

# AI-analyser av satellitbilder för att förutspå algblomning

Jenny Carlstedt, RISE Research Institutes of Sweden  
[jenny.carlstedt@ri.se](mailto:jenny.carlstedt@ri.se)

*Jesper Dejby, [Jesper.dejby@ri.se](mailto:Jesper.dejby@ri.se)*

*Tobias Edman, Smita Chakraborty, Bengt Karlson, Lars Arneborg,  
Leon Sütfeld, Martin Willbo*

Kartdagarna  
9 april 2025



## Övergripande mål

- Demonstrera kortsiktiga prognoser för cyanobakterieblomningar i Östersjön med hjälp av en ML/DL-baserad metod
- Utvärdera tillgängligheten av data i DestinE Data Lake för detta ändamål
- Kontrollera om DestinE-infrastrukturen är lämplig för detta ändamål
- Med syfte att förbättra systemet för övervakning av alger i Östersjön (Baltic Algae Watch-systemet)

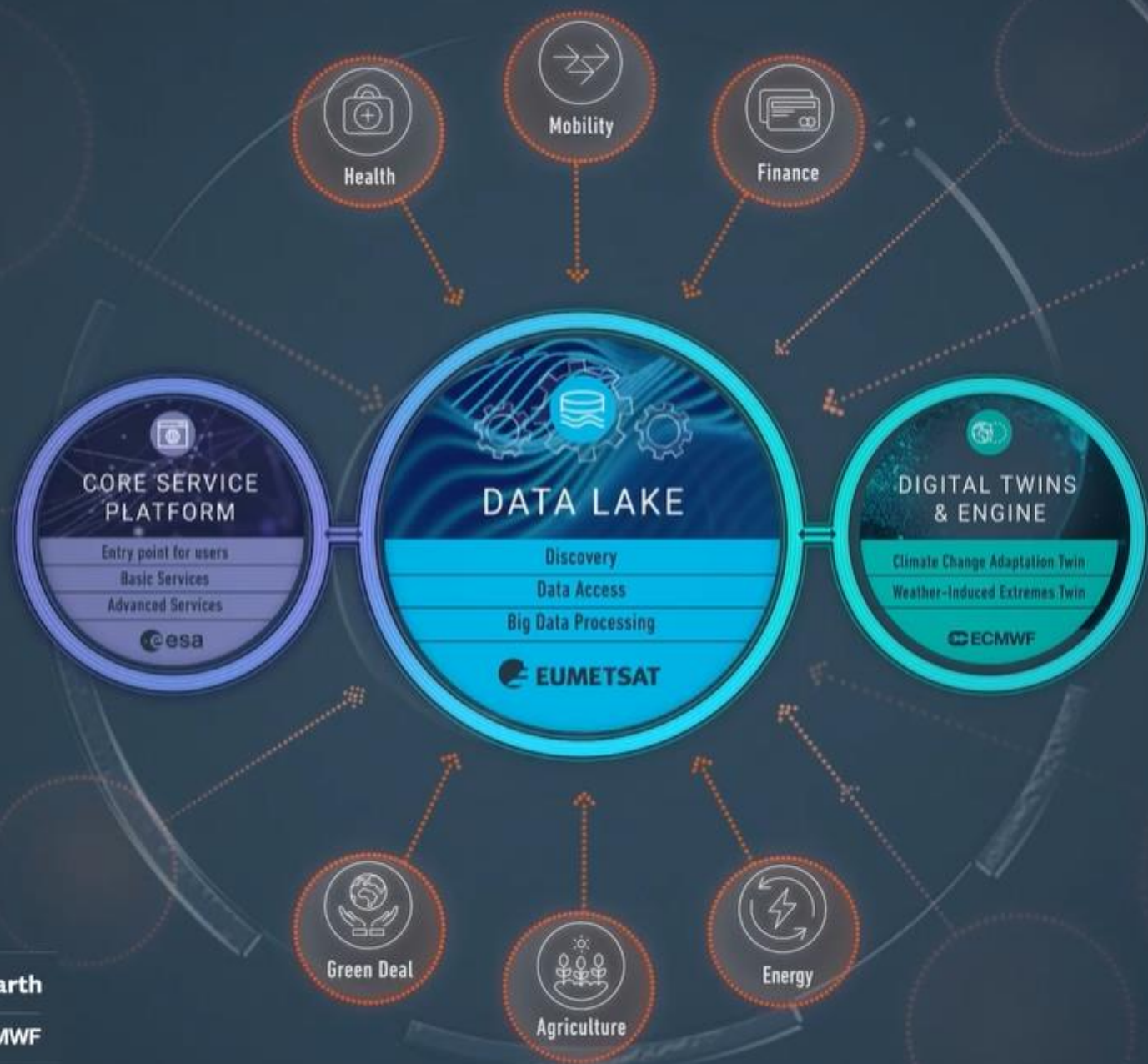


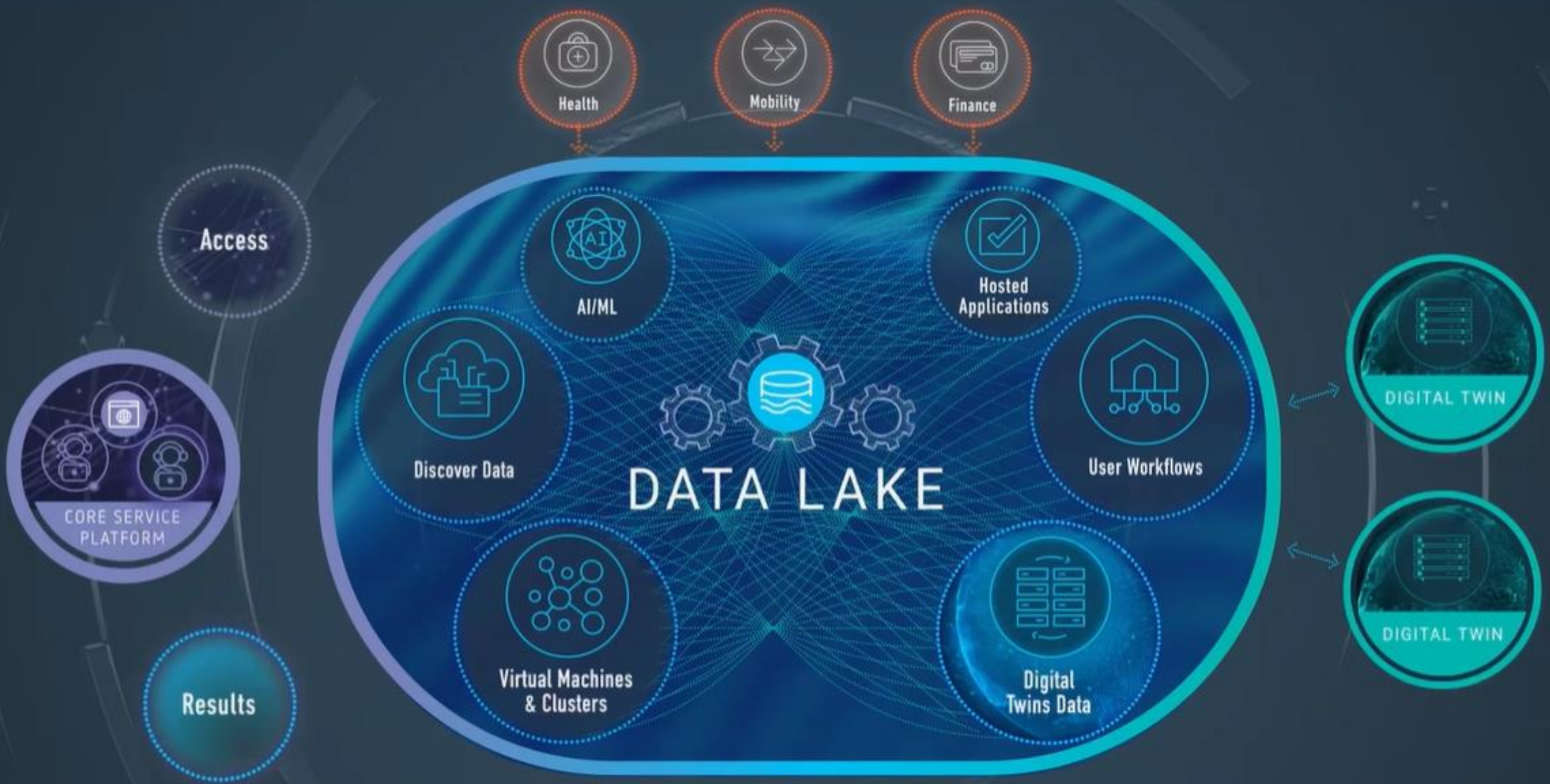
Foto: Kustbevakningen, Air Patrol

# Destination Earth

---

Destination Earth is an initiative of the European Commission aiming to develop a high precision digital model of the Earth to model, monitor and simulate natural phenomena and related human activities

