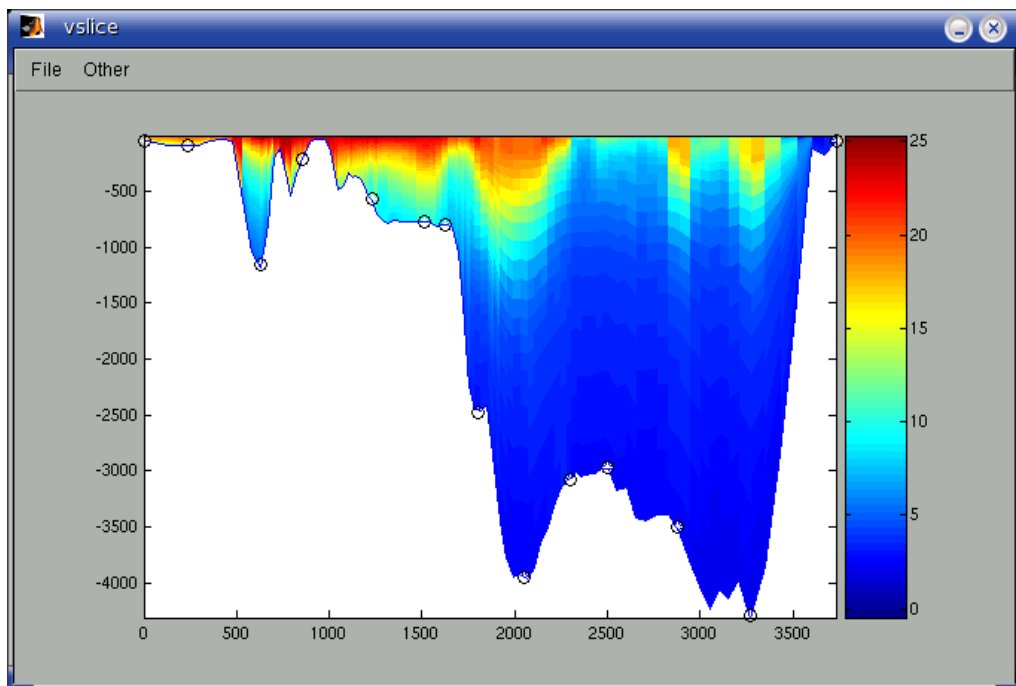


Slika 8: Prikaz funkcije Velocity Overlay za Jadransko more

**Vertikalni presjek** (Vslice): Presjek podataka po proizvoljnoj krivulji. Korisnik određuje skup kontrolnih točaka duž površine trenutno odabranog skupa podataka. Potrebno je odrediti najmanje dvije kontrolne točke.

