

Baltijos jūros priekrantės ir Kuršių marių modeliavimas: situacija ir perspektyvos

Petras Zemlys

Klaipėdos universitetas
BPATPI

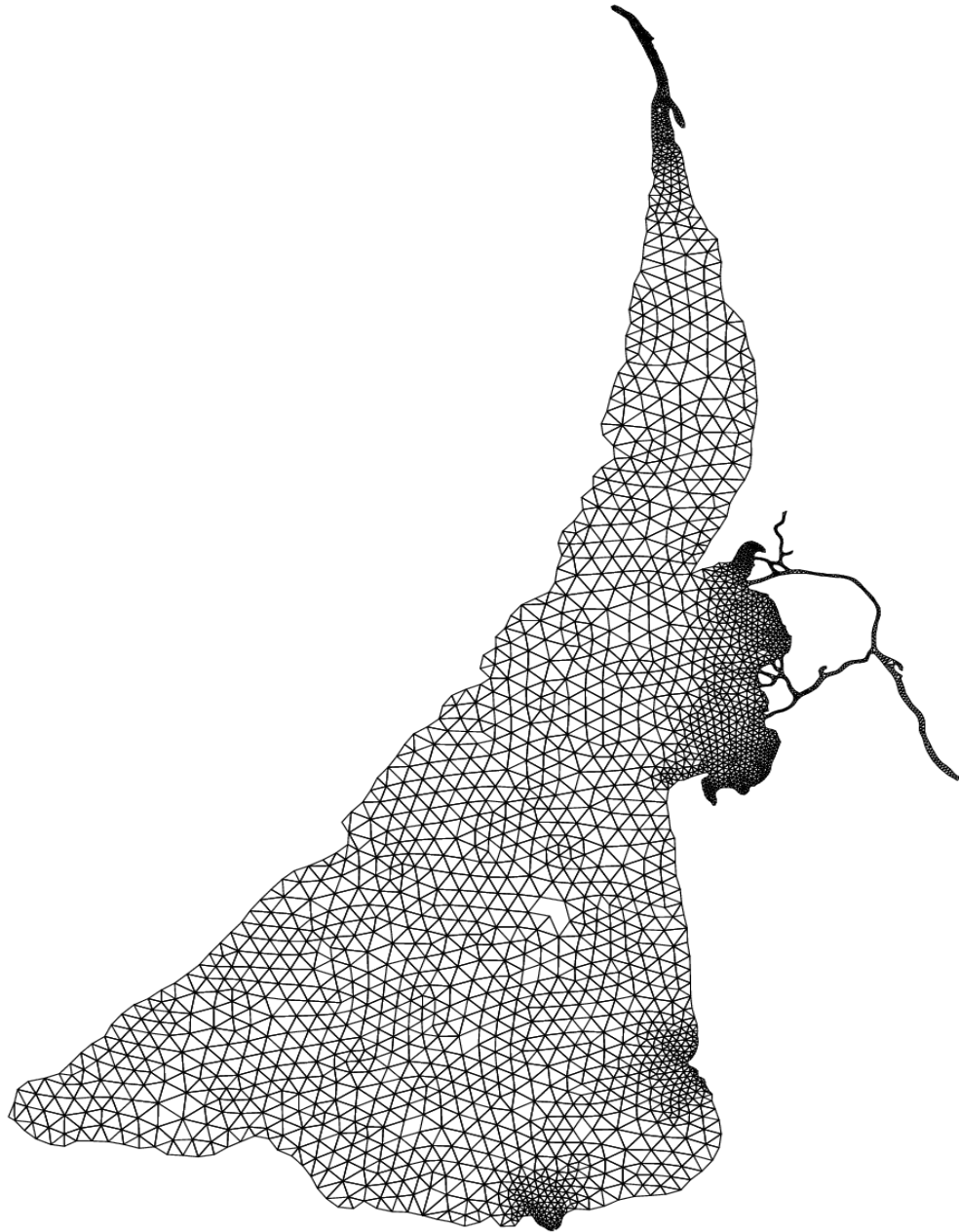
2009 09

Problematika ir modeliavimo poreikis

- Kuršių marių eutrofikacija ir poveikis Baltijos jūrai.
- Nepageidautina nešmenų akumuliacija (uosto teritorija) ir erozija (Palangos paplūdimiai).
- Naftos tarša dėl laivybos, naftos gavybos ir transportavimo.
- Visų šių problemų sprendimui nepakanka vien eksperimentinių tyrimų, reikalingas matematinių modelių taikymas. Modeliai ypač patogus įrankis atsakant į tokį svarbų sprendimo priėmimui klausimą "Kas būtų, jeigu?".
- Kranto zonos ir lagūnų modeliavimas yra žymiai sudėtingesnis negu atviros jūros. Čia labai varijuoja morfologija, o tam reikia lankščios rezoliucijos diskretizuojant modelį.

Hidrodinamikos modeliavimas

- Taikant modelius lagūnoms ir kranto zonai yra svarbu aprašyti vandens judėjimą (hidrodinaminius procesus). Hidrodinamika dažnai yra variklis kuris „varo“ kitus kintamuosius ir valdo jų evoliuciją.
- Nuoseklus hidrodinaminių modelių apimančių Kuršių marias ir Baltijos jūros priekrantę vystymas institute nuo 2003 m.
- Bendradarbiaujant su Venecijos Jurinių tyrimų institutu, buvo išvystytas Kuršių marių dvimatis baigtinių elementų hidrodinaminis modelis, naudojant modelį SHYFEM (Pagrindinis kūrėjas G.Umgiesser).



- SHYFEM privalumai:

Nekomercinis produktas, atviras kodas - tolimesnio vystymo galimybė.

Baigtinių elementų metodas - galimybė naudoti kintamos rezoliucijos gardelę (taupo skaičiavimo laiką). Plačiau dr. Georg Umgieser.

Išvystyti papildomi moduliai (nešmenų, transportas, vandens kokybės).

Galimybė atlikti 3D skaičiavimus.

- Perspektyvus bazinis modelis kitų procesų modeliavimui.

- MIKE modeliavimo sistema.

Komercinis ir labai brangus produktas.

Draugiška vartotojo sąsaja.

Galimybė naudoti įvairaus tipo gardeles.

Galimybė konstruoti ekologinius modelius (Ecolab).

