



59806 GNE Veden Palautus CFD

Matti Palin, 26.03.2024

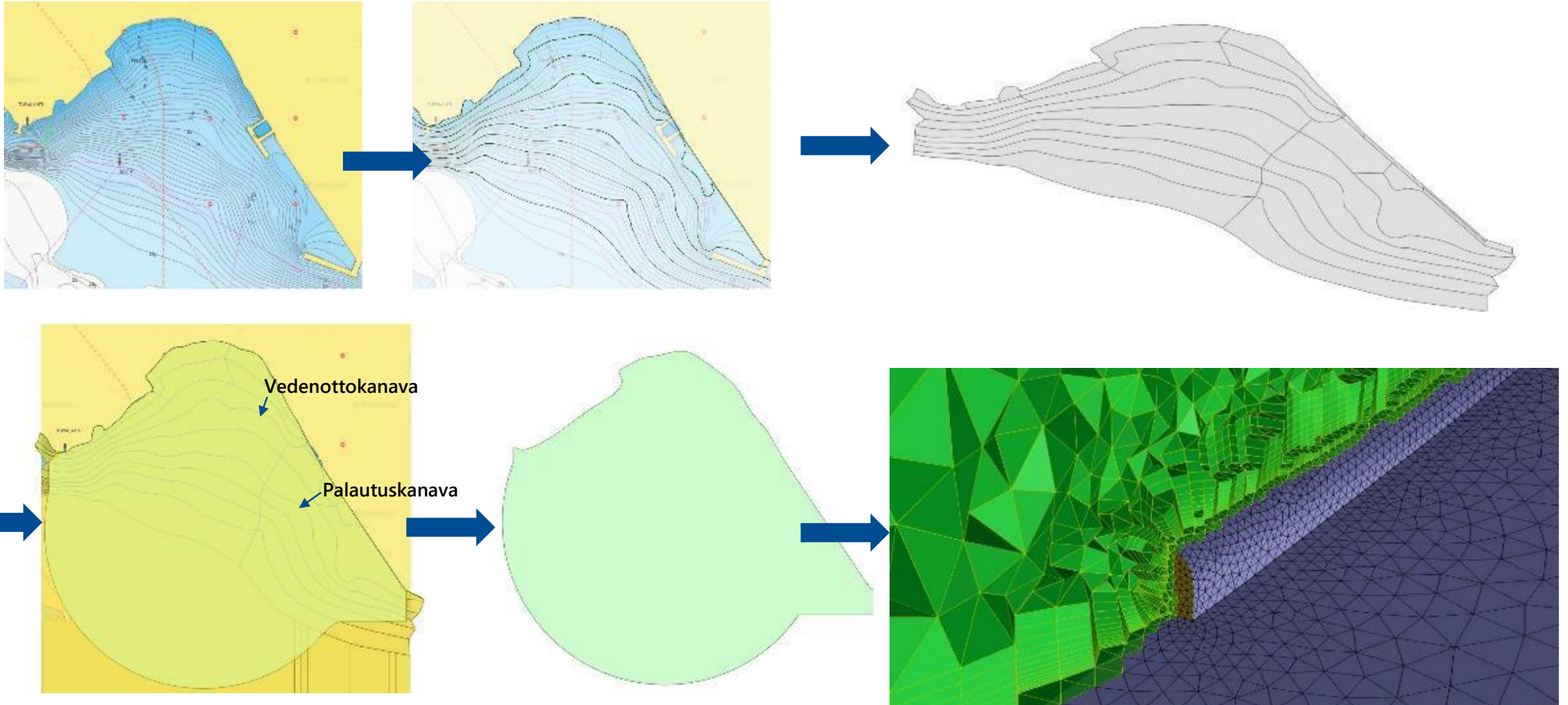
Revisiot

Dokumentti	Revisio	Kuvaus
5906_01		
	00	Tehtävän määrittely ja ensimmäisiä tuloksia
	01	Pienemmän geometrian tuloksia (veden palautus)
	02	Tuloksia koko geometrialle
	03	Lisää kuvia ja tarkennuksia tekstiin

Laskentamalli

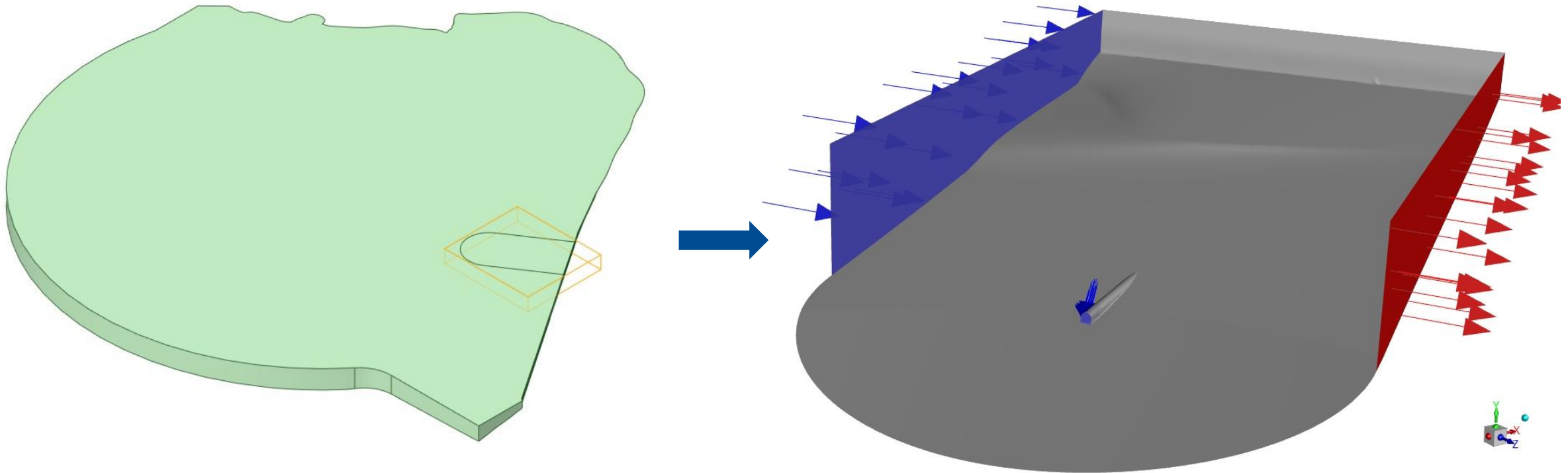
- Laskentaverkko on vesitilavuus 2m syvyydestä alkaen, päättyen 18 metrin syvyyteen (2.34 miljoonaa kappaletta). Sisään- ja ulostulot mallinnettu putkina halkaisijalla 791,7 mm.
- Veden ominaisuudet: $\rho(T) = 767.193 + (1.79168)T + (-0.003431)T^2$; $C_p = 4182 \frac{J}{kgK}$; $\lambda = 0.6 \frac{W}{mK}$; $\mu(T) = 0.001 \text{ kg/(m s)}$
- Hydrostaattinen paine mallinnettu, tiheys oletettu lämpötilassa $T = +4^\circ C$: $\rho(277.15) \approx 1000.215 \frac{kg}{m^3}$
- Reunaehdot:
 - Meren pohja ja maaraja ovat seiniä
 - Meren pinta on symmetriapinta
 - Vedenottokanaali on ulostulovirtaus vakiomassavirralla $\pi \left(\frac{0.7917}{2} \right)^2 \times 4.51 \times 1000.215 \approx 2220 \frac{kg}{s}$; palautuskanava on sisäänvirtaus samalla massavirralla lämpötilassa $20^\circ C$
 - Meriveden lämpötilaksi oletettu $T = +4^\circ C$
 - Turbulenssimallinnus päällä
- Simulaatio tehty Ansys Fluentilla

Geometria



Pienempi geometria

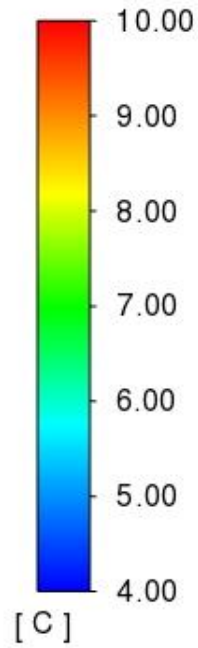
20 m säteen puoliympyrä palautuskanavasta, nopeusreunaehto vedelle puoli solmua



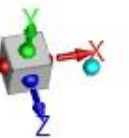
Sinisellä reunalla nopeusreunaehto 0.257 m/s;
punaisella painereunaehto.

Lämpötila

temperature-y=-1.0
Static Temperature



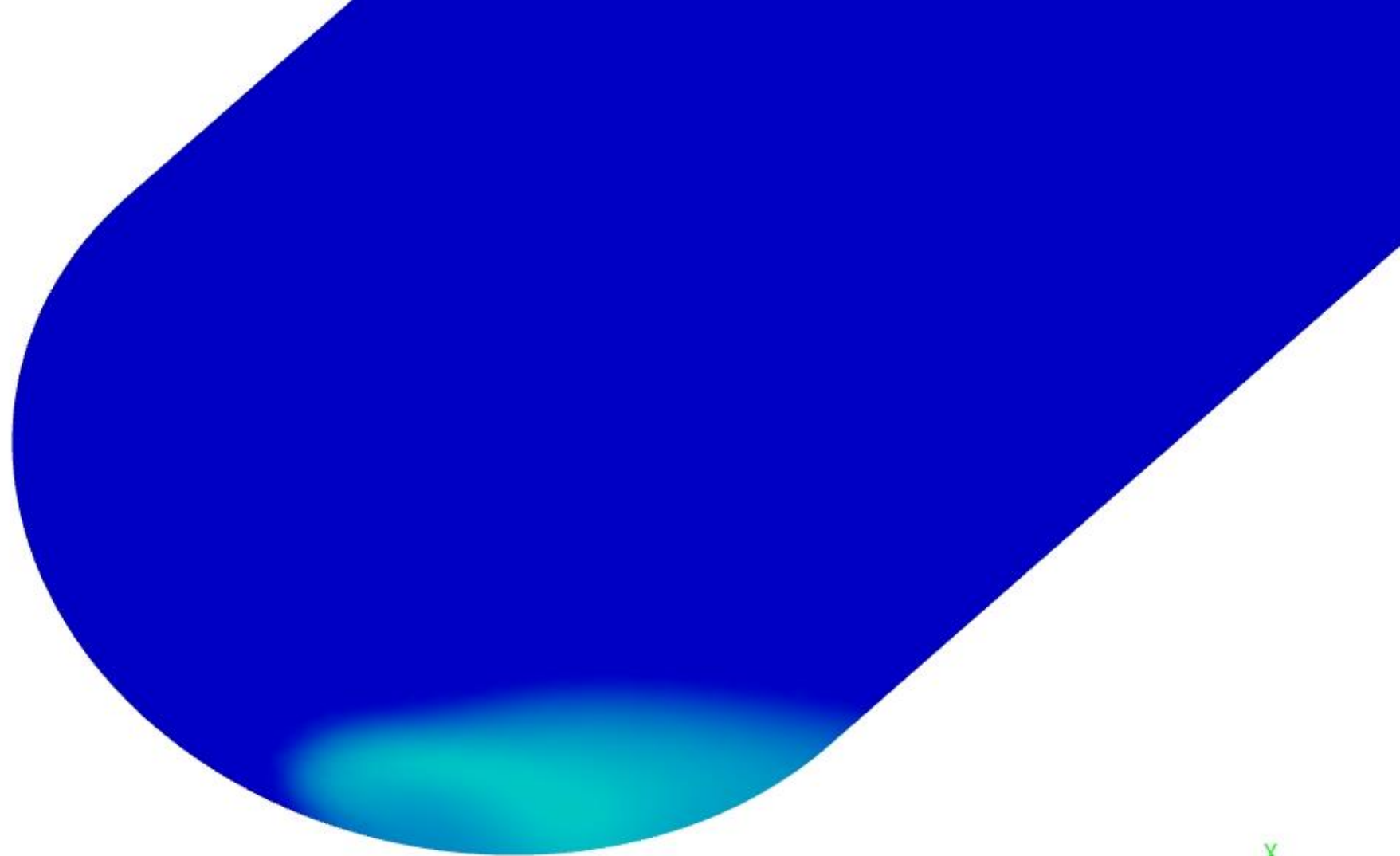
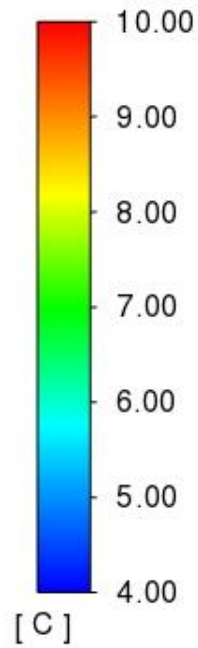
0 10 (m)



Contours of Static Temperature [C]