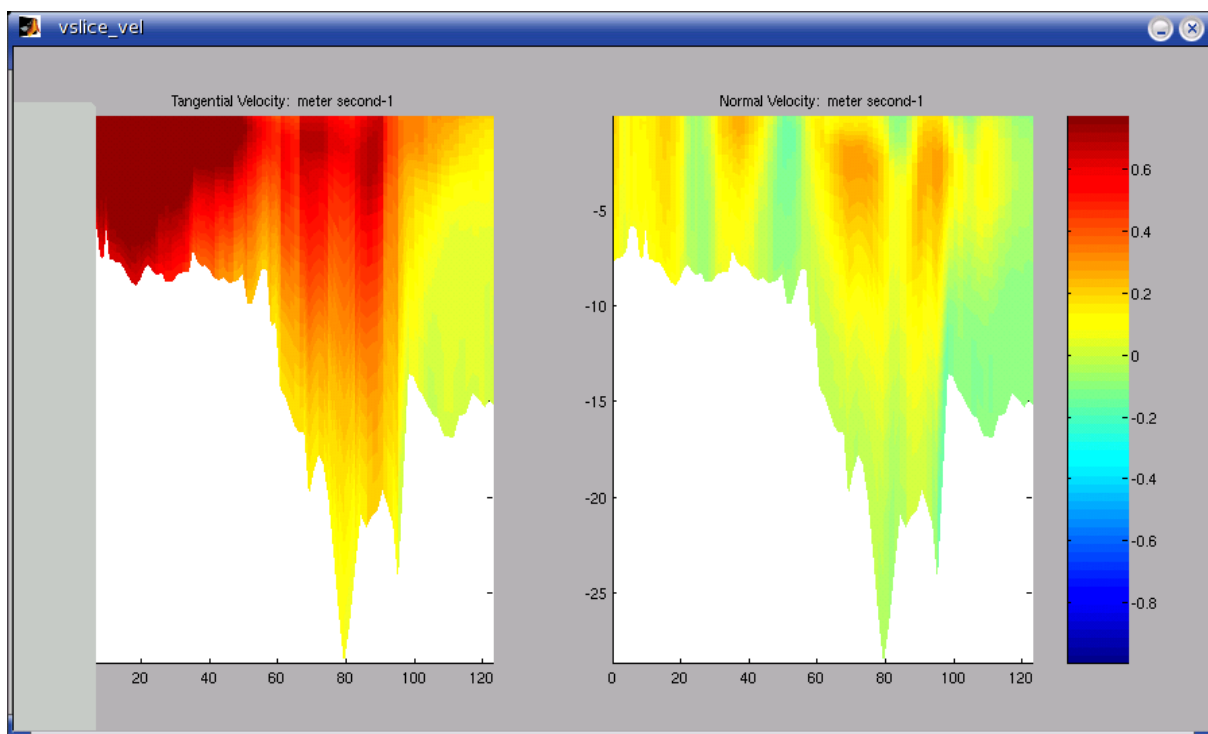


Slika 9: Odabir kontrolnih točaka u funkciji Vslice



Slika 10: Vertikalni presjek funkcije Vslice za temperaturni skupu podataka u Meksičkom zaljevu

**Vertikalni presjek brzina (Vslice Velocity):** Poseban slučaj funkcije Vslice koji omogućava korisniku prikaz tangencijalnih brzina i normala na vertikalnom presjeku. Tangencijalna je brzina definirana kao komponenta brzine u smjeru vertikalnog presjeka. Normala brzine je definirana kao komponenta brzine okomita na tangencijalnu brzinu u desnokretnom koordinatnom sustavu



Slika 11: Prikaz funkcije Vslice Velocity za ušće rijeke Dalaware

## 2.4 Hidrografski alati

**FloatAxis:** Grafički prikaz različitih veličina (npr. temperature, saliniteta i gustoće vode ovisno o dubini) na istoj osi.

Na primjer, u oceanografiji je uobičajeno na istoj osi prikazivati temperaturu, salinitet i gustoću vode, dok je na drugoj osi dubina.

Prototip funkcije:

```
[h1,ax2,ax3] = floatAxisX(varargin)
```

Funkcija zahtjeva minimalno dva parametra.

Prva dva parametra su su podaci za x i y osi.

Treći parametar specificira tip linije.

Četvrti parametar je naslov x-osi.

Peti parametar određuje raspon podataka na osima. Unosi se u formatu [xlower xupper ylower yupper].

