



A grid generator for OPENCoastS powered by OCSMesh

André B. Fortunato, Ricardo Martins, Anabela Oliveira, Gonçalo Jesus,
Marta Rodrigues, Alberto Azevedo, Alphonse Nahon
LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Portugal

Soroosh Mani*, Ed Myers, Saeed Moghimi
NOAA – National Oceanographic and Atmospheric Administration, USA
* also affiliated with Spatial Front Inc., USA

*2023 NOAA SCHISM workshop
July 19-20, 2023*



EGI-ACE receives funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement no. 101017567.



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

Outline

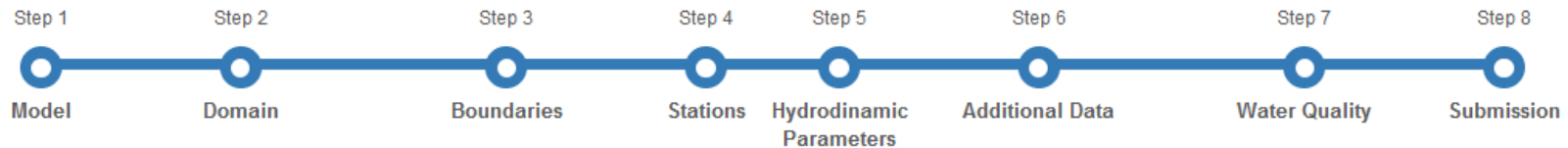


- Motivation and goals
- The building blocks
 - OCSMesh v. 1.3.4
 - JIGSAW
 - NICEGRID v. 5
- Grid generation with OPENCoastS
- Examples
- Summary and outlook



Motivation

- OPENCoastS empowers users to generate and operate coastal forecast systems powered by SCHISM
- The user is guided through eight steps that let him create his own forecast for any domain



- Current capabilities include 2D and 3D hydrodynamics, waves, and water quality (generic tracer and fecal indicator bacteria)
- OPENCoastS targets both experienced modelers and technicians without previous modeling experience
- For most users, providing a grid of their domain of choice is the major difficulty in adopting OPENCoastS

Goals



- Foster the adoption of OPENCoastS by non-experienced modelers by:
 - Providing users with an online grid generator that is simple and intuitive
 - Generating both horizontal and vertical grids for SCHISM
 - Providing easy access to online bathymetric and coastline data
- Users should be able to generate an operational grid in less than 30 minutes



The building blocks

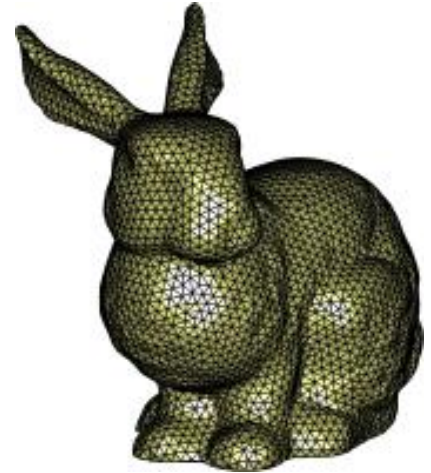
OCSMesh

- Mesh preparation tool for generating inputs and cleaning up outputs for the mesh engine (Jigsaw)
- Designed to be user-friendly and interoperable with common Python GIS packages
- Supports multiple methods of defining the domain and sizing function of the mesh
- Supports mesh sizing function manipulation based on predefined shapes or extracted contours from bathymetry
- Originally developed by Jaime R. Calzada (VIMS), currently developed and maintained by Soroosh Mani (NOAA, SFI)

The building blocks

JIGSAW (www.giss.nasa.gov/tools/jigsaw)

- Unstructured mesh generator and tessellation library called by OCSMesh
- Designed to generate high-quality triangulations and polyhedral decompositions of general planar, surface and volumetric domains
- Includes refinement-based algorithms for the construction of new meshes, and optimization-driven techniques for the improvement of existing grids
- Developed by Darren Engwirda et al.



