

Softvér na spracovanie satelitných dát z družice GOCE

21.06.2019

A. A. Ožvat, M. Somorovská, S. Zajícová, M. Žeravý

Aplikovaná matematika = MPM

- **Matematika** - modelovanie vedenia tepla, oceňovanie finančných derivátov, analýza a predpoveď procesov na základe získaných dát
- **Aplikácia** - použitie teoretických vedomostí na reálne situácie a získanie zaujímavých výsledkov
- **Matematicko–počítačové modelovanie** - poskytuje študentom kvalitné interdisciplinárne vzdelanie a všestranné vedomosti v matematike, počítačových vedách a inžinierskych aplikáciách



MATEMATICKO-POČÍTAČOVÉ MODELOVANIE
SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA

Aké programovacie jazyky sme sa naučili na MPM

- Na Matematicko–počítačovom modelovaní sa stretnete s programovaním v jazykoch:
 - Programovací jazyk C
 - Programovací jazyk C++

```
C:\Users\Lenovo\Desktop\Fakulta1_rocnik_BCZS_2015-2016\Programovanie_v_jazyku_C\Hodiny_a_ocieneni\Kam... - - - - -
*** KAMEN - PAPIER - NOZNICE ***

Vítajte!

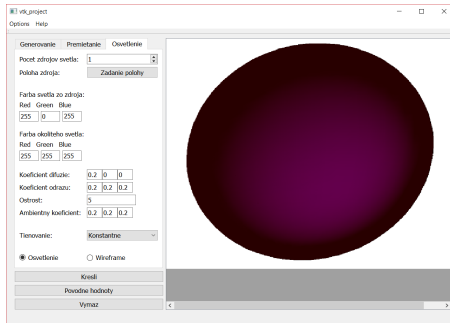
Pravidla hry:
Vyberate si zo znakov: KAMEN, PAPIER alebo NOZNICE.
Pocitac si tiež vyberie jeden zo znakov.
Porovnaju sa vaše znaky. Kto z vas si vybral znak s vacsou prioritou ziskava bod.
Kto sa na z víťazstvo.

Znaky:
Kamen je nad noznicami, ale pod papierom.
Papier je nad kamenom, ale pod noznicami.
Noznice su nad papierom, ale pod kamenom.

Symboly:
Kamen - k
Papier - p
Noznice - n

Skuste si zahrat!

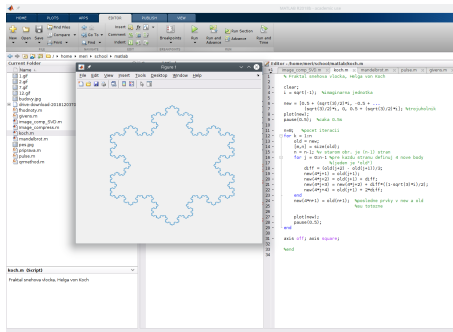
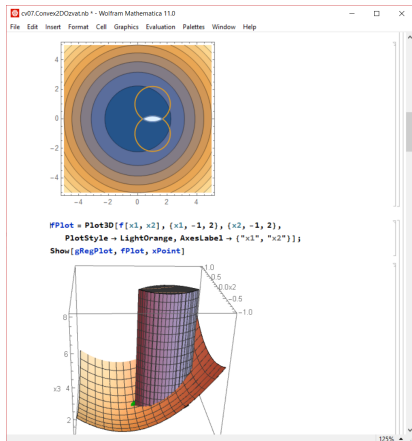
Vyberte si znak:
Pocitac si vybral znak: p
Predbezne hodnotenie:
Wy: 0
Pocitac: 1
Vyberte si znak:
Pocitac si vybral znak: k
Predbezne hodnotenie:
Wy: 1
Pocitac: 1
Vyberte si znak:
```



Aké programovacie jazyky sme sa naučili na MPM

□ Pri štúdiu sme často využívali programovanie v:

- Wolfram Mathematica
- ANSYS
- MATLAB

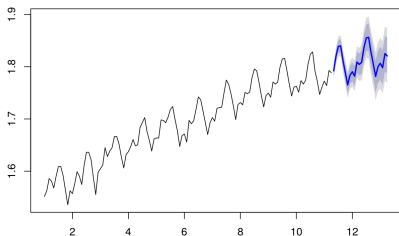


Aké programovacie jazyky sme sa naučili na MPM

- Pri riešení štatistických úloh sa naučíte pracovať s programovacími jazykmi, ako sú:

- Programovací jazyk Python
- Programovací jazyk R

Forecasts from ARIMA(0,1,1)(0,1,1)[12]



- Na MPM sú aj predmety ako operačné systémy alebo počítačové siete. V rámci týchto predmetov sme:
 - Využívali operačný systém UNIX/Linux
 - Programovali v Bashi

Motivácia

- Dáta, s ktorými pracujeme sú získané z družice GOCE, ktorá bola vyslaná Európskou vesmírnou agentúrou, aby presnejšie zmerala gravitačné pole Zeme.
- Zamerali sme sa na vizualizáciu a filtráciu dát, z ktorých následným spracovaním vieme vypočítať rýchlosti oceánskych a morských prúdov.



