

Nøyaktig prediksjon av grunnstøtinger, fartøysbevegelser, og ankomsttider

...og andre røverhistorier om kunstig intelligens

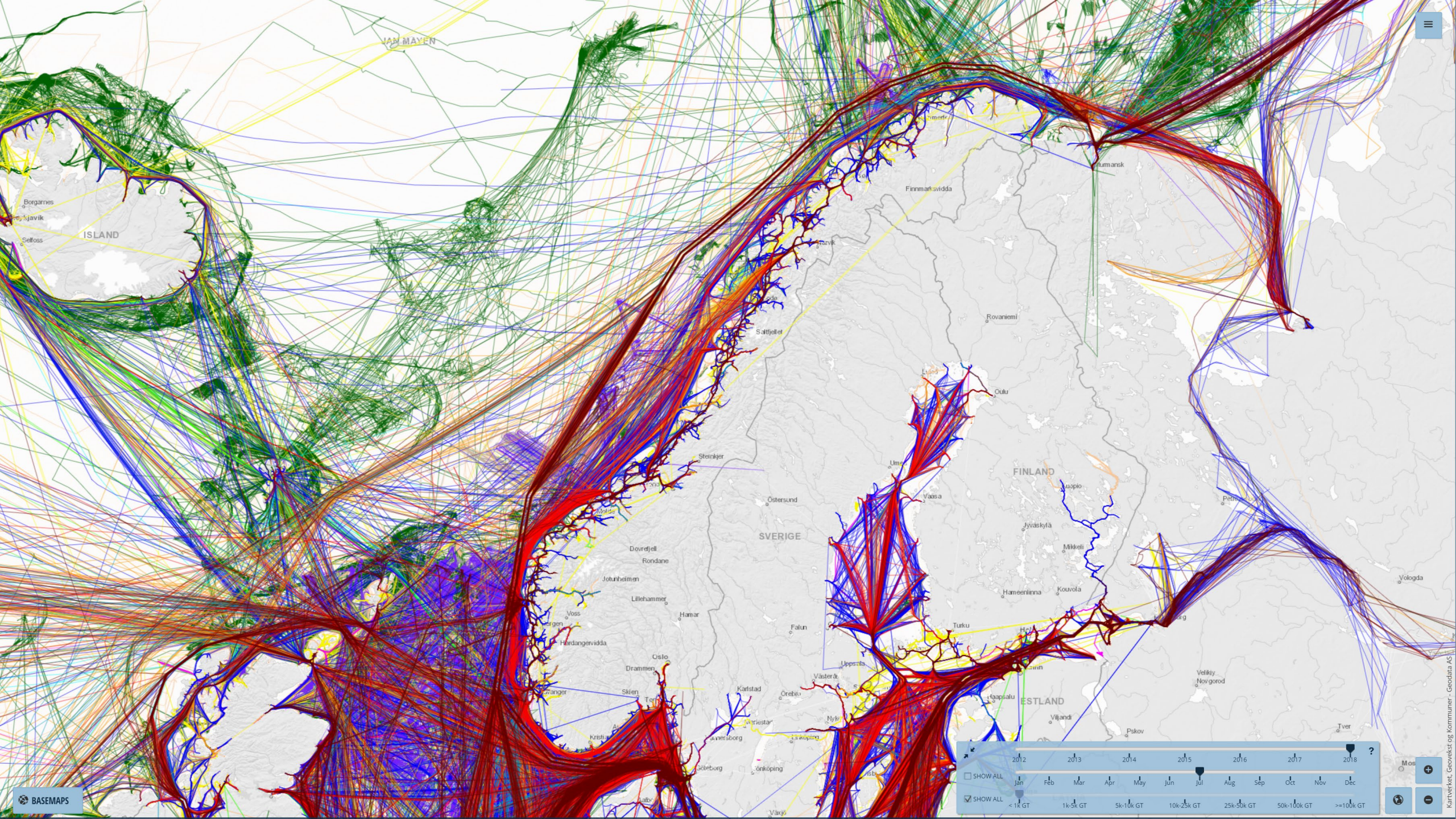


Agenda

- ▶ Metode
- ▶ Beregning av ankomsttid
- ▶ Deteksjon av avvik
- ▶ Prediksjon av grunnstøtinger