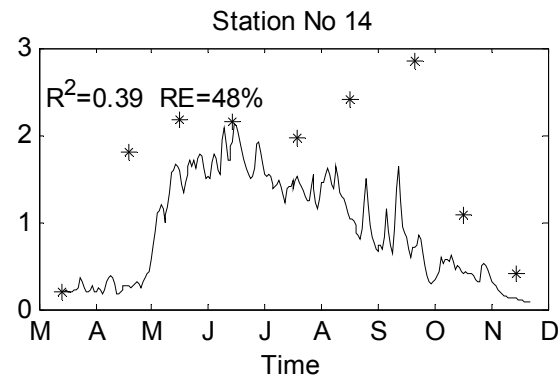
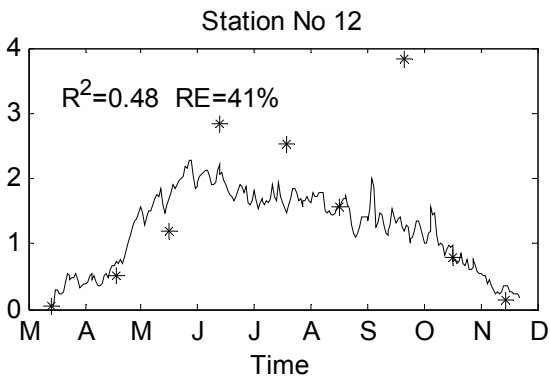
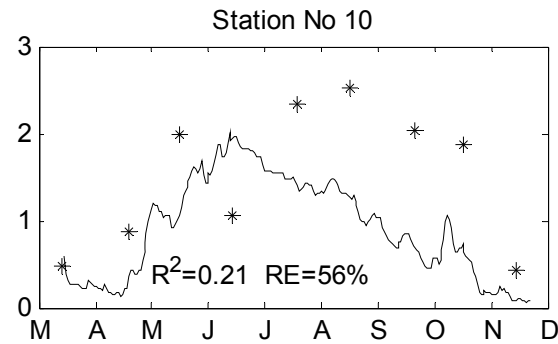
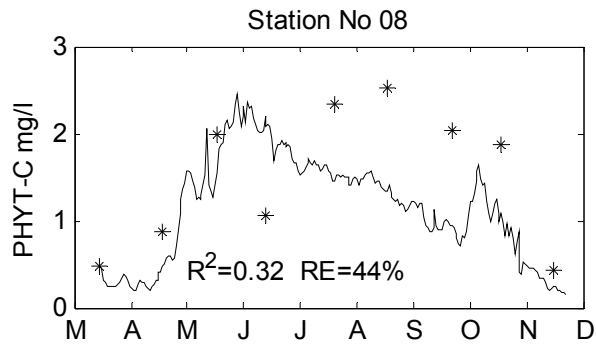
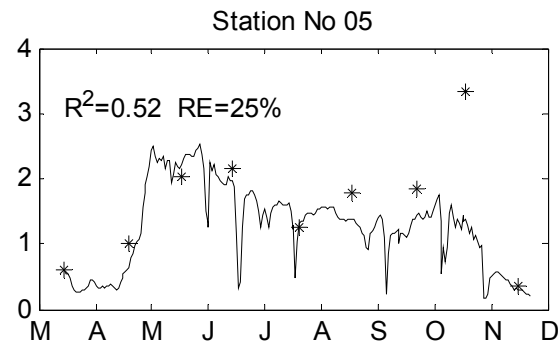
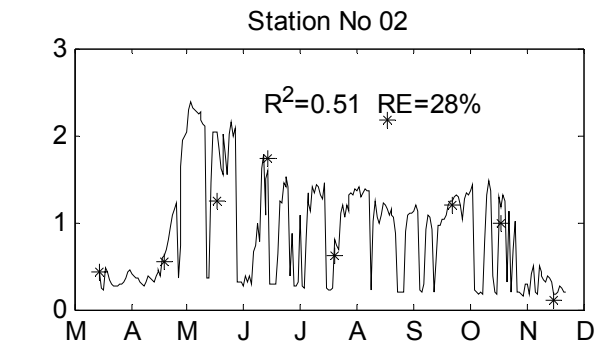
Labai lėtai skaičiuoja, neišnaudoja daugiaprocesorinių kompiuterių.

- Kiti hidrodinaminiai modeliai (HIROMB) – vėliau.

Eutrofikacijos modeliavimas

- Pirmas etapas (žvalgomasis). Naudotas SHYFEM/EUTRO, bendradarbiaujant su Stambulo technikos universitetu.
- 9 būsenos kintamieji. Apima deguonies balansą, biogenus, fitoplanktoną ir zooplanktoną. Fitoplanktonas aprašomas vienu kintamuoju.
- Procesai dugno nuosėdose nebuvo modeliuojami.

Fitoplanktono modeliavimo rezultatai



Tolimesnio vystymo būtinumas

- Modeliuoti fitoplanktono grupes.
- Atsižvelgti į azoto fiksaciją.
- Modeliuoti biogenų apykaitą su dugno nuosėdomis.

Segmentų (dėžių) modeliai

- Segmentų (dėžių, angl. box) modeliai:

Vandens telkinys suskaidomas į homogeniškas dalis.

Kiekviena dalis aprašoma paprastomis diferencialinėmis lygtimis.

Vandens apykaita tarp segmentų apskaičiuojama naudojant atskirą hidrodinaminį modelį.

- Privalumai – skaičiavimo greitaeigiškumas; galimybė greičiau sukalibruoti modelio parametrus, atlikti jautrumo analizę.
- Dėl to naudinga turėti eutrofikacinį modelį integruotą su hidrodinaminiu ir atskirą segmentų modelį.
- Trūkumai – sunkiai pritaikomas esant dideliame heterogeniškumui.

Antras etapas

- Kuršių marių eutrofikacinis segmentų modelis ESTAS/ALUKAS:

Trys fitoplanktono grupės.

Modeliuojama azoto fiksacija.

Procesai dugno nuosėdose kol kas nemodeliuojami.

Bandyta atsakyti į klausimą, kaip sumažinti Kuršių marių eutrofikaciją.

Apginta daktaro disertacija. Plačiau apie rezultatus – dr. A.Erturk

Trečias etapas

- Vienas iš norveginio projekto uždavinių sukurti vandens kokybės modelį.
- Numatomi du modelio variantai: segmentų modelis ir vandens kokybės modelis integruotas į hidrodinaminį modelį SHYFEM.
- Modelio gardelė turi apimti Kuršių marias ir dalį Baltijos jūros.
- Pagrindinis nauji bruožai - procesai dugno nuosėdose, detalesnė zooplanktono ir fitoplanktono reprezentacija.
- Modelio kūrimas vykdomas lygiagrečiai su lauko matavimais. Ypač svarbūs dugno nuosėdų matavimai.

Aukštesnių trofinių lygmenų modeliavimas

- Vienas iš norveginio projekto uždavinių - žuvies išteklių vertinimas.
- Naudojamas modelis ECOPATH. Plačiau - dr. A.Razinkovas.