Tímová práca

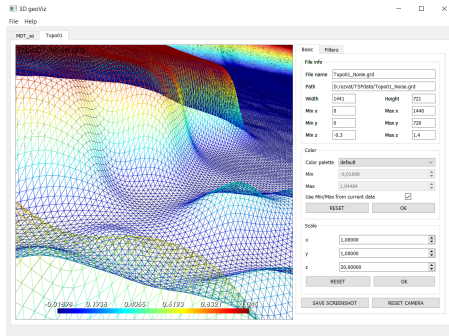
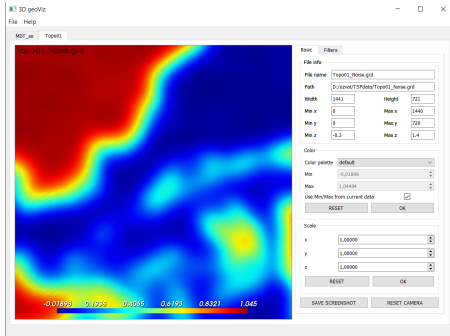
- Softvér sme vytvorili ako projekt na predmete Tímový softvérový projekt.
- Dostali sme možnosť skúsiť si ako to funguje v praxi, keď sa vytvára nový projekt.
 - Dostali sme požiadavky ako by softvér mal vyzerieť.
 - Zvolili sme si vhodné matematické modeli a odvodili sme diskkrétne numerické schémy.
 - Vytvorili sme si objektovo orientovaný návrh softvéru.
 - Navrhli sme užívateľské rozhranie, ktoré sa časom prispôbovalo.
 - Vytvorili sme softvér v jazyku C++, do ktorého sme implementovali filtračné metódy a funkcie na spracovanie a vizualizáciu prefiltrovaných dát.

Softvér 3D geoViz

- Softvér 3D *geoViz* je navrhnutý tak, aby s ním dokázal každý užívateľ jednoducho pracovať.
- Pri jeho tvorbe sme využili princípy objektovo orientovaného programovania a knižnice:
 - *QT* - je jedna z najpopulárnejších multiplatformových knižníc pre vytváranie programov s grafickým užívateľským rozhraním
 - *VTK* - sú knižnice na vizualizáciu dát pomocou OpenGL
 - *Eigen* - sú knižnice s funkciami lineárnej algebry
- Na paralelizáciu výpočtovo náročných častí programu sme použili OpenMP.

Vizualizácia dát

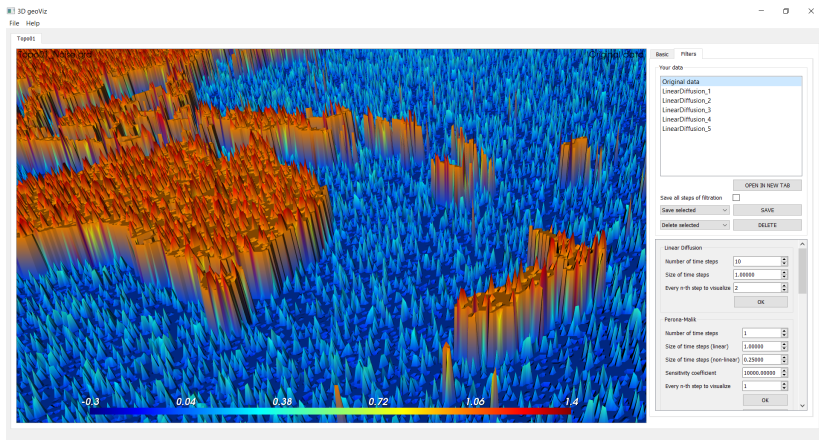
- Z dát, ktoré sú usporiadané v pravidelnej 2D mriežke sme vytvorili pomocou triangulácie 3D model a zafarbili sme ho na základe hodnoty intenzity v danom bode.