Prototip funkcije:

```
[h1,ax2,ax3] = floatAxisY(varargin)
```

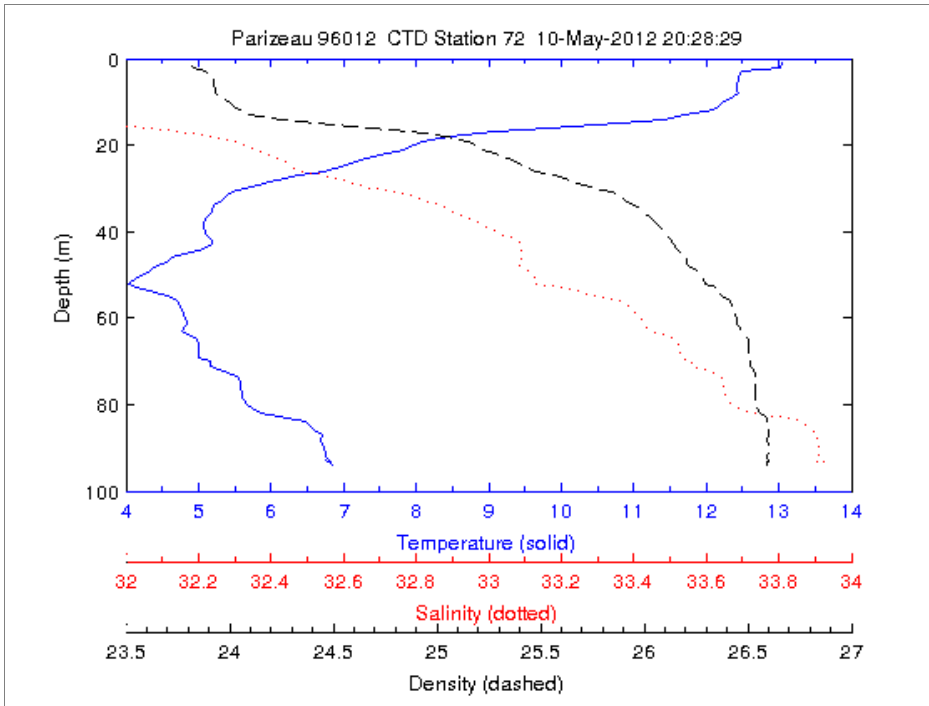
Funkcija zahtjeva minimalno dva parametra.

Prva dva parametra su su podaci za x i y osi.

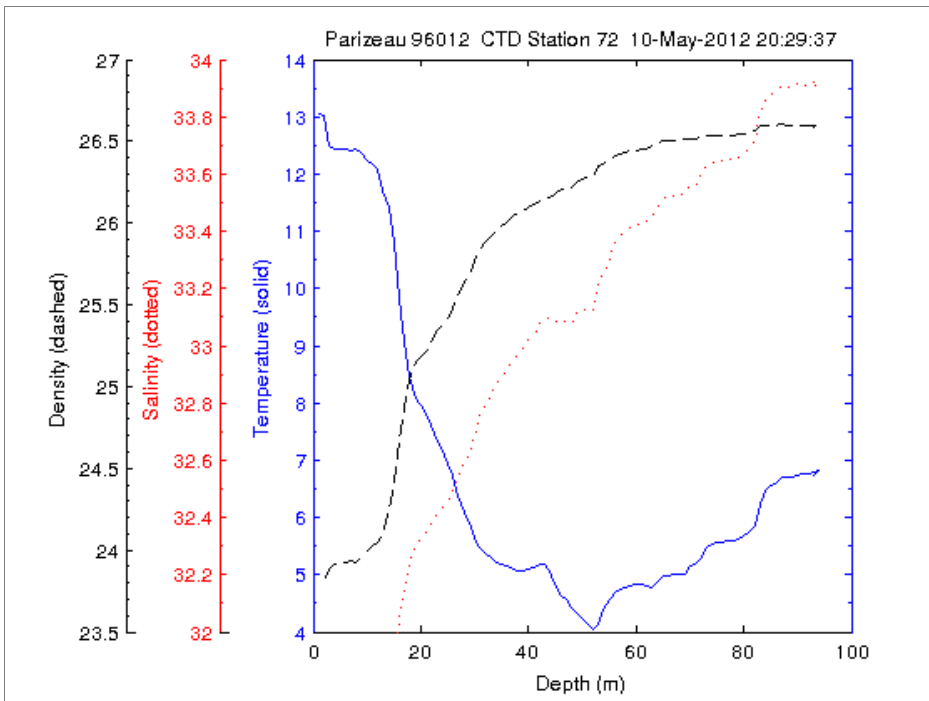
Treći parametar specificira tip linije.