Metode: Gravity Vectors & Normalruter





JAN MAYEN

Borgarnes
Reykjavik
Selfoss
ISLAND

Finnmarksvidda

Rovaniemi

SVERIGE

FINLAND

Dovre fjell

Rondane

Jotunheimen

Lillehammer

Voss

Bergen

Hardangervidda

Drammen

Cisto

Skien

Tromsø

Kristiansund

Alnabru

Ålesund

Trondheim

Stjørdal

Mo i Rana

Verdal

Steinkjer

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

Trondheim

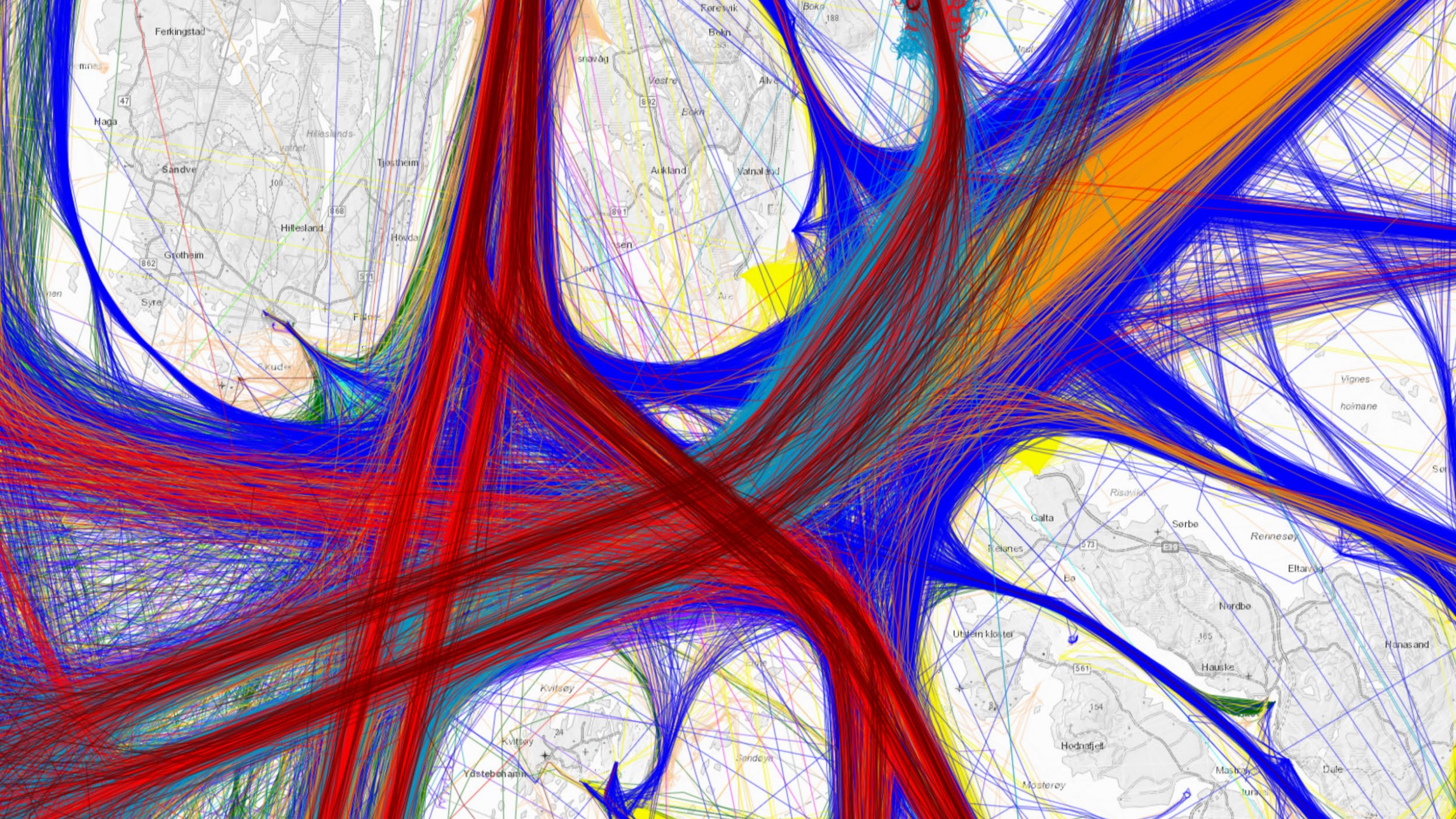
Trondheim

Trondheim

Trondheim

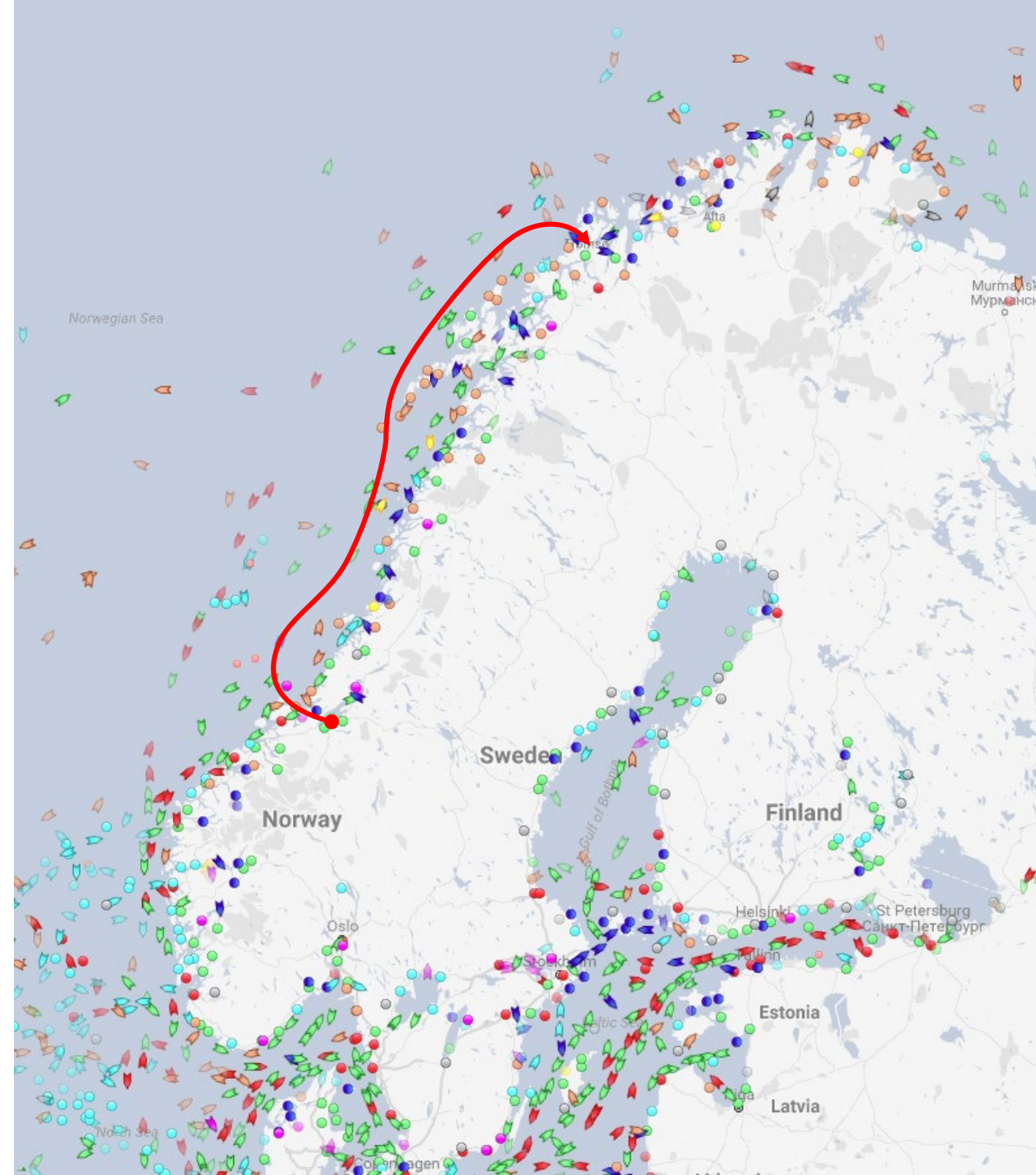
Trondheim

<



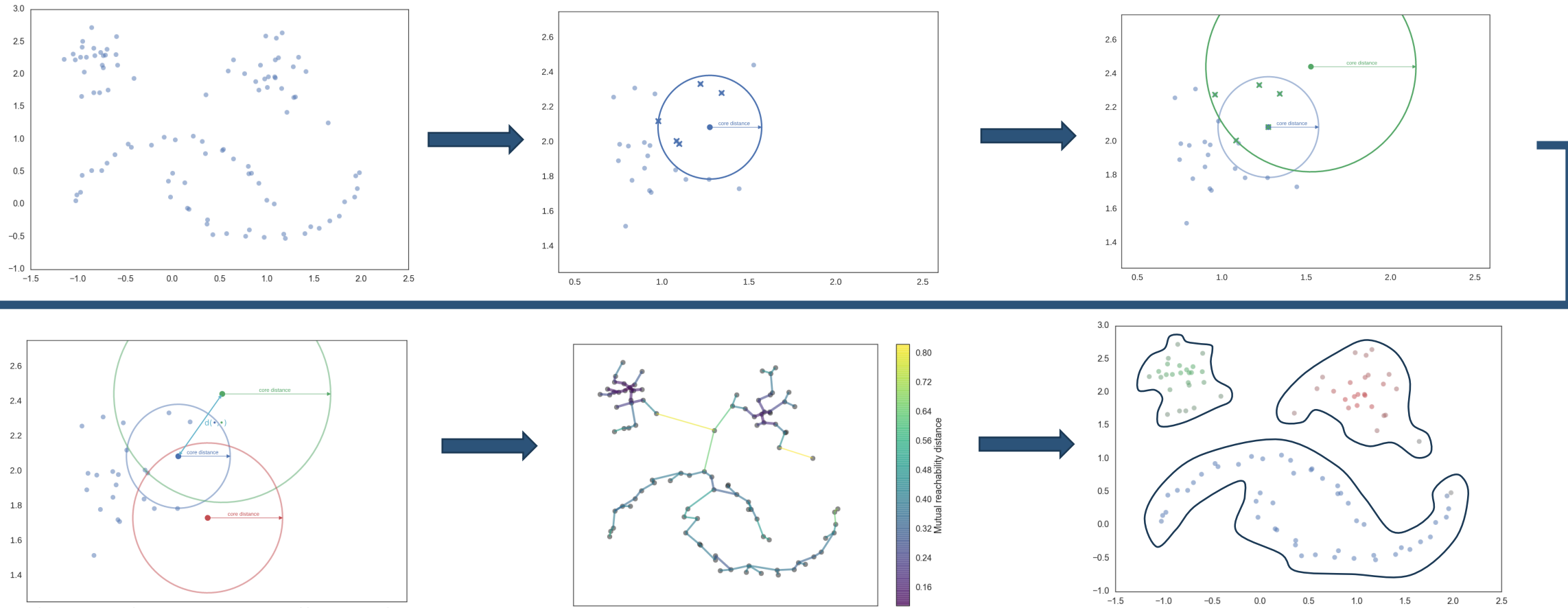
Splitting og klassifisering av AIS-data