Filtračné metódy

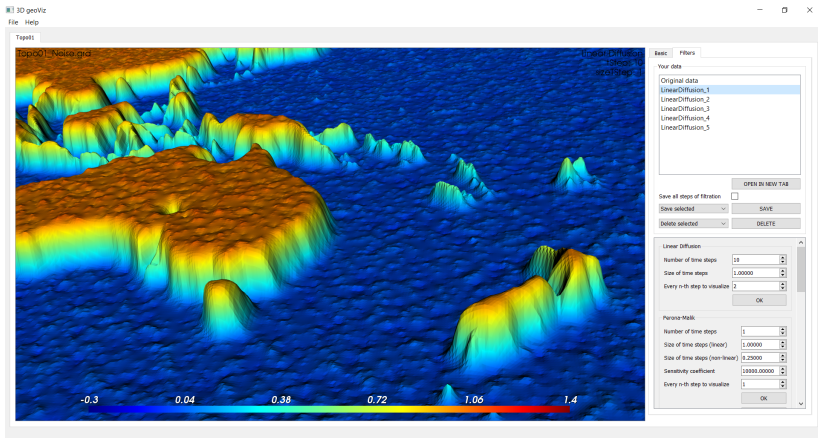
- Keďže dáta, s ktorými pracujeme, boli zašumené a takto zašumené dáta sa o dosť ťažšie analyzujú, potrebovali sme z nich odstrániť šum.
- Pri odstraňovaní šumu je dôležité zachovať tvar významných štruktúr, aby následná analýza alebo modelovanie bolo presnejšie.
- Použili sme dva typy filtračných metód:
 - Lineárne filtračné metódy
 - Nelineárne filtračné metódy

Lineárne filtre - ukážka na testovacích dátach



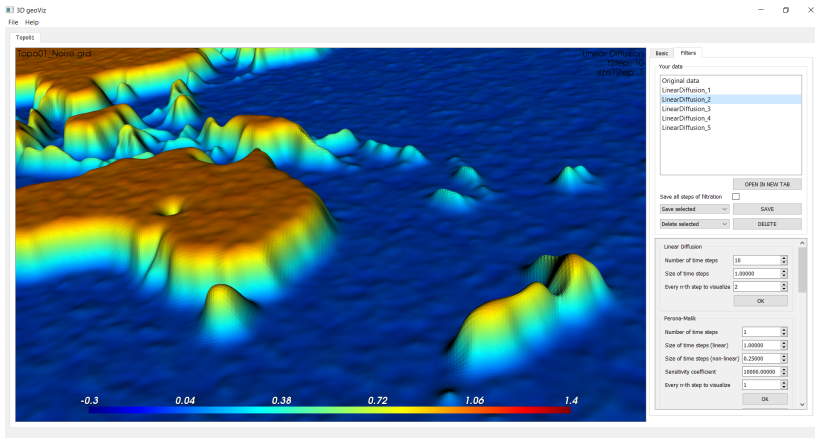
Obr.: Testovacie dáta - počiatková podmienka

Lineárne filtre - ukážka na testovacích dátach



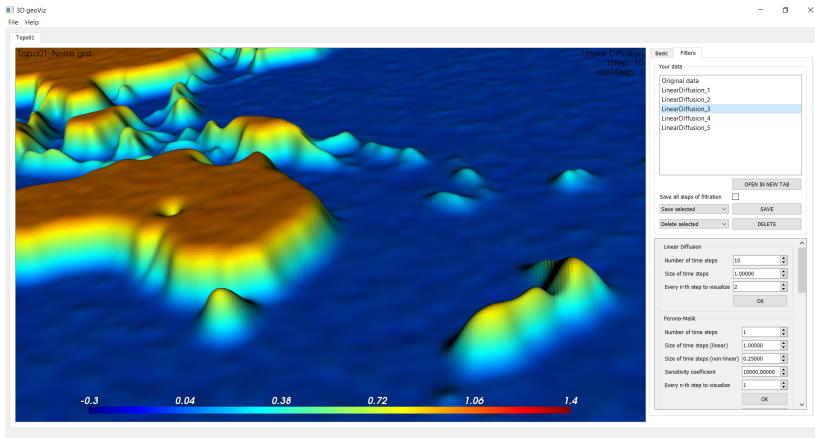
Obr.: Dáta po aplikácii lineárnej difúzie s počtom časových krokov 2 a veľkosťou časového kroku 1