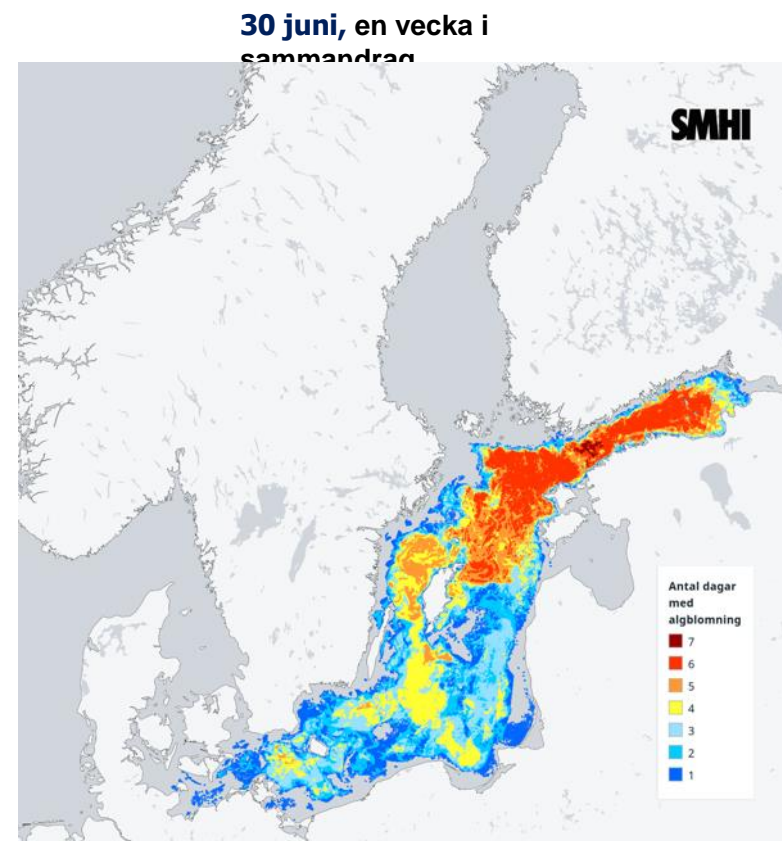






## Blomningar av cyanobakterier i Östersjön

- Cyanobakterie-blomningar i Östersjöns bräckta vatten är ett återkommande fenomen
- Cyanobakterierna är kvävefixerande
- En del av cyanobakterierna producerar cyanotoxiner som kan ansamlas i näringskedjorna
  - Människor kan påverkas indirekt eller direkt
  - Baltic Algae Watch-systemet har varit i drift sedan 2002



Övervakningssystem för alger i Östersjön\*

Data presenteras dagligen under sommaren  
<https://www.smhi.se/data/oceanografi/algsituationen>