Lämpötila

temperature-y=-10
Static Temperature



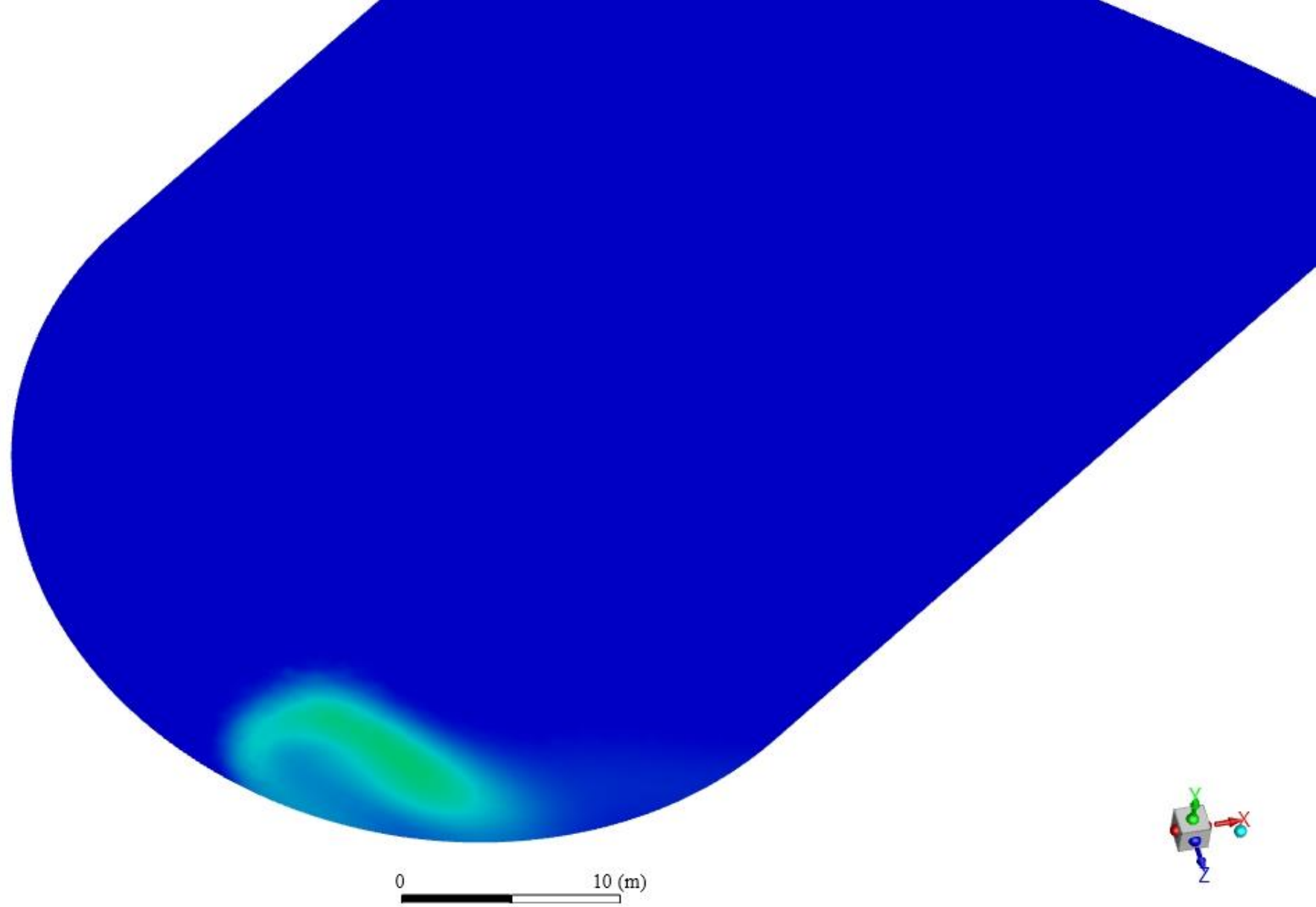
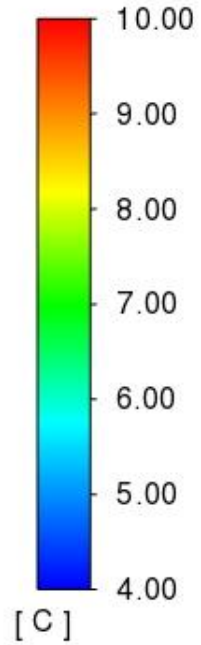
0 10 (m)

Contours of Static Temperature [C]

Oct 13, 2023
ANSYS Fluent 2022 R2 (3d, dp, pbns, sstk)

Lämpötila

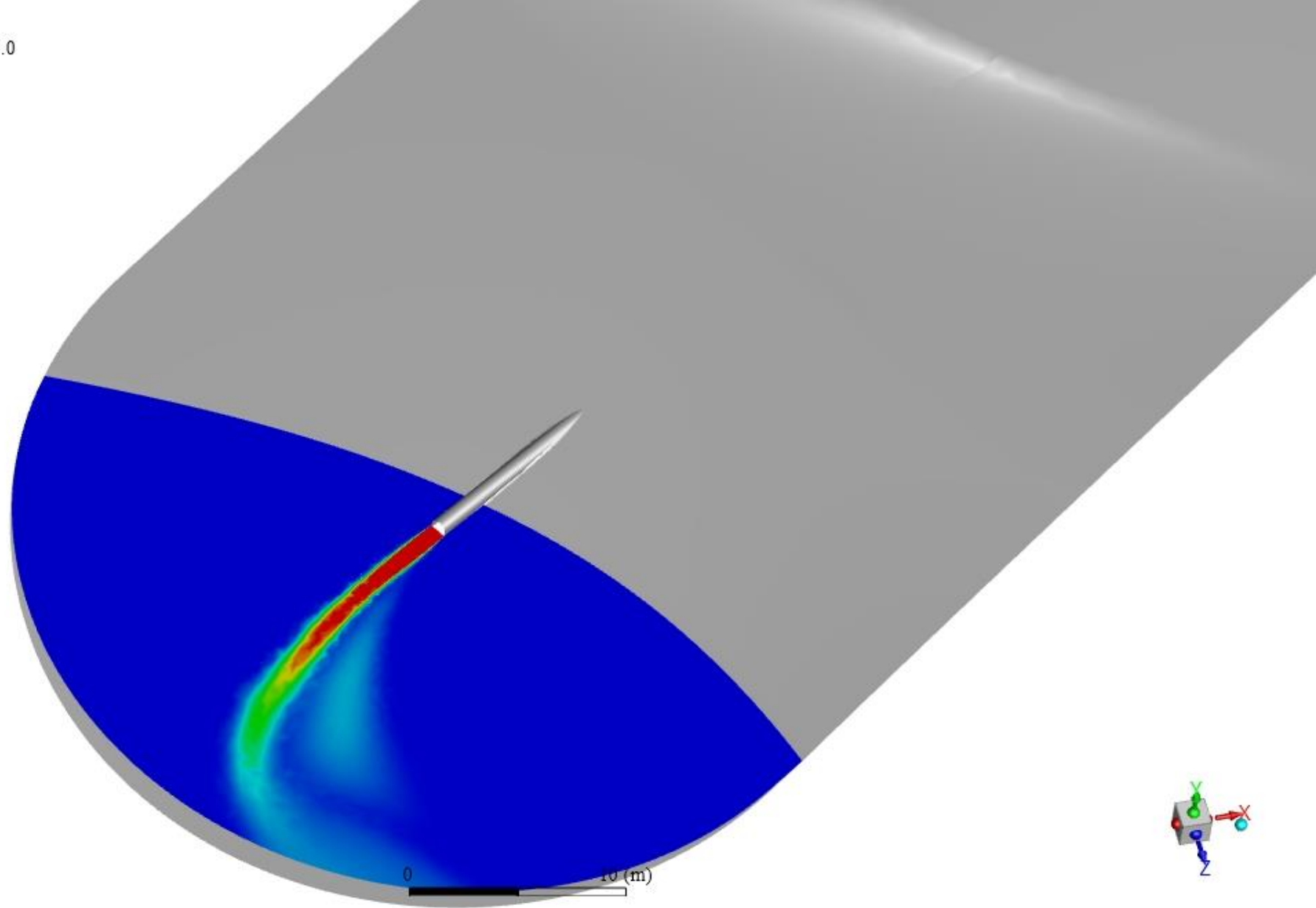
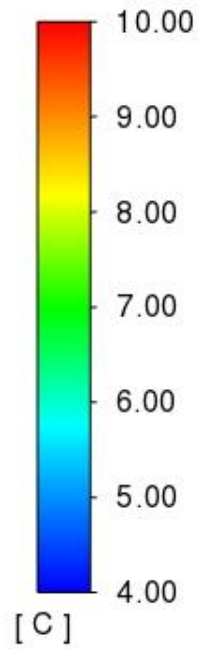
temperature-y=-10
Static Temperature



Contours of Static Temperature [C]

Lämpötila

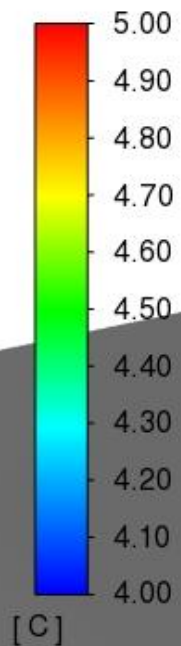
temperature-y=-10
Static Temperature



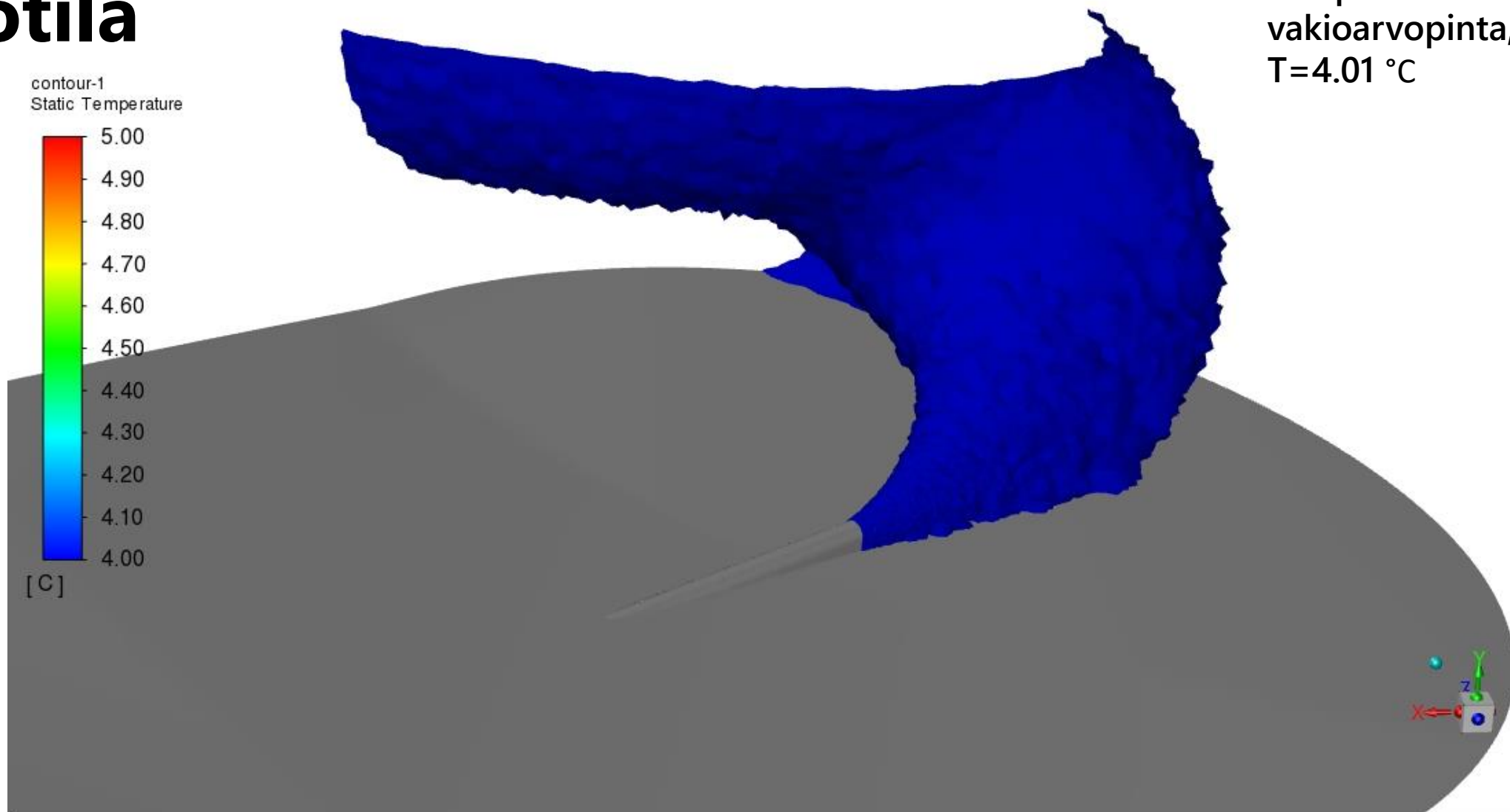
Contours of Static Temperature [C]

Lämpötila

contour-1
Static Temperature



Lämpötilan
vakioarvopinta,
 $T=4.01\text{ }^{\circ}\text{C}$



Contours of Static Temperature [C]

Oct 13, 2023
ANSYS Fluent 2022 R2 (3d, dp, pbns, sstk)

Yhteenveto

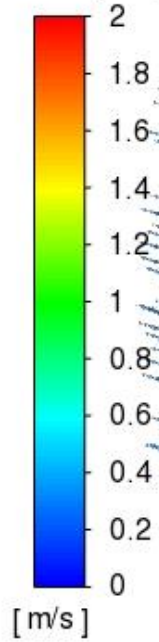
- Suihkun pituus liki 10 m
- Pintaan tuleva lämpötilan nousu 1 – 2 °C
- Pienessä mallissa nähtävissä mallin reunan vaikutus, suuremmalla laskentamallilla saisi paremmat tulokset
- Seuraava askel: Pienemmässä mallissa käytetyt reunaehdot sovelletaan alkuperäiseen malliin