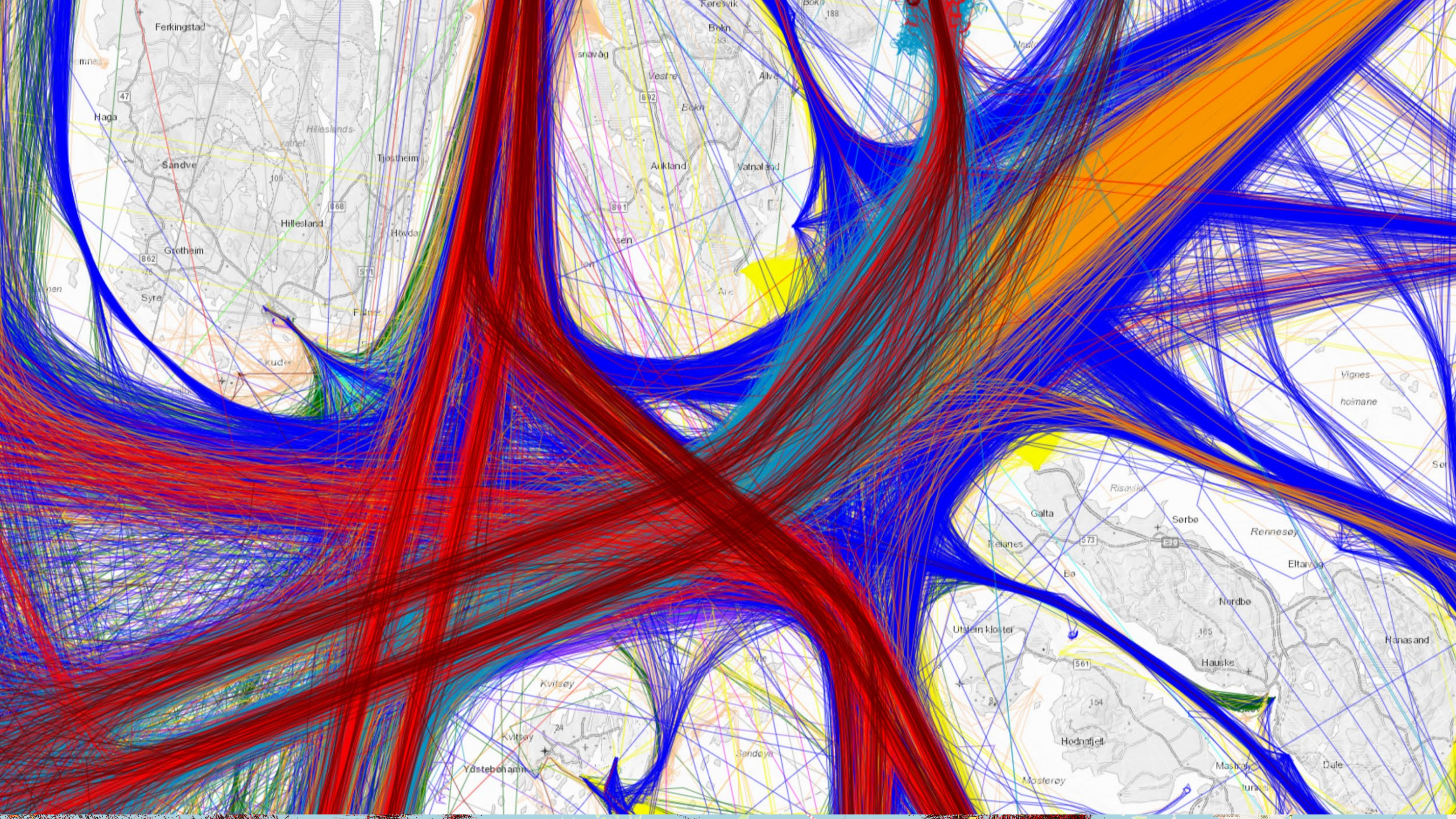
- ▶ Historiske AIS-data i seg selv er en kaotisk samling med punktdata
 - ▶ Preget av støy og feil
 - ▶ Vanskelig å kunne forutse skipsbevegelser langt frem i tid selv med dyp læring
- ▶ Løsning: AIS-data splittes i mindre datasett som tilsvarer komplette seilaser.
- ▶ Dette tilfører *intensjon* til AIS-dataene.
- ▶ Data som inneholder *intensjoner* kan brukes til å trene opp maskinlæringsmodeller som kan fortelle oss noe om *fremtiden*.



HDBSCAN

Hierarchical Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise



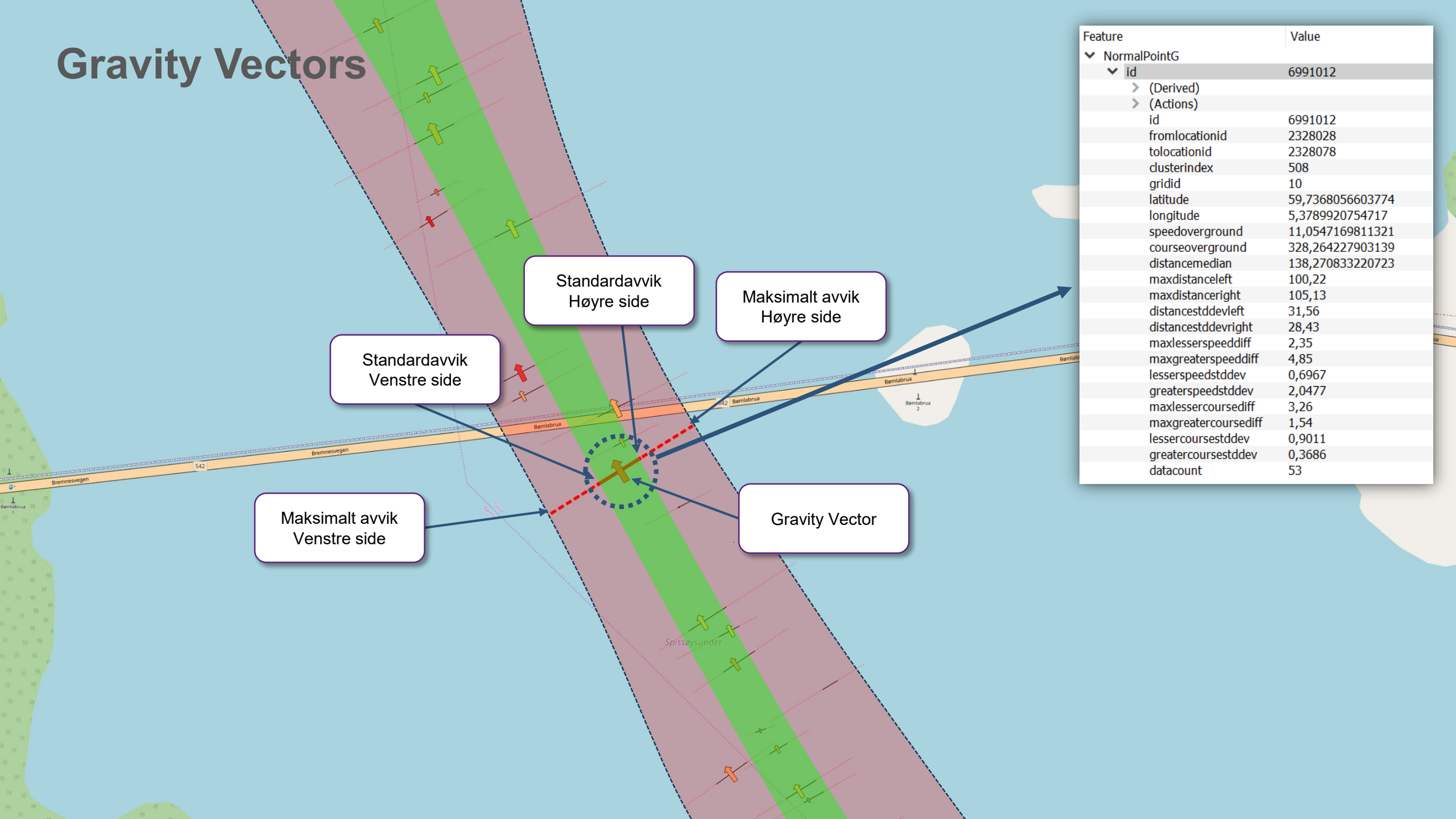


Normalruter

Definisjon:

- Angir en retningsbestemt rute fra havn A til havn B
- Detaljert statistisk informasjon om: *Posisjon, Retning, Fart*
- Består av tusenvis av gravity vectors
- Forteller oss *hvordan* vi kan forvente at skip beveger seg langs kysten
- Høy presisjon og svært lite støy

Gravity Vectors



Feature	Value
NormalPointG	
id	6991012
> (Derived)	
> (Actions)	
id	6991012
fromlocationid	2328028
tolocationid	2328078
clusterindex	508
gridid	10
latitude	59,7368056603774
longitude	5,3789920754717
speedoverground	11,0547169811321
courseoverground	328,264227903139
distancemedian	138,270833220723
maxdistanceleft	100,22
maxdistanceright	105,13
distancestddevleft	31,56
distancestddevright	28,43
maxlesserspeeddiff	2,35
maxgreaterpeeddiff	4,85
lesserspeedstddev	0,6967
greaterpeedstddev	2,0477
maxlessercoursediff	3,26
maxgreatercoursediff	1,54
lessercoursestddev	0,9011
greatercoursestddev	0,3686
datacount	53

Beregning av ankomsttid



Beregning av ankomsttid

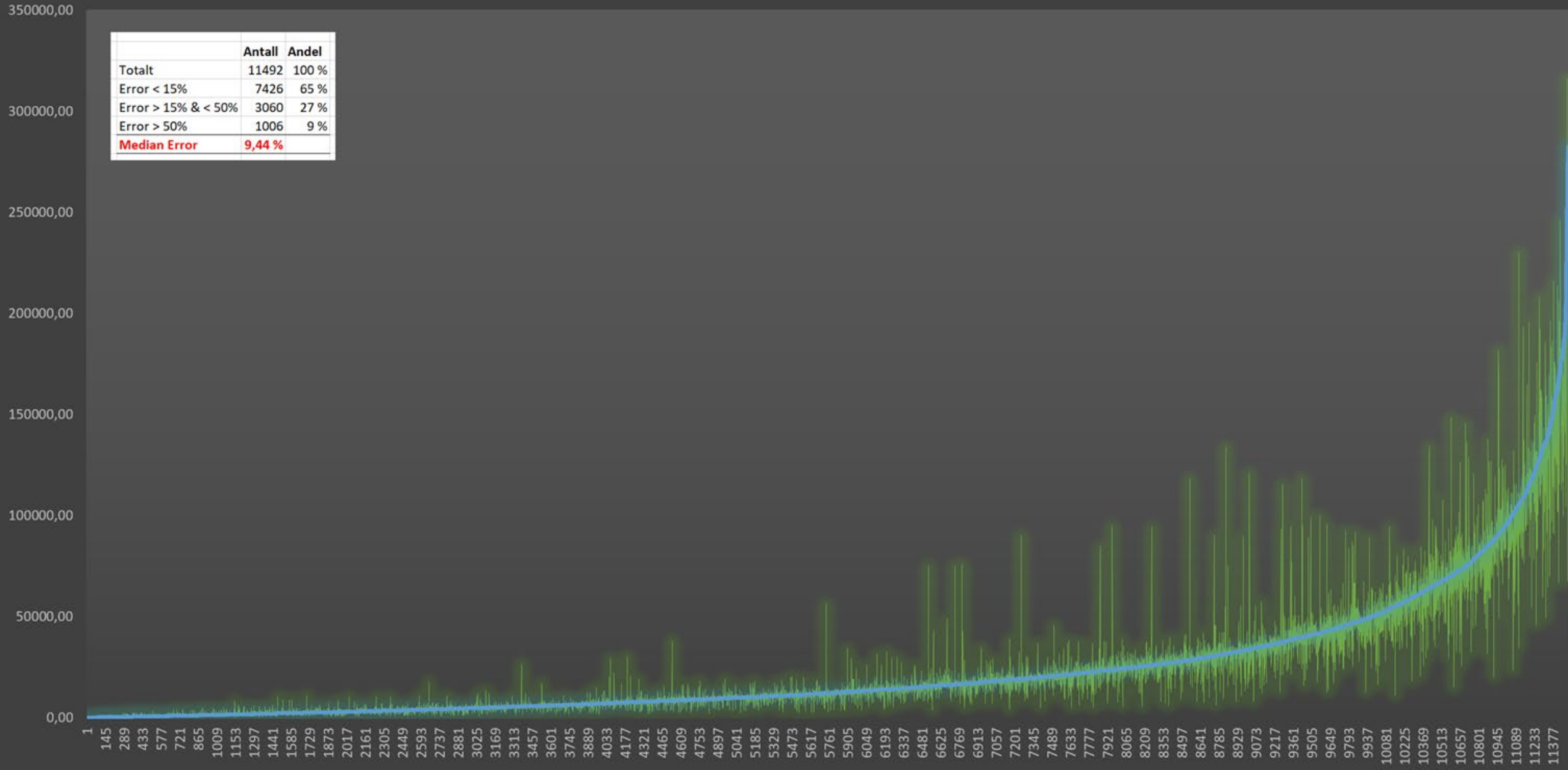
- *Gravity Vectors* er sekvensielle og kan betraktes som en *asyklisk graf*
- Dette gjør det mulig å identifisere forskjellige «forgreninger» innenfor en normalrute
- Kombineres med informasjon om ETA og hastighet på hver *gravity vector*
- Brukes til å beregne:
 - Ankomsttid
 - Raskeste rute
 - Korteste rute
- Kan kombineres videre med:
 - Farledsbevis Klasse 1 & 2
 - Last / Draught / Værforhold



Presisjon ved beregning av ankomsttid

ETA ATA

	Antall	Andel
Totalt	11492	100 %
Error < 15%	7426	65 %
Error > 15% & < 50%	3060	27 %
Error > 50%	1006	9 %
Median Error	9,44 %	



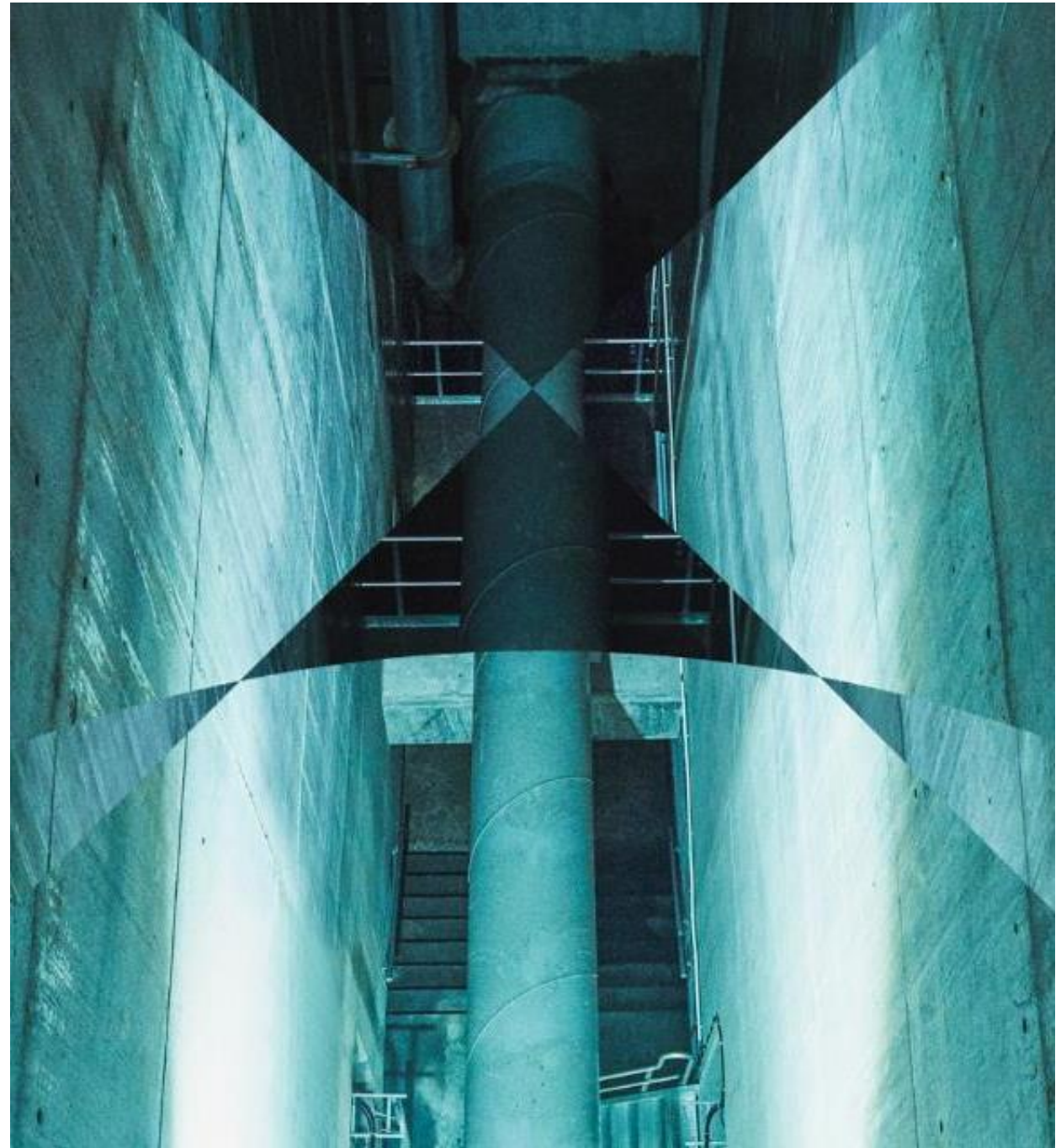
Presisjon ved beregning av ankomsttid, forts.