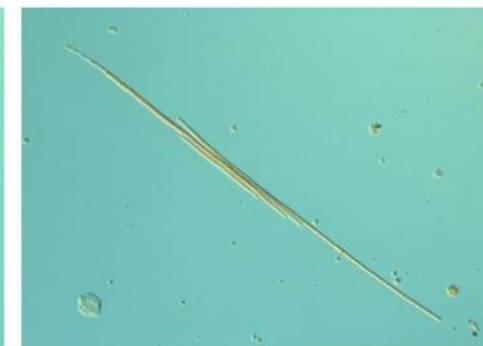
\*Öberg och Karlson, 2014, Öberg et al. 2022



## Mer om cyanobakterier

- Cyanobakterierna samlas nära havsytan under lugna förhållanden på sommaren
- De gynnas av höga temperaturer och hög ljusintensitet
- Cyanobakterier hamnar ibland på stränderna, vilket är ett problem för turismen
- Avsaltningsanläggningar kan också påverkas

Karlson et al. 2021

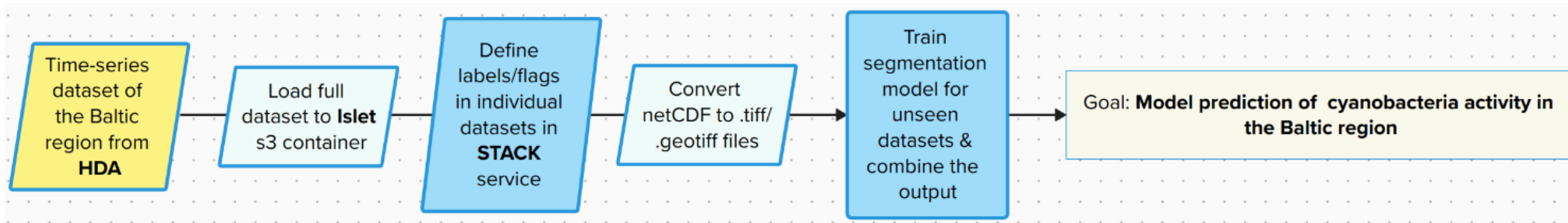


*Dolichospermum* sp., *Nodularia spumigena* och *Aphanizomenon flosaquae*



Ansamlingar av cyanobakterier i Egentliga Östersjön vid Norr Tyrislöt i St. Annas skärgård, foto Peter Weyderd, källa: Informationscentrum för Egentliga Östersjön

- Tidsseriedata, med markerade intresseområden (polygoner) och etiketter/flaggor (från *WQSF-filer* (*Water Quality and Science Flags*))
- **Uppgift: att förutsäga förekomsten av cyanobakterier för framtida tidsserier för det kombinerade datasetet**



- **Söka efter och ladda ned data från följande fysiska egenskaper:**
  - Havsytagens reflektion (kanaler med hög reflektans från cyanobakterier vid ytan)\*
  - Vindhastighet vid havsytan
  - Havsytagens temperatur
  - Strålning (fotosyntetiskt aktiv strålning)
  
- **Vi har bearbetat dessa data för att:**
  - Säkerställa täckning endast över Östersjö-området (definieras av en bounding box)
  - Säkerställa samma projektion
  - Säkerställa samma upplösning (resampling och regrid)
  - Sammanfoga data till en enda GeoTiff-fil med flera band som sedan kan användas av AI