Suurempi malli

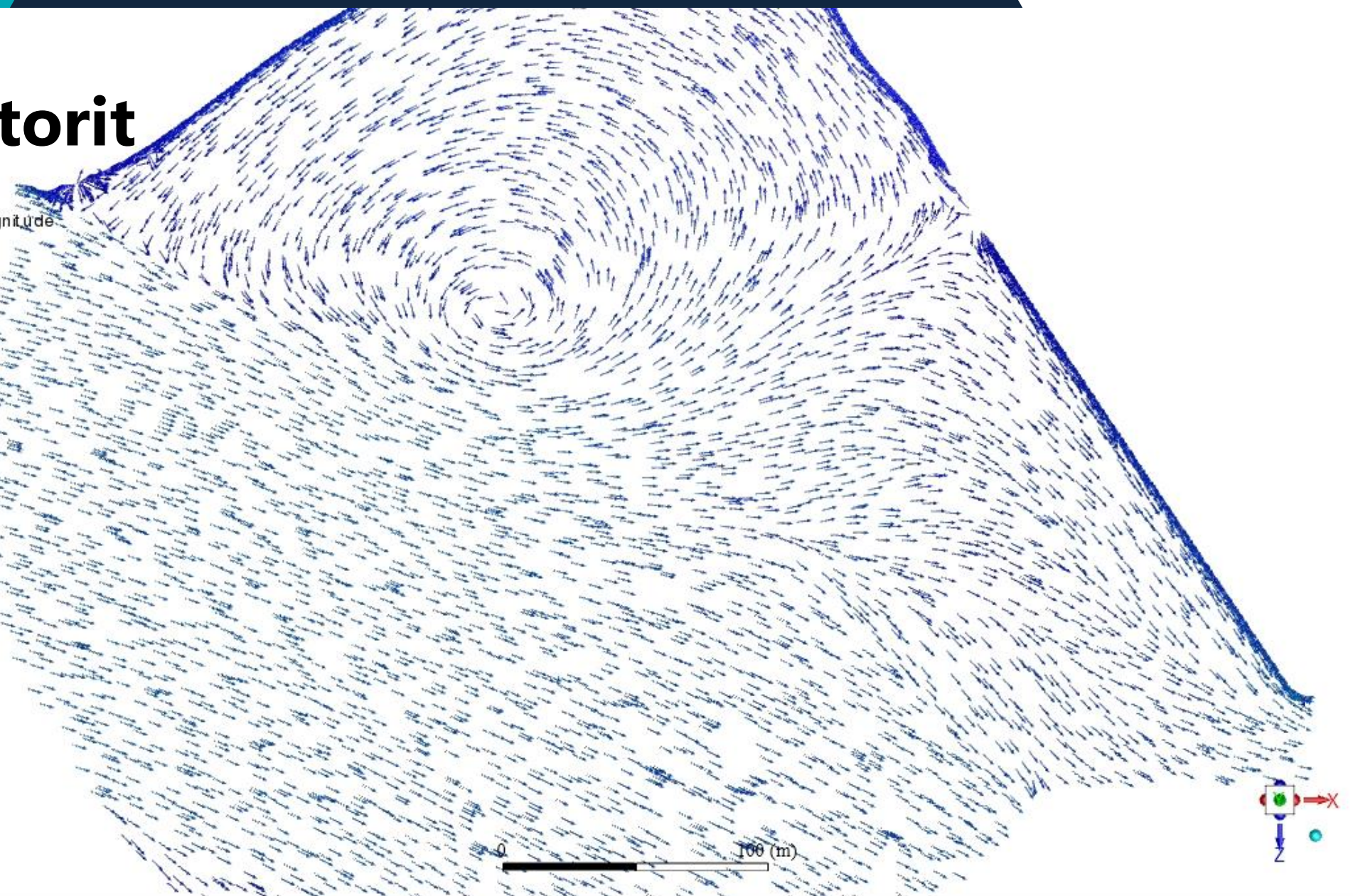
- Pienemmässä verkossa toimineet reunaehdot siirrettiin suurempaan malliin
- Reunaehdossa olevaa meriveden tulokulmaa haarukoitiin jotta saadaan massatase nollassi.
- Myös toiseen suuntaan menevän meriveden tapaus laskettiin.
- Muutamassa kohdassa geometriaa ranta on hyvin matalaa, jolloin laskentakoppien laatu kärsii. Tästä syystä matalia kohtia leikattiin pois geometriasta. Tämä näkyy seuraavissa kuvissa geometrian yläosassa. Tuloksiin tämä ei vaikuta koska pois leikatut kohdat ovat kaukana putkista.

Nopeusvektorit

vector-1
Velocity Magnitude



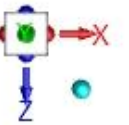
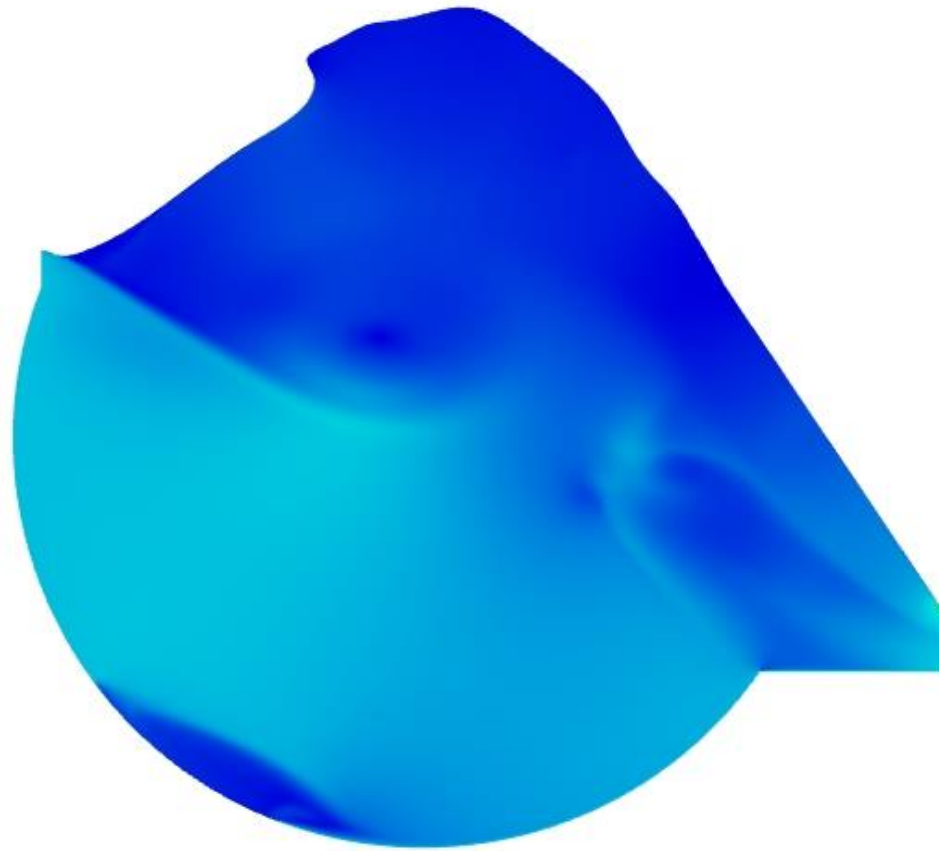
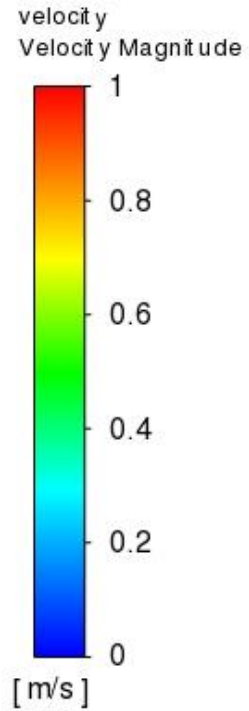
[m/s]



Velocity Vectors Colored By Velocity Magnitude [m/s]

Oct 26, 2023
ANSYS Fluent 2022 R2 (3d, dp, pbns, sstk)

Pintanopeus

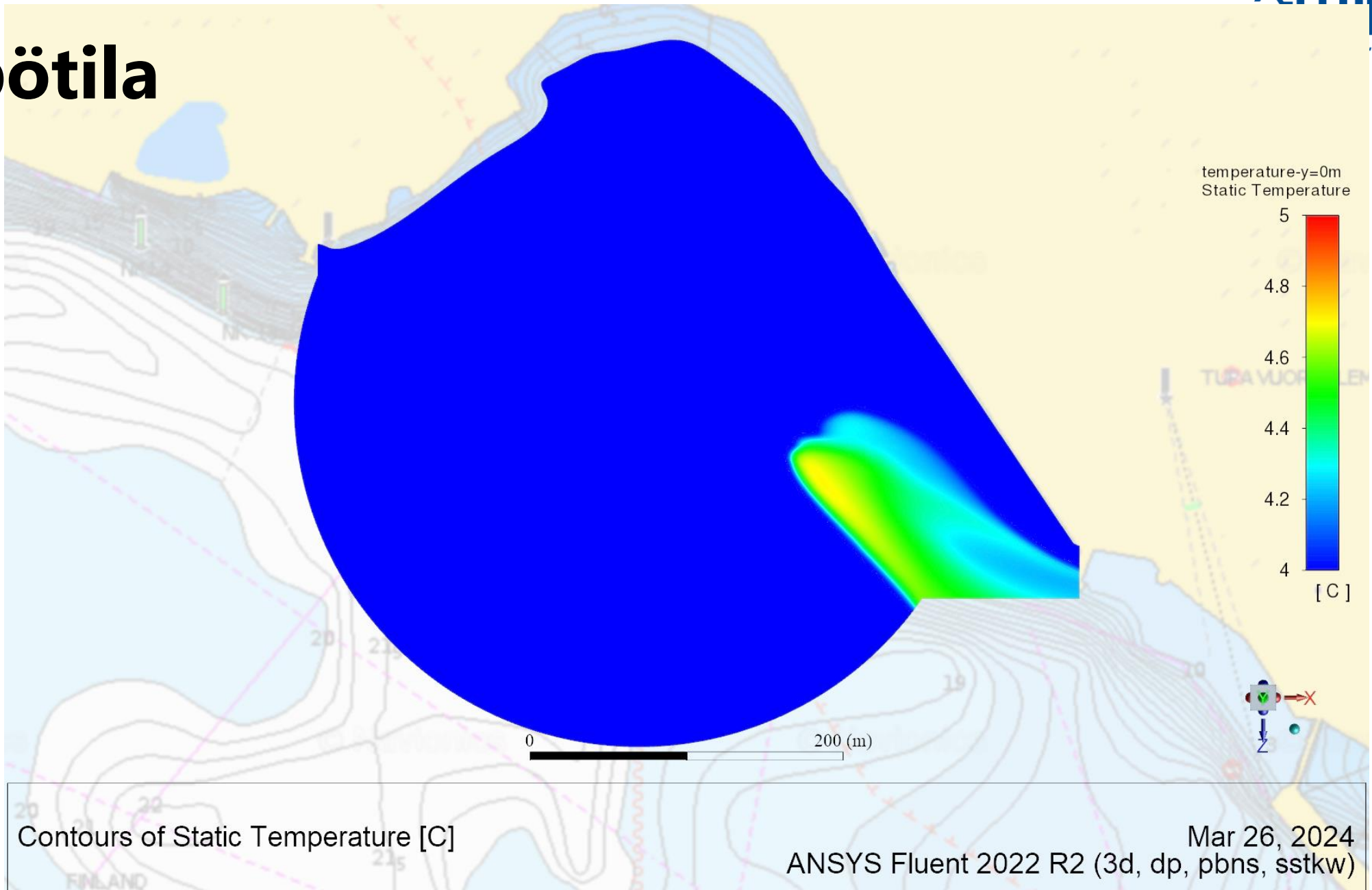


Contours of Velocity Magnitude [m/s]

Oct 26, 2023
ANSYS Fluent 2022 R2 (3d, dp, pbns, sstk)

