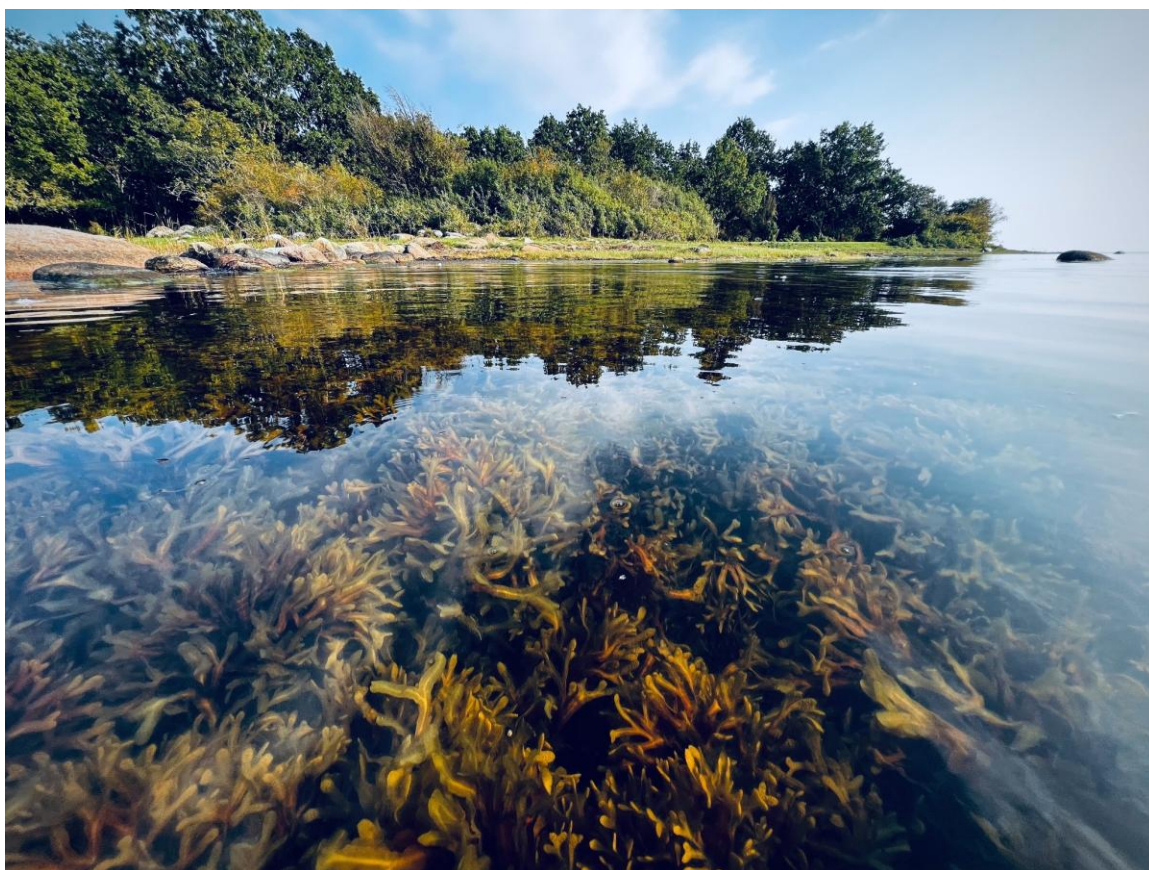




# FYSISK PÅVERKAN I SVENSKA KUSTVATTEN



Kartläggning och analys samt regional och nationell statistik för perioden 2017-2022



Rekommenderat format vid citering:

Häljestig S, Nazerian S, Vidisson B, Klein J, Adolfsson C, Eriksson T, Lindevall E. Fysisk påverkan i svenska kustvatten – Kartläggning och analys samt regional och nationell statistik för perioden 2017-2022. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2025:15, 59 sidor (exklusive bilagor).

Projektledare: Ingemar Andersson och Erland Lettevall, Havs- och vattenmyndigheten.

Nyckelord: fysisk påverkan, fysisk planering, bottenstörning, bottenskador, art- och habitatdirektivet, havsmiljödirektivet, vattendirektivet, hydromorfologisk status, kustzonsplanering, påverkansfaktorer, exploatering, uppföljning, kartläggning, grundområden, strandzon, kustzonsplanering, kustmiljö.

# FYSISK PÅVERKAN I SVENSKA KUSTVATTEN

Kartläggning och analys samt regional och nationell statistik för perioden 2017-2022

Metria AB

Sofie Häljestig, Simon Nazerian, Benedikt Vidisson, Josefin Klein, Caisa Adolfsson, Therese Eriksson, Elsa Lindevall

Rapporten har tagits fram på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten. Rapportförfattarna ansvarar för innehållet och slutsatserna i rapporten. Rapportens innehåll innebär inte något ställningstagande från Havs- och vattenmyndighetens sida.

© HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN | Datum: 2025-09-08

ISBN: 978-91-89982-09-3. Omslagsfoto: Rita B Jönsson. Bilden visar en orörd strandmiljö vid Kalmar län kust, med en välutvecklad tångskog under ytan.

Havs- och vattenmyndigheten | Box 11 930 | 404 39 Göteborg | [www.havochvatten.se](http://www.havochvatten.se)



## Förord

Grunda havsområden är viktiga för biologisk mångfald och grunden för många ekosystemtjänster. I en mycket smal zon närmast kusten ska fiskyngel och vadarfåglar samsas med industrihamnar, bryggor och en semesterfirande befolkning, i en naturmiljö där havsbottenarnas karaktär och sammansättning skapar förutsättning för olika typer av biotoper som sjögräsängar, blåstångsklippor och långgrunda sandbottenar. Dessa förutsättningar utgör grunden för en livskraftig blå ekonomi med riklig förekomst av exempelvis fisk, men även rena och vackra miljöer som tillgodoser flera ekosystemtjänster.

Karteringen av fysisk påverkan som presenteras i denna rapport bidrar till kunskap om nuläget och ger förutsättningar för effektiva åtgärder för att minska påverkan och belastning på kust- och havsmiljön och en ekosystembaserad förvaltning. En sådan ekosystembaserad förvaltning präglas av helhetssyn och balans mellan bevarande och nyttjande vilket skapar förutsättningar för att kunna nå Sveriges miljö kvalitetsmål, särskilt hav samt i balans samt levande kust och skärgård. Kunskapen från denna rapport förväntas vidare vara ett stöd i genomförandet av Sveriges arbete med flera EU-direktiv och förordningar, inte minst Vattendirektivet och Havsmiljödirektivet samt förordningen om restaurering och återställning av natur.

Denna rapport ingår i det nationella övervakningsprogrammet för fysisk påverkan. Programmet genomförde en första nationellt heltäckande kartering 2017, se HaV rapport 2020:12. I föreliggande rapport redovisas resultaten från det första omtaget av övervakningsprogrammet, som utfördes 2023 för perioden 2017-2022.

Rapporten utgör även ett led i åtgärdsprogrammet för havsmiljödirektivet där en av åtgärderna är att ta fram en "samordnad strategi mot fysisk påverkan och för biologisk återställning", Havs- och vattenmyndigheten 2015, 2021).

Målgrupper för rapporten är framför allt miljöhandläggare och förvaltare samt de som arbetar med fysisk planering av marina kustmiljöer på nationella myndigheter, länsstyrelser och kommuner. En särskilt viktig grupp är miljödomstolar och deras tekniska råd, liksom beslutsfattare på kommunal och regional nivå.

Rapporten har tagits fram av Metria på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten. Projektledare har för Havs- och vattenmyndigheten varit Ingemar Andersson och Erland Lettevall.

Göteborg september 2025,

Johan Kling och

Thomas Klein

Chef för avdelningen för vattenresursförvaltning

Chef för avdelningen för miljöanalys

## Sammanfattning

Detta är ett uppdrag inom projektet Fysisk påverkan i svenska kustvatten 2023 och utgör en första uppföljning av Havs- och vattenmyndighetens grundprojekt Fysisk påverkan i svenska kustvatten 2017–2018 (FP2017). Resultaten från dessa projekt används för Sveriges rapporteringar till EU-kommissionen inom respektive sexåriga förvaltningscykler.

Utifrån den första kartläggningen inom projektet Fysisk påverkan i svenska kustvatten 2017–2018 (Törnkvist m.fl. 2020a) behöver en uppdatering av nuläget och jämförelse av tidigare "historiska" underlag genomföras.

Syftet med uppdraget är att följa upp och kartlägga fysisk påverkan av bottenstörande objekt och verksamheter i svenska kustområden. Övervakning av fysisk påverkan utgörs av upprepade fjärranalyser och modellering av miljödata under en rapporteringscykel, för att identifiera förändringar under en sexårsperiod.

Resultaten ska utgöra ett uppdaterat nationellt underlag över fysisk påverkan på kustnära bottenmiljöer orsakad av mänsklig aktivitet, i form av fysiska objekt och verksamheter som exempelvis muddringar, sjöfart och fiske. Resultaten är generiska och kan användas för flera ändamål.

Uppdraget är indelat i fem huvuddelar som utgörs av kartering av kustobjekt via ortofoton, preparering av insamlade geodata från externa källor, modellering av bottenstörningar, modellering av påverkanszoner, samt produktion av statistik. Uppdraget följer den metodik som användes i arbetet med Fysisk påverkan i svenska kustvatten 2017–2018 (FP2017). Justeringar av metodiken för modellering av bottenstörningar och modellering av påverkanstryck har genomförts under arbetet med detta uppdrag.

För att kartera kustobjekt har inventeringsrutor som täcker in alla tidigare karterade kustobjekt från FP2017 använts för att på ett metodiskt sätt inventera hela kustlinjen för att upptäcka och kartlägga förändringar. Nya inventeringsrutor har lagts till i de fall som nya objekt har tillkommit utanför inventeringsrutorna. Modellering av bottenstörningar har genomförts för ankringar, erosionsrisk, muddringar och dumpningar. Påverkanstryck har modellerats i tre kategorier: hydrografisk påverkan, morfologisk påverkan och påverkan på konnektivitet. Inom de olika kategorierna har ett riskvärde för påverkan räknats ut i skalan 0–5. Riskvärde 6 som motsvarar permanenta förluster tas fram i senare steg utanför detta projekt.