Lineárne filtre - ukážka na testovacích dátach



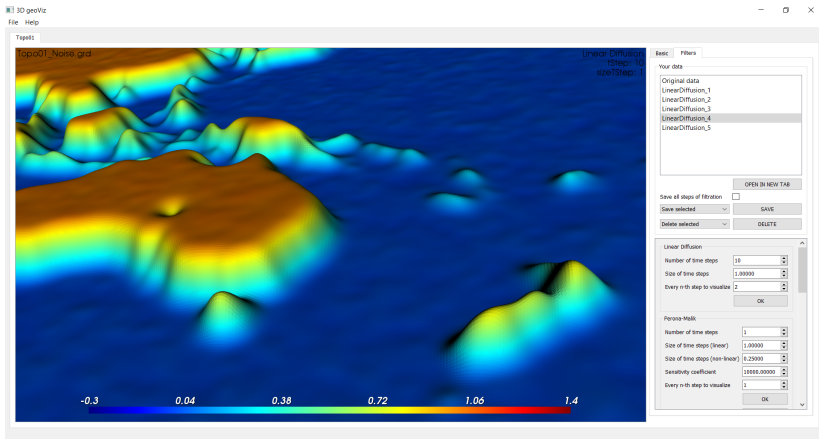
Obr.: Dáta po aplikácii lineárnej difúzie s počtom časových krokov 4 a veľkosťou časového kroku 1

Lineárne filtre - ukážka na testovacích dátach



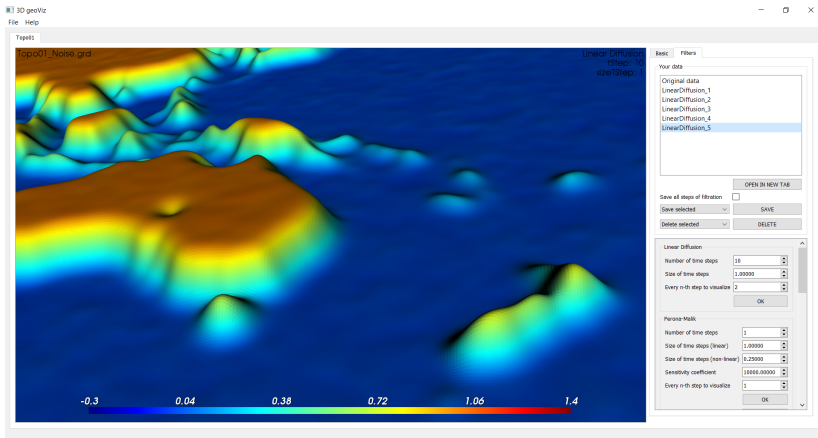
Obr.: Dáta po aplikácii lineárnej difúzie s počtom časových krokov 6 a veľkosťou časového kroku 1

Lineárne filtre - ukážka na testovacích dátach



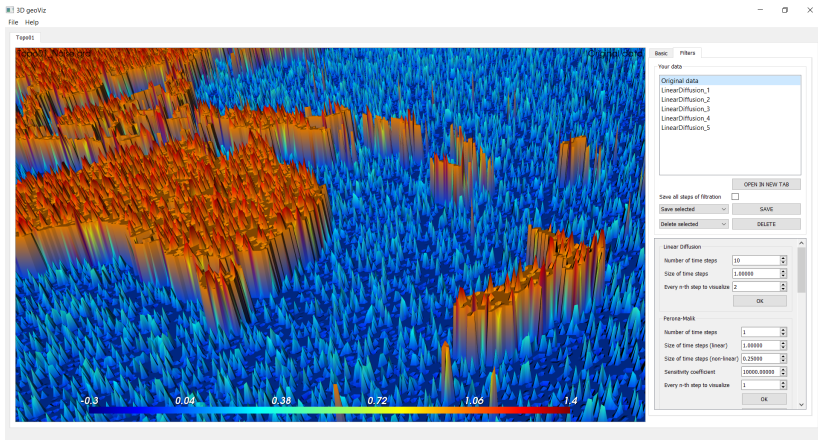
Obr.: Dáta po aplikácii lineárnej difúzie s počtom časových krokov 8 a veľkosťou časového kroku 1

Lineárne filtre - ukážka na testovacích dátach



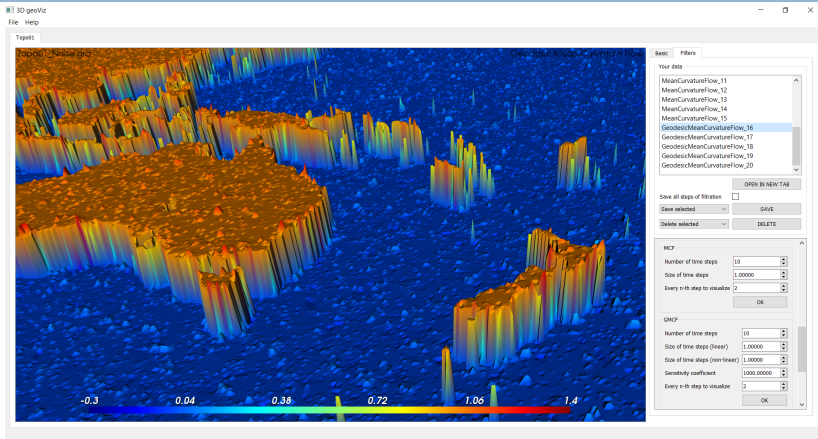
Obr.: Dáta po aplikácii lineárnej difúzie s počtom časových krokov 10 a veľkosťou časového kroku 1