- ▶ Feilmarginen (standardavviket) er størst i begynnelsen av en seilas
- ▶ Feilmarginen reduseres raskt etter hvert som skipet beveger seg nærmere ankomsthavn
- ▶ Flere forgreninger betyr større feilmargin i starten av seilasen – men denne reduseres desto raskere når skipet har passert en forgrening

Varighet	Feilmargin (+/-)
4 døgn	9 timer
2 døgn	4.5 timer
12 timer	1.1 time
6 timer	0.5 time

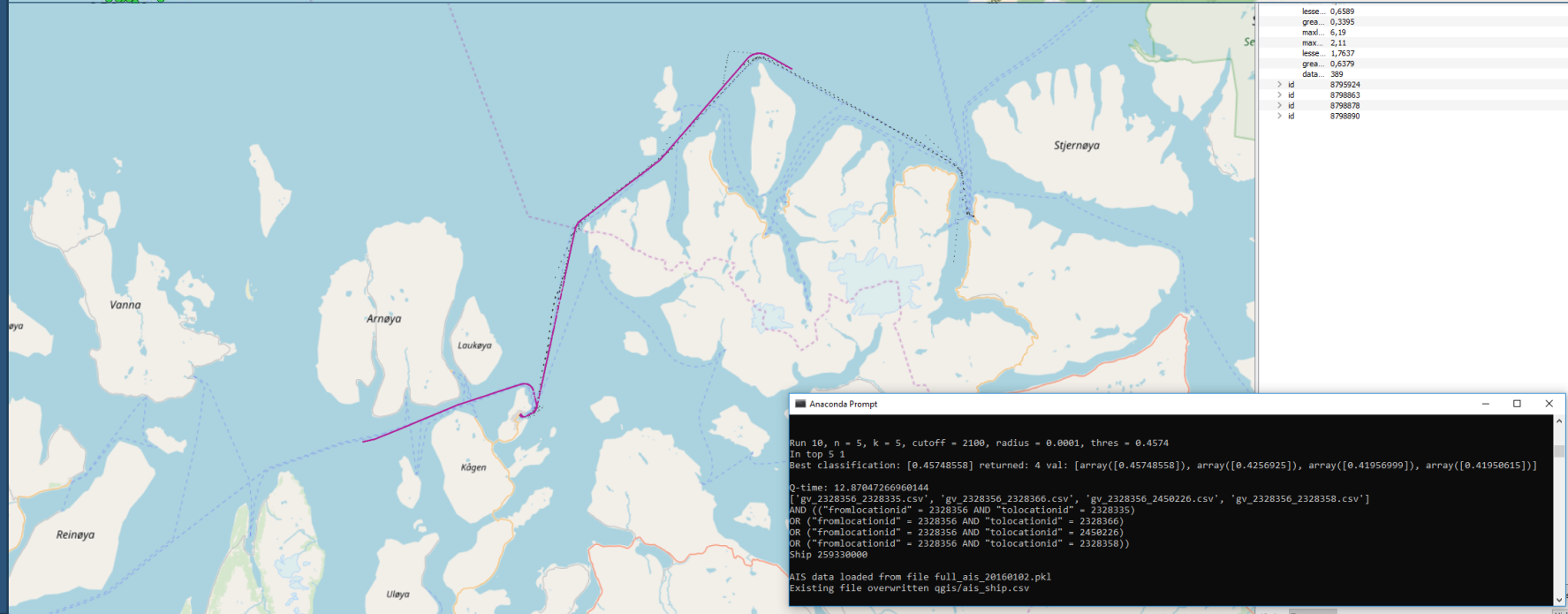
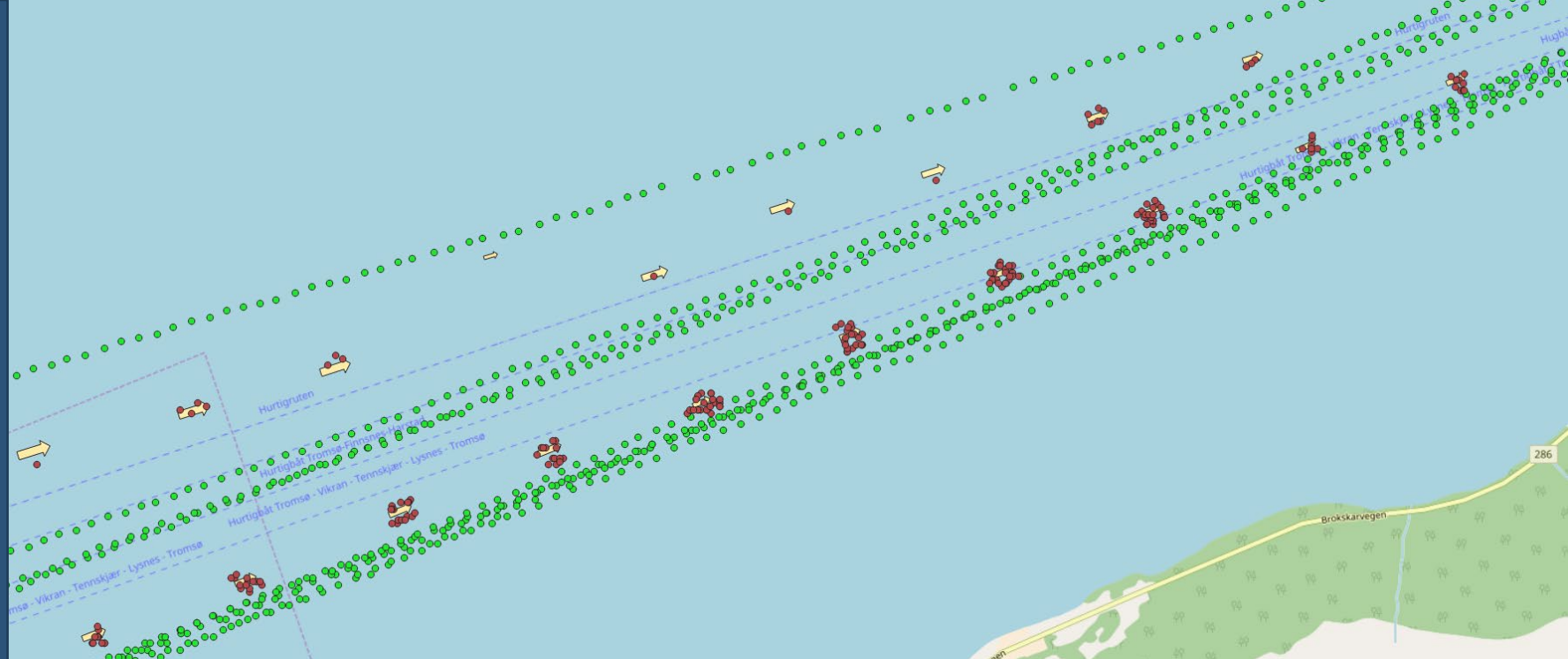