För att säkerställa att karteringen av kustobjekt genomförts på ett enhetligt sätt har regelbundna kalibreringsmöten hållits under projektets gång. Nya typer av objekt som inte karterats tidigare har upptäckts under karteringen vilket medfört att specifikationer har uppdaterats för att inkludera beskrivningar av dessa objekt. Sedan 2019 har de ortofoton som använts inom projektet högre upplösning än de ortofoton som var tillgängliga under FP2017 varpå vissa korrigeringar har gjorts av tidigare tolkade objekt.

För preparering av insamlade geodata har förändringar i Lantmäteriets datakällor medfört att vissa indataskikt hämtats från andra databaser än tidigare.

Modelleringen av bottenstörningar har visat liknande mönster som de analyser som genomfördes i FP2017. Viss minskning i risk från fartygstrafik och ankringar observerades, vilket beror på att datakällorna inte var de samma som 2017. För modelleringar av påverkanstryck är rekommendationen att använda samma datakälla konsekvent med tidigare modelleringar. Modellering av påverkan genomfördes med samma modeller som 2017 men med några skillnader i resultat på grund av indata skillnad i flera delar. Dessutom delades körningen av dessa modeller upp mellan Metria och SGU eftersom vissa data krävde en godkänd operatör i säkerhetssammanhang. För effektivitet i körning och för att minimera risk för fel i påverkansanalyser rekommenderas att samma operatör kör alla påverkansmodeller.

Statistiska underlag har producerats utifrån resultaten från uppdragets olika moment. Dessa innefattar diagram, kartor och tabeller över antal samt areal kartlagda kustobjekt, påverkanszoner, fragmentering av strandlinjen och orörd areal av strandlinje, indelat per prioriterade områden, län och kommun.

Sedan projektets färdigställande har uppdateringar gjorts avseende namn- och attributsättning så att samtliga leveransfiler från FP2017 och FP2023 har enhetliga filnamn och en gemensam struktur för attributsättning. Denna rapport är uppdaterad för att ta hänsyn till de nya filnamnen.

## Summary

This is a task within the project Physical Impact in Swedish Coastal Waters 2023 and constitutes an initial follow-up to the Swedish Agency for Marine and Water Management's basic project Physical Impact in Swedish Coastal Waters 2017–2018 (FP2017). The results from these projects are used for Sweden's reports to the European Commission within the respective six-year management cycles.

Based on the initial survey within the project Physical Impact on Swedish Coastal Waters 2017–2018 (Törnkvist et al. 2020a), an update of the current situation and a comparison with previous 'historical' data needs to be carried out.

The purpose of the assignment is to follow up and survey the physical impact of bottom-disturbing objects and activities in Swedish coastal areas. Monitoring of physical impact consists of repeated remote analyses and modelling of environmental data during a reporting cycle to identify changes over a six-year period.

The results will provide updated national data on the physical impact on coastal seabed environments caused by human activity, in the form of physical objects and activities such as dredging, shipping and fishing. The results are generic and can be used for several purposes.

The assignment is divided into five main parts consisting of mapping coastal objects using orthophotos, preparing geodata collected from external sources, modelling bottom disturbances, modelling impact zones, and producing statistics. The assignment follows the methodology used in the work on Physical Impacts in Swedish Coastal Waters 2017–2018 (FP2017). Adjustments to the methodology for modelling bottom disturbances and modelling impact pressure have been made during the work on this assignment.

In order to map coastal objects, inventory squares covering all previously mapped coastal objects from FP2017 have been used to methodically inventory the entire coastline in order to detect and map changes. New inventory squares have been added in cases where new objects have been added outside the inventory squares. Modelling of bottom disturbances has been carried out for anchoring, erosion risk, dredging and dumping. Impact pressure has been modelled in three categories: hydrographic impact, morphological impact and impact on connectivity. Within the different categories, a risk value for impact has been calculated on a scale of 0–5. Risk value 6, which corresponds to permanent losses, will be developed in later stages outside this project.

To ensure that the mapping of coastal objects was carried out in a uniform manner, regular calibration meetings were held during the course of the project. New types of objects that had not been mapped previously were discovered during the mapping process, which meant that specifications had to be updated to include descriptions of these objects. Since 2019, the orthophotos used in the project have had a higher resolution than those available during FP2017, which has led to certain corrections being made to previously interpreted objects.

For the preparation of collected geodata, changes in the Swedish Mapping Authority's data sources have meant that certain input layers have been retrieved from databases other than previously.



The modelling of bottom disturbances has shown similar patterns to the analyses carried out in FP2017. A slight reduction in risk from ship traffic and anchoring was observed, which is due to the data sources not being the same as in 2017. For modelling impact pressure, the recommendation is to use the same data source consistently with previous modelling. Impact modelling was carried out using the same models as in 2017, but with some differences in results due to differences in input data in several areas. In addition, the running of these models was divided between Metria and SGU, as certain data required an approved operator for security reasons. For efficiency in running the models and to minimise the risk of errors in impact analyses, it is recommended that the same operator run all impact models.

Statistical data has been produced based on the results of the various stages of the project. This includes diagrams, maps and tables showing the number and area of mapped coastal objects, impact zones, fragmentation of the shoreline and untouched areas of the shoreline, divided by priority areas, counties and municipalities.

Since the completion of the project, updates have been made to names and attributes so that all delivery files from FP2017 and FP2023 have uniform file names and a common structure for attributes. This report has been updated to take into account the new file names.

# Innehåll

|       |                                                                                       |    |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Bakgrund och syfte .....                                                              | 12 |
| 2     | Avgränsning .....                                                                     | 13 |
| 2.1   | Undersökningsområde.....                                                              | 13 |
| 2.2   | Avgränsning i tid .....                                                               | 14 |
| 3     | Indata .....                                                                          | 15 |
| 3.1   | Digitalisering av kustobjekt .....                                                    | 15 |
| 3.1.1 | Stöddata .....                                                                        | 15 |
| 3.1.2 | Kustobjekt.....                                                                       | 15 |
| 3.2   | Preparering av insamlade geodata .....                                                | 15 |
| 3.3   | Modellering av bottenstörningar .....                                                 | 15 |
| 3.4   | Modellering av påverkanstryck.....                                                    | 15 |
| 3.5   | Statistik .....                                                                       | 16 |
| 4     | Metod .....                                                                           | 17 |
| 4.1   | Digitalisering av kustobjekt .....                                                    | 17 |
| 4.1.1 | Tolkning av muddringar och dumpningsplatser .....                                     | 17 |
| 4.2   | Preparering av insamlade geodata .....                                                | 18 |
| 4.3   | Preparering av AIS-data .....                                                         | 18 |
| 4.3.1 | AIS-Data från HELCOM .....                                                            | 18 |
| 4.3.2 | Jämförelse mellan AIS-data från HELCOM och 2017 .....                                 | 21 |
| 4.3.3 | Komplettering av AIS-data från Sjöfartsverket.....                                    | 23 |
| 4.4   | Modellering av bottenstörningar .....                                                 | 27 |
| 4.4.1 | Detaljerad genomgång av muddringar, erosion och ankringsplatser utifrån AIS-data..... | 28 |
| 4.5   | Modellering av påverkan .....                                                         | 32 |
| 4.5.1 | Generell översikt över processen för att modellera påverkanszoner .....               | 32 |
| 4.5.2 | Detaljerad beskrivning av de modeller som ingår i modelleringen av påverkan .....     | 33 |
| 4.6   | Validering och attributsättning .....                                                 | 37 |
| 4.7   | Statistik .....                                                                       | 38 |
| 4.7.1 | Bearbetning av kustvattentyp.....                                                     | 38 |
| 4.7.2 | Rättning av abiotiska habitat .....                                                   | 39 |
| 5     | Resultat .....                                                                        | 40 |
| 5.1   | Digitalisering av kustobjekt .....                                                    | 40 |
| 5.1.1 | Kalibrering .....                                                                     | 40 |

|       |                                                                                                              |    |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.1.2 | Status digitalisering .....                                                                                  | 41 |
| 5.2   | Preparering av insamlade geodata .....                                                                       | 43 |
| 5.3   | Modellering av bottenstörningar .....                                                                        | 44 |
| 5.4   | Modellering av påverkanstryck .....                                                                          | 44 |
| 5.5   | Statistik .....                                                                                              | 45 |
| 6     | Vidare förbättringsmöjligheter .....                                                                         | 46 |
| 7     | Slutsatser .....                                                                                             | 47 |
| 8     | Projektgrupp .....                                                                                           | 49 |
| 9     | Referenser .....                                                                                             | 50 |
|       | Bilaga A – Stöddata och underlag för digitalisering och modellering av kustobjekt .....                      | 51 |
|       | Bilaga B – Detaljerad metod för moment 1 & 2 .....                                                           | 54 |
|       | Bilaga C – Resultat från kalibreringsövning med tolkare som arbetat med att digitalisera<br>kustobjekt ..... | 55 |
|       | Bilaga D – Regional och nationell statistik .....                                                            | 58 |

# 1 Bakgrund och syfte

Detta är ett uppdrag inom projektet Fysisk påverkan i svenska kustvatten 2023. Uppdraget utgör en första uppföljning, som en del av fortsatt miljöövervakning<sup>1</sup> sedan Havs- och vattenmyndighetens grundprojekt Fysisk påverkan i svenska kustvatten 2017–2018 (FP2017)<sup>2</sup>. Resultaten kommer att användas för Sveriges rapporteringar till EU-kommissionen inom respektive sexåriga förvaltningscykler enligt:

- vattenförvaltningsförordningens bedömning av hydromorfologisk påverkan 2024 (Vattenmyndigheterna)
- havsmiljöförordningens inledande bedömning av god miljöstatus för havsbottens integritet år 2024 (Havs- och vattenmyndigheten)
- art- och habitatdirektivets bedömning av gynnsam bevarandestatus för arter och naturahabitat (livsmiljöer) samt påverkan på skyddade områden år 2024 (Naturvårdsverket och Havs- och vattenmyndigheten).