GMCF filter - ukážka na testovacích dátach



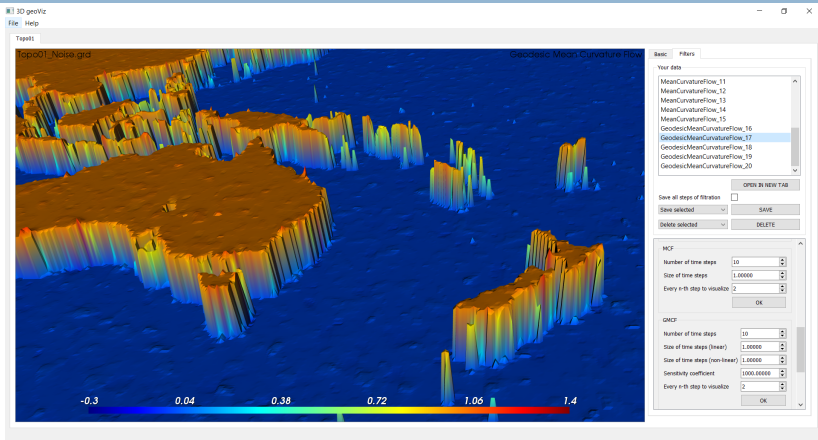
Obr.: Testovacie dáta - počiatková podmienka

GMCF filter - ukážka na testovacích dátach



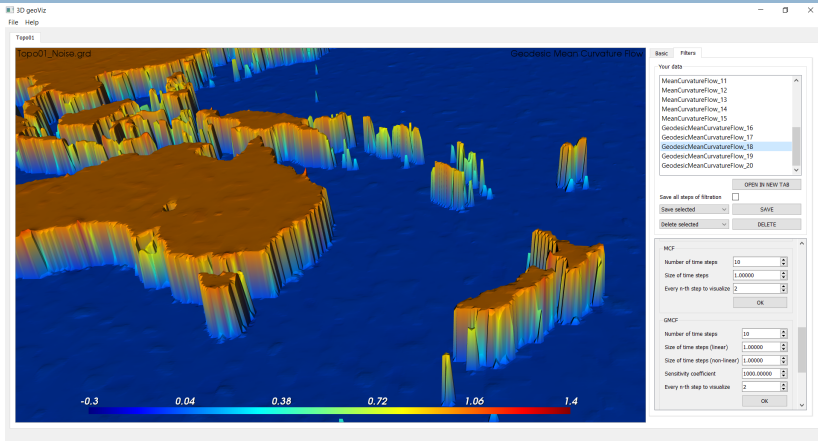
Obr.: Dáta po aplikácii filtra Geodesic Mean Curvature Flow s počtom časových krokov 2, veľkosťou časového kroku 1 a koef. senzitivity 1000

GMCF filter - ukážka na testovacích dátach



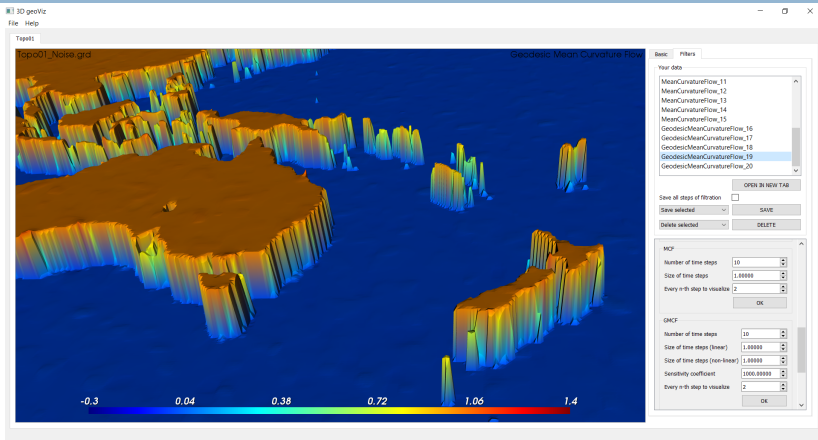
Obr.: Dáta po aplikácii filtra Geodesic Mean Curvature Flow s počtom časových krokov 4, veľkosťou časového kroku 1 a koef. senzitivity 1000