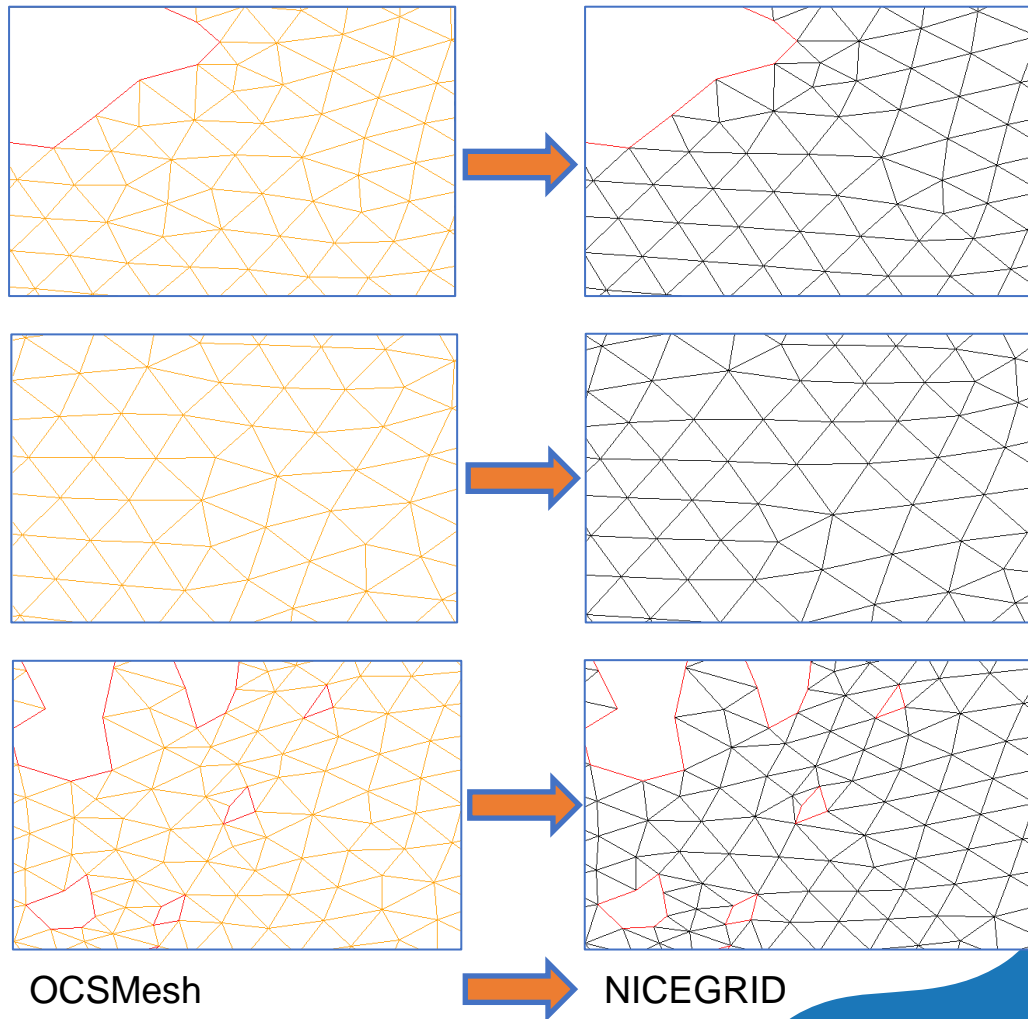
The building blocks

NICEGRID

NICEGRID automatically improves grids by reducing element skewness.