Utifrån den första kartläggningen inom projektet Fysisk påverkan i svenska kustvatten 2017–2018 (Törnqvist m.fl. 2020a) behöver en uppdatering av nuläget och jämförelse av tidigare "historiska" underlag genomföras.

Syftet med uppdraget är att genomföra fortsatt övervakning av fysisk påverkan av bottenstörande objekt och verksamheter i svenska kustområden. Övervakning av fysisk påverkan utgörs av upprepade fjärranalyser och modellering av miljödata för att identifiera utveckling och förändring under ett sexårigt bedömningsintervall.

Målet med uppdraget är att producera ett förnyat nationellt heltäckande underlag över fysisk påverkan på kustnära bottenmiljöer, orsakad av mänsklig aktivitet, i form av fysiska objekt och verksamheter, som exempelvis muddringar, sjöfart och fiske som påverkar bottenmiljön. Resultaten är generiska och kan användas för flera ändamål.

Resultaten från uppdraget kommer i första hand att ingå i en samlad analys av fysisk påverkan. Denna utgör ett viktigt underlag i åtgärdsarbetet med flera EU-direktiv och de svenska miljömålen för att uppnå ekologiska mål om ekosystemen och en hållbar samhällsnytta såväl inom Sverige och EU, som Östersjön och Nordsjön. Dessutom kan det tjäna som ett viktigt underlag vid miljöutredningar, miljöprövningar och tillsyn enligt miljöbalken, fysisk planering av hav och kust, åtgärdsarbete, annan samhällsplanering och vetenskaplig forskning.

<sup>1</sup> [Fysisk påverkan - Miljöövervakning - Övervakning och uppföljning - Havs- och vattenmyndigheten \(havochvatten.se\)](https://havochvatten.se)

<sup>2</sup> [Kartläggning av fysisk påverkan av vattenmiljön - Havsmiljö och vattenmiljö - Miljöpåverkan - Havs- och vattenmyndigheten \(havochvatten.se\)](https://havochvatten.se)

## 2 Avgränsning

Undersökningsområdet innefattar hela Sveriges kust inom det som utgör svensk ekonomisk zon (EEZ). Endast marina miljöer ingår i övervakningen och avgränsningen inåt land görs enligt den senast gällande versionen av havsmasken från Nationella Marktäckedata (NMD). Avgränsningen mellan marint och limniska miljöer kan vara otydlig särskilt i områden där vattendrag mynnar ut i havet. Beslut om avgränsning har gjorts för varje enskilt sådant fall.

Analysen genomförs genom objektskartering via ortofoton, insamling av geodata från externa källor och inhämtning och analys av AIS-data. Resultaten ingår i en process för att ta fram bedömningsunderlag för EU-rapporteringar om fysisk påverkan på havsbotten.

Moment 1 – Insamling och strukturering av data och delrapportering innefattar följande delar:

- a) Redovisning av insamlade geodata från externa källor.
- b) Uppföljning av moment 1 och beskrivning av genomförande av moment 2.
- c) Påbörjan av kartering av påverkanstryck (moment 2a) och bearbetning av geodata för prioriterade så kallade indikatorområden (se **Figur 1** nedan)
  - 1) Stockholm
  - 2) Västkusten
  - 3) Luleå–Kalix
  - 4) Norra Uppsala och Gävleborg
  - 5) Blekinge
  - 6) Resterande kustlinje.
- d) Påbörjan av modellering av bottenstörningar (moment 2b).
- e) Delrapportering: planerad metodik, kvalitetsutvärdering och operatörskalibrering.

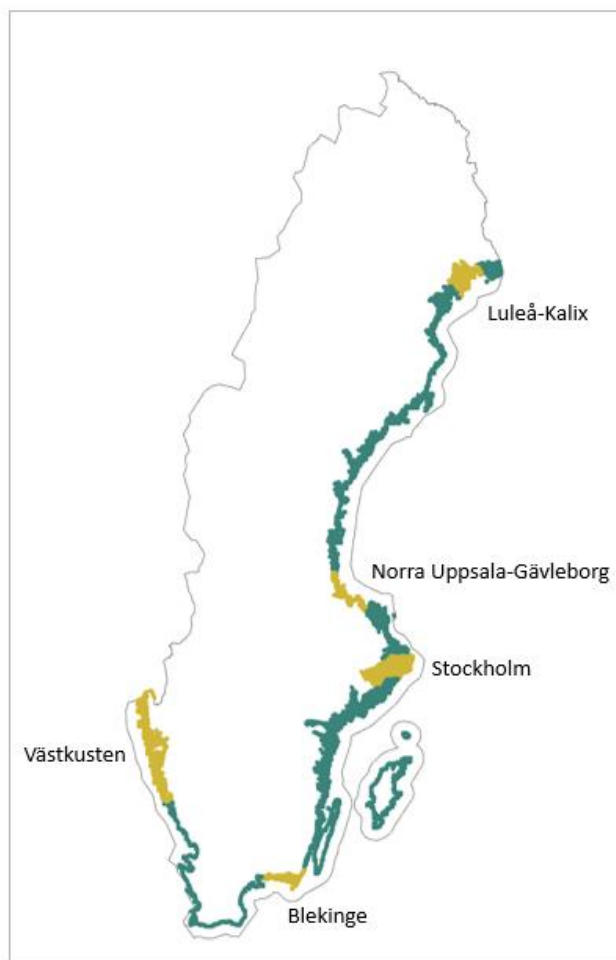
Beskrivning av arbetsflödet för moment 1 finns i bilaga B som tagits fram av Havs- och vattenmyndigheten.

Moment 2 (option 1) – kartläggning, analys och leverans av resultat av påverkanstryck avseende:

- a) Färdigställd digitalisering, insamling och bearbetning av geodata från register genom uppdatering från 2016.
- b) Påverkanstryck från bottenstörningar: Modellkörning med hjälp av färdiga skript (i programspråket Python och datakonverteringsverktyget FME) av AIS-data för ankring, muddring, dumpning och svall.
- c) Påverkanszoner – Körning av geografisk modell i FME från färdiga skript.
- d) Slutrapportering moment 1 och 2 med utförarseminarium.

### 2.1 Undersökningsområde

Analysen innefattar hela Sveriges marina kustlinje. För digitalisering av kustobjekt (se punkt c) i beskrivning av moment 1 i kapitel 2) genomförs arbetet enligt prioriterad ordning i Figur 1:



Figur 1. Figuren visar inventeringsområden för digitalisering av kustobjekt. Prioriterade så kallade indikatorområden (som karterats 1960, 1994, 2008 och 2016) markeras i gult med områdets namn.

## 2.2 Avgränsning i tid

Digitaliseringen som genomfördes 2017 baserades på ortofoton från åren 2015, 2016 och 2017. För digitalisering 2023 baseras tolkningen på senast förekommande ortofoton, antingen från år 2022 eller från 2021 beroende på tillgänglighet i landet.

För preparering av geodata (se punkt **a**) för beskrivning av moment 1 i kapitel 2) och Modellering av bottenstörningar (se punkt **d**) för beskrivning av moment 1 i kapitel 2) är senast förekommande data gällande.

## 3 Indata

Nedan presenteras de indata som nyttjas inom uppdraget.

### 3.1 Digitalisering av kustobjekt

#### 3.1.1 Stöddata

Geodata skapas genom att ortofoton tolkas manuellt och genom att observerade förändringar av kustobjekt digitaliseras. Utöver ortofoton används Nationella marktäckedata (NMD) klass *Hav* för avgränsning av vilka områden som innefattas i det marina vattenområdet. Muddringsdata används för tolkning av nya muddringar, denna data är en kombination av muddringsdata från AIS och kartering av muddring genom ortofoton och AIS från FP2017. Se **Tabell 1** i Bilaga A för en lista över de stöddata som används.

#### 3.1.2 Kustobjekt

Underlagsmaterial för att kartera nuläget på kustobjekt utgår från föregående kartläggning, redovisad i FP2017 i form av digitaliserade samt insamlade objekt. Inventeringsrutor om 500 x 500 m används för att strukturerat arbeta igenom kustlinjen.

Se **Tabell 2** i bilaga A för en lista över de olika typerna av objekt som karteras och definitioner som används i digitaliseringen. **Tabell 3** i bilaga A innehåller en lista med namnstruktur för karterade objekt i kategorin "Övrigt".

### 3.2 Preparering av insamlade geodata

Data som insamlas och prepareras listas i **Tabell 4** i Bilaga A. *Kablar\_pipelines\_area* från Sjöfartsverket som omnämns i tabellen förekom inte i uttaget som Metria tillhandahölls.

### 3.3 Modellering av bottenstörningar

Data som nyttjas för modellering av bottenstörningar presenteras i **Tabell 5** i Bilaga A.

### 3.4 Modellering av påverkanstryck

För att ta fram påverkanszoner används indata från följande moment i projektet:

- digitalisering av kustobjekt (se **4.1**)
- insamling av data från andra källor (se **4.2**)

- modellering av muddringar, dumpningar, ankringar och erosionsrisk från AIS-data (se 4.4).

Utöver dessa används även nedanstående indata:

- bottensubstrat
- djupzoner
- vågexponering
- småbåtshamnar
- invallade havsvikar

### 3.5 Statistik

För att ta fram statistik används indata från följande moment i projektet:

- digitalisering av kustobjekt (se 4.1)
- modellering av muddringar och dumpningar från AIS-data (se 4.4).

Utöver dessa används även nedanstående indata:

- djupzoner, 0–6 meter
- expanderade djupzoner, 0–6 meter (se 4.7)
- grunda exponeringsskyddade områden
- expanderade grunda exponeringsskyddade områden (se 4.7)
- kommun
- län
- kustvattentyper
- expanderade kustvattentyper (se 4.7)
- vattendistrikt
- marin strandlinje



## 4 Metod

Metodiken baseras huvudsakligen på den metodik som beskrivs i **Bilaga B**. Metodiken innebär att data samlas in om mänskliga aktiviteter som i svenska vatten orsakar störningar och biologisk påverkan på grunda marina bottenmiljöer samt påverkan från bottentrålning i kust- och utsjöområden.