GMCF filter - ukážka na testovacích dátach



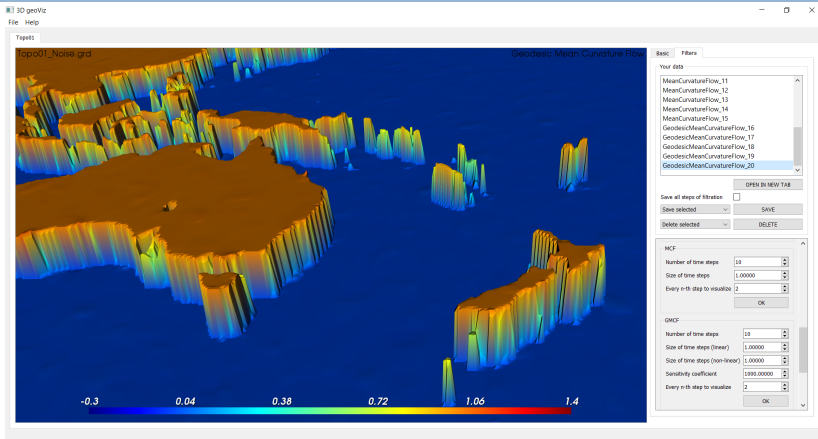
Obr.: Dáta po aplikácii filtra Geodesic Mean Curvature Flow s počtom časových krokov 6, veľkosťou časového kroku 1 a koef. senzitivity 1000

GMCF filter - ukážka na testovacích dátach



Obr.: Dáta po aplikácii filtra Geodesic Mean Curvature Flow s počtom časových krokov 8, veľkosťou časového kroku 1 a koef. senzitivity 1000

GMCF filter - ukážka na testovacích dátach

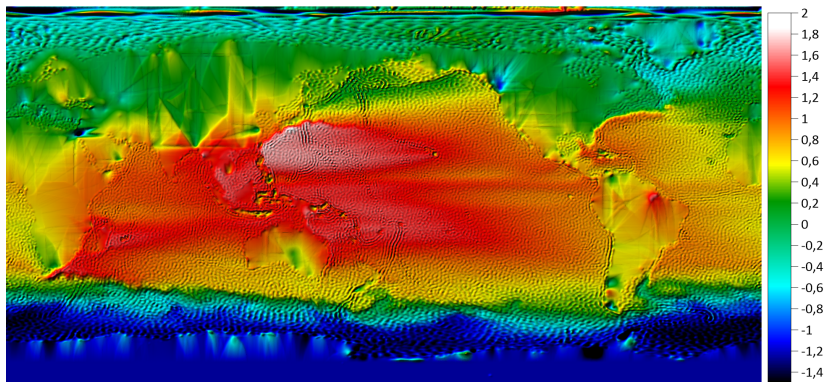


Obr.: Dáta po aplikácii filtra Geodesic Mean Curvature Flow s počtom časových krokov 10, veľkosťou časového kroku 1 a koef. senzitivity 1000

Filtrovanie reálnych dát

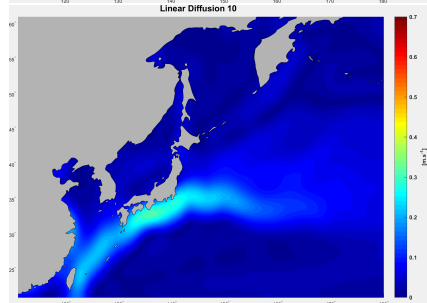
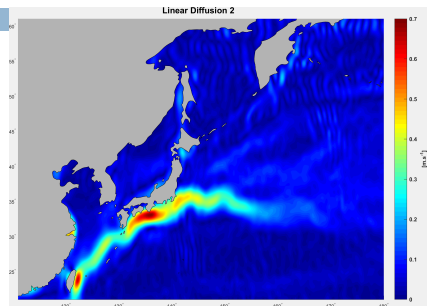
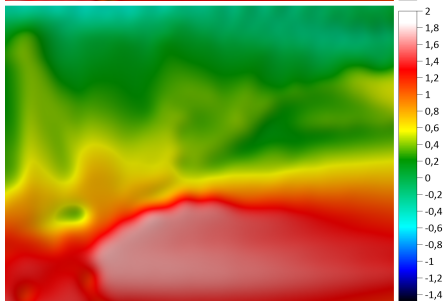
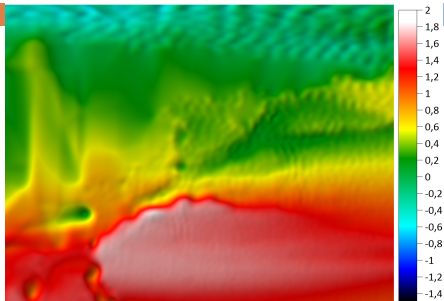
- Z dát získaných z družice GOCE sme vytvorili Mean Dynamic Topography (MDT) model
- Tento model sme filtrovali všetkými implementovanými filtrami a následne sme pre lepšiu vizualizáciu výsledkov filtrácii vypočítali aj rýchlosti oceánskych prúdov.
- Výsledky filtrácii sú vizualizované na detailoch z oblasti troch oceánskych prúdov a to konkrétne:
 - Golský prúd v Atlantickom oceáne,
 - Kurošio prúd v Tichom oceáne a
 - Agulhaský prúd v Indickom oceáne.