Main operations:

- Adding and removing nodes
- Changing connections between nodes
- Adjusting the position of internal nodes, and of nodes along straight boundaries



Generating a grid in OPENCoastS

Step 1 – Horizontal domain

Define:

1. Region of interest
2. Bathymetric source(s)
3. Landward limits
4. Water boundaries

Assistente de geração de malhas

ID:28-27

Nova geraçãoGuardar

Passo 1

Passo 2

Passo 3

Passo 4

Passo 5

Passo 6

Passo 7

Passo 8

Domínio Horizontal

Resolução da malha

Gerar malha

Interpolat batimetria

Determinar fronteiras

Download Malha Horizontal

Geração da malha vertical

Resumo

Domínio Horizontal

?!

Este passo permite definir e obter a informação de base sobre o domínio horizontal.

Nome da malha (*): DelawareBay_clone

1- Defina a região de interesse:
Desenhe primeiro a região de interesse (ROI) que pretende antes de prosseguir para o passo seguinte.


Longitude Oeste (*): -75,64

Latitude Norte (*): 40,16

Longitude Este (*): -73,99

Latitude Sul (*): 37,99

Desenhar ROIEditar ROI



Define

1. Max and min resolutions
2. Constant resolution between two isobaths
3. Constant resolution along an isobath and linear increase away from it
4. Constant resolution in polygon and linear increase away from it

Other OCSMesh options are not implemented yet



Assistente de geração de malhas

ID:28-27

Nova geração

Guardar

Passo 1

Passo 2

Passo 3

Passo 4

Passo 5

Passo 6

Passo 7

Passo 8

Domínio Horizontal

Resolução da malha

Gerar malha

Interpolar batimetria

Determinar fronteiras

Download Malha Horizontal

Geração da malha vertical

Resumo

Definir resolução

Neste passo terá de fornecer a resolução da malha.

1- Defina a resolução máxima e mínima global:

Mínimo Global (m) (*):

100

Máximo Global (m) (*):

5000

2- Resolução constante:

Indique a resolução constante entre 2 isobatimétricas.

#	Prof. Inferior	Prof. Superior	Resolução
1	-5	10	400

Definir

3- Aumento linear:

Indique o aumento linear com a distância a uma isobatimétrica.

Cota Isobatimétrica	Taxa de crescimento	Resolução

Anterior

Concluir passo

+

-

15

35

Philadelphia

Washington

Baltimore

Annapolis

Dover

Salisbury

Frederick

Frederickburg

California

Chesapeake Bay

Delaware Bay

New Jersey

Trenton

Atlantic City

Legenda

estimado nós: 7000

Resolução

100 m

3737 m

Generating a grid in OPENCoastS

Step 3 – Generate horizontal grid

1. Generate the grid with OCSMesh & JIGSAW
2. Improve the grid with NICEGRID

Assistente de geração de malhas ID:28:27

Nova geração Guardar

Passo 1 Passo 2 Passo 3 Passo 4 Passo 5 Passo 6 Passo 7 Passo 8

Domínio Horizontal Resolução da malha Gerar malha Interpol batimetria Determinar fronteiras Download Malha Horizontal Geração da malha vertical Resumo

Gerar malha

Neste passo o utilizador pode pedir para ser gerada a malha com os parâmetros definidos nos passos anteriores.

Gerar e visualizar (*)

Para avançar para o passo seguinte, tem que gerar a malha, clicando no botão abaixo. Será apresentado o número de nós e elementos, e a possibilidade de salvar o ficheiro para o disco.

Gerar malha

Melhorar malha

É possível melhorar a estrutura da malha:

1. Escolha o algoritmo:

☒ Nicegrid4 ☐ Springs

2. Correr:

Melhorar malha

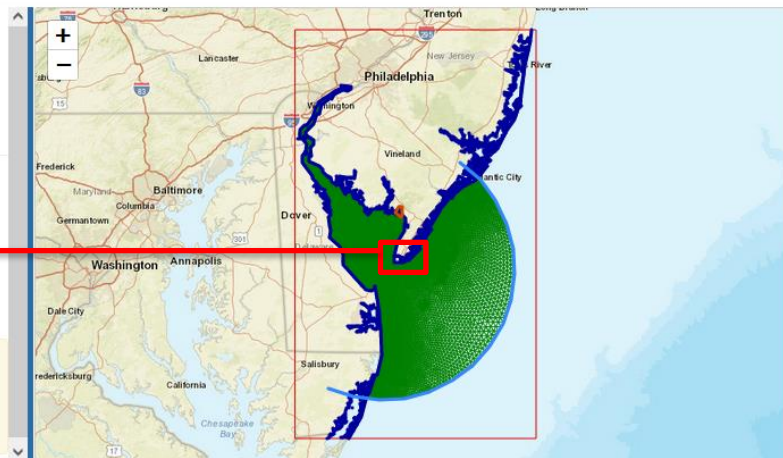
A malha nicegrid4 tem 26784 nós e 51300 elementos. Quer mesmo assim aceitar ou rejeitar malha melhorada?

Ver sumário

Aceitar Rejeitar

Anterior

Concluir passo



Generating a grid in OPENCoastS

Step 4 – Interpolate bathymetry

1. Interpolate the bathymetry from the sources specified in Step 1

Assistente de geração de malhas

ID:28:27

Nova geração

Guardar

Passo 1

Passo 2

Passo 3

Passo 4

Passo 5

Passo 6

Passo 7

Passo 8

Domínio Horizontal

Resolução da malha

Gerar malha

Interpolar batimetria

Determinar fronteiras

Download Malha Horizontal

Geração da malha vertical

Resumo

Interpolar batimetria

?

i

Neste passo o utilizador pode pedir para se fazer a interpolação com o conjunto de fontes batimétricas escolhido no passo 1.

Interpolar batimetria
Clique no botão abaixo. Em caso de sucesso, será apresentada a malha resultante dessa interpolação. Abaixo apresentamos-lhe a lista das fontes batimétricas escolhidas no passo 1.

Fontes batimétricas

Ordem	Fonte	Ficheiro
1	nasa_srtm_1a	rcsec
2	gebco	

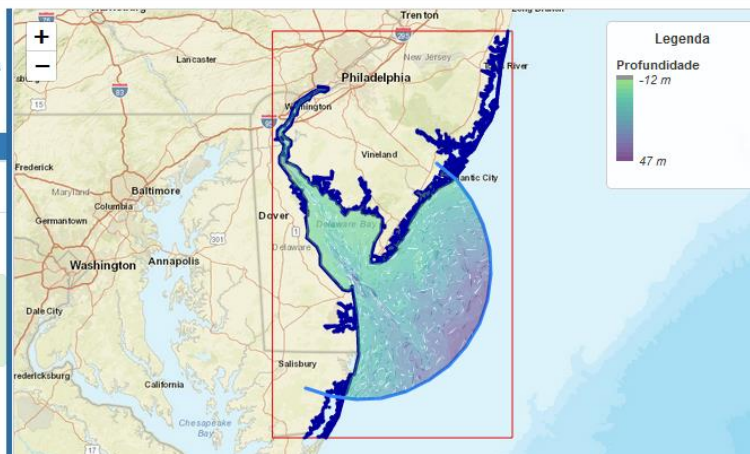
Interpolar

A malha foi interpolada com sucesso.

Salvar Malha

← Anterior

Concluir passo →



Generating a grid in OPENCoastS

Step 5 – Determine boundaries

Determine open/closed boundaries by either:

1. Selecting pairs of nodes that define open boundaries
2. Selecting a threshold depth for land boundaries (OCSMesh)

Assistente de geração de malhas

ID:28:27

Nova geração

Guardar

Passo 1

Passo 2

Passo 3

Passo 4

Passo 5

Passo 6

Passo 7

Passo 8

Domínio Horizontal

Resolução da malha

Gerar malha

Interpolar batimetria

Determinar fronteiras

Download Malha Horizontal

Geração da malha vertical

Resumo

Determinar fronteiras

?

?

Neste passo o utilizador pode determinar as fronteiras, ou por limite ou por pares de nós.