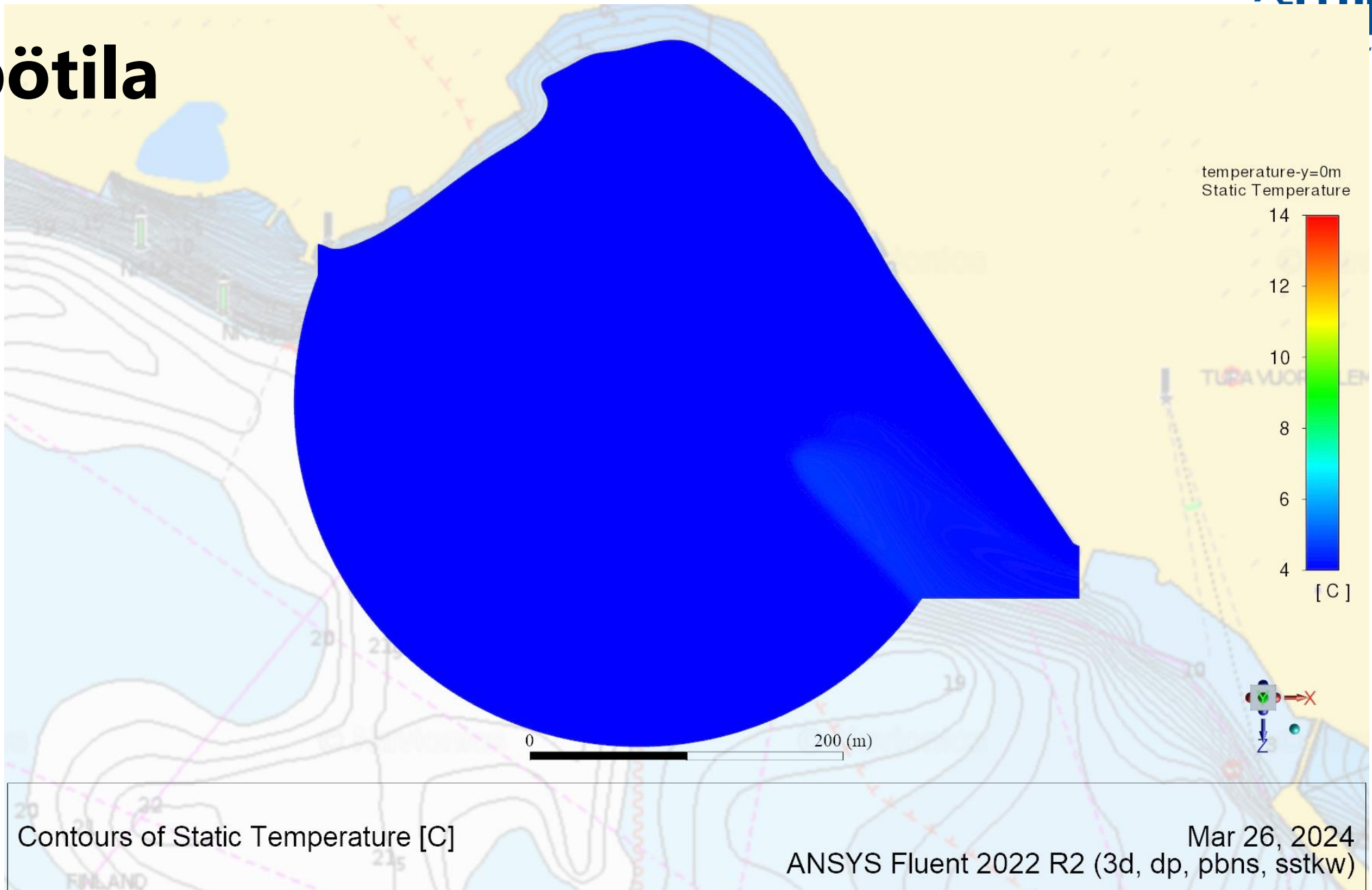
Lämpötila

y=0.0 m



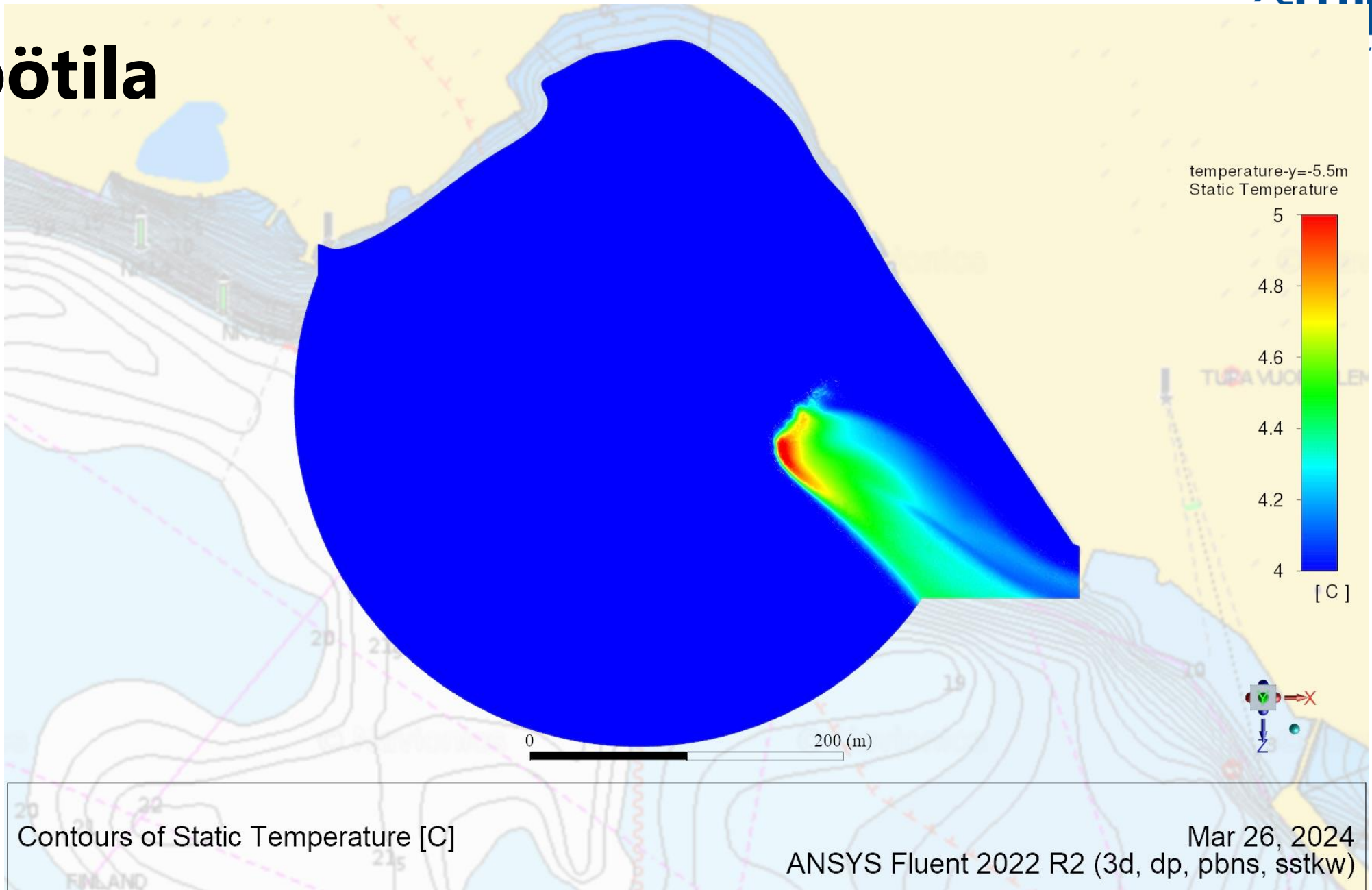
Lämpötila

y=0.0 m



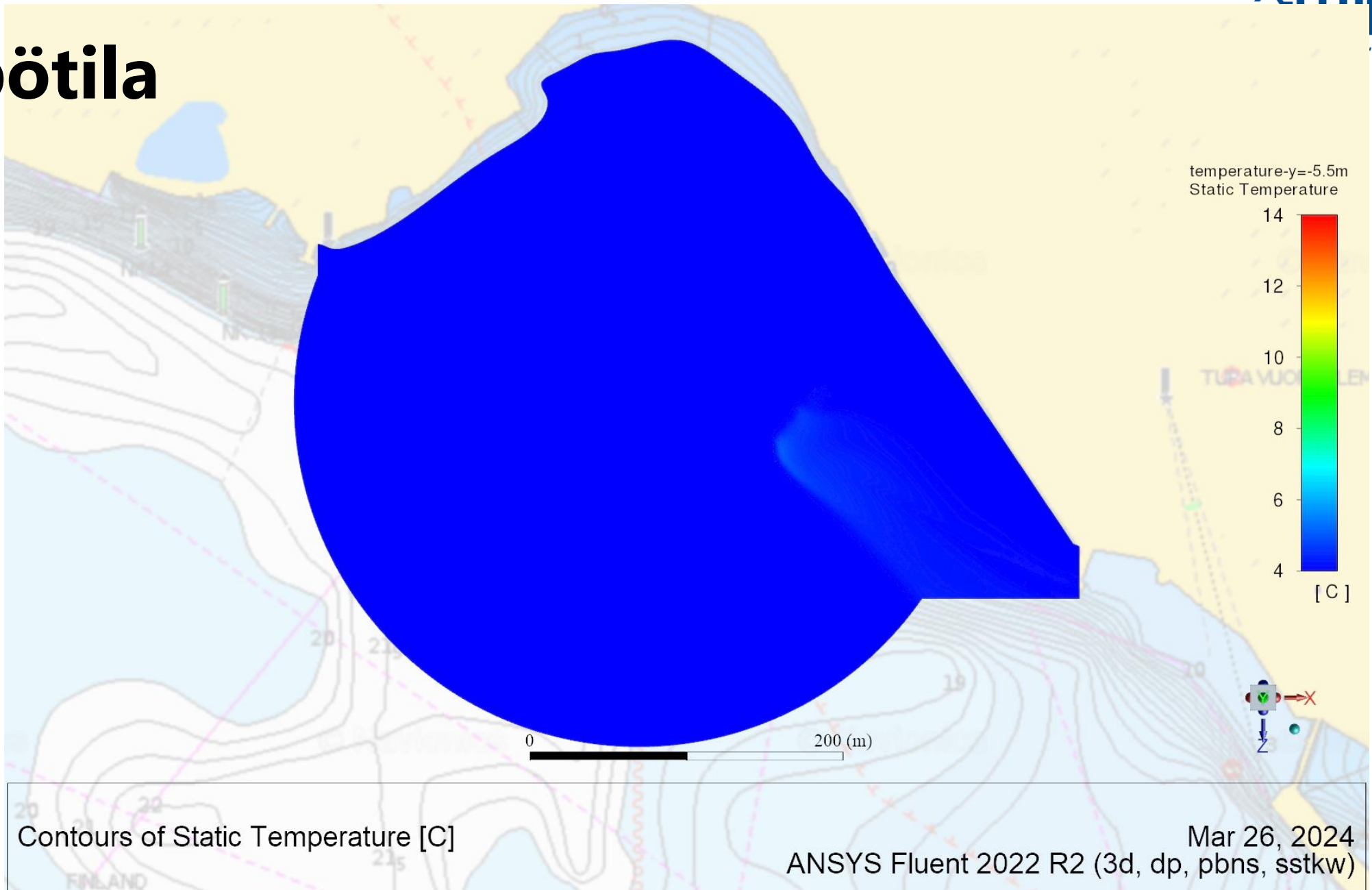
Lämpötila

y=-5.5 m



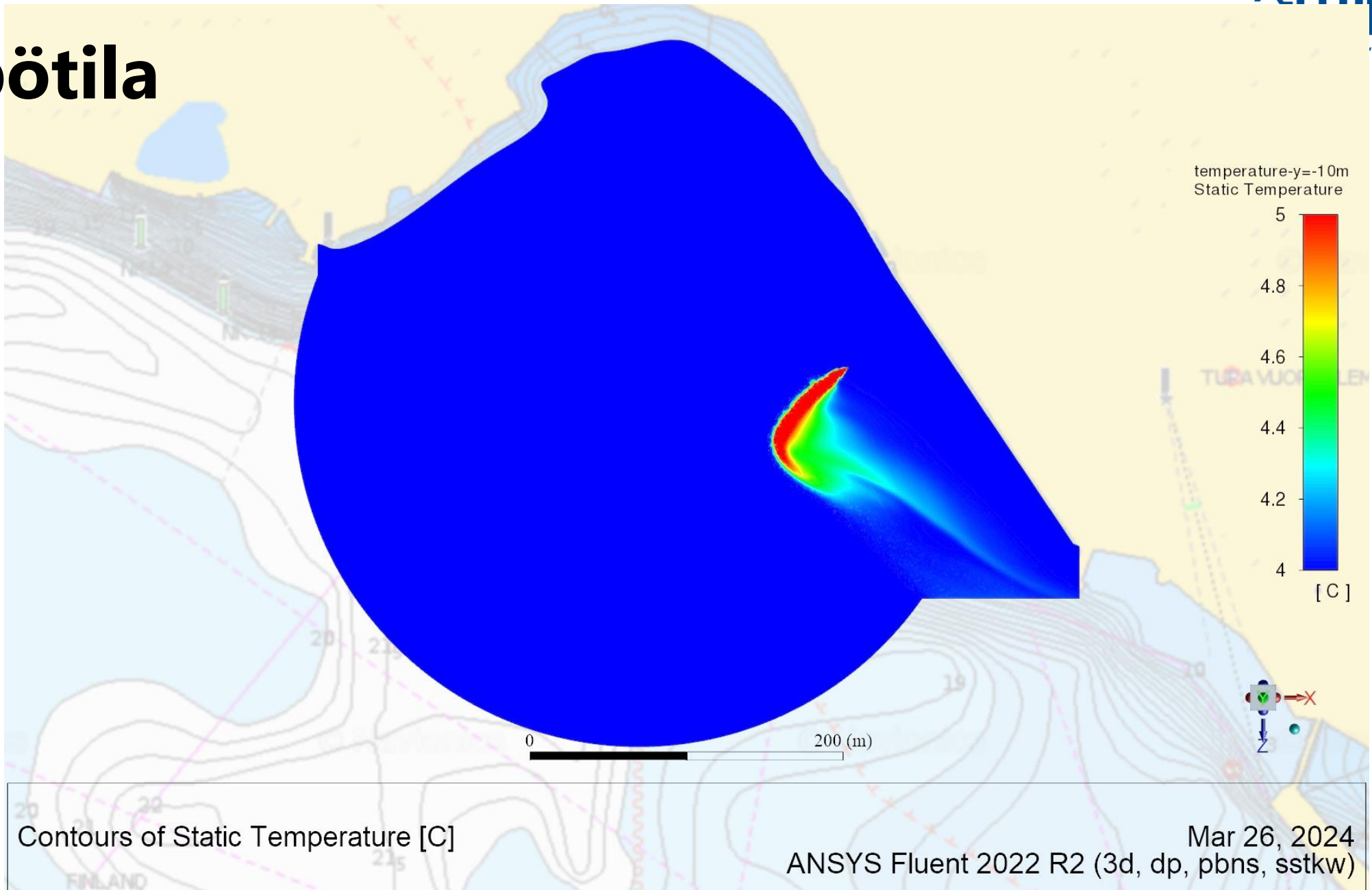
Lämpötila

y=-5.5 m



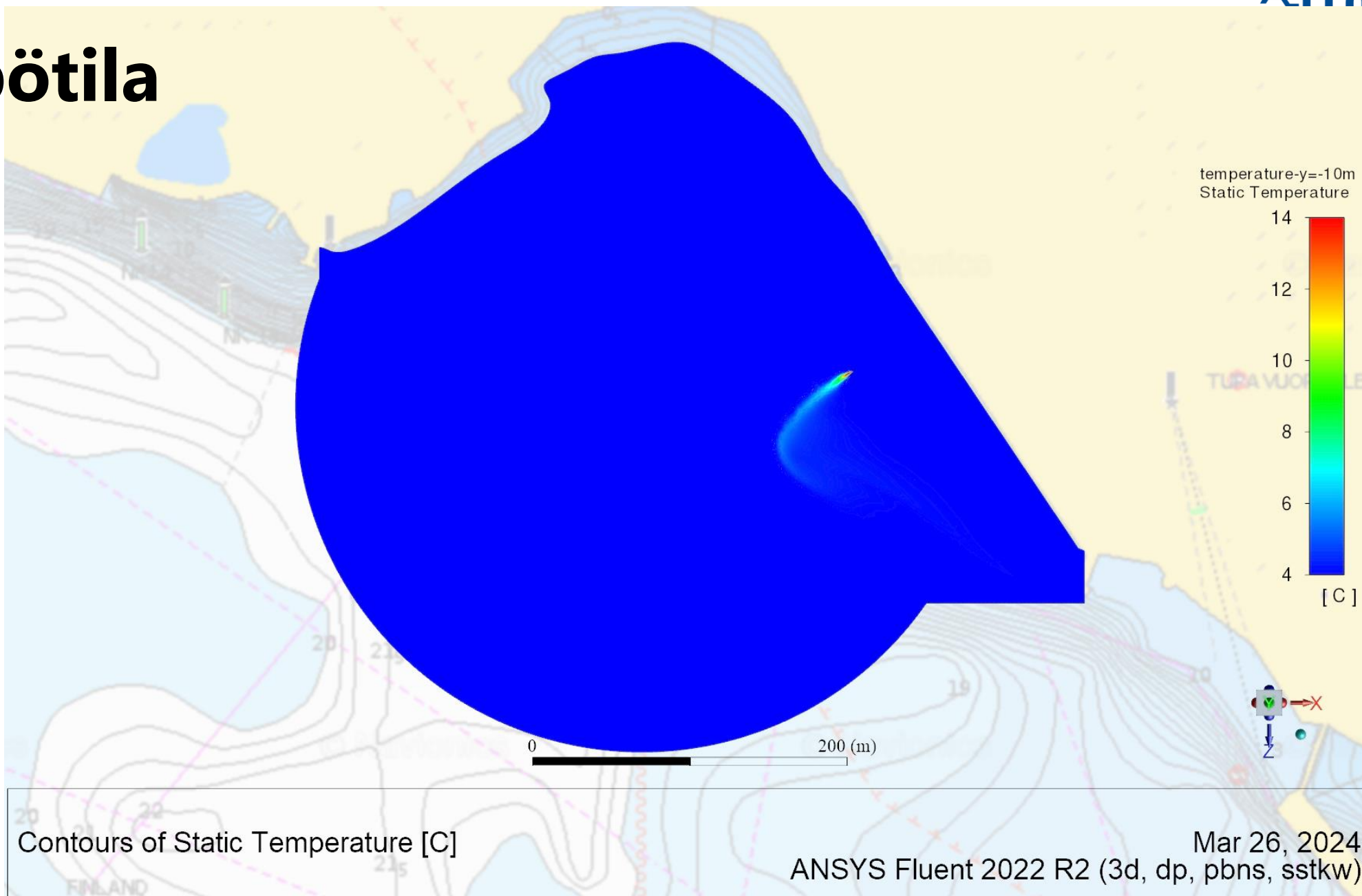
Lämpötila

y=-10 m



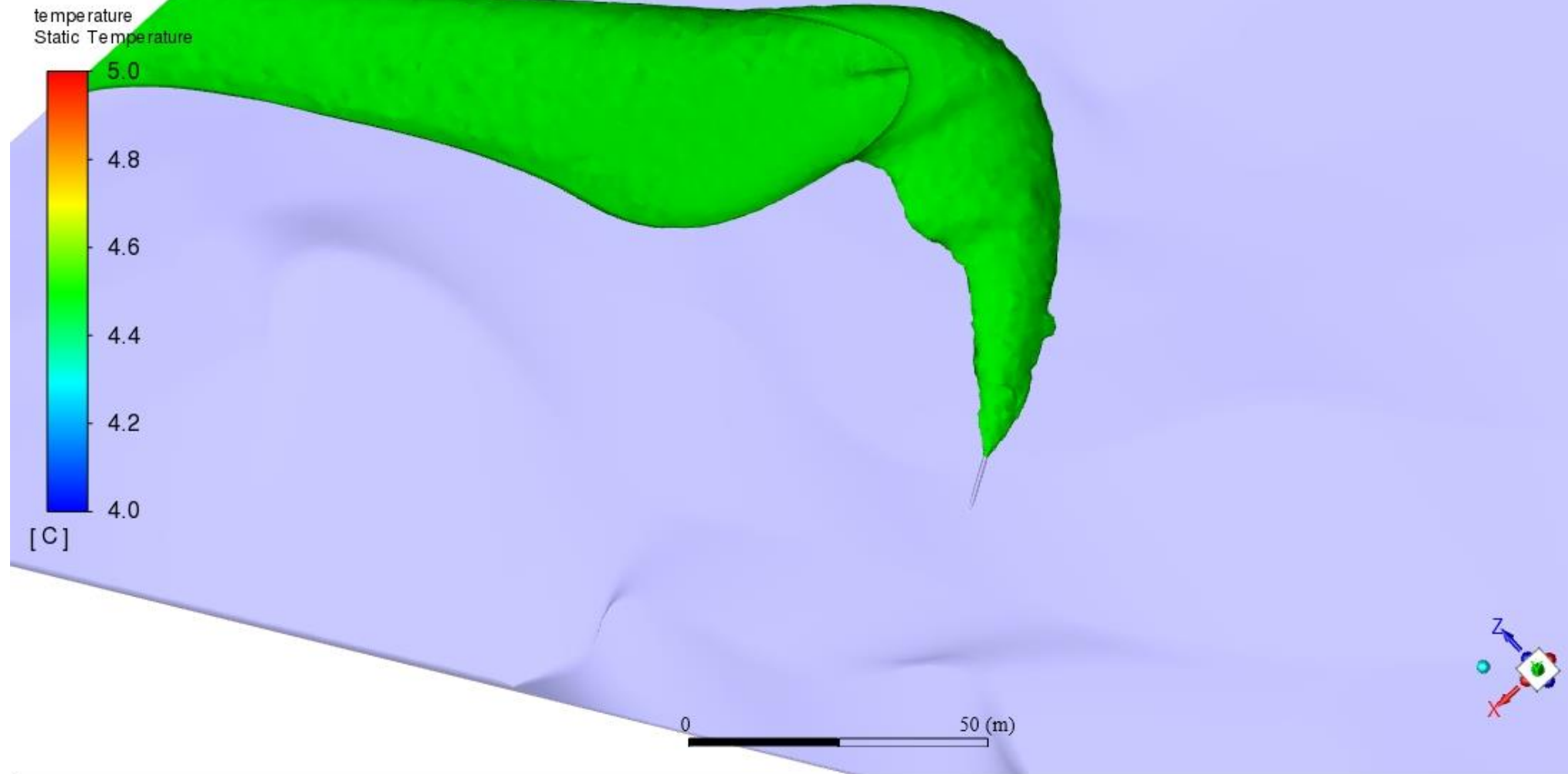