### 4.1 Digitalisering av kustobjekt

Genomförandet går ut på att komplettera och justera befintlig datamängd (levererad) så att den återspeglar nuläget.

Tolkarna går igenom alla inventeringsrutor, 500 x 500 m (totalt 27 054 rutor) i vilka det vid digitaliseringen 2017 fanns objekt och redigerar (adderar, ändrar, tar bort) objekt vid behov, givet visuell information i tillgängliga ortofoton. De objekt som förekom 2017 men som inte förekommer i nuläget raderas inte utan lämnas kvar med informationen "Redigerad" och "Raderad" i attributtabellen.

Tolkarna ser även över om det finns objekt i det marina vattenområdet som ligger utanför inventeringsrutorna. Dessa objekt ritas in och nya inventeringsrutor läggs till som täcker in dessa objekt. För varje delområde finns ett förberett lager med namnet "Extra rutor" som innehåller potentiellt tomma rutor.

Kalibrering och kvalitetssäkring har pågått fortlöpande under arbetets gång för att digitaliseringen ska genomföras enhetligt. Avgränsningar, tillvägagångssätt och frågor om definitioner och tolkning har avhandlats i återkommande kalibreringsmöten. Kvalitetssäkringar av varje delområde har gjorts av en annan tolkare. Ungefär 10 procent av alla inventeringsrutor har granskats genom att välja ut de rutor med längst totallängd linjeobjekt och/eller störst totalarea ytbildade objekt.

Det marina vattenområdet definieras som marint vatten enligt Nationella marktäckedata. För definitioner och objektsindelning se **Bilaga A**.

När digitaliseringen var klar, sammanfördes alla delområden. De objekt som hade raderats placerades i en separat databas för raderade objekt, medan de objekt som hade fått ett nytt användningsområde (till exempel från brygga till kaj) flyttades till en ny kategori. För att säkerställa att alla objekt följer en korrekt namnstruktur, genomförs kontroller och justeringar. Objekt i kategorin "Övrigt" kvalitetsgranskades och grupperades i de tre objektkarteringsgeometrierna (punkt, linje och yta) baserat på en lämplig kommentarklass (se **Tabell 3** i Bilaga A).

#### 4.1.1 Tolkning av muddringar och dumpningsplatser

Tolkare karterar muddringar genom att växla mellan ortofoton från 2017 och det mest aktuella ortofotot för att identifiera och klassificera muddringar. Muddringar går att identifiera dels genom en färgskillnad i vattnet, dels genom att identifiera dumpningsplatser vid sidan av potentiella muddringar. Hamnområden med en homogen färg på vattnet som tyder på att det är jämn djup i

stället för att bli grundare närmare land kan också vara muddrade. Förekomst av större båtar vid en hamn kan ge ytterligare indikation på muddring. Nytt för årets kartering var att områden där dumpning identifierades markerades med en yta. En korrigering utfördes av muddringar som hade felkarterats vid karteringen år 2017.

## 4.2 Preparering av insamlade geodata

Efter digitaliseringen projiceras samtliga indataskikt till SWEREF99TM och klipps mot havsmasken från Nationella marktäckedata. Se **Tabell 1** för metodbeskrivning för bearbetning av respektive indataskikt.

Tabell 1. Tabell över dataset och metoder som används för preparering av insamlade geodata.

| Indataskikt                                          | Metod                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Sjökortsdata</b>                                  | Verktögen Clip/Intersect används mellan sjökortens täckningsytor så att skikt erhålles med "bästa möjliga upplösning". Aktuella klasser tas ut enligt bilaga 1, klipps mot sjökort och slås samman till ett nationellt skikt och sparas i en geodatabas med namnet FP2023_Insamling_Sjokortsdata_2022                                                             |
| <b>Akvakultur</b>                                    | Filtrera fram havsbaserade vattenbruk som är godkända samt vattenbaserade. Notera ID och produktionsenhet.                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Artificiella rev</b>                              | Extrahera klasser från FP2023_Insamling_Sjokortsdata_2022 enligt instruktion i Bilaga 1.<br>Tilldela attribut "Typ" och ange "Rör" respektive "Undervattenskabel".<br>Dela upp i punkt-, linje- och polygonskikt.                                                                                                                                                 |
| <b>Badplatser_punkt</b>                              | Extraheras från LMtopo50.<br>Sök ut punkter längre bort än 200 meter från existerande badplatser och undersök om punkterna är nya eller flyttade. Motläs mot aktuellt ortofoto och placera punkterna på bästa plats.<br>Gå på motsvarande sätt igenom de punkter från karteringen FP2017 som inte finns med i LMtopo50 och se i ortofoto om badplatsen lagts ned. |
| <b>Badplatser_area</b>                               | Alla nya badplatspunkter går igenom och badstrandens utsträckning revideras. Badplatsens utsträckning ritas ut med hjälp av ortofototolkning baserat på parkeringsplatser, stigar och så vidare.                                                                                                                                                                  |
| <b>Byggnation_fyrar</b>                              | Extraheras från LMtopo50.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Dammar</b>                                        | Inkluderar samtliga dammar i Sverige. <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Muddrings- och dumpningsplatser</b>               | Erhålls via Excel och koordinatsätts därefter.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Fiberrika sediment</b>                            | Skapa ett dataset med typerna "Fiberbank" respektive "Fiberrika sediment".                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Havsbaserad vindkraft</b>                         | Filtrera efter status "Uppfört" och "Nedmonterat", placering "Vatten".<br>Gör punktskikt med fältet status. Stäm av med terrängkartans bebyggelseskikt                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Kablar_pipelines_area, kablar_pipelines_linje</b> | Extrahera CBLSUB och PIPSOL från FP2023_Insamling_Sjokortsdata_2022, lägg till attributet "Typ" och ange "Rör" respektive "Undervattenskabel", dela upp i punkt- och linjeskikt.                                                                                                                                                                                  |
| <b>Sedimentextraktion</b>                            | Indata erhålls via EMODnet och kombineras med levererat skikt från FP2017 som då erhöles via HaV SYMPHONY.                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Tunnlar_hav</b>                                   | Extraheras från LMtopo50.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

## 4.3 Preparering av AIS-data

### 4.3.1 AIS-Data från HELCOM

AIS-data för analys av erosionsrisk (svallvågor, bottenstörning) och ankringar kommer huvudsakligen från HELCOM. Data mottogs i form av CSV-filer som konverterades till GIS-skikt genom att extrahera koordinater, fartygsidentifiering (MMSI, IMO, Callsign) samt

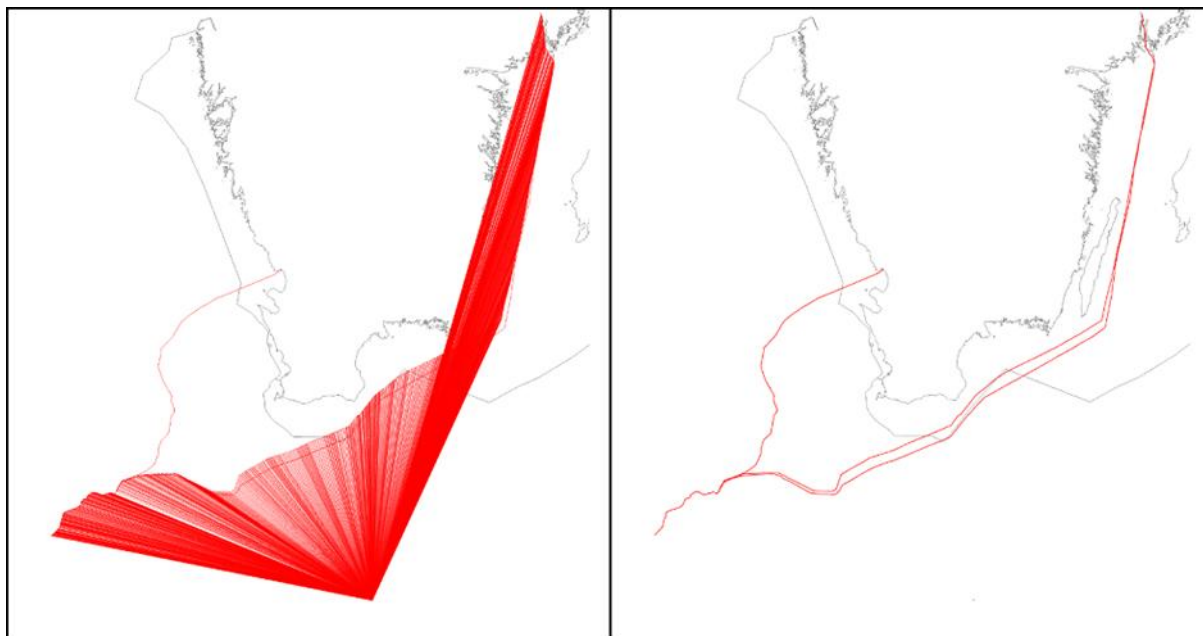
<sup>3</sup> Hittills finns inga dammar registrerade i marint område och underlaget används inte i någon analys.

fartygsdimensioner (längd, bredd, djupgående). Data konverterades till linjeskikt genom att sortera punkter enligt fartyg och tid och göra linjesegment av dem som tillhör samma fartyg och har registrerats inom 10 minuter från varandra.

HELCOM-data levererades för en tidsperiod om 20 veckor där varje år inom perioden 2018–2022 hade data för fyra veckor var. Datafilerna skiljer sig i storlek och datakvalitet, där filerna för 2018 hade betydligt färre datapunkter än resterande filer.

För analyserna av erosionsrisk behövs data över varje fartygs dimensioner (längd, bredd, djupgående). Fartygstyp används också i datapreparering och i påverkansanalyser. Fälten med information om längd och bredd (dimPort, dimStarboard, dimBow, dimStern) saknar ibland data. Detta åtgärdades genom att analysera alla befintliga data som rör MMSI och IMO-koder, samla den bästa statistiken för varje fartyg och tillämpa den statistiken på fartygen.