Determinar Fronteiras:

Escolha:

☒ Por pares de nós

☐ Por threshold

Clique em 'Adicionar Par' e escolha dois nós no sentido direto (counterclockwise), depois clique em determinar. Use a roda do rato para zoom in e zoom out. Pode adicionar vários pares.

Adicionar Par

Determinar

	#	Par de Nós	Cor
✕	1	8847,26036	#9335B3
✕	2	6209,6093	#835355

Lista de fronteiras:

#	Tipo
1	open



← Anterior

Concluir passo →

Generating a grid in OPENCoastS

Step 6 – Output horizontal grid

- Select file format and the coordinate system
- Download the horizontal grid to your computer

Assistente de geração de malhas ID:28:27

Nova geração Guardar

Passo 1

Passo 2

Passo 3

Passo 4

Passo 5

Passo 6

Passo 7

Passo 8

Domínio Horizontal

Resolução da malha

Gerar malha

Interpolar batimetria

Determinar fronteiras

Download Malha Horizontal

Geração da malha vertical

Resumo

Informação Adicional

Neste passo o utilizador pode guardar cópias da sua malha para vários formatos e EPSG.

Output da malha horizontal

Escolha o formato de ficheiro e tipo de transformação geográfica que pretende guardar.

Formato de ficheiro:

Transformação geográfica (EPSG):

Download Malha Horizontal



Anterior Concluir passo

Generating a grid in OPENCoastS

Step 7 – Generate vertical grid

- Generate a 2D or 3D vertical grid
- Define:
 - # of vertical levels
 - # of Z levels
 - h_s
 - h_c
 - θ_b
 - θ_f
- Visualize the grid
- Download the vertical grid to your computer

Assistente de geração de malhas

Nova geração

Guardar

Passo 1

Passo 2

Passo 3

Passo 4

Passo 5

Passo 6

Passo 7

Passo 8

Domínio Horizontal

Resolução da malha

Gerar malha

Interpolarm batimetria

Determinar fronteiras

Download Malha Horizontal

Geração da malha vertical

Resumo

Informação Adicional

?

?

Neste passo o utilizador pode gerar malhas verticais, como uma malha tridimensional. Este passo é opcional, caso pretenda manter uma malha bidimensional, defina o número de níveis verticais para 2.

Escolha:

☐ 2D

☒ 3D

Vertical levels (nvr>1):

Z levels (kz>0):

Z-S transition depth (Hs~100-200 m):

S-sigma transition depth (Hc~5-30 m):

ThetaB:

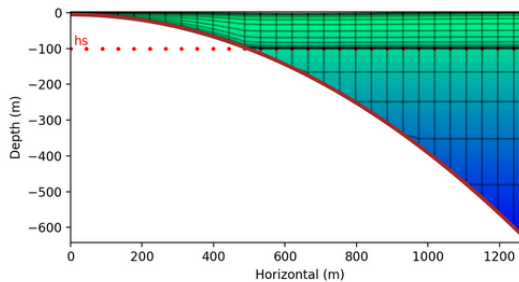
ThetaF:

Determinar

Download malha vertical

Anterior

Concluir passo



Generating a grid in OPENCoastS

Step 8 - Summary

- Review your choices
- Archive the grid in OPENCoastS for future use and change

Assistente de geração de malhas

ID:28:27

Nova geração

Guardar

Passo 1

Passo 2

Passo 3

Passo 4

Passo 5

Passo 6

Passo 7

Passo 8

Domínio Horizontal

Resolução da malha

Gerar malha

Interpolarm batimetria

Determinar fronteiras

Download Malha Horizontal

Geração da malha vertical

Resumo

Submeter Malha

Confirme as configurações selecionadas.