Lämpötila

y=-10 m



Lämpötila

Vakiolämpötilapinta, $T = 4.5\text{ °C}$

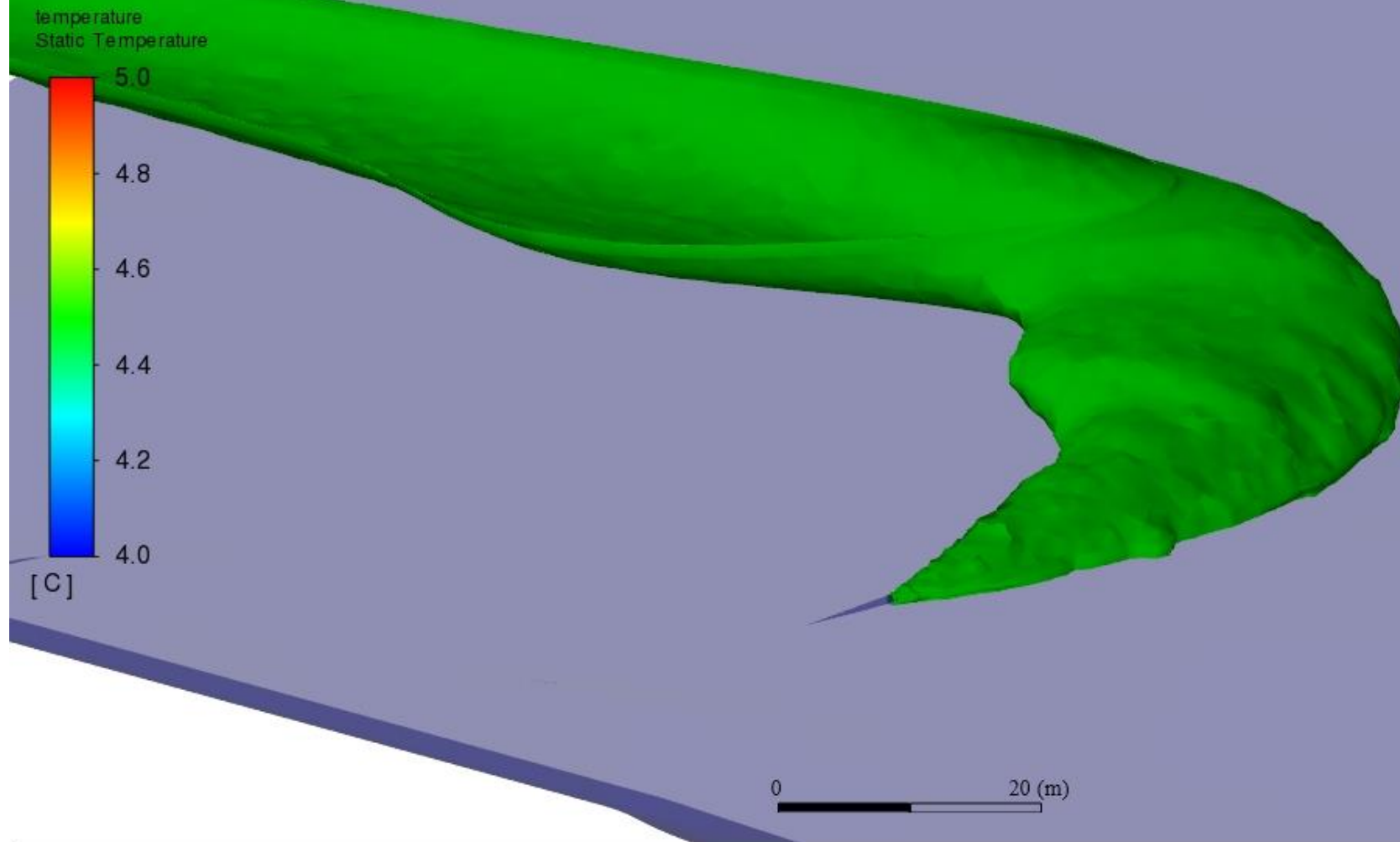


Contours of Static Temperature [C]

Oct 26, 2023
ANSYS Fluent 2022 R2 (3d, dp, pbns, sstk)

Lämpötila

Vakiolämpötilapinta, $T = 4.5\text{ °C}$

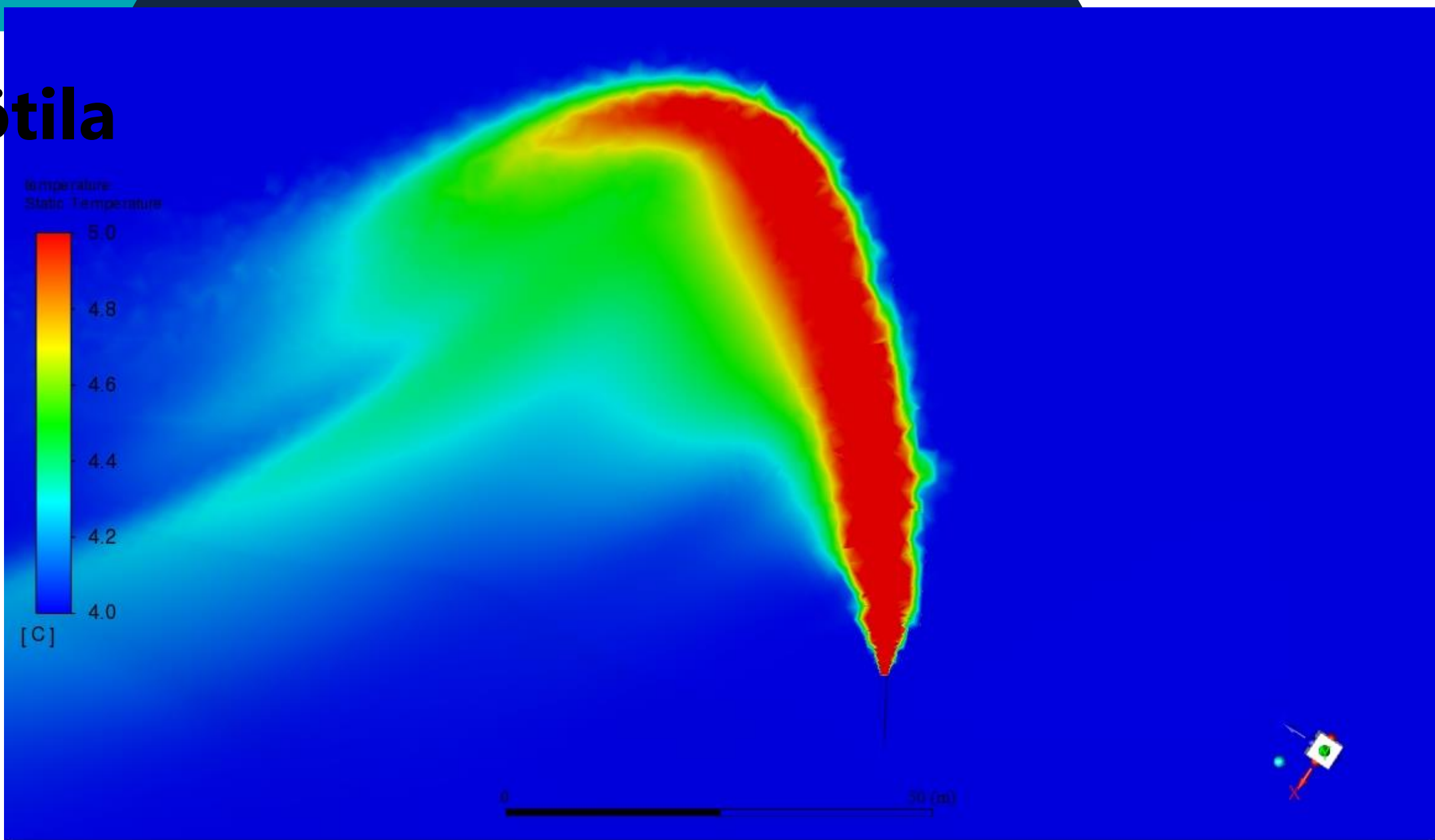
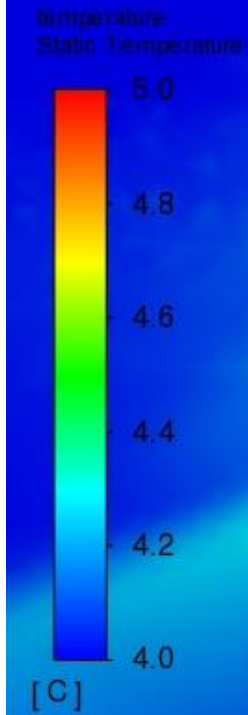