▶ Deteksjon av avvik



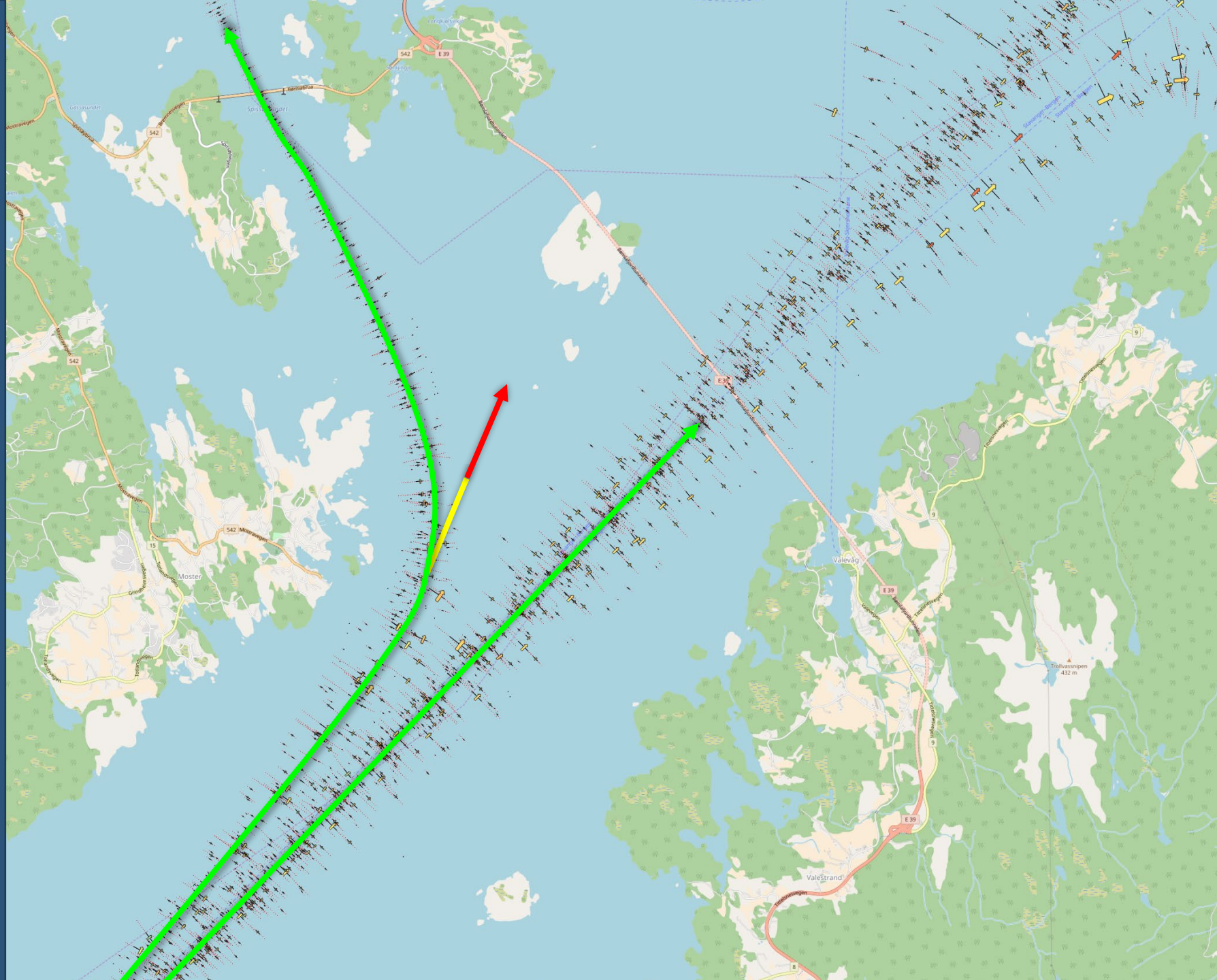
Klassifisering

- Kan identifisere hvilke normalruter et skip beveger seg langs
- Fungerer ved å:
 1. Hente N siste posisjoner for skipet
 2. Bruke geospøringer for å hente K nærmeste *gravity vectors* per posisjon (*blant 1.65 mill. gravity vectors*)
 3. Anvende KNN (*k-nearest neighbors*) med vekting av retning og fart
 4. Sorterer treff basert på posisjon, fart og retning



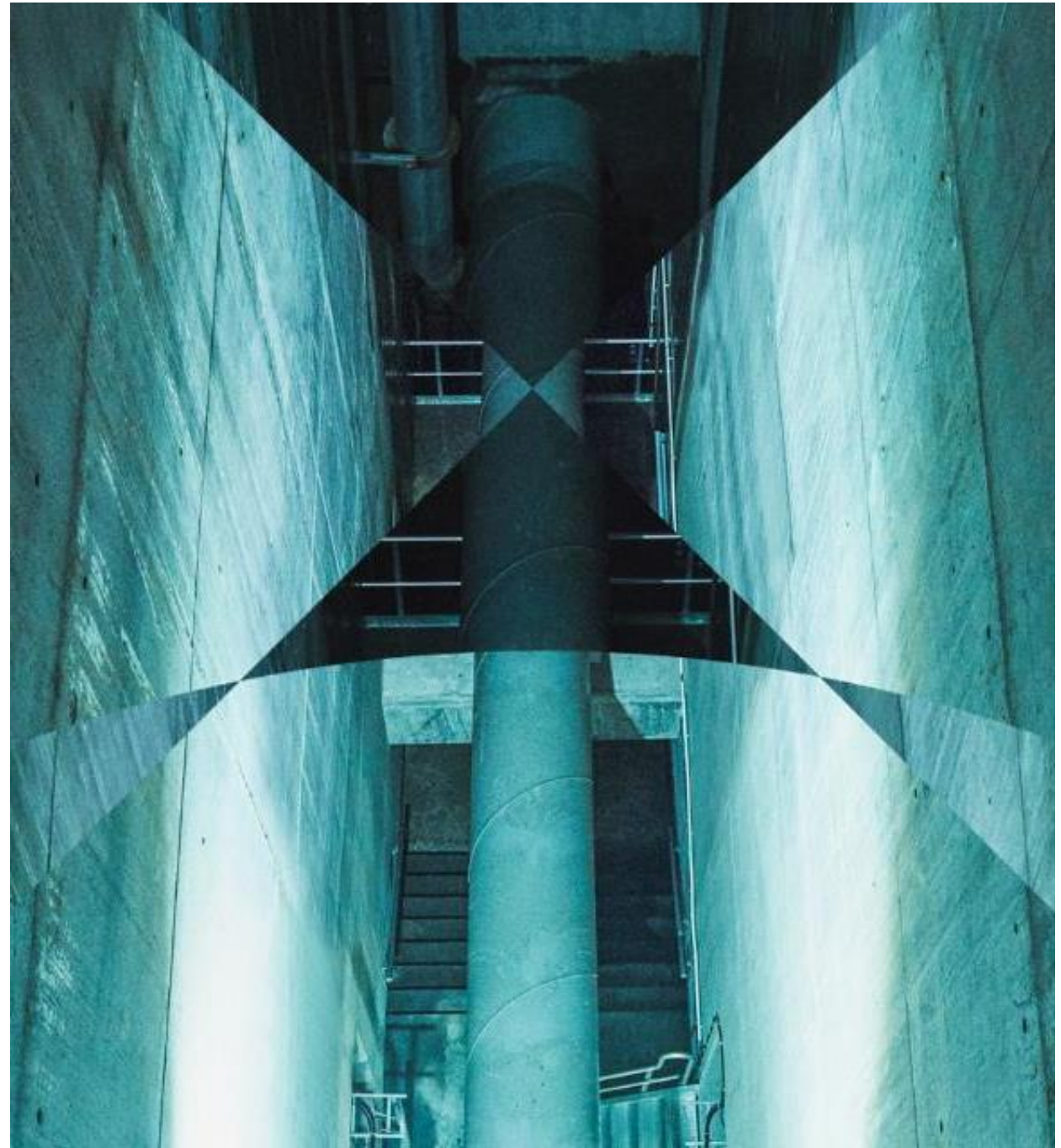
Avviksdeteksjon

1. AIS-meldinger klassifiseres til en normalrute
2. Påfølgende AIS-meldinger kontrolleres mot normalruten
3. Avvik fra normalruten resulterer i reklassifisering
4. Hvis ingen reklassifisering er mulig, flagges bevegelsen som et avvik