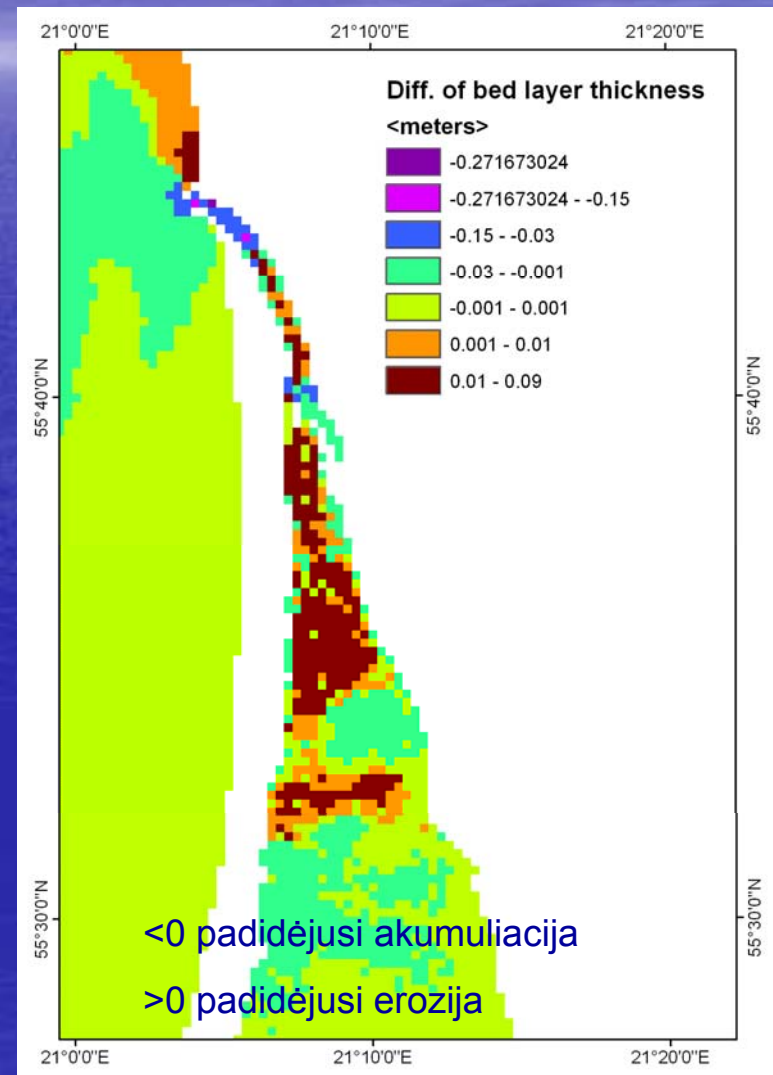
Problemos

- Matavimo duomenų iš pietinės Kuršių marių dalies nebuvimas.
- Meteorologinių-hidrologinių duomenų, reikalingų išoriniam poveikiui (forcing) gavimo problemos.
- Nemuno baseino hidrologinio modelio būtinumas.

Nešmenų transporto modeliavimas

Uosto gilinimo įtaka

- LMSF remtas projektas.
- Naudota MIKE modeliavimo sistema.
- Lyginta 1987 ir 2004 m. batimetrija su tais pačiais meteorologiniais duomenimis.
- Preliminarūs rezultatai.
- Numatoma toliau vystyti SHYFEM pagrindu.



Paplūdimio erozija

- Naudojamas modelis GENESIS (programų paketas CEDAS).
- Bendradarbiaujant su Rostoko universitetu 2007m. atlikta Palangos paplūdimio erozijos valdymo galimybių studija. Darbai finansuoti Klaipėdos apskrities.
- Gauti tik preliminarūs rezultatai.

- Šio tyrimo metu išryškėjo informacinės bazės spragos, trukdančios tokio pobūdžio modelių efektyvų taikymą:

Tinkamų bangų matavimų trūkumas.

Nepakankamai detali batimetrija.

Nešmenų transporto matavimų trūkumas.

- Šie trūkumai palaipsniui šalinami:
 - Atlikti detalesni batimetriniai matavimai.
 - Ruošiamasi įrengti bangų matuoklį.
 - Bangų modeliavimo galimybės (ginama disertacija).
- Norint gauti pilną vaizdą, atrodo būtina ir modeliuoti ir skersinę pernašą (SHYFEM).
- Galima tikėtis, kad netolimoje ateityje atsiras galimybė atlikti detalesnę studiją.

Operacinė okeanografija

- Oro prognozių sudarinėjimas turi senas tradicijas. Naudojami operaciniai modeliai. HIRLAM modelis.
- Operacinis modelis – Prognozės atliekamos kelis kartus per parą, kiekvieną kartą patikslinant pradinę būseną naudojant stebėjimų duomenis (duomenų asimiliacija).
- Kaip su jūros prognozėmis?
- Baltijos jūros operacinis modelis HIROMB. Vienos jūrmylės rezoliucija. Skaičiavimai vykdomi ir modelis vystomas SMHI.
- HIROMB asociacija – visos šalys aplink Baltijos jūrą. Išskyrus kol kas Latvija.

Kam naudojama?

- Potvynių, vandens temperatūros prognozės.
- Hidrodinaminė informacija modeliams prognozuojantiems naftos, taip pat melsvabakterių ir kt. dėmių dreifą.
- Seatrack Web – HIROMB asociacijos produktas. Skirtas naftos dėmių dreifui. Gali prognozuoti ir kitokių objektų dreifą.

Lokalūs modeliai

- Globalaus modelio rezoliucija nepakankama priekrantei. Vystomi aukštesnės rezoliucijos modeliai konkrečiai priekrantės teritorijai.
- Šiuo metu vystomi Lietuvos, Estijos priekrantės lokalūs modeliai. Brofjorden lokalus modelis Svedijoje.
- Lietuvoje lokalaus modelio kūrimą remia Lietuvos mokslo fondas (projektas GridTechno).

Lietuvos lokalus modelis

Modelio charakteristikos

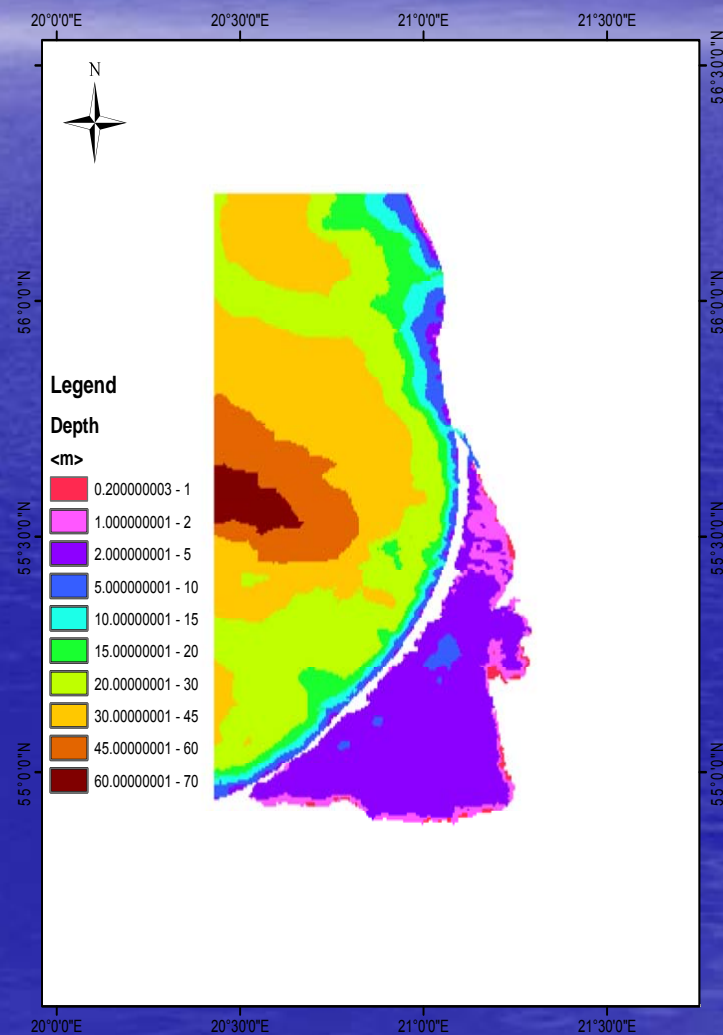
Teritorija: 20.431-21.319 deg E,
54.858-56.225 deg N (56x154km)