Contours of Static Temperature [C]

Oct 26, 2023
ANSYS Fluent 2022 R2 (3d, dp, pbns, sstk)

Lämpötila

$y = -10$ m



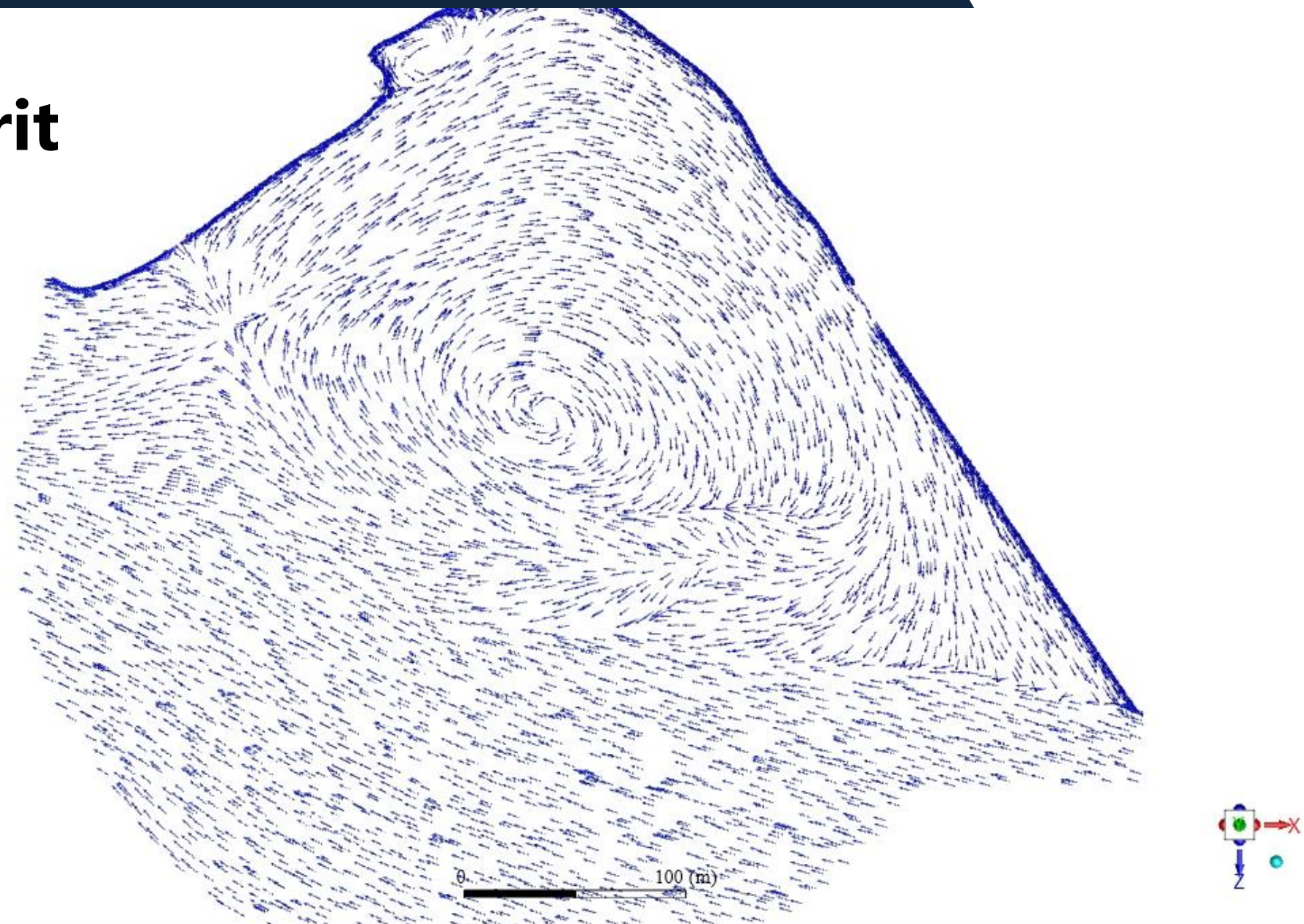
Contours of Static Temperature [C]

Oct 26, 2023
ANSYS Fluent 2022 R2 (3d, dp, pbns, sstk)

Virtauksen kääntö

- Edellisessä meriveden oletettiin virtaavan kaakkoon, nyt tarkastellaan meriveden virtausta luoteeseen.
- Laskentageometria säilyy ennallaan.
- Tulokulmaan lisättiin reunaehdoissa 180°

Nopeusvektorit

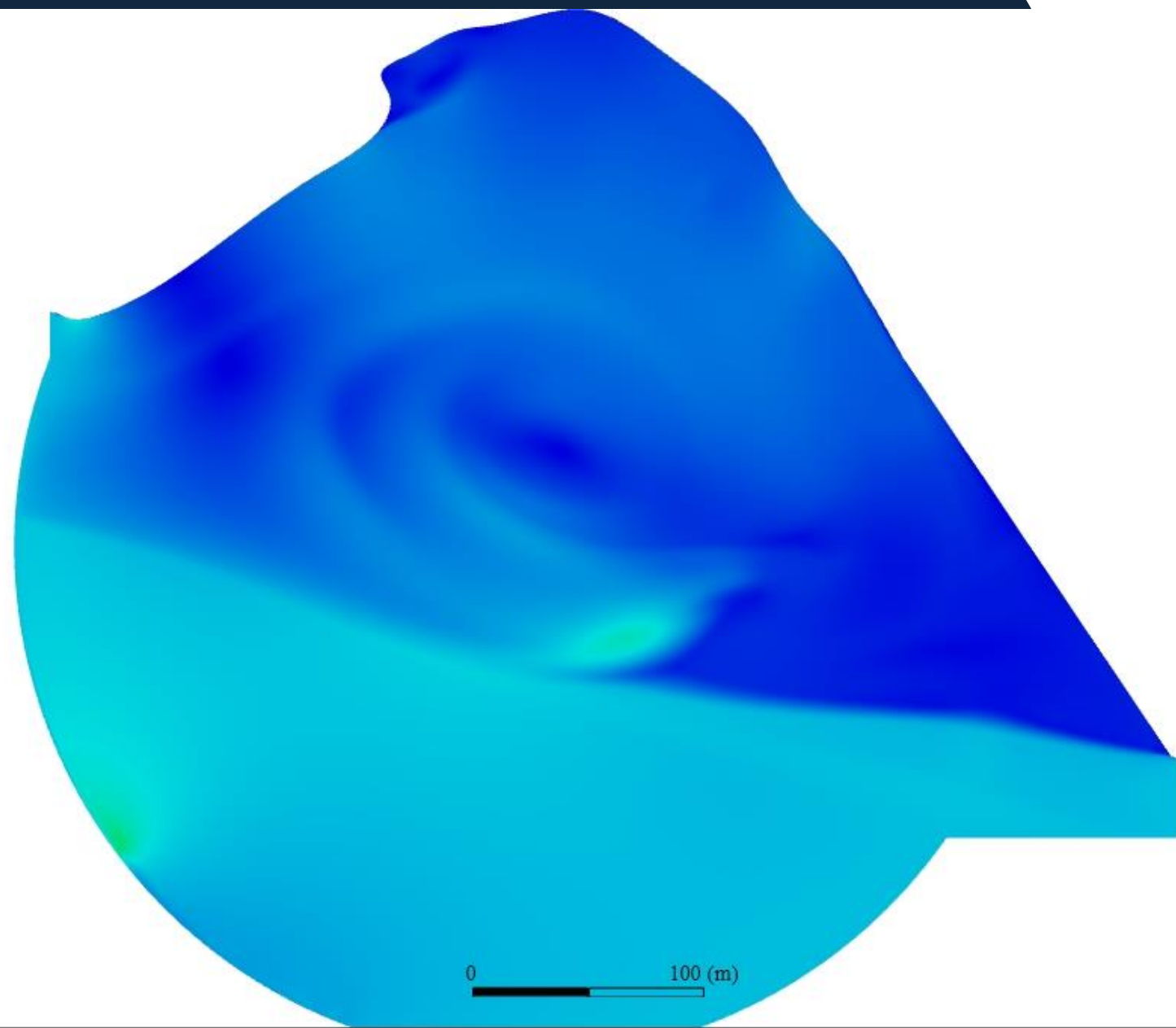
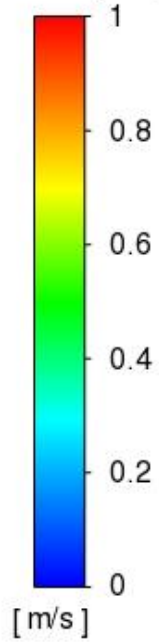


Velocity Vectors Colored By Velocity Magnitude [m/s]

Oct 26, 2023
ANSYS Fluent 2022 R2 (3d, dp, pbns, sstk)

Pintanopeus

velocity
Velocity Magnitude

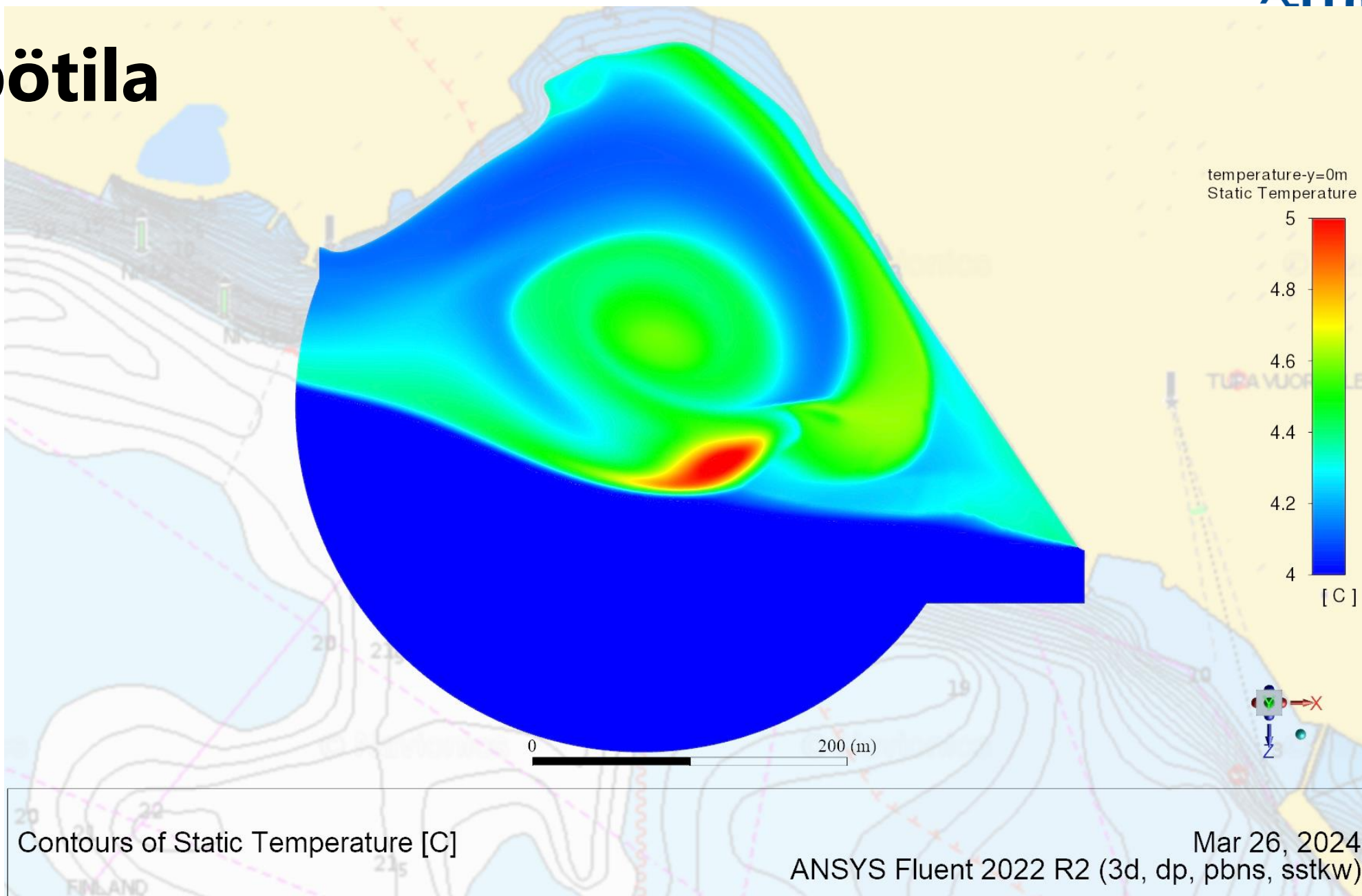


Contours of Velocity Magnitude [m/s]

Oct 26, 2023
ANSYS Fluent 2022 R2 (3d, dp, pbns, sstk)