Sumário

1 Domínio Horizontal


Nome da malha: DelawareBay_clone
ROI: [-75.64,40.16,
-73.99,37.99]
Domínio: Definir manualmente limites de terra e água
Limite de terra: Open Street Maps (OSM)

2 Resolução da malha

3 Malha gerada

4 Batimetria

5 Fronteiras



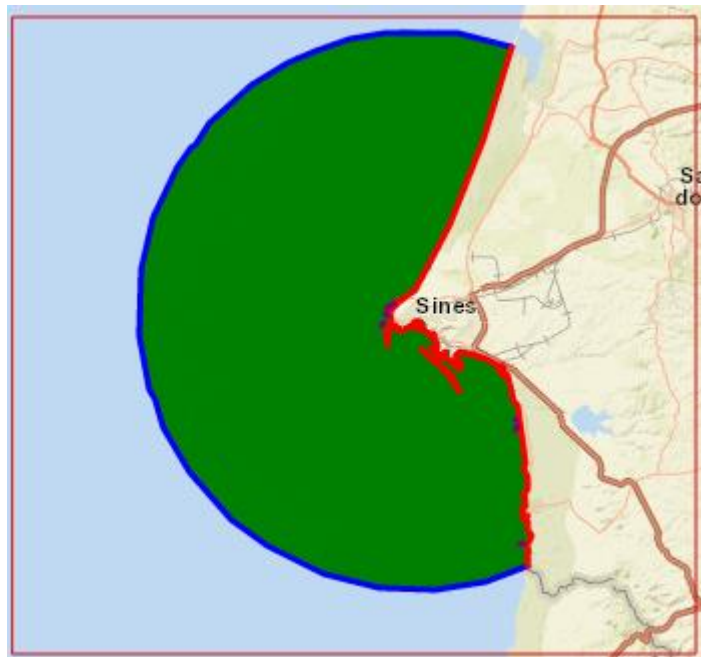
Anterior

☒ Aceito Termos e Condições de Utilização

Gravar

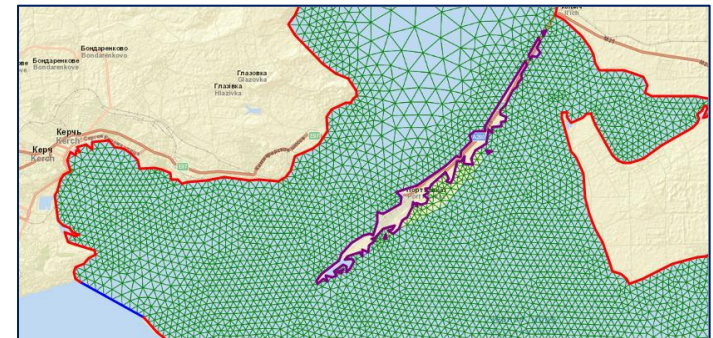
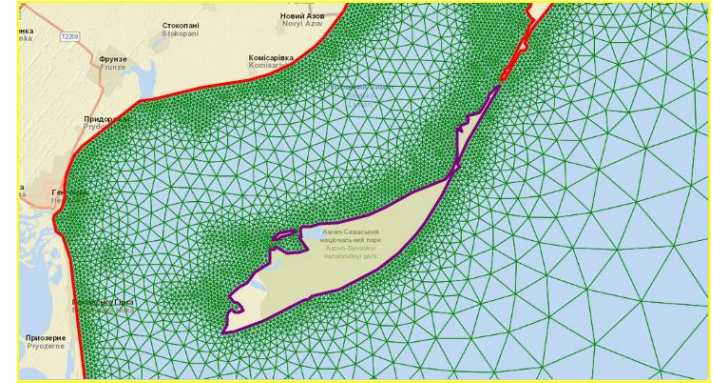
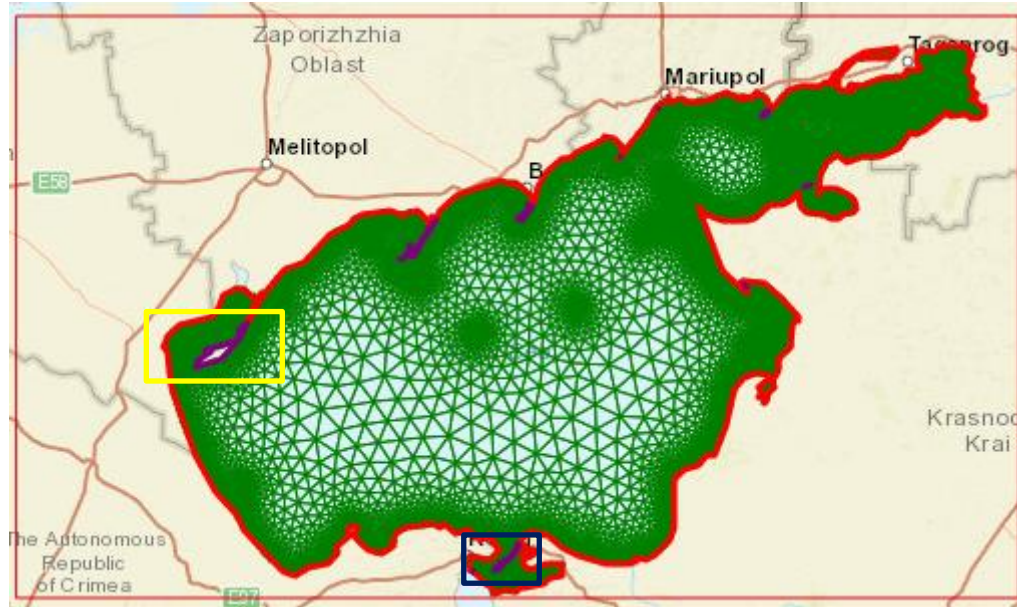
Examples