Horizontali rezoliucija : 492x178
ląstelių. Ląstelės dydis ~300m

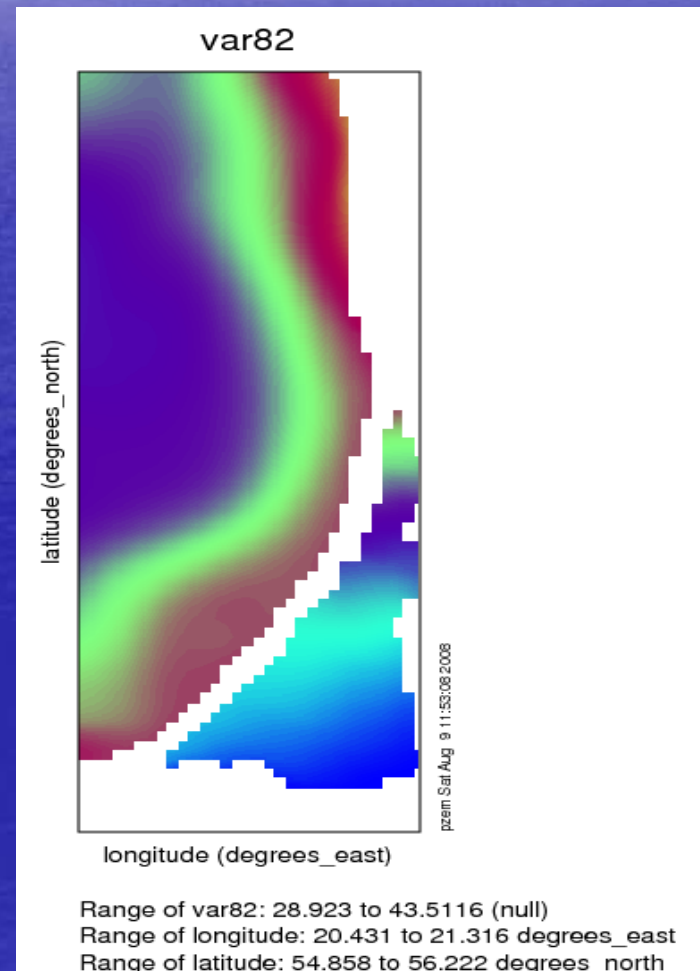
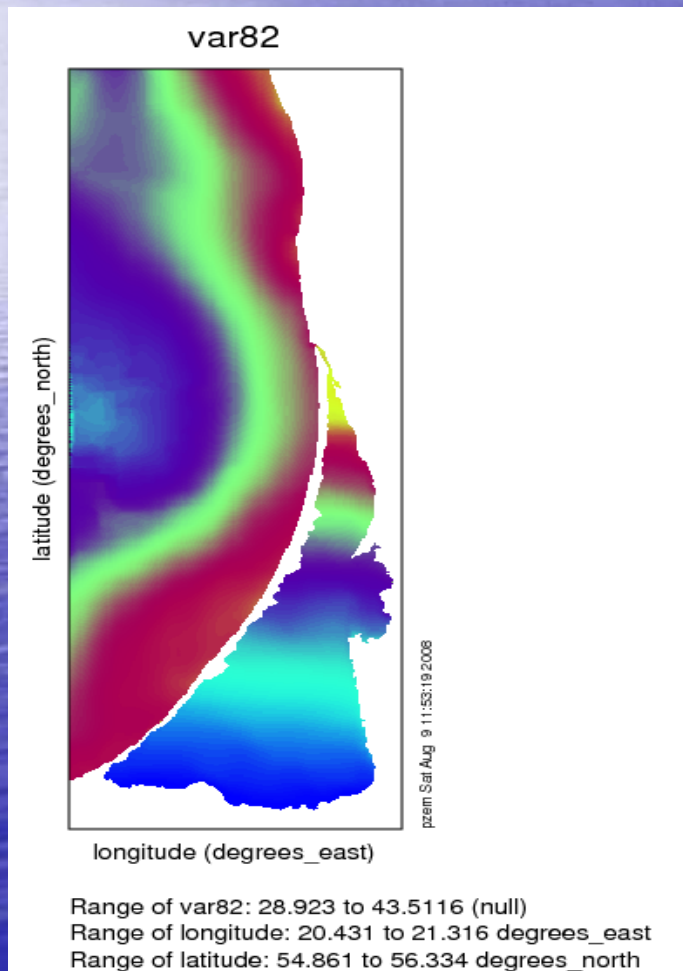
Vertikali rezoliucija : 25 sluoksniai

Kraštinės sąlygos iš globalaus
modelio.

Modeliuojama teritorija ir batimetrija



Water level comparison of Lithuanian local model with BS01 (global model with 1nm resolution) 2008-06-16 06:00

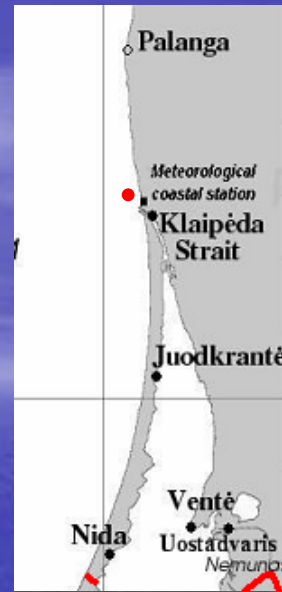


- Vykdomas lokalaus HIROMB testavimas
- Numatoma naudoti ir su Seatrack Web.
- Eksploatacijos galimybės operaciniame režime.
- Hidrologinių (Nemuno debitai) ir meteorologinių duomenų operatyvus tiekimas.
- Eksploatavimo išlaidos.