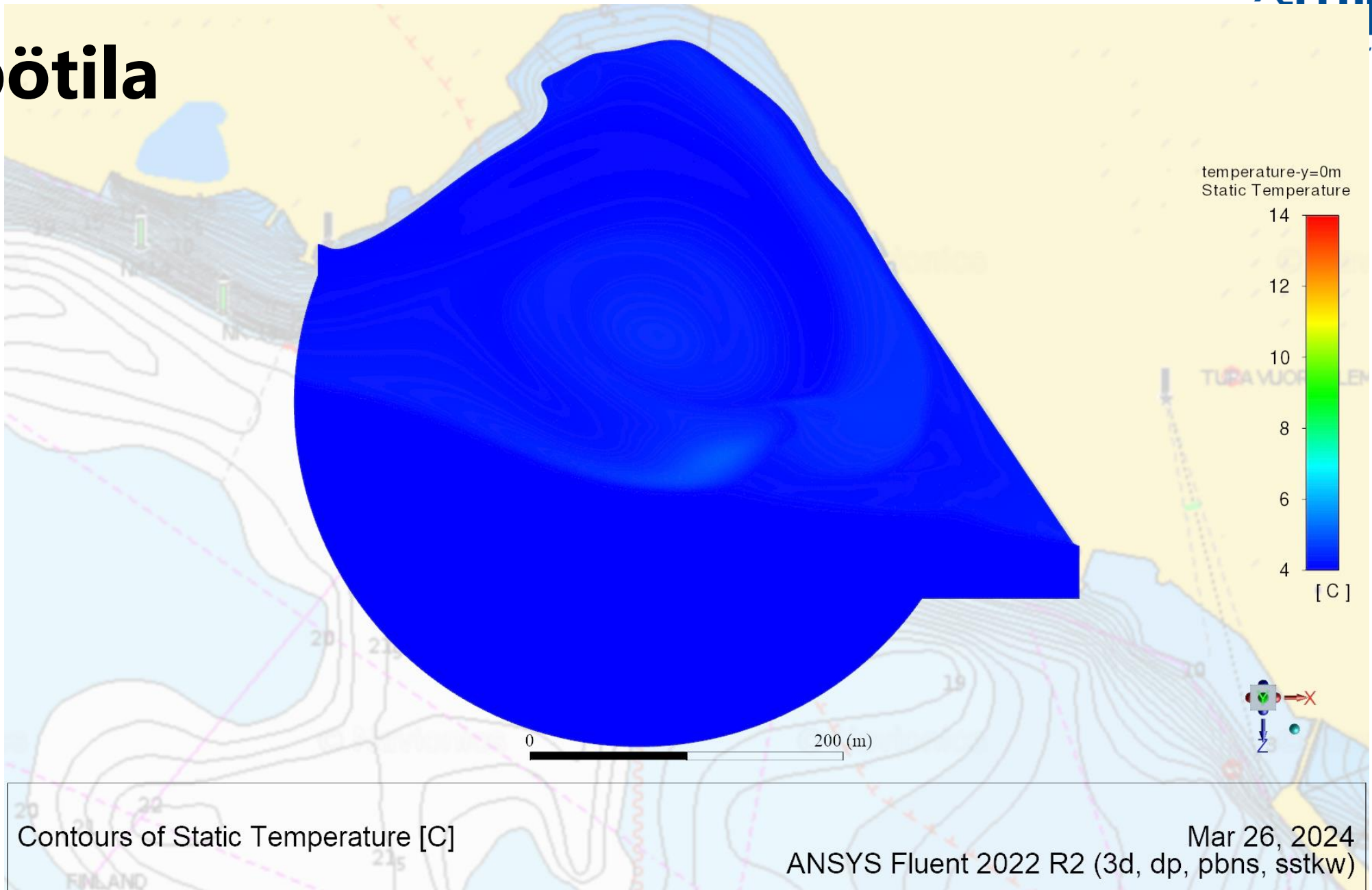
Lämpötila

y=0.0 m,
Virtaus
käännetty



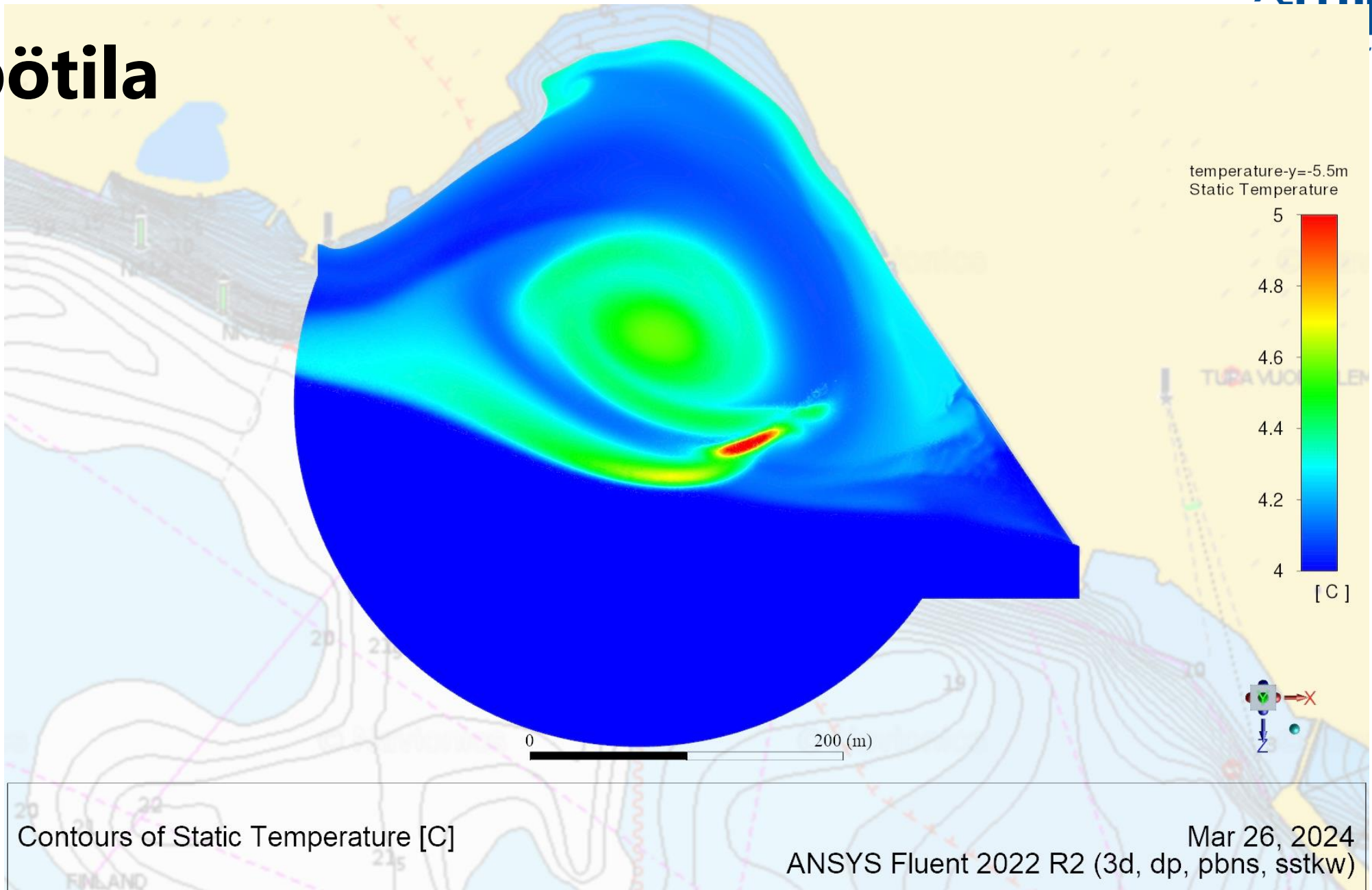
Lämpötila

y=0.0 m,
Virtaus
käännetty



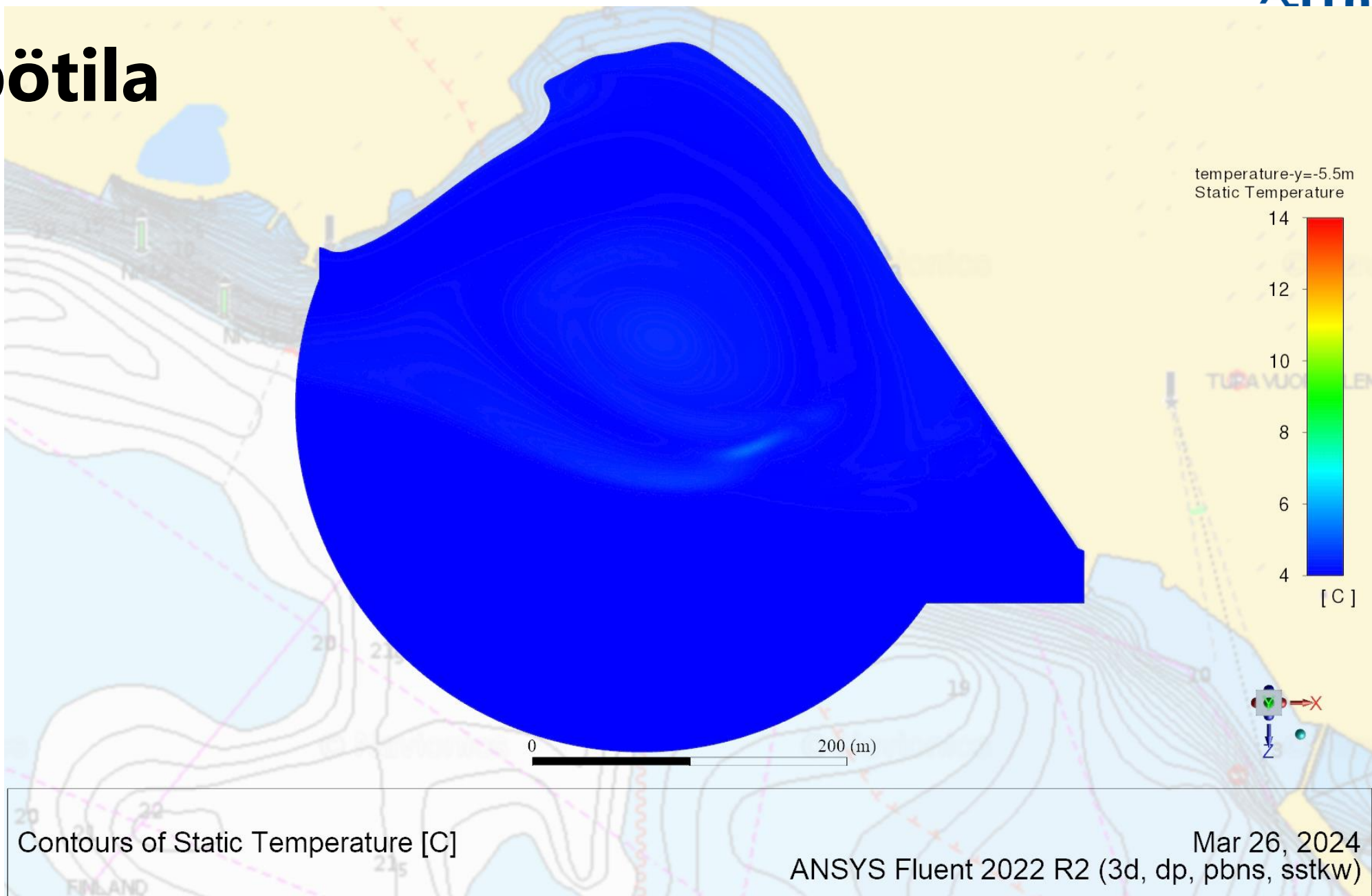
Lämpötila

y=-5.5 m,
Virtaus
käännetty



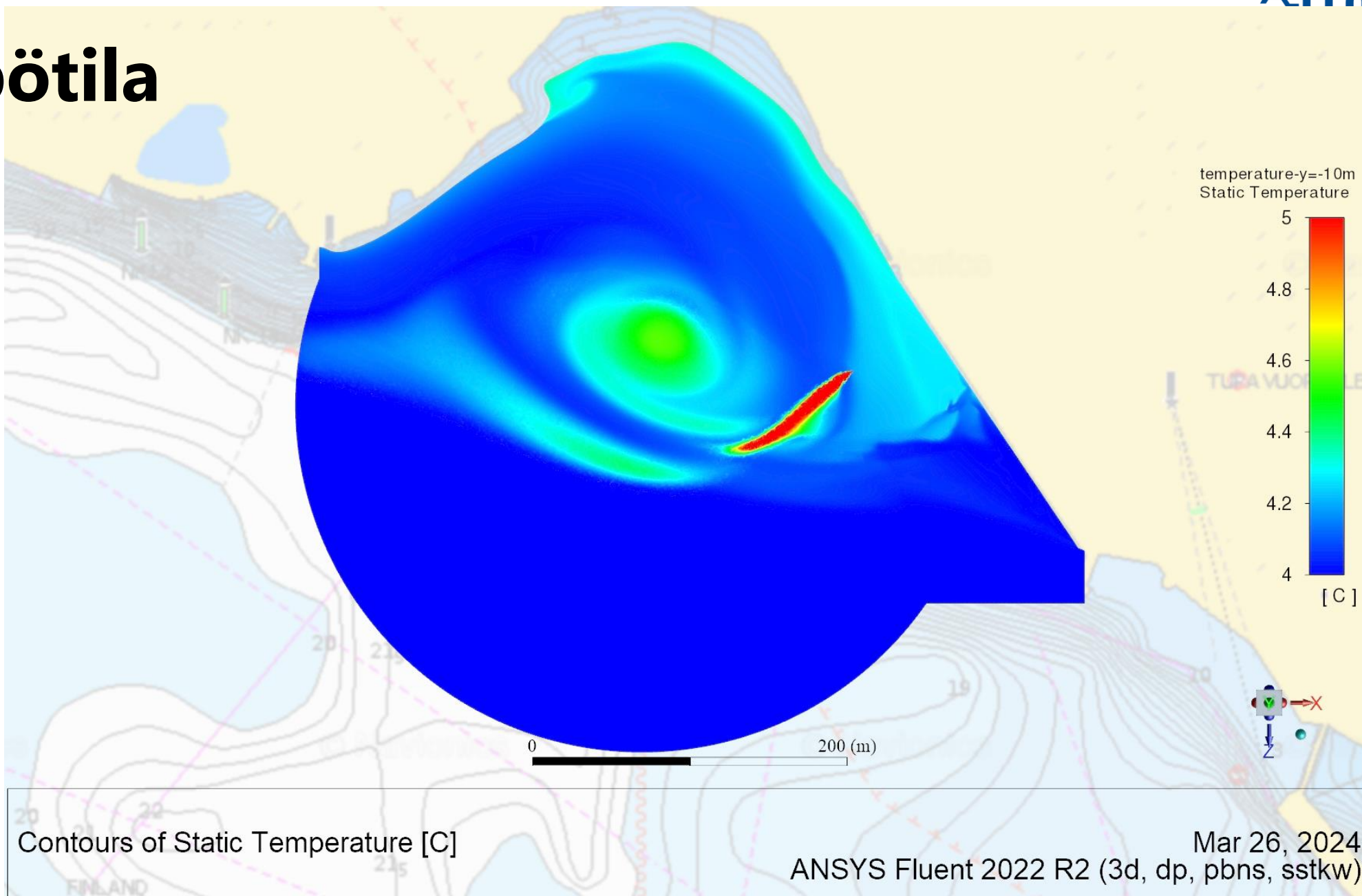
Lämpötila

y=-5.5 m,
Virtaus
käännetty



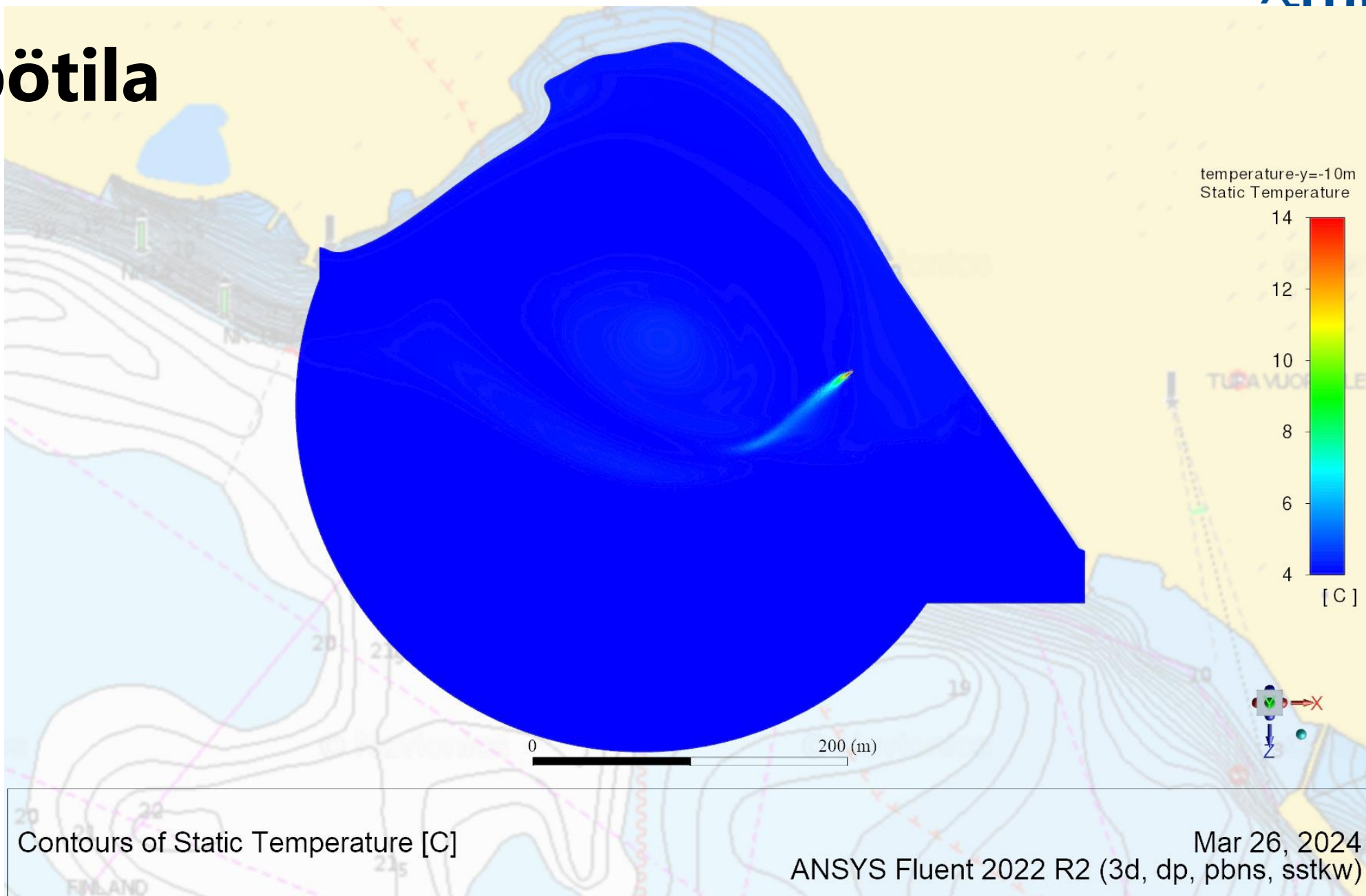
Lämpötila

y=-10 m,
Virtaus
käännetty



Lämpötila

y=-10 m,
Virtaus
käännetty



Lämpötila

Leikkauspinta pohjasta
ja palautusputken
kohdalta

temperature
Static Temperature



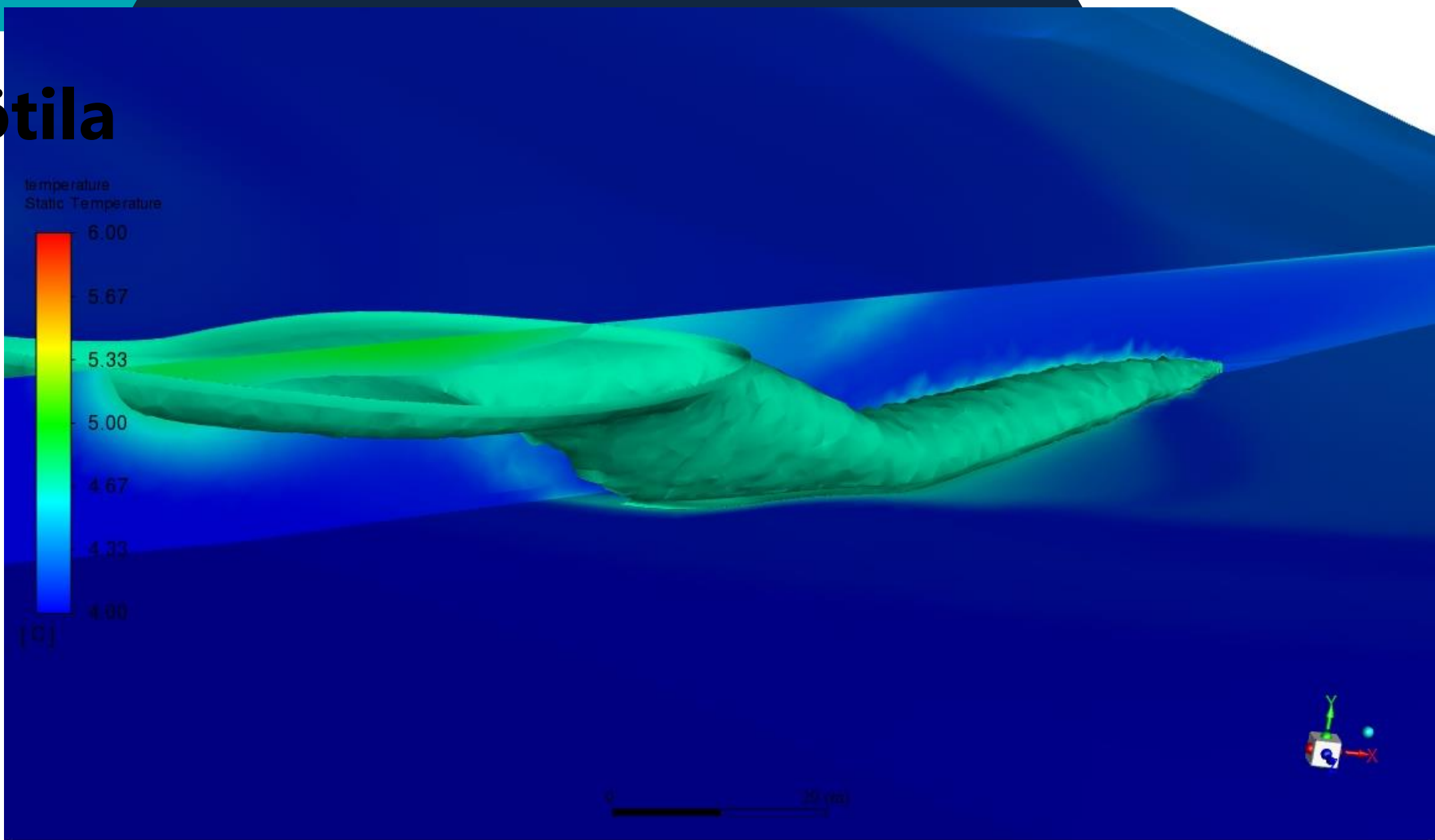
[C]

Contours of Static Temperature [C]

Oct 30, 2023
ANSYS Fluent 2022 R2 (3d, dp, pbns, sstk)

Lämpötila

Vakio-
lämpötilapinta, T
 $=4.7\text{ }^{\circ}\text{C}$

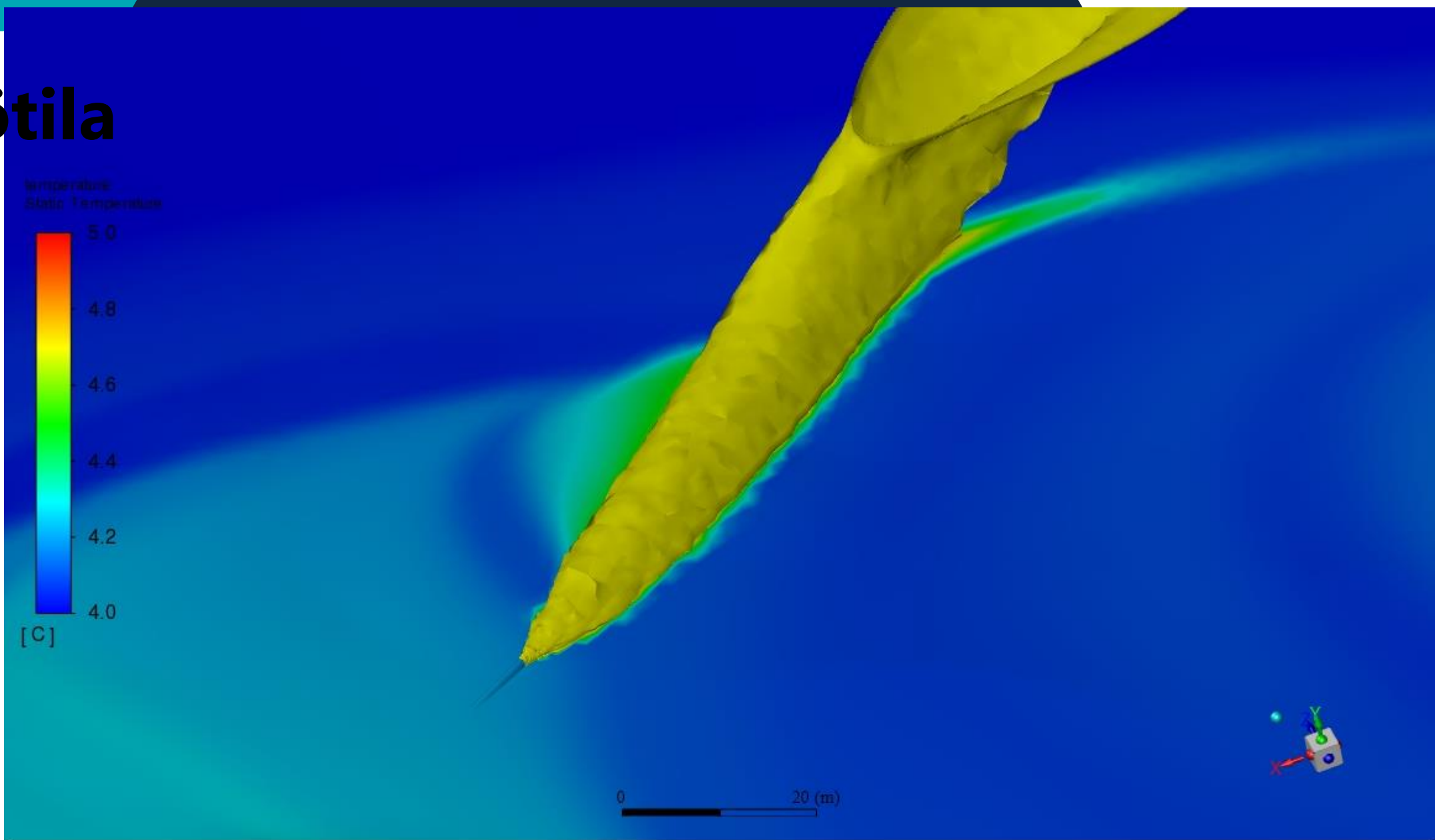


Contours of Static Temperature [C]

Oct 30, 2023
ANSYS Fluent 2022 R2 (3d, dp, pbns, sstk)

Lämpötila

Vakio-