Filtrovane reálnych dát

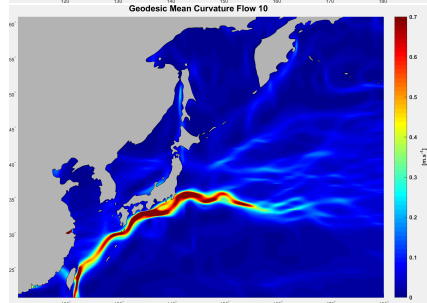
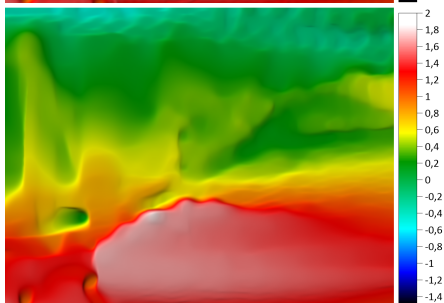
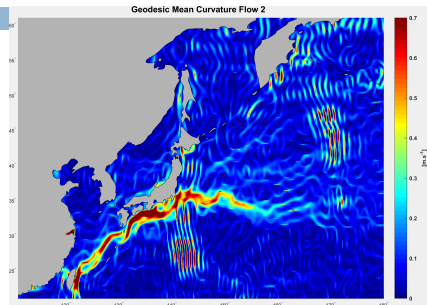
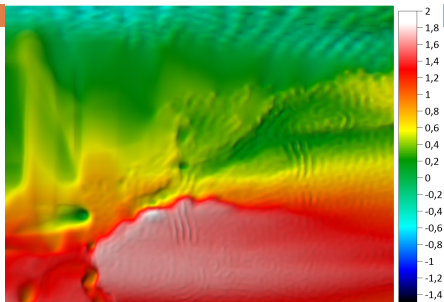


Obr.: Mean dynamic topography (MDT) - počiatková podmienka

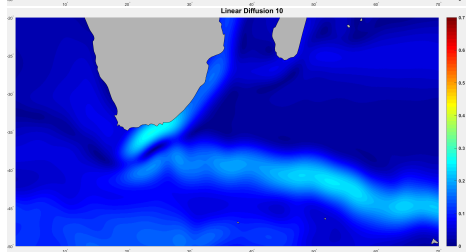
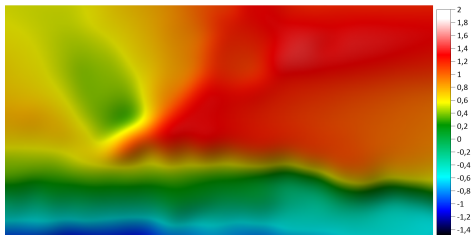
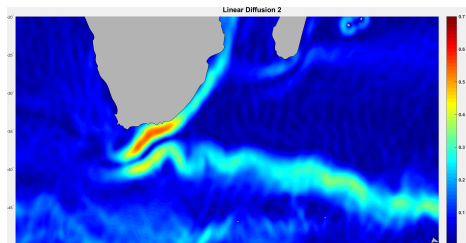
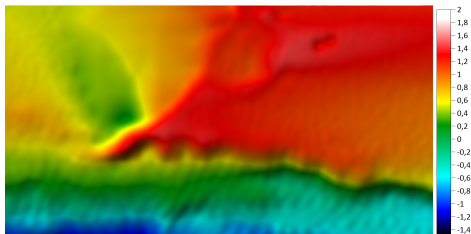
Kurošio prúd v Tichom oceáne - Lineárna filtrácia