Norconsult 
Informasjonssystemer

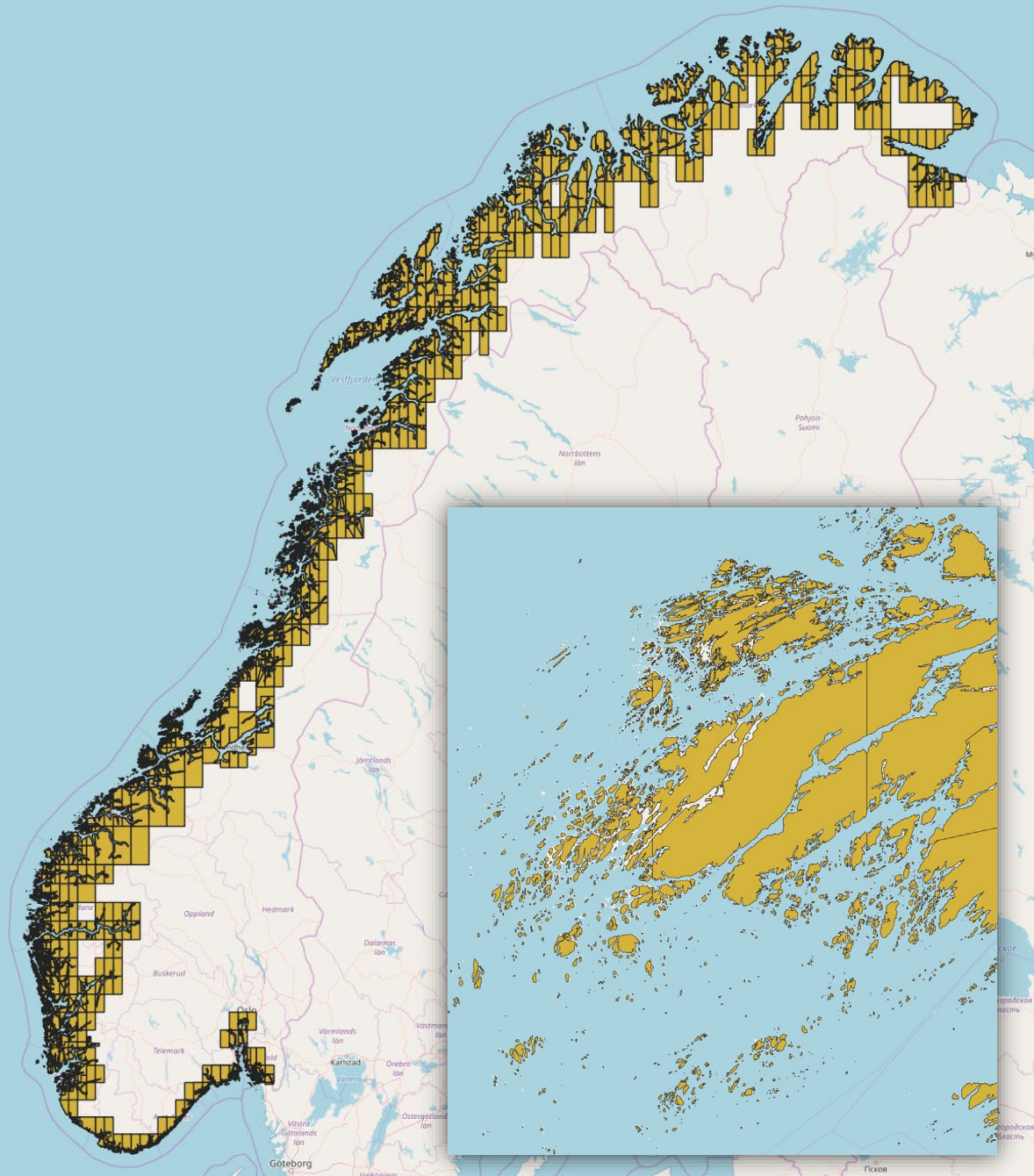
Prediksjon av grunnstøtinger



Prediksjon av grunnstøtinger

1. Et skip avviker fra normalruten
2. «Time to impact» regnes ut basert på posisjon, avstand til nærmeste «point of impact», og fart
3. Når TTI blir lav nok, trigges et varsel





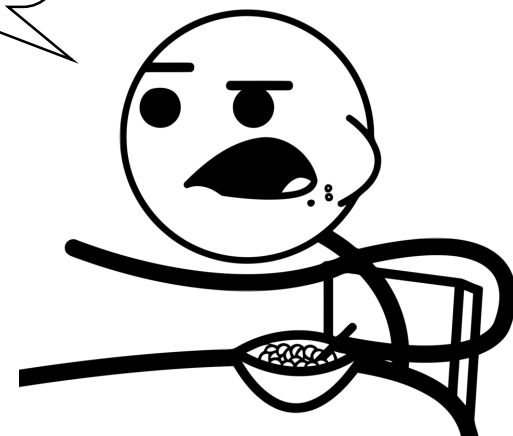
«Time to Impact»

- Benytter Kystkontur-datasettet fra data.norge.no (DIFI/Kartverket)
- Identifiserer land/skjær innenfor en sektor på 5° i fartsretningen til skipet
- Regner ut avstand til nærmeste mulige «point of impact» basert på nåværende posisjon
- Regner ut tid til treff basert på hastighet
- Aktiveres automatisk når et skip markeres som avvikende
- Gjøres i sanntid
- Alle hendelser logges



Så.. du mener at med maskinlæring så er det mulig å forutse grunnstøtinger før de inntreffer?

Ja!