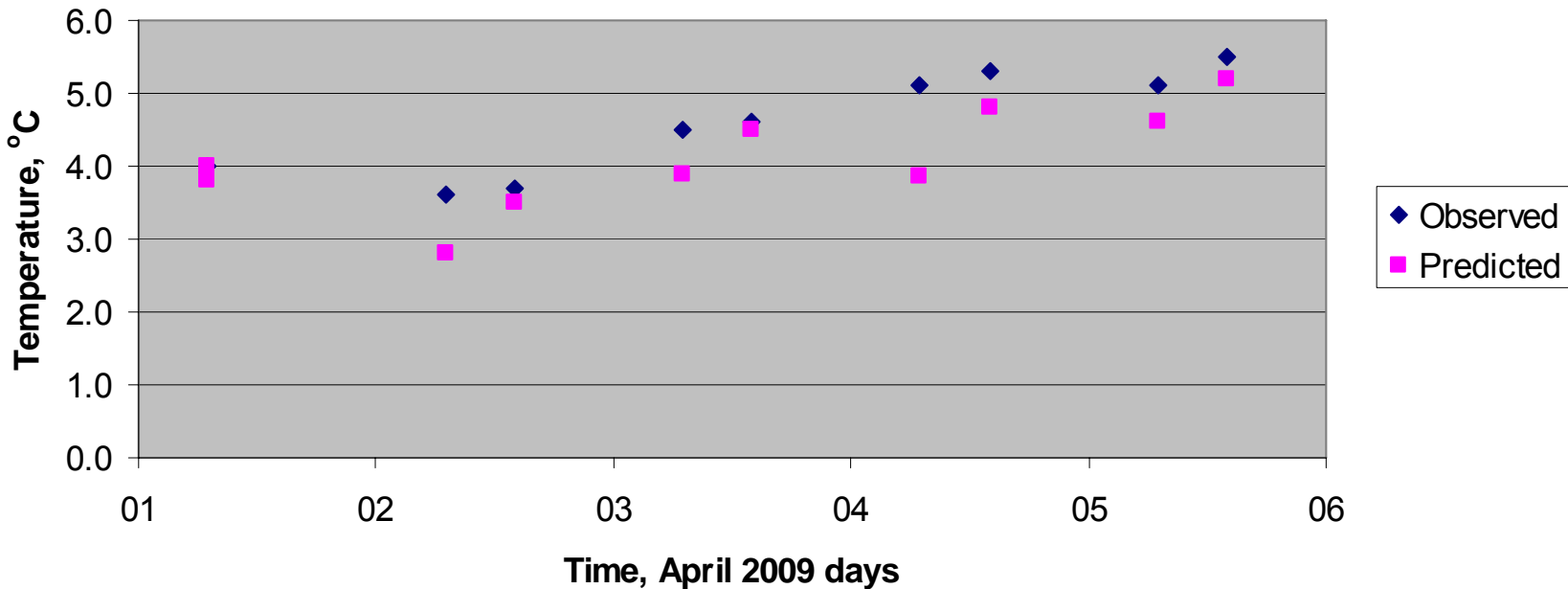
Preliminarūs testavimo rezultatai

Temperature

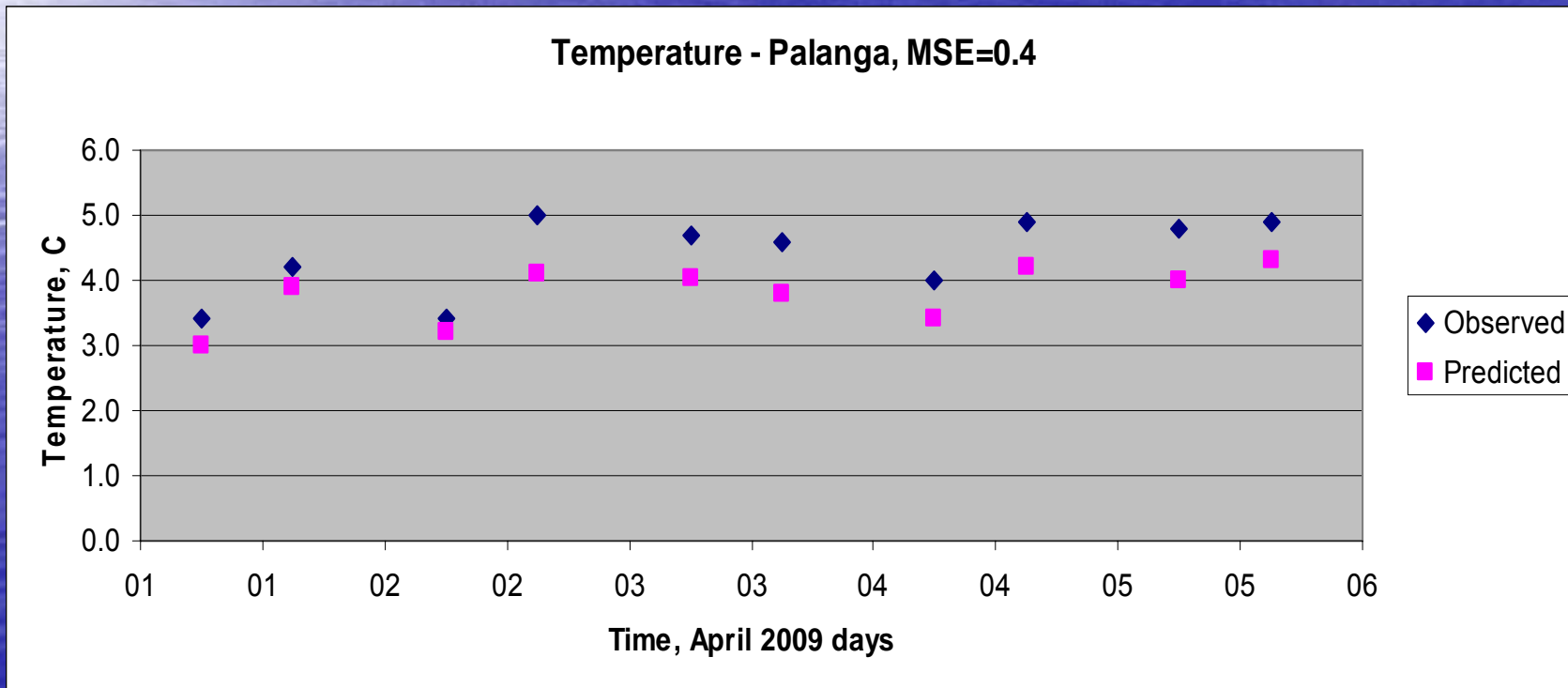
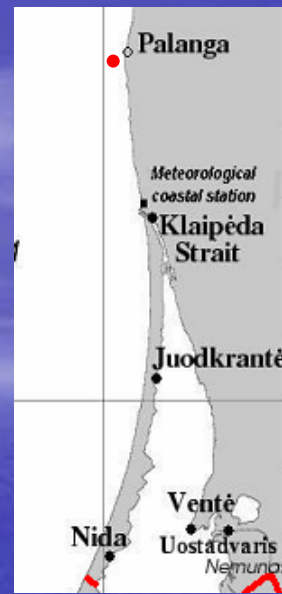
- Samples are taken close to the coastline where temperature is higher especially during calm weather.
- Point measurements versus mean value of layer 300mx300mx1m