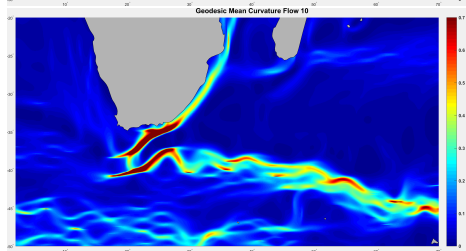
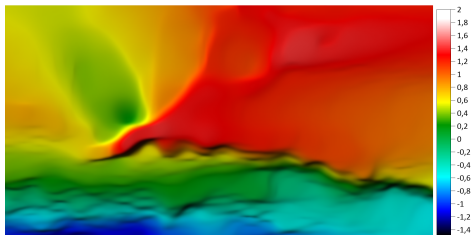
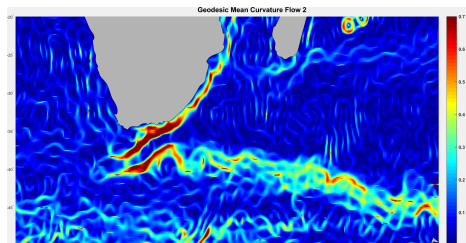
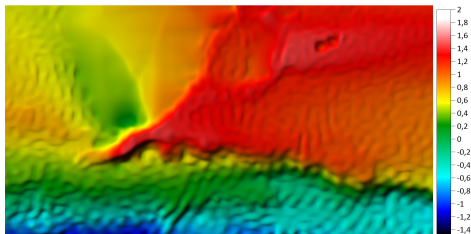
Kurošio prúd v Tichom oceáne - Nelineárna filtrácia



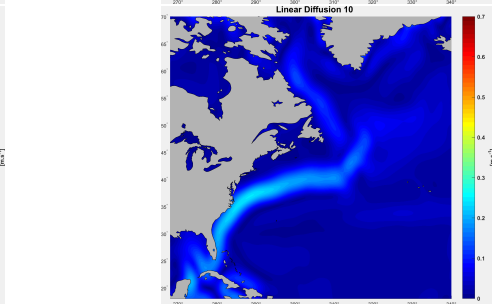
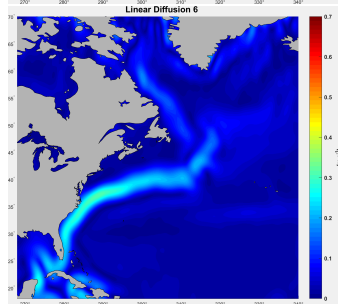
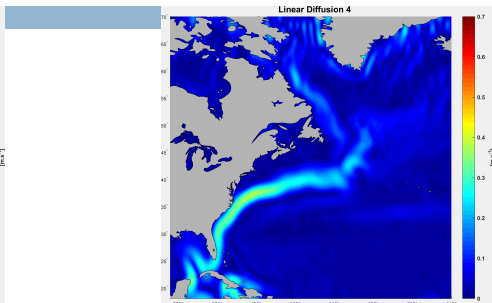
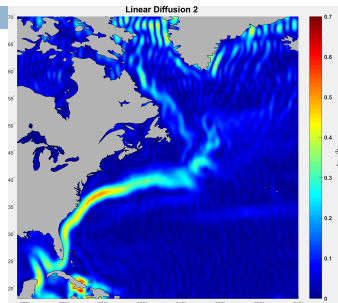
Agulhaský prúd v Indickom oceáne - Lineárna



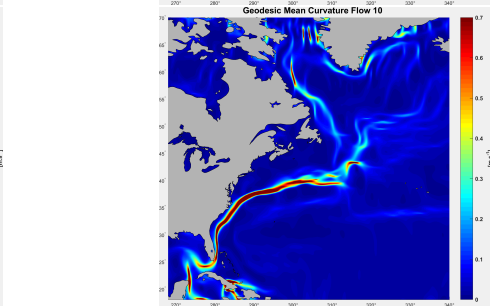
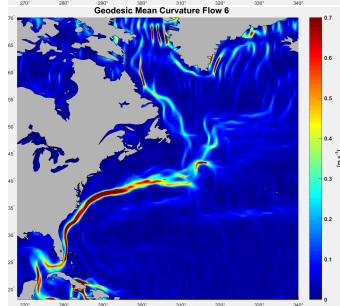
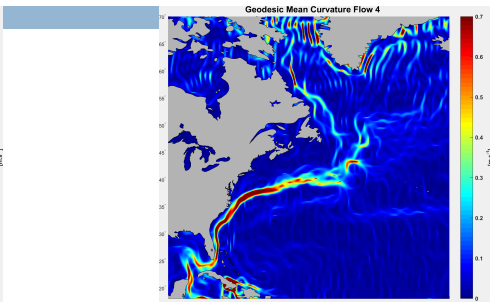
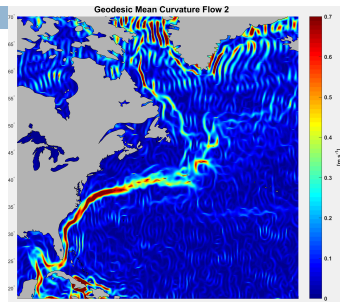
Agulhaský prúd v Indickom oceáne - Nelineárna



Golfský prúd v Atlantickom oceáne - Lineárna



Golfský prúd v Atlantickom oceáne - Nelineárna



Ďakujem za pozornosť!