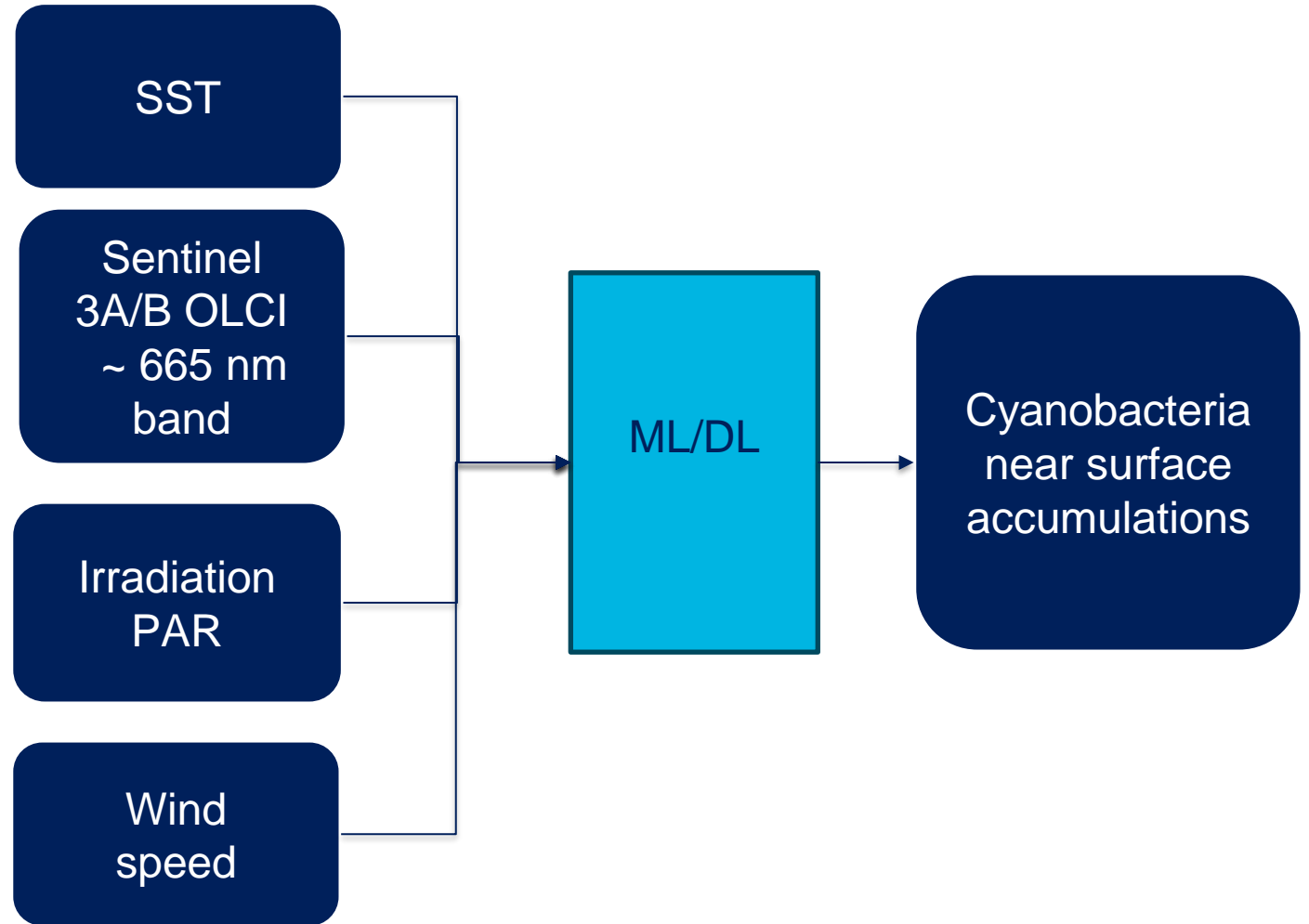
\*Kahru 1997, Kahru et al. 2007, 2014, Karlson et al. 2022



# DestinE Data Lake (DEDL) data som vi övervägde

Notes from meeting 4 June 2024

- Sentinel-3
  - OLCI Level 2 Ocean Colour Full Resolution
  - SLSTR Level 2 Sea Surface Temperature
- ODYSSEA Global Ocean
  - Sea Surface Temperature L3 Observations
- FAPAR
  - Fraction of Absorbed Photosynthetically Active Radiation
- Gridded products
  - Global Ocean Daily Gridded Sea Surface Winds from Scatterometer





# DEDL-tjänster som användes

Harmonised Data Access service (HDA)

ISLET-tjänst

S3-lagring

OpenStack

Kubernetes

STACK-tjänst

JupyterLab

DASK

HOOK-tjänst

Befintliga processorer (data-harvest, sen2cor, etc.)