lämpötilapinta, T
 $= 4.7\text{ }^{\circ}\text{C}$



Contours of Static Temperature [C]

Oct 26, 2023
ANSYS Fluent 2022 R2 (3d, dp, pbns, sstk)

Lukuarvoja

	Maksimi- pintalämpötila	Lämpötila imaukossa	Lämpötila palautusputkessa
Virtaus kaakkoon	4.7 °C	4.0 °C	20.0 °C
Virtaus luoteeseen	5.1 °C	4.14 °C	20.0 °C

Yhteenveto

- Palautusputkesta tuleva lämpötilan nousu vaikuttaa noin 100 - 150 m päähän, riippuen meriveden tulokulmasta
- Imun ja palautuskanavan välinen interaktio lähes olematonta; tilanteesta riippuen saattaa nostaa imuaukon lämpötilaa suuruusluokkaa 0.1 °C
- Olettaen meriveden lämpötilaksi 4 °C, nousee pintalämpötila noin yhdellä asteella paikallisesti (lähellä putkea).
- Isoja pyörteitä lahdessa riippuen meriveden tulokulmasta. Pyörteet johtuvat käytännössä ainoastaan meriveden liikkeistä, toisin sanoen putken virtauksella ei ole merkitystä isoihin pyörteisiin.



Visions of Tomorrow, Engineered Today