Četvrti parametar je naslov y-osi.

Peti parametar određuje raspon podataka na osima. Unosi se u formatu [xlower xupper ylower yupper].



Slika 12: Prikaz funkcije floataxisx. Na x-osi prikazane su temperatura, salinitet i gustoća vode, dok je na y-osi dubina.



Slika 13: Prikaz funkcije floataxisy. Na y-osi prikazana je dubina, dok su na x-osi prikazane temperatura, salinitet i gustoća vode.



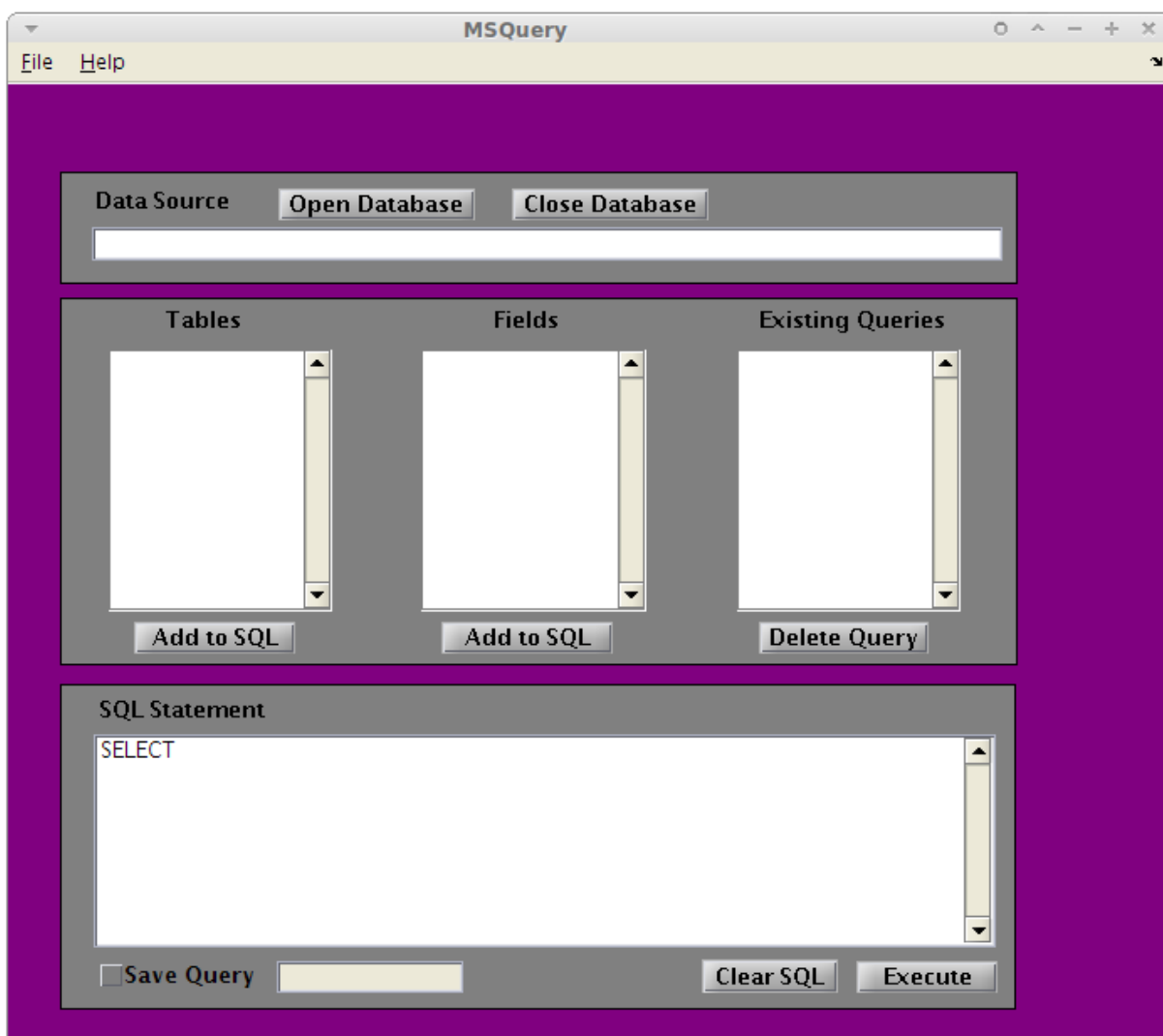
## 2.5 Alati za pretvorbu podataka

### Msquery

Skup alata msquery omogućava prijenos rezultata upita iz Microsoft Access baze podataka izravno u radni prostor Matlaba koristeći MS Windows ActiveX protokol. Imenima Matlab varijabli pridjeljuju se naslovi stupaca iz Microsoft Access upita.

Grafičko sučelje Msquery skupa alata pozivamo naredbom

```
>> msquery
```



Slika 14: Grafičko sučelje skupa alata Msquery