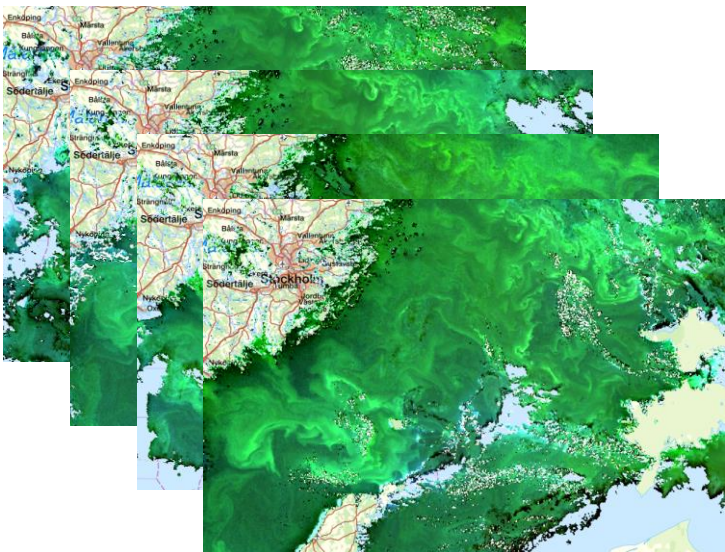
Arbetsflöden för användare

1. Oa08-kanalen indikerar ytansamlingar av cyanobakterier
2. Oa06-kanalen indikerar förekomst av cyanobakterier under ytan
  - a. Tröskelvärde:  $Oa08 = 0,0012 \times \pi$  (kanal för våglängd 665 nm)
  - b.  $Oa06 = 0,00435 \times \pi \times 0,9$  (kanal för våglängd 560 nm)
3. Vi tränade modellen på data som samlats in i juni 2019.
4. Vi har predikterat faktiska värden på algblomning
5. Tröskelvärdet användes för att bestämma om det predikterade värdet visar algblomning eller inte
6. Kvarstår – djupare utvärdering av resultat, uppskalning till fler månaders data

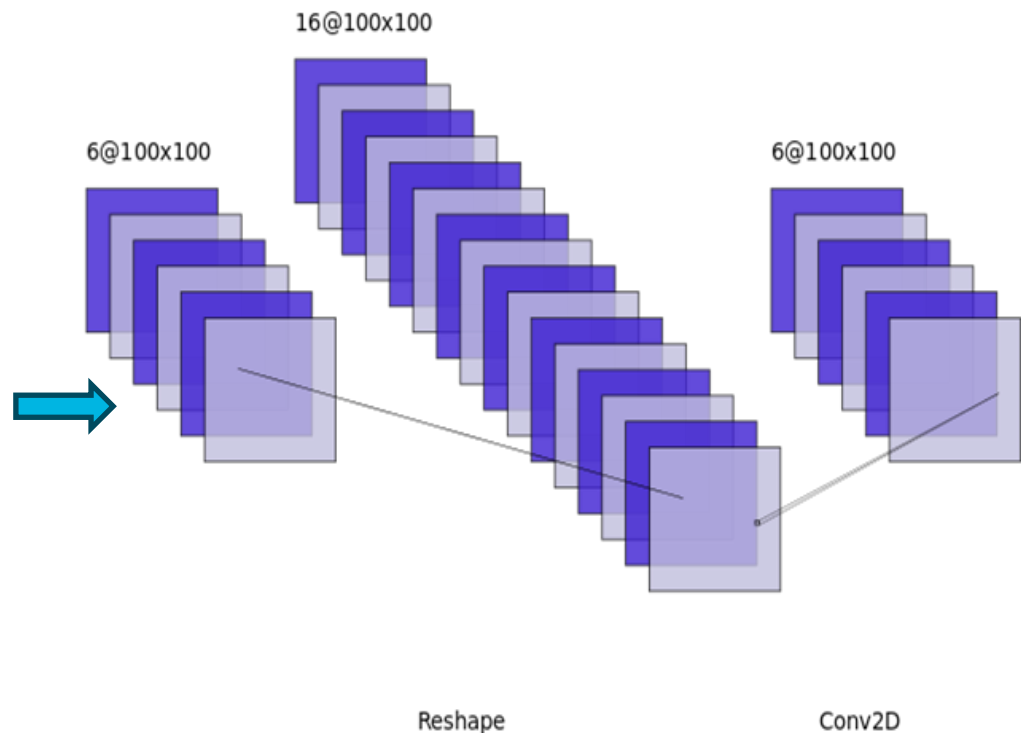
Ref: Bengt Karlson, Lars Arneborg, et al. A suggested climate service for cyanobacteria blooms in the Baltic Sea – Comparing three monitoring methods, Harmful Algae, Volume 118, 2022, 102291, <https://doi.org/10.1016/j.hal.2022.102291>.