Data fylls delvis i genom att läsa in alla rader från AIS-data och organisera dem i en tabell med nyckel (kombination av MMSI och IMO), längd och bredd (dimBow + dimStern respektive dimPort + dimStarboard) samt djupgående. Det vanligast förekommande värdet per attribut för varje fartyg väljs som gällande för det fartyget. Ytterligare data behöver fyllas i eftersom vissa fartyg helt kan sakna data över en eller flera dimensionsvariabler (längd, bredd, djupgående). Därför samlas data in i tabeller där fartygstyp också förekommer. All befintlig dimensionsstatistik aggregeras per fartygstyp för att få ett resultat med ett medelvärde för varje. Dessutom kalkyleras medelförhållande mellan längd och bredd samt bredd och djupgående. Detta gör det möjligt att ta fram ett schablonvärde för fartyg som endast saknar ett eller två av tre värden. Om fartyg saknar alla tre men har information om fartygstyp används medelvärdet för den fartygstypen.



Figur 2. Filtrering av brus i datapunkter.

HELCOM-data innehöll vissa geografiska problem där fartyg ser ut att plötsligt flyttas i motsatt riktning jämfört med indikerad kurs, eller vid flera tidpunkter hoppa till en och samma punkt långt

utanför resten av rutten, se **Figur 2**. Under framtagning av linjesegment användes därför endast punktpar där rörelseriktningen inte avvek mycket från den indikerade riktningen (course over ground) och som inte var för långt ifrån varandra. Punkter som inte bidrar till ett geografiskt giltigt punktpar användes inte i framtagningen av linjesegment. I **Diagram 1** visas datarader som inte uppfyller de geografiska villkoren med ljusgrå färg.

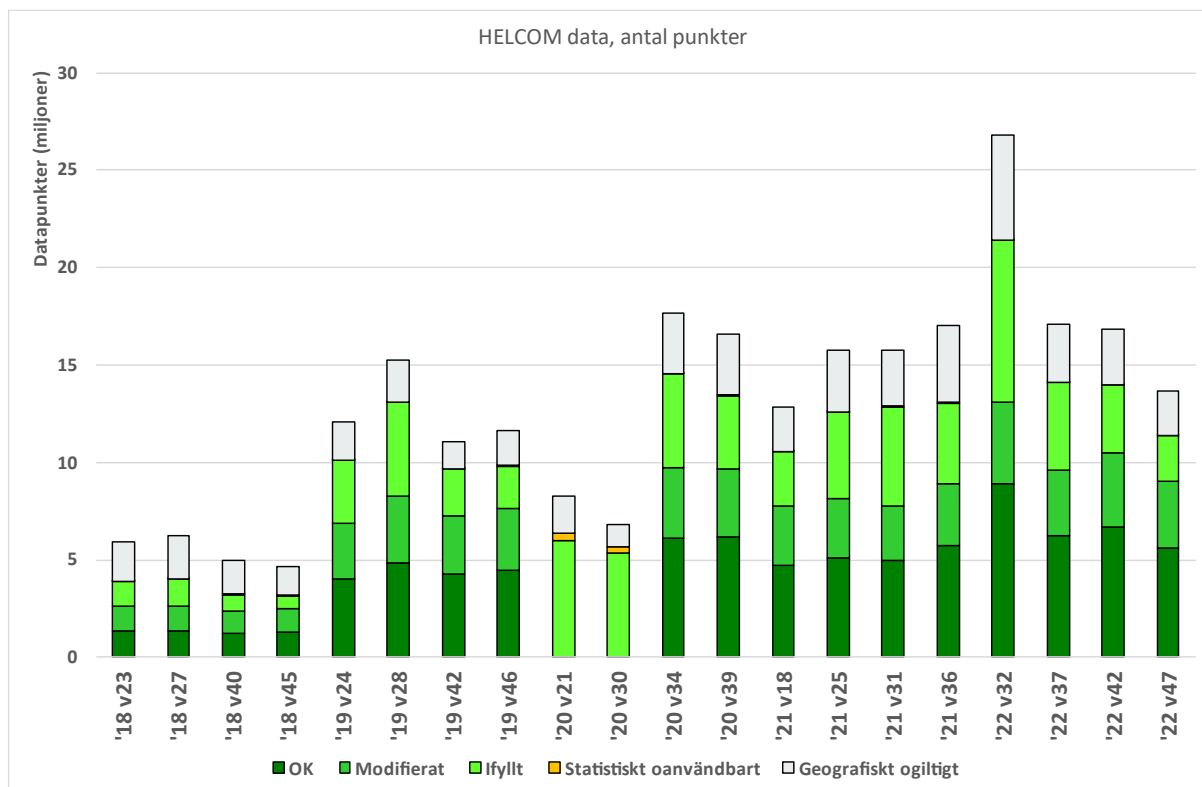


Diagram 1. Datamängd och -kvalitet i HELCOM-data. X-axeln visar år och veckonummer. Y-axeln visar antal punkter i miljoner.

**Diagram 1** visar antal datapunkter för alla veckors data från HELCOM. Nyare data har betydligt fler punkter än tidigare år. Gröna nyanser i grafen innebär att data uppfyller geografiska villkor och har använts i analyser för erosionsrisk och ankringsrisk. Ljusgrå färg är de punkter som inte kunde användas på grund av problem i geografiskt läge. Gröna nyanser betecknar de punkter som används i analysen där "OK" betyder att fartygsdimensionerna är korrekta. "Modifierat" innebär att fartygsdimensionerna i stort sett är bra men att någon justering behövdes enligt den samlade fartygsstatistiken. "Ifyllt" betyder att punkterna saknade data i någon eller alla dimensionsfält och fick uppgifter från beräknad fartygsstatistik. Orange färg betyder att punkten saknade identifierbart fartyg och/eller fartygstyp som kunde ge dimensionsstatistik. Problemfilerna för det sistnämnda innefattar huvudsakligen två veckor år 2020 där dimensionsfälten helt saknade data. Genom att koppla MMSI och IMO-koder till befintlig statistik kunde filerna dock användas.

#### 4.3.2 Jämförelse mellan AIS-data från HELCOM och 2017

Analys av punktstatistik visar att data från HELCOM i stort sett är jämförbar med den AIS-data från Sjöfartsverket som användes 2017 men det finns några skillnader i datamängderna.

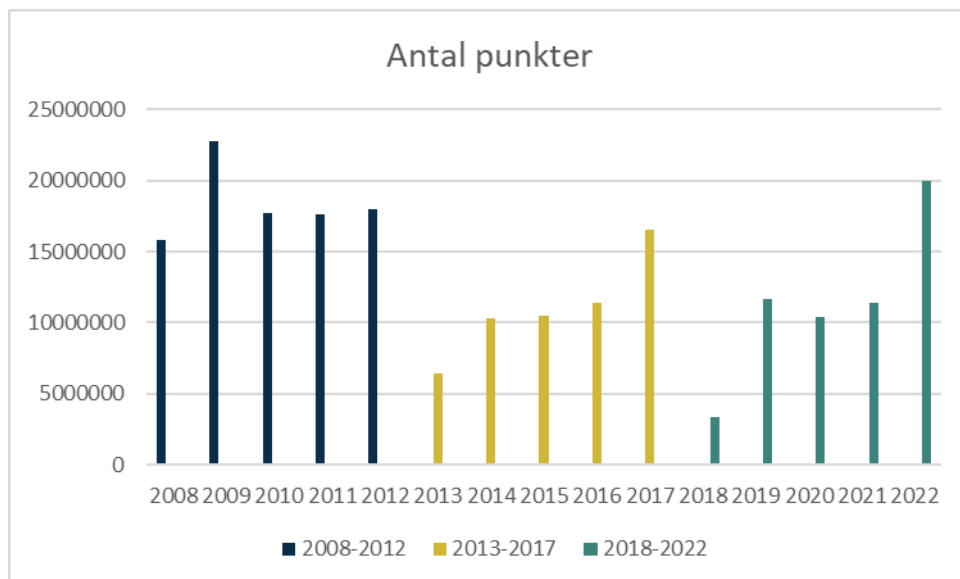


Diagram 2. Antal AIS punkter i svenska havsområden per år.

**Diagram 2** visar totalt antal punkter efter konvertering till linjer och klippning till svenska havsområden. I analysen 2017 användes data från Sjöfartsverket för perioderna 2008–2012 och 2013–2017. I analysen 2023 används data från HELCOM. Skillnaderna mellan perioden 2008–2012 och 2013–2017 beror sannolikt på att beställning av data genomfördes inom ett äldre projekt som inte hade samma parametrar för tidsperiod (visst antal veckor per år). Generella trenden i perioderna 2013–2017 och 2018–2022 är att datamängden ökar från år till år, men 2018 har betydligt mindre data än 2017, vilket bryter den trenden. Detta kan bero på skillnader i hur Sjöfartsverket och HELCOM samlar in och lagrar AIS-data.

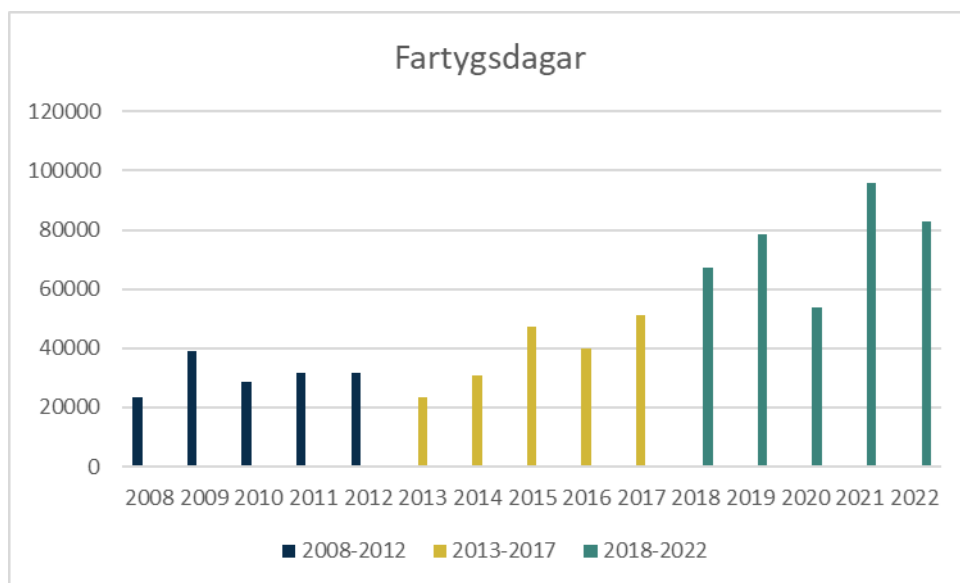


Diagram 3. Antal unika fartygsdagar per år.