Sines harbor



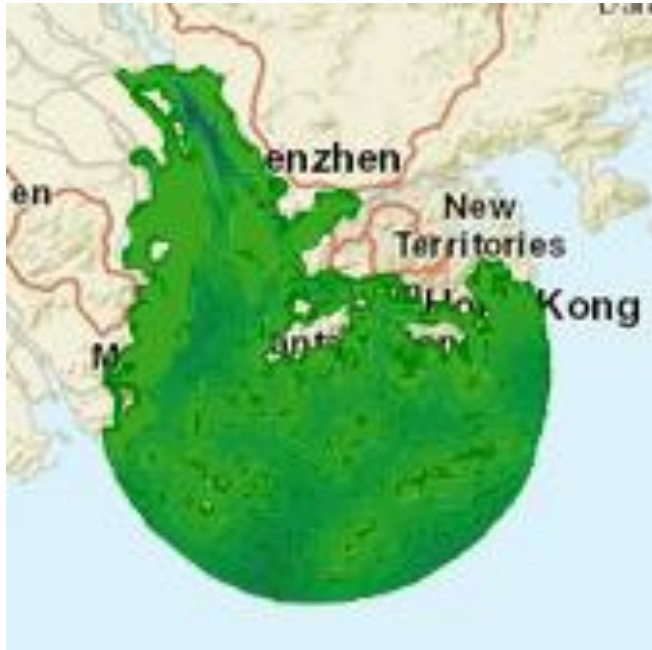
Examples

Azov Sea



Examples

Pearl River estuary (Macao and Hong Kong)



Summary



- **Key features**
 - Offers easy and intuitive grid generation
 - Generates both horizontal (triangular) and vertical (S-Z) grids
 - Provides open access data:
 - Topography/bathymetry (gebco, SRTM 1-arcsec, emodnet)
 - Coastline (open street map, emodnet MHW)
 - Grids are smooth, although not necessarily the most efficient
 - Grids can be cloned and changed
- **Ongoing and future developments**
 - Bug fixes, improvements and robustness
 - English interface
 - Public deployment
 - Include more features from OCSmesh
 - Improve estimate of the number of nodes



Thank you for your attention!



Questions? Comments?

A wide, horizontal photograph of a dark blue ocean with white-capped waves breaking, serving as a background for the OPENCoastS logo and text.

 OPENCoastS

Coastal circulation on-demand forecast