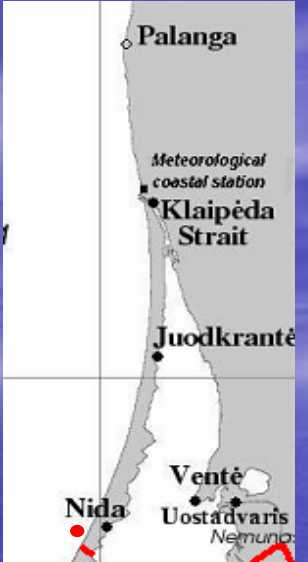


Temperature - Klaipeda(sea), MSE=0.57 °C

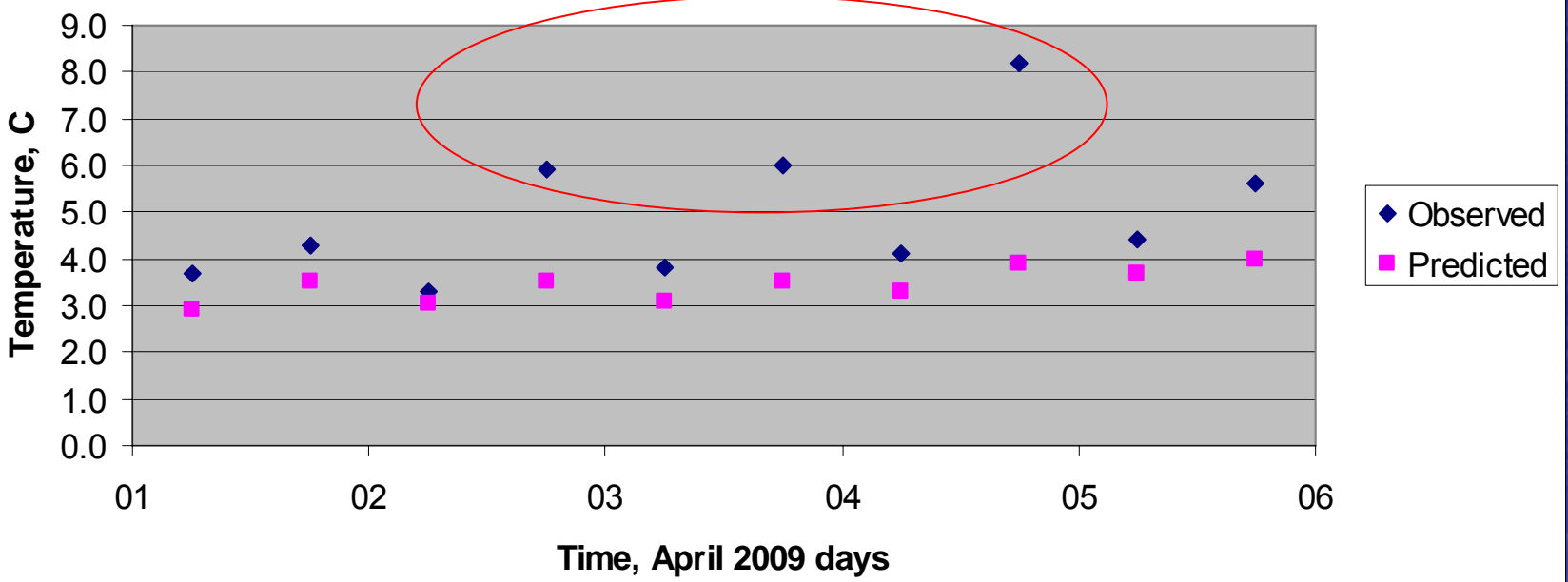


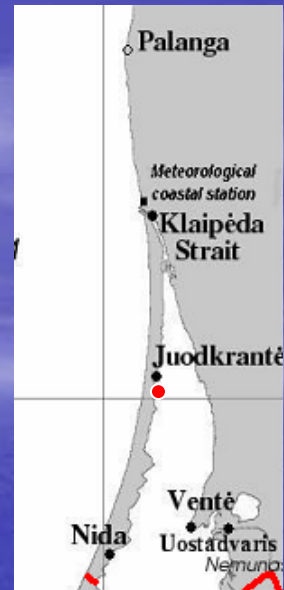
Samples are taken from the promenade bridge.