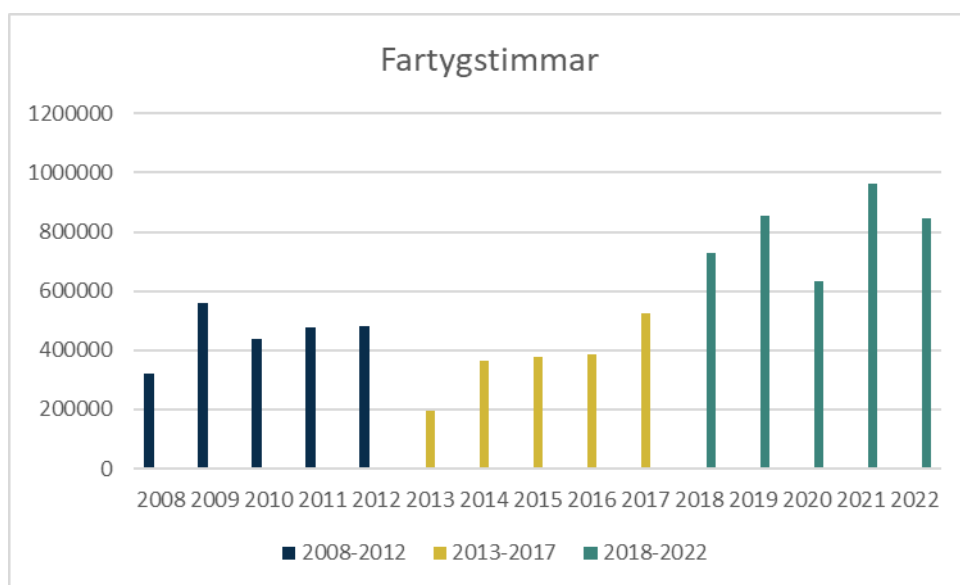
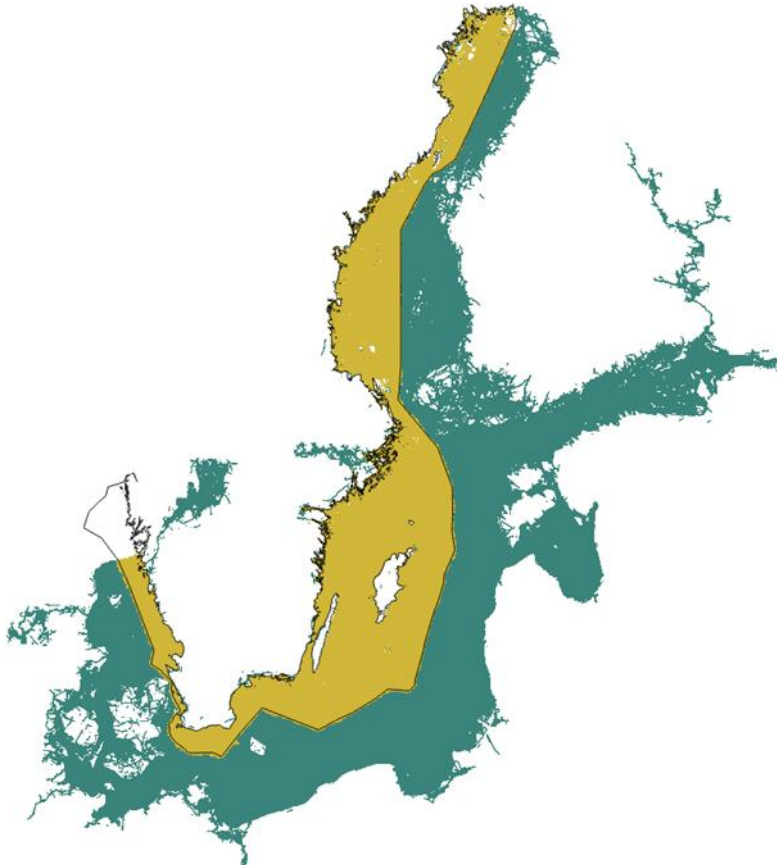


Diagram 4. Antal unika fartygstimmar per år.

Genom att analysera mängden fartygsdagar och -timmar (se **Diagram 3** och **Diagram 4**) visas en annan trend i data där nya data från HELCOM innehåller mer data än tidigare beställningar. Fartygsdagar kalkyleras genom att för varje år samla antal unika kombinationer av fartyg och datum, och fartygstimmar visar antal unika kombinationer av fartyg och timme. Till exempel om fartyg med MMSI kod X finns i data ett antal gånger under perioden 21:00-23:30 räknas det som 3 fartygstimmar och en fartygsdag. Om fartyget rör sig igen klockan 18:12-19:40 inom ett annat datum tillkommer ytterligare en fartygsdag och två fartygstimmar. Att HELCOM har färre antal punkter men fler fartygsdagar och -timmar innebär att tätheten i datapunkter per fartygsrutt är glesare i HELCOMs data. I en linjedensitetsanalys har en 500 meter lång linje samma effekt som

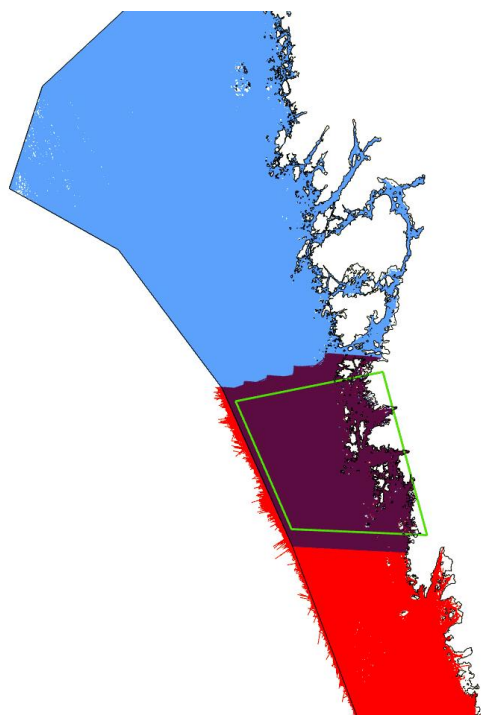
fem 100 meterslinjer över samma sträcka. HELCOM-data innehåller fler fartygstimmar och -dagar per datafil, så även om data generellt är glesare än i Sjöfartsverkets databas kan HELCOM-data i vissa fall innehålla mer trafik i samma område eftersom det finns flera förekomster av fartyg och rörelser, även om antalet punkter i rörelserna är färre.

#### 4.3.3 Komplettering av AIS-data från Sjöfartsverket



Figur 3. Geografisk utsträckning av HELCOM-data. Grönt är alla data, gult är endast data i svenska havsområden.

HELCOM levererade AIS-data för hela Östersjön, vilket innebär att data behövde klippas till endast svenska havsområden (se **Figur 3**). Detta innebar att total datamängd i linjedatabasen minskade från >200 miljoner till cirka 60 miljoner. Dessutom saknades en del av det svenska havsområdet som ligger inom Skagerrak. Sjöfartsverket levererade data för den delen som saknades samt med ett litet överlapp med HELCOM-data. En analys av de data som överlappade visade vissa skillnader i dataegenskaper. Dessa skillnader beskrivs ovan och rör framför allt geografiska problem (4.3.1) samt punkttäthet och noggrannhet (4.3.2). Sjöfartsverkets data har generellt inte samma grad av problematisk geografi men undergick ändå samma kontroll och bearbetning som HELCOMs data för att åtgärda geografiska problem och fylla i ofullständig dimensionsstatistik. På grund av tekniska problem kunde Sjöfartsverket inte leverera data för 2018. Analysen använder därför endast data inom perioden 2019–2022 i dessa områden.



Figur 4. Utsträckning av AIS-data från HELCOM (röd), Sjöfartsverket (blå), och överlappning (lila).

Genom att analysera den överlappande zonen mellan AIS-data från HELCOM och Sjöfartsverket kunde skillnader i egenskaperna hos respektive datamängd granskas (se grön polygon i **Figur 4**) (för kusten nära Göteborg). För granskningen användes följande indata och resultat:

- AIS-punktkoordinater
- Beräkning av linjedensitet och resultat från erosionsriskanalys (se 4.4.1.2)
- Resultat från ankringsanalys (se 0)

Fartyg delades upp i fem fartygsklasser i AIS-analyser, vilket också görs i granskningen av överlappande data från HELCOM och Sjöfartsverket. Fartygsklasserna baseras på följande indelning enligt maximalt djupgående:

1. Djupgående <1,5 m
2. Djupgående 1,5 – 3,0 m
3. Djupgående 3,0 – 5,0 m
4. Djupgående 5,0 – 7,5 m
5. Djupgående >7,5 m



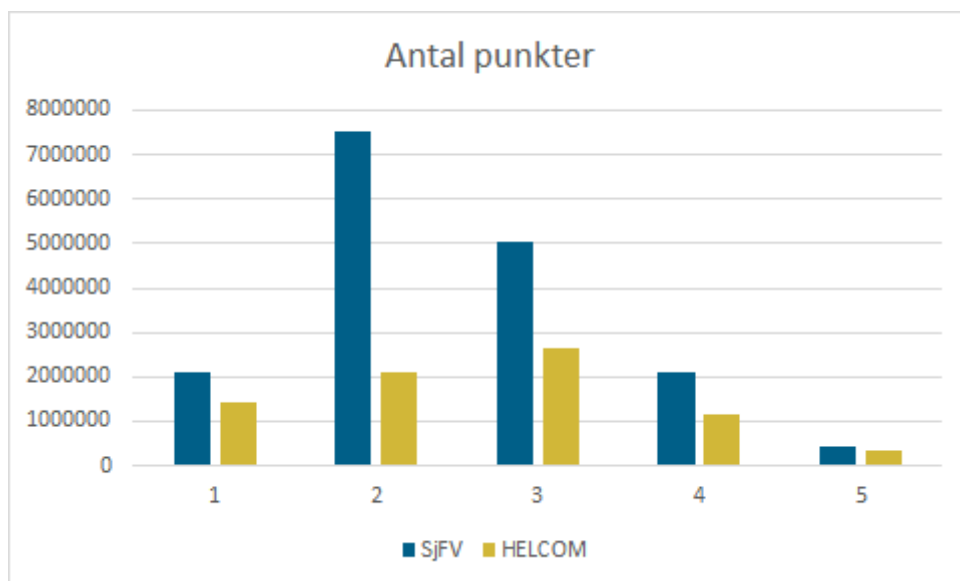


Diagram 5. Antal AIS-punkter i överlappande zon för varje fartygsklass.