# Deep learning model workflow

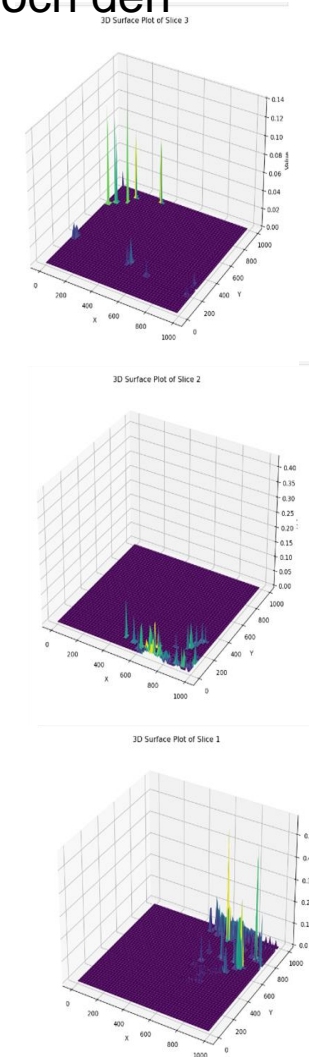
Samla in data  
(Sentinel 3)



Skapa CNN-lager:  
CNN = Convolutional Neural Network Baserat på datauppsättningar per dag



Prediktion:  
Baserat på CNN-lager och den tränade modellen



Modell för träning:  
Conv2d-modell för att lära sig att förutsäga den tredje dagen



- Det saknas standardiserade data för ML-bearbetning (endast rådata)
  - Förbearbetning och bearbetning från grunden krävdes för att bygga datasetet
  - Datasetet som skapades var inte tillräckligt stort för att träna djupare modeller, till exempel LSTM eller U-Net.
  - Användning av GIS-verktyg eller andra är inte en del av DEDL-biblioteket - kräver expertis inom GIS/satellitbildbehandling

- Baserat på lärdomarna från projektet vill vi fortsätta att arbeta med AI för att prognostisera algblomning i Östersjön, utvärdera och inkludera fler satellitbilder från olika källor.
- Vi ser ett stort värde i att förbättra prognosverktygen för algblomning - inte minst i en värld med allt snabbare klimatförändringar

## Tack!

Jenny Carlstedt, RISE  
[jenny.carlstedt@ri.se](mailto:jenny.carlstedt@ri.se)

Jesper Dejby, RISE  
[jesper.dejby@ri.se](mailto:jesper.dejby@ri.se)

Bengt Karlson  
Oceanografisk forskning  
SMHI  
[bengt.karlson@smhi.se](mailto:bengt.karlson@smhi.se)

 RISE  
SMHI