## 2.6 Ostali alati

### SaGA - Spatial and Geometric Analysis Toolbox

SaGa je skup Matlab alata najmnjenjenih geometrijskom modeliranju i prostornoj analizi podataka.

Funkcionalnost ovog skupa podataka možemo podijeliti na sljedeće kategorije:

1. Planarna geometrija:  
točke, linije, poligoni, površine, centroid, sjecišta, boolean operacije na paru poligona, itd.
2. 3-dimenzionalni i sferna geometrija:  
kutevi i udaljenosti na sferi, 3-d rotacija
3. Multidimenzionalna računalna geometrija:  
konveksni trup, n-dimenzionalna Delaunayeva triangulacija, volumen, Boolean operacije, itd.
4. Interpolacija, mapiranje:  
Triangulacija, mogućnosti ekstrapolacije i stapanje s gradijentom informacija, objektno mapiranje, minimum zakrivljenosti, inverzna udaljenost, itd.
5. Grafika: krugovi, elipse, ispunjene slojnice

### Fillmiss

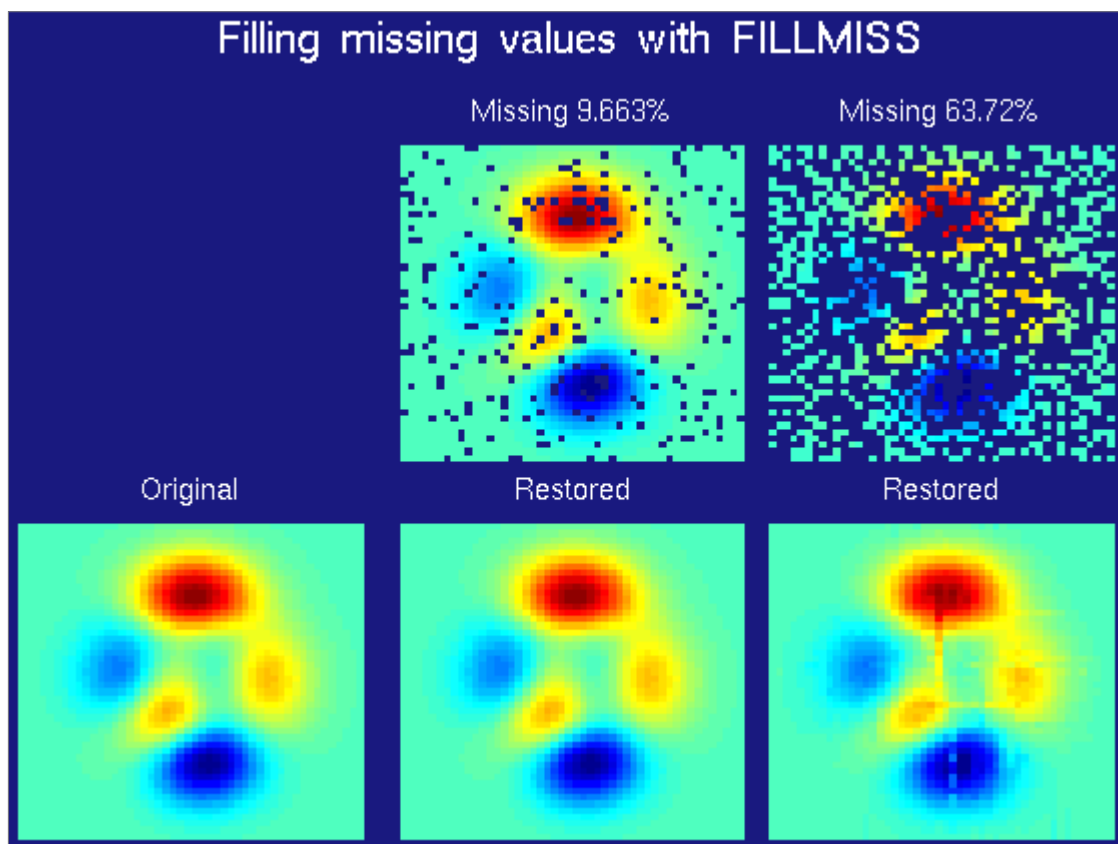
Prototip funkcije:

$M_f = \text{fillmiss}(M)$

Funkcija interpolira vrijednosti matrice M pomoću dostupnih susjednih elemenata.

Matrica MF ekvivalentna je ulaznoj matrici M, osim za elemente matrice M jednake NaN, koji u matrici MF poprimaju interpolirane izraze.

Elementi koji nedostaju računaju se kao suma linearnih interpolacija 5 najbližih dostupnih susjednih točaka u smjeru x-osi i 5 najbližih dostupnih susjednih točaka u smjeru y-osi.



Slika 15: Interpolacija funkcijom Fillmiss

### **3. Zaključak**

Programski sustav Matlab pogodan je za izvedbu složenih proračuna u oceanografiji.

Matlab alati olakšavaju analizu velikog broja podataka. Prednost alata je u njihovoj dostupnosti i modularnosti.

Velik broj znanstvenika dopušta da se alati koje razvijaju slobodno koriste i modificiraju. Na taj način svakom je pojedincu omogućeno u Matlab alate dodati funkcionalnosti koje su njemu potrebne, dok s druge strane kao temelj može koristiti već postojeće alate i funkcije.

Korištenje Matlab alata može uvelike ubrzati izvršavanje proračuna i simulacija koje je zbog prirode posla potrebno često ponavljati i ažurirati.

## 4. Literatura

Tomislav Petković, Kratke upute za korištenje MATLAB-a, Zagreb, travanj 2005.

Woods Hole Oceanographic Institution(WHOI): <http://www.whoi.edu/>

Ocean and Ecosystem Science (OES): <http://www2.mar.dfo-mpo.gc.ca/science/ocean/eponde/programming.html>

The Institute of Marine and Coastal Sciences (IMCS): <http://marine.rutgers.edu>

## 5. Sažetak

Skupina Matlab alata dostupnih na web stranici Woods Hole Oceanographic Institution pokriva širok raspon istraživačkih oceanografskih disciplina.

Alati se mogu pronaći na web adresi: <http://woodshole.er.usgs.gov/operations/sea-mat/>.

Alati su podijeljeni u 6 kategorija:

- Alati za mapiranje
- Alati vremenskog slijeda
- Alati za numeričko modeliranje
- Hidrografski alati
- Alati za pretvorbu podataka
- Ostali alati

Predstavljeni Matlab alati dostupni su na korištenje svim zainteresiranim ustanovama i pojedincima. Razlikuju se po svojoj namjeni i kompleksnosti. Uredno su kategorizirani. Mnogi alati sadrže opširna uputstva i primjere.