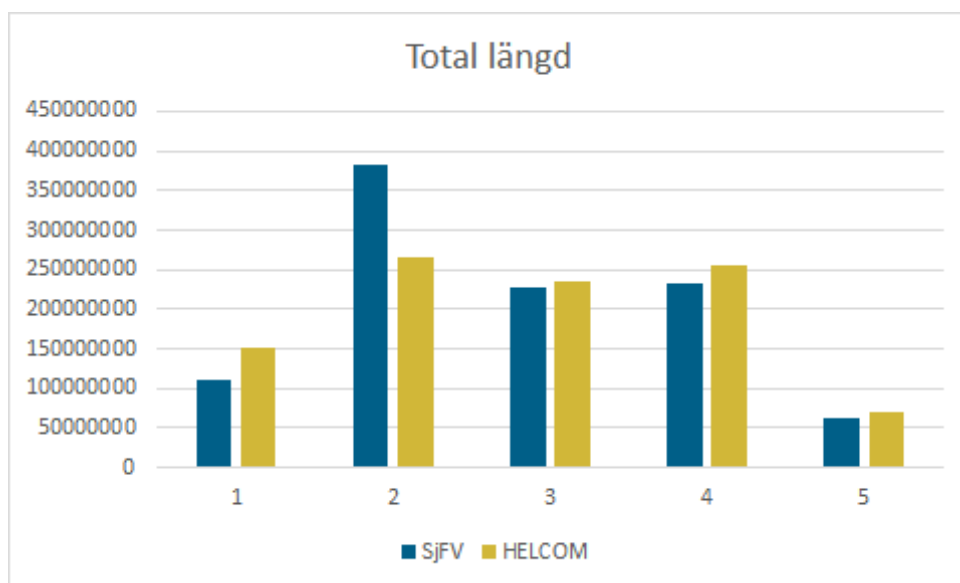
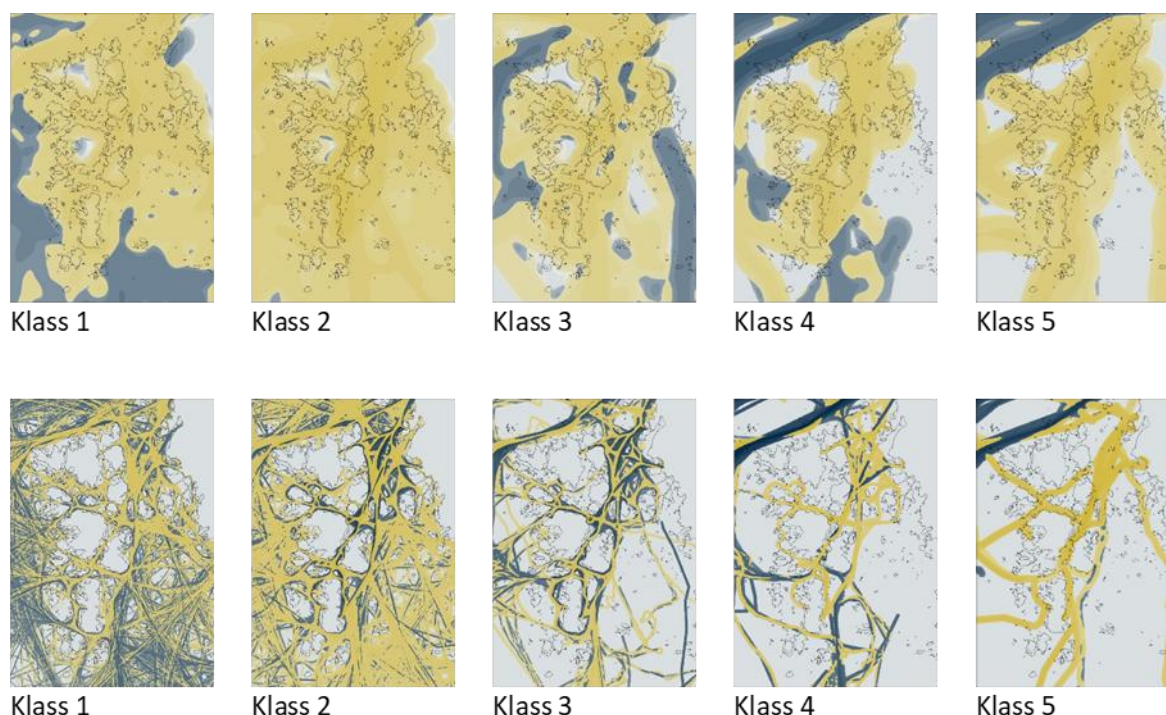


Diagram 6. Total linjelängd (meter) i överlappande zon för varje fartygsklass (SjöfV = Sjöfartsverket).

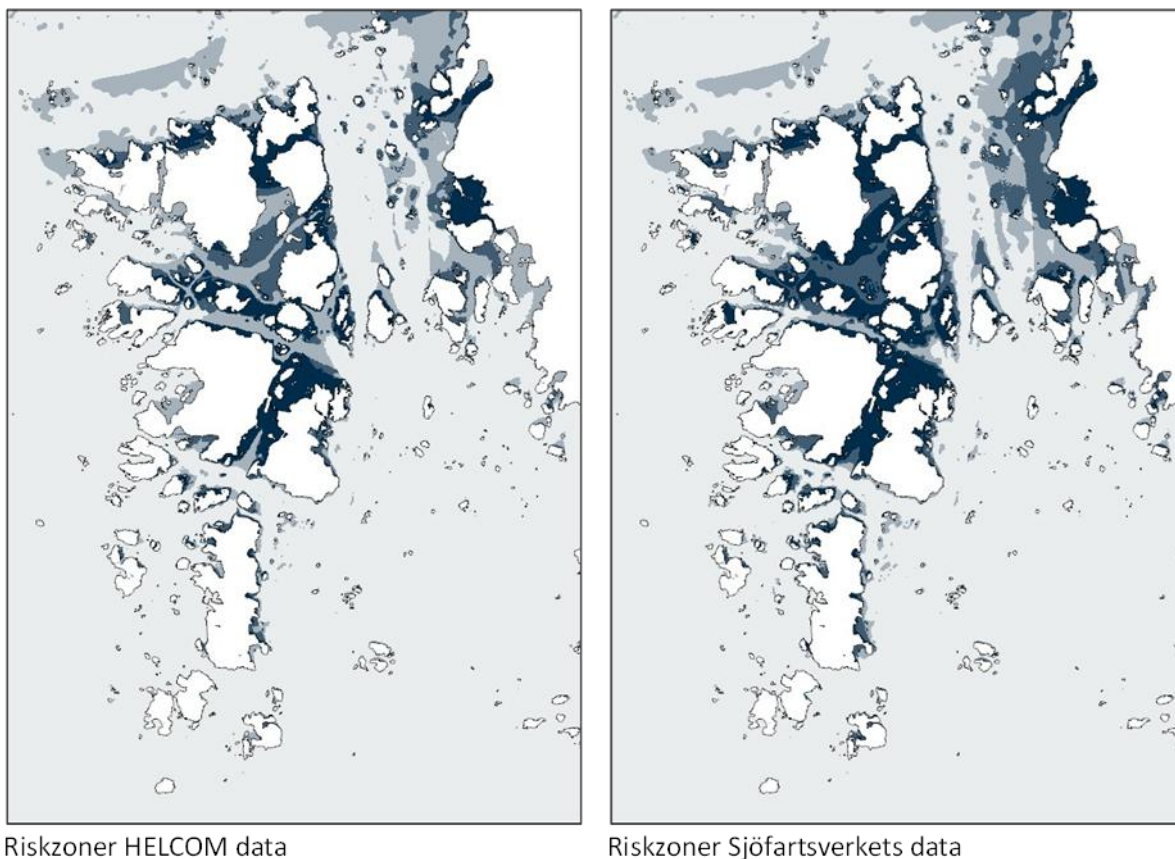
Skillnaden i AIS-data från de två datakällorna visar samma trend som jämförelsen mellan HELCOM-data år 2018–2022 och Sjöfartsverkets data år 2008–2017. Punkttätheten är betydligt större i Sjöfartsverkets data (se **Diagram 5** ovan), men total linjelängd är jämförbar i alla klasser förutom klass 2, där Sjöfartsverket har mer data över fartyg med djupgående mellan 1,5 och 3 meter (se **Diagram 6** ovan). Sjöfartsverkets data täcker dessutom bara fyra år medan data från HELCOM täcker fem år.



Figur 5. Skillnader i trafikdensitet. Blå: mer påverkan från HELCOM-data, Gul: mer påverkan från Sjöfartsverkets data.