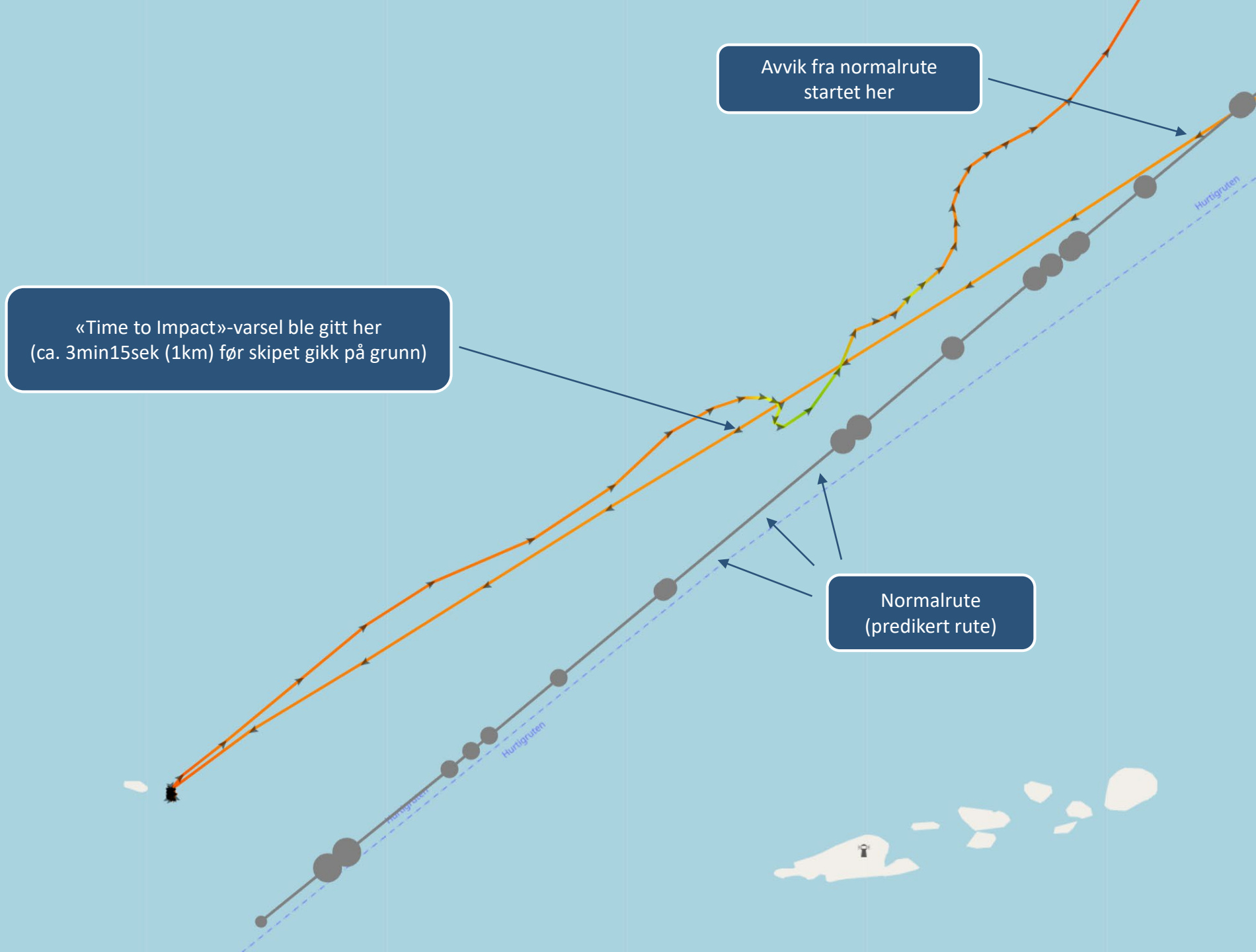




LYSBLINK SEAWAYS

Havbris

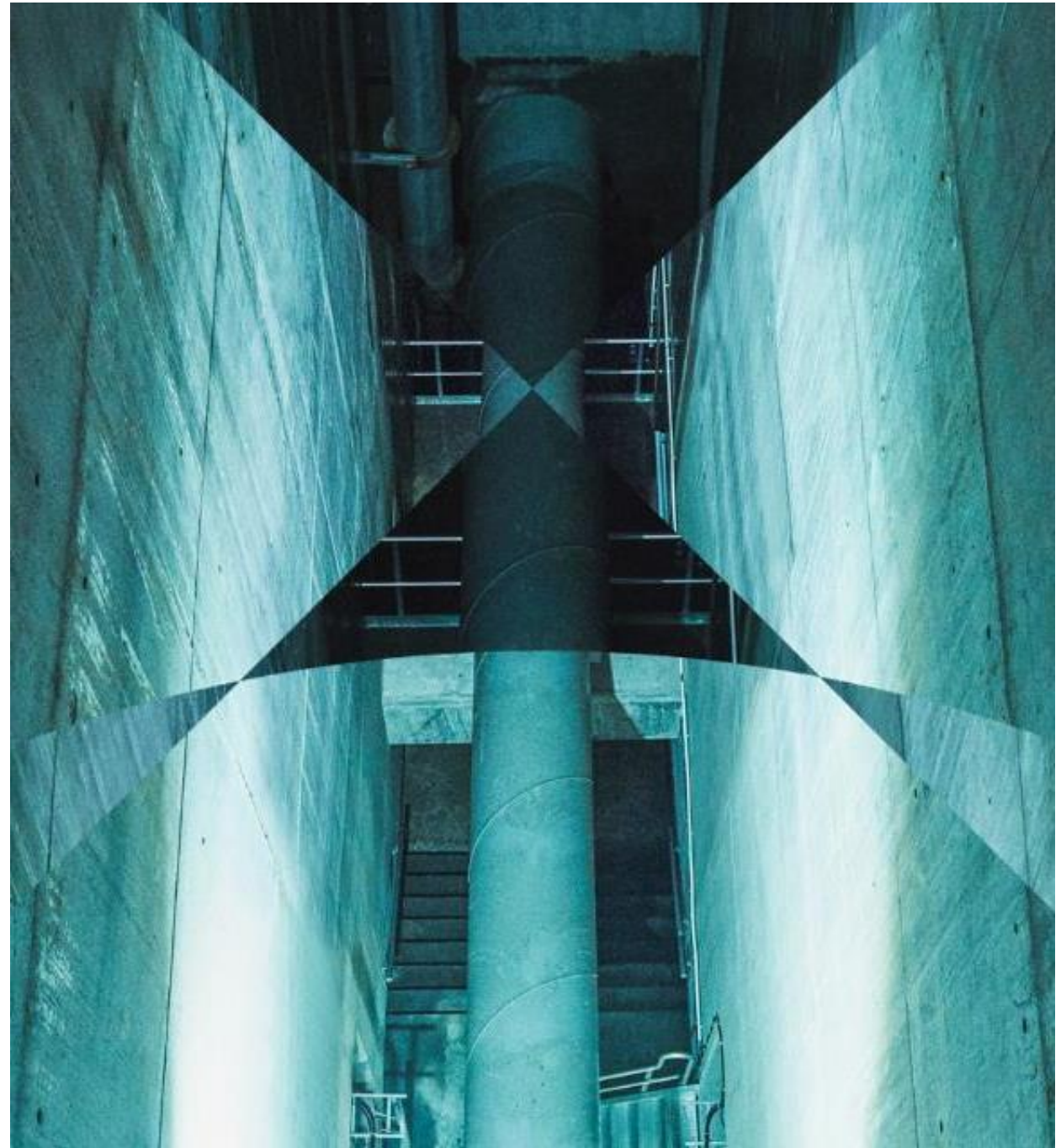
24. Jan 2018 06:34



Norconsult
Informasjonssystemer



Oppsummering



Kapabiliteter

Deteksjon av
Avvik

Prediksjon av
**Grunn-
støttinger**

Beregning av
Ankomsttid

Beregning av
Raskeste rute

Beregning av
Korteste rute

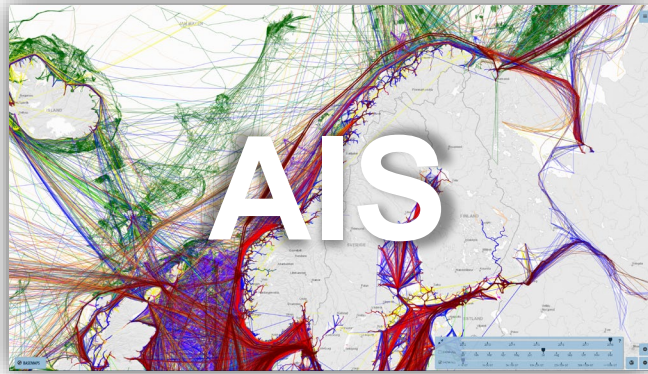
Presisjon
90.5%

Praktiske opplysninger

- ▶ Algoritmer og modeller utvikles av Norconsult Informasjonssystemer
 - ▶ Project MADART: Avvik & Grunnstøting
Marine Anomaly Detection with AIS in Real Time
 - ▶ Project METAPART: ETA og ruteberegninger
Marine ETA Prediction with AIS in Real Time
- ▶ Kommersielt tilgjengelig gjennom Shiplog AS
- ▶ Teknologien er tilgjengelig for forskning, testing og videre utvikling gjennom samarbeid
- ▶ Kontaktperson Norconsult: andreas.ravnestad@norconsult.com
- ▶ Kontaktperson Shiplog: vidar@shiplog.no



Hva må vi kunne i morgen?



Maskinlæring



Digitalisering



Norconsult
Informasjonssystemer