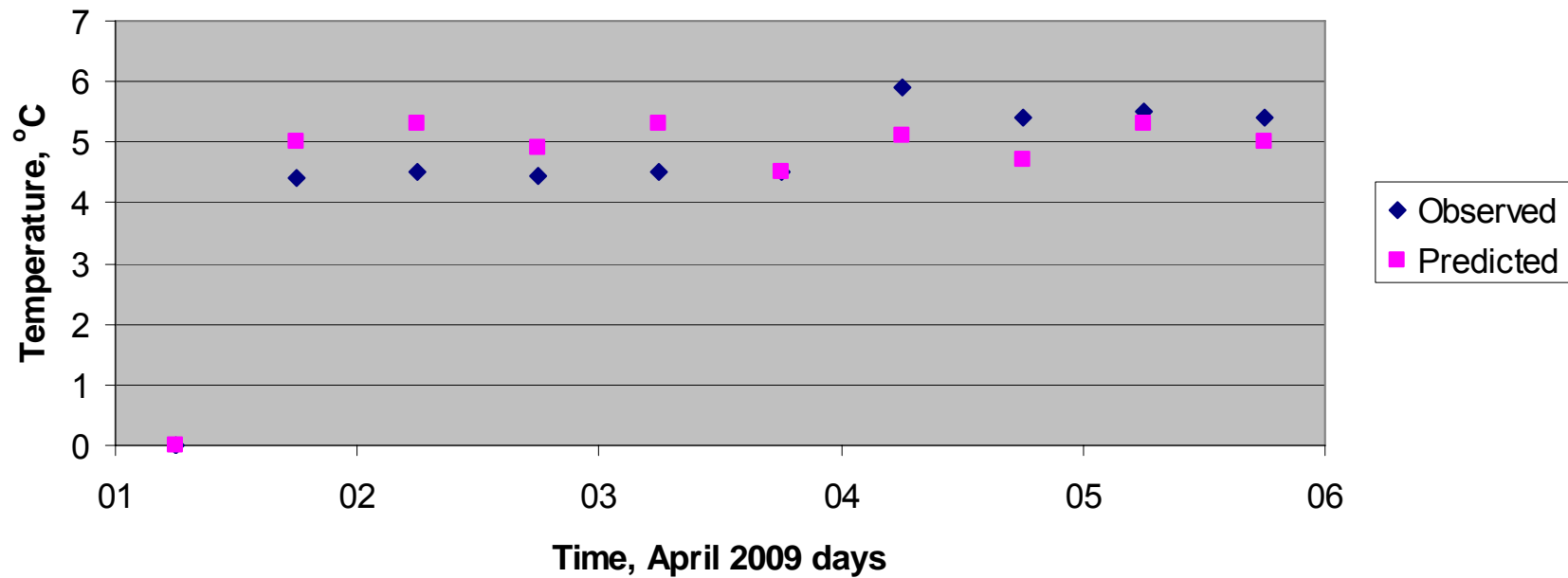


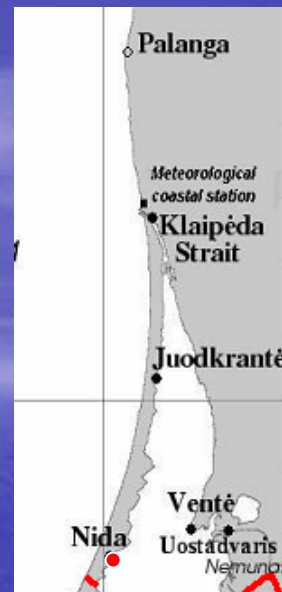
Temperature - Nida(Sea), MSE=1.9 °C



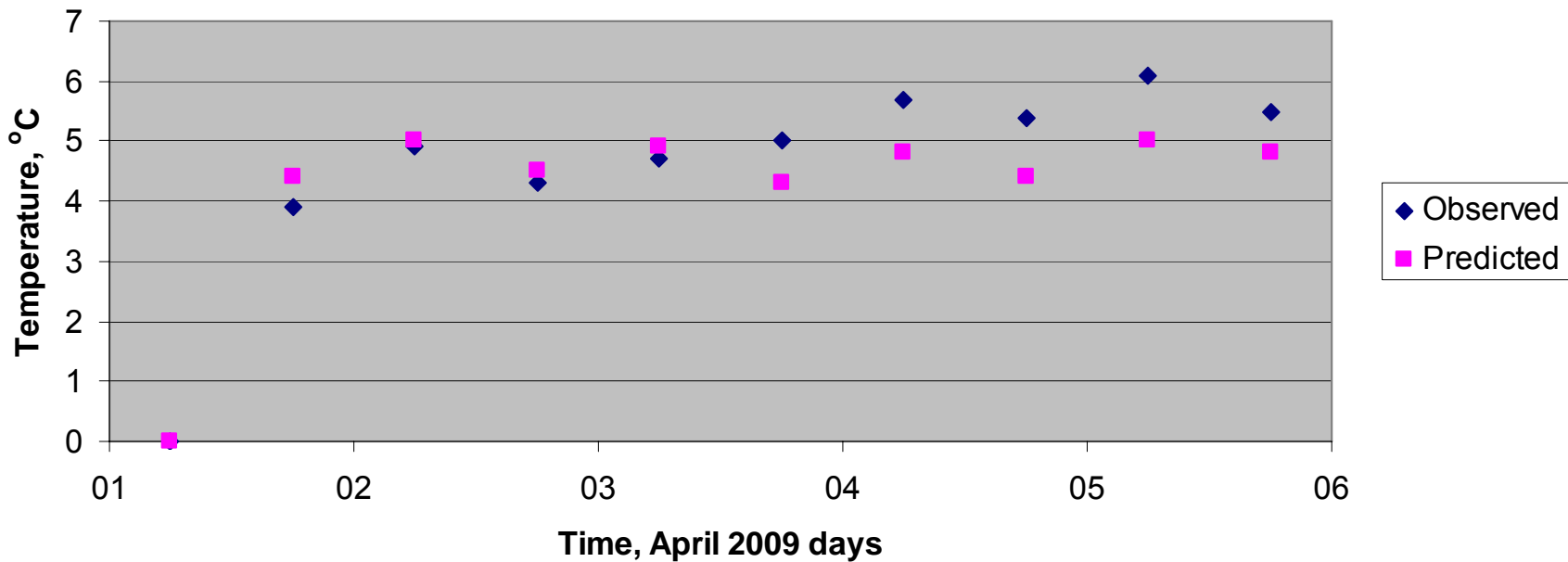


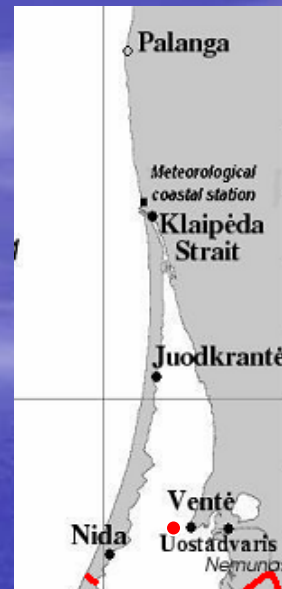
Temperature-Juodkrante, MSE=0.57°C



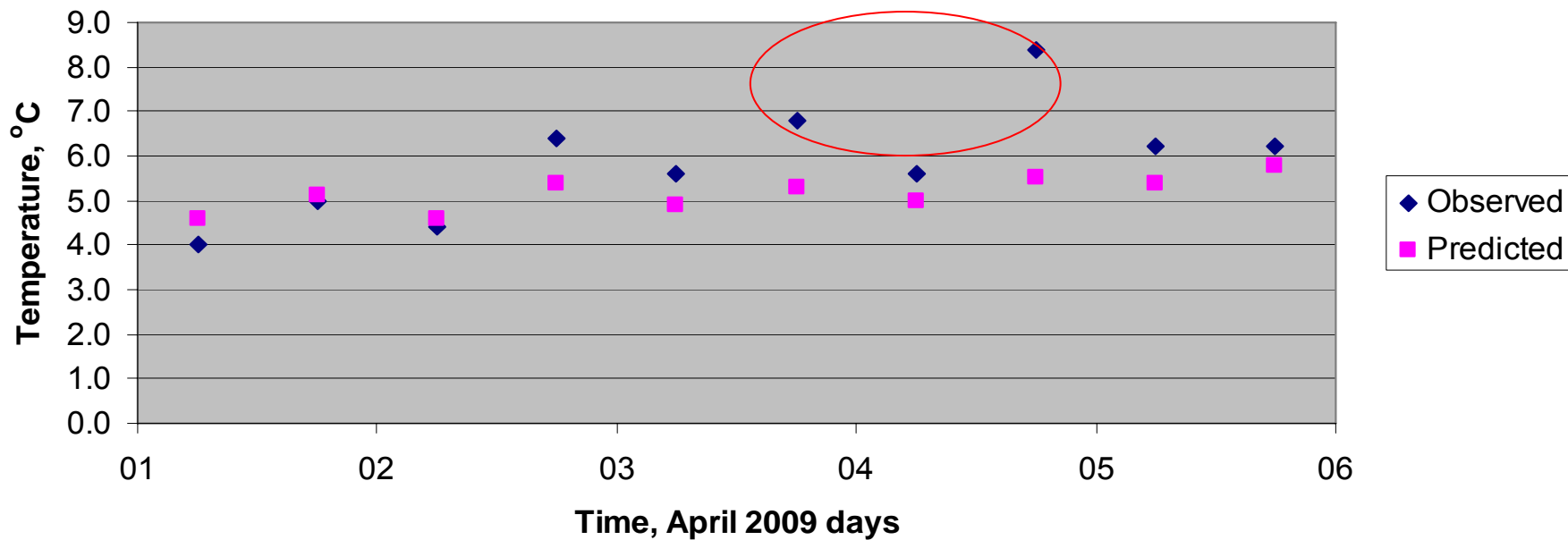


Temperature - Nida(lagoon), MSE=0.71°C

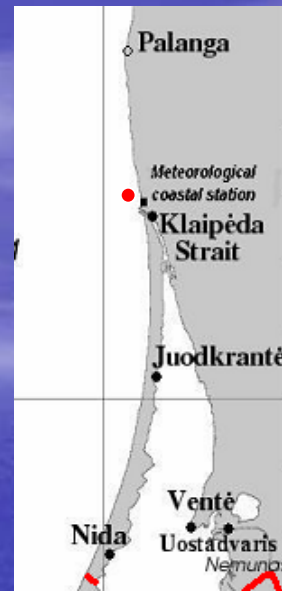




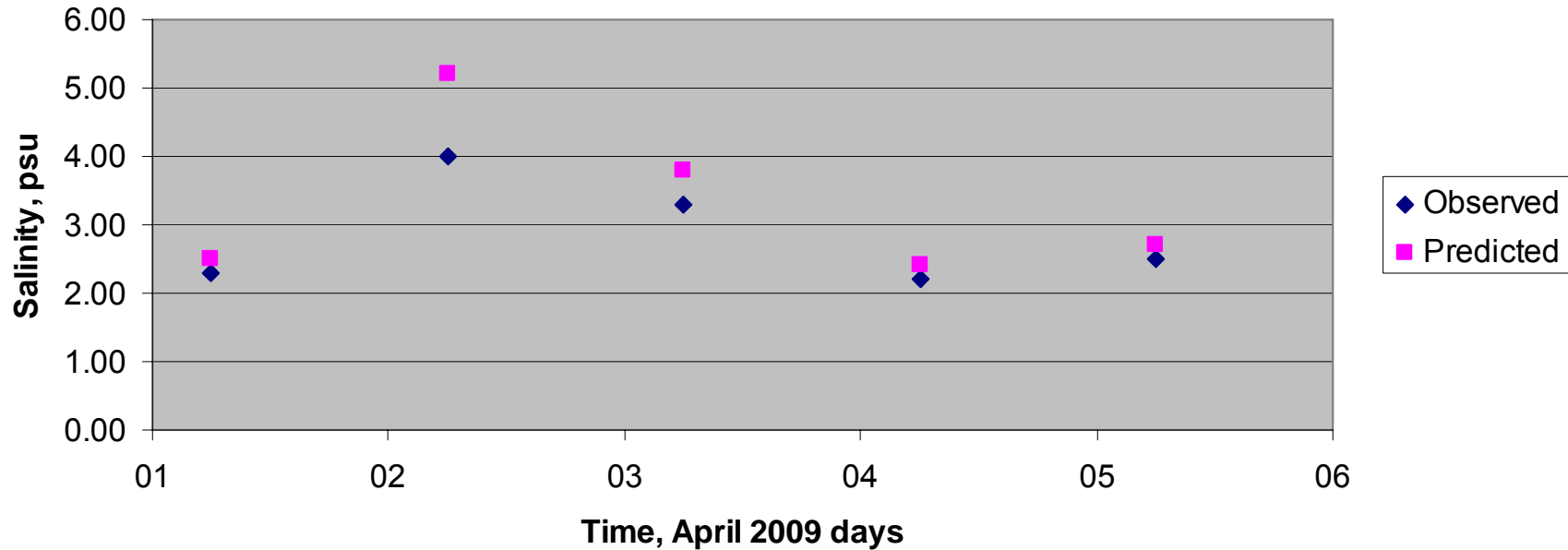
Temperature - Vente, MSE=1.17°C

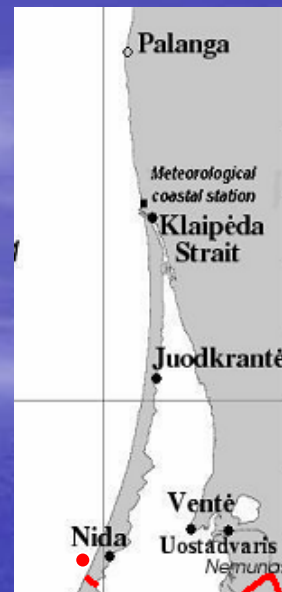


Salinity

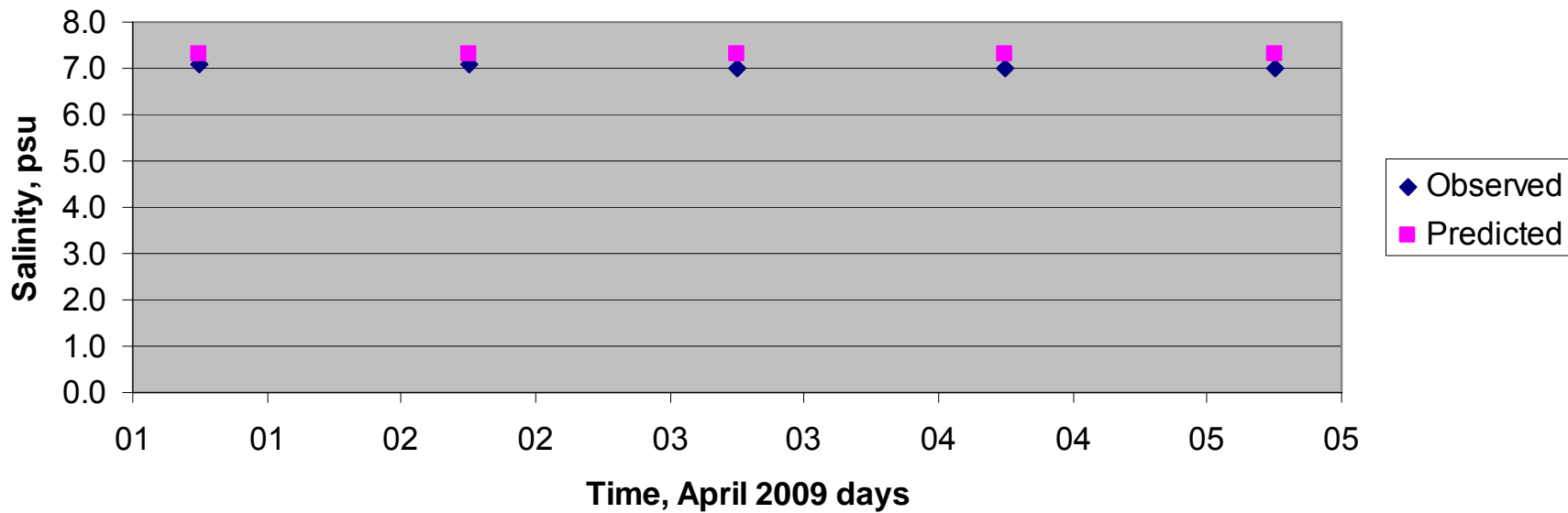


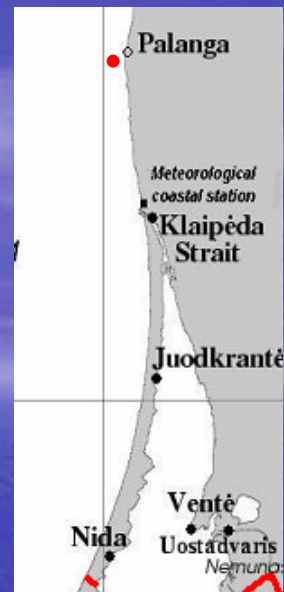
Salinity - Klaipeda(Sea), MSE=0.6psu



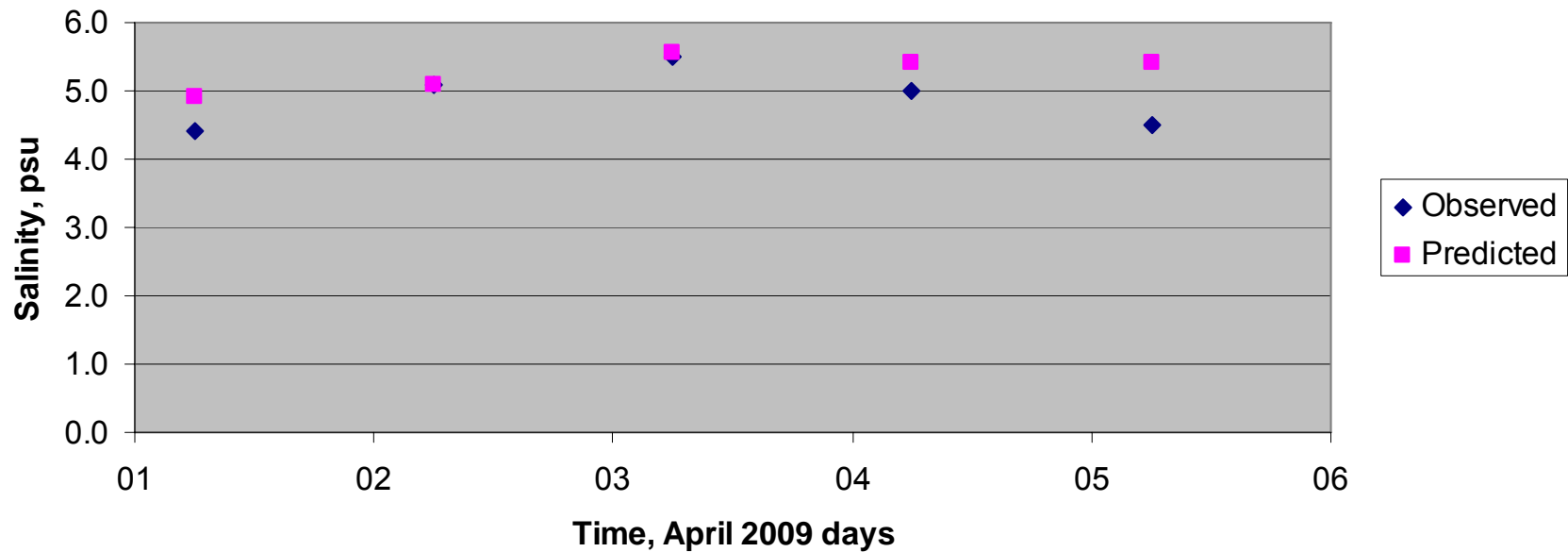


Salinity - Nida(Sea), MSE=0.26psu





Salinity - Palanga, MSE=0.49psu



Skaičiavimo priemonės

- Reikalingi galingi kompiuteriai.
- Būtinai skaičiavimų lygiagretinimas.
- Instituto išteklių: 16 branduolių serveris, klasteris iš dviejų serverių po 8 branduolius.
- Kai kuriems uždaviniams spręsti nepakanka vieno galingo daugiaprocesorinio kompiuterio ar klasterio. Būtinai kompiuterių gridas (Paskirstytų skaičiavimų tinklas).

- Grid – techninė ir programinė infrastruktūra, leidžianti naudoti geografiškai nutolusius kompiuterinius išteklius, dislokuotus įvairiuose institucijose.
- Labai tinka, kai uždavinį galima suskaidyti į nepriklausomas dalis.
- Litgrid, Balticgrid. EU projektas BalticGrid.
- Sprendžiami uždaviniai: Ekologinių modelių jautrumo analizė, parametrų kalibravimas, lokalaus HIROMB testavimas.

Ačiū už dėmesį!