Den geografiska skillnaden i potentiell erosionsrisk visas i **Figur 5**. Den övre raden i figuren visar skillnaden mellan resultaten inom analysen av svall- och erosionsrisk. Där är sökradien relativt lång (800–1000 meter) och vikt för linjedensitet beräknas med ekvationen  $d \cdot b \cdot v^2$  där  $d$  är fartygens djupgående,  $b$  är bredd och  $v$  är hastighet i knop. Den nedre raden i figur 5 visar skillnad i resultat från analysen av avsänkning. I analysen av avsänkning är sökradien mindre (80–100 meter) och ekvationen för viktning är  $l \cdot d \cdot b \cdot v^2$ . Variablerna  $d$ ,  $b$ , och  $v$  är de samma som ovan, och  $l$  är fartygens längd. Blå färg innebär större effekt från AIS-data från HELCOM medan gul färg visar större effekt från AIS-data från Sjöfartsverket.

I båda analyserna (svall och avsänkning) multipliceras resultatet med ett raster över bottenkänslighet och därför kommer potentiell effekt i djupa vatten inte att bidra till riskzonerna för erosion. Detta innebär att datakällan med mer data och effekt i strandnära områden (Sjöfartsverket) har större inverkan på analyserna. HELCOM-data har generellt mer effekt längre från strand och bland större fartyg, men eftersom dessa förekommer äger rum där bottenkänsligheten är låg har de mindre relevans för analyserna som beskrivs här. Skillnaden i riskzoner dem emellan blir tydligast i områden nära öar och fjärdar (se **Figur 6**).



Figur 6. Riskzoner i analysen av bottenstörningar (svall och erosion från fartyg).

#### 4.4 Modellering av bottenstörningar

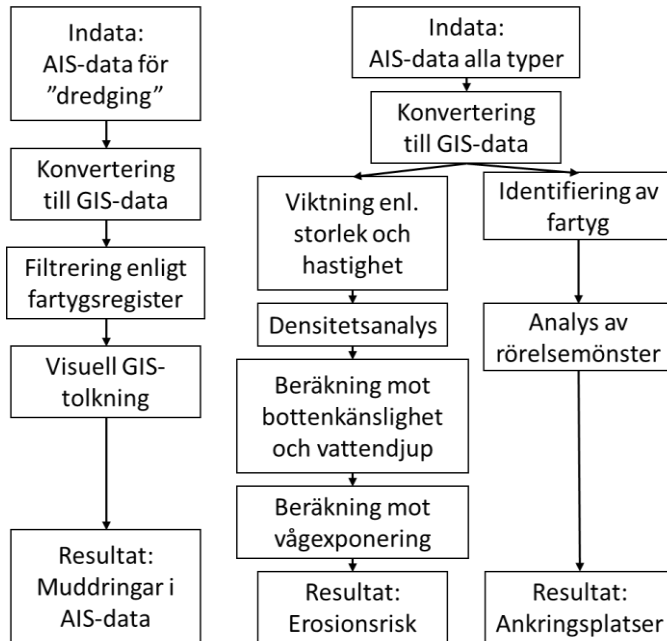
Modellering av bottenstörning delas upp i tre kategorier:

1. Modellering av muddringar i AIS-data. Här används en semi-manuell process för att filtrera faktiska muddringar genom AIS-data som utgör AIS-kategorin "dredging". Genom att buffra dem och komplettera andra muddringsdata som utgör indata i modellerna för påverkanszoner slås GIS-data samman för muddringsaktiviteter. Därefter utförs ett manuellt moment som består av sökning i bland annat Marinetraffics fartygsregister för att avgöra om fartyget är ett muddringsfartyg. Med hjälp av visuell tolkning av AIS-data görs slutligen en bedömning om faktisk muddringsverksamhet.
2. Modellering av fartygstrafik i AIS-data för att identifiera risk för erosion. Detta är en automatiserad process för modellering av fartygstrafik, påverkan av fartygstrafik med hänsyn till bottenkänslighet och vågexponering och uppdelning i riskklasser för erosion. Resultatet utgör indata till påverkansmodellen "Add pressures" (se 4.5.2.4).
3. Modellering av fartygstrafik i AIS-data för att identifiera ankringsplatser. Resultatet utgör indata till påverkansmodellen "Add pressures" (se 4.5.2.4).

Indatakällor till dessa modelleringar är framför allt AIS-data, men dessutom behövs vågexponering, beräknad bottenkänslighet samt vattenmängd runt fartyg för att ta fram påverkan på kust och botten. Bottenkänslighet och vattenmängd runt fartyg är rasterskikt beräknade utifrån

djupdata. De togs fram 2017 och har använts på samma sätt 2023. Båda skikt representerar känslighet för erosion på havsbotten från fartygstrafik.

Se **Figur 7** nedan beskrivande flödesschema för modellering av bottenstörningar.



Figur 7. Flödesschema som beskriver modellering av bottenstörningar genom två delprocesser med hjälp av AIS-data: till vänster hur muddringar tas fram, och till höger hur erosionsrisk och ankringsplatser tas fram.

#### 4.4.1 Detaljerad genomgång av muddringar, erosion och ankringsplatser utifrån AIS-data

Nedan beskrivs metodiken för att ta fram uppgifter om muddringar, erosion och ankringsplatser från AIS-data.

##### 4.4.1.1 Muddringar i AIS-data

Sjöfartsverket levererade AIS-data för alla fartyg med ShipType = Dredging under åren 2019–2022. Av teknisk orsak kunde data för 2018 inte levereras.

Metoden för att ta fram muddringar från AIS-data beskrivs mer detaljerat i Appendix C3 (Törnqvist m.fl. 2020b). Eftersom mycket av arbetet är manuellt finns det små skillnader i tillvägagångssätt, men grundmetoden är den samma. Det vill säga att varje fartyg (identifierat med MMSI) granskades på marinetraffic.com och togs bort från data om det inte var muddringsfartyg eller muddringsverk. Därefter granskades varje fartygs rörelse under respektive år med hänsyn till huruvida fartyget någon gång under året rör sig långsammare än 2 knop i svenska vatten och nära kust eller farled. När de långsamma rörelserna hade identifierats markerades linjerna med en kod för misstänkt aktivitet (muddring/dumpning/osäkert). Detta kunde vara uppenbart i vissa hamnar och farleder, men oklart eller omöjligt att avgöra i andra områden. I analysen 2017 tolkades dessutom sandtäkt och anläggningsarbete, men i den här analysen fanns det för stora oklarheter för att göra den tolkningen. Till slut buffrades varje identifierad linje med 10 meter för att få ytor med muddringar respektive dumpningar. Muddringar tolkades när långsamma

rörelsemönster fanns inom hamnar, i eller längs farleder eller där annan information visade att det muddrades i vissa områden. Dumpningar kunde ofta identifieras genom att följa upprepade rörelsemönster till djupare vatten eller vatten utanför muddringen innan fartyg sedan fortsatte muddra.

#### 4.4.1.2 Erosionrisk

AIS-data användes för att analysera risken för erosion på botten från fartygens svallvågor. Metoden är den samma som beskrivs i Appendix C2 (Törnqvist m.fl. 2020c) där fartygsrörelser ingår i linjedensitetsanalys. Linjedensitetsverktyget som används är "Kernel density", vilket är ett verktyg i ESRI's ArcGIS programvara. Verktyget kan ge vikt till varje linje inom analysen, vilket i denna analys kalkyleras utifrån fartygens dimensioner och hastighet. Fartygsdata delas upp i fem fartygsklasser enligt djupgående:

- Klass 1: Djupgående <1,5 meter
- Klass 2: Djupgående 1,5 – 3,0 meter
- Klass 3: Djupgående 3,0 – 5,0 meter
- Klass 4: Djupgående 5,0 – 7,5 meter
- Klass 5: Djupgående >7,5 meter

Linjedensitetsanalys görs separat för analys av svallvågor och analys av avsänkning och för varje fartygsklass. De två analysvarianterna har olika variabler för linjeviktning och sökradie. Viktning för analys av svallvågor beräknas med ekvationen  $d \cdot b \cdot v^2$  och viktning för analys av avsänkning kalkyleras med ekvationen  $l \cdot d \cdot b \cdot v^2$ , där  $l$  är fartygets längd,  $d$  är djupgående,  $b$  är bredd och  $v$  är hastighet i knop.

Sökradier för respektive analysvariant är följande:

|                | Analys av svallvågor | Analys av avsänkning |
|----------------|----------------------|----------------------|
| Fartygsklass 1 | 800 meter            | 30 meter             |
| Fartygsklass 2 | 800 meter            | 50 meter             |
| Fartygsklass 3 | 800 meter            | 75 meter             |
| Fartygsklass 4 | 800 meter            | 100 meter            |
| Fartygsklass 5 | 1000 meter           | 200 meter            |

Resultatet av linjedensitetsanalysen är 10 rasterskikt, som utgörs av ett raster för varje analysvariant (svallvågor respektive avsänkning) och fartygsklass (fem klasser). Rasterskikten från analys av svallvågor viktas enligt fartygsklass på följande sätt:

- Fartygsklass 1 multipliceras med 3
- Fartygsklasser 2 och 3 multipliceras med 2
- Fartygsklasser 4 och 5 multipliceras inte

De fem rasterskikten inom respektive analysvariant summeras. Summan av all densitet från analysen av svallvågor multipliceras med tidigare framtaget skikt för bottenkänslighet. Summan av densitet från analysen av avsänkning delas med tidigare framtaget skikt med djupsumma och multipliceras sedan med skikt över bottenkänslighet. Skikten över bottenkänslighet och

djupsumma tas fram med hjälp av batymetridata. Mer information om bakgrund till dessa indata finns i Appendix C2.

Till sist summeras resultaten från analyserna för svallvågor och avsänkning. Resulterande rasterskikt förenas med data över vågexponering och klassas om till riskklass enligt **Tabell 2**.

Tabell 2. Klassindelning av risk för erosion (anpassad tabell från Appendix C2 (skriftlig kommunikation, Oscar Törnqvist))

| Summa av svall och avsänkingsindex | Vågexponering                                                                     |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                    | 0 – 5 000                                                                         | 5 000 – 7 500                                                                     | 7 500 – 10 000                                                                    | 10 000–17 000                                                                       | 17 000+                                                                             |
| 1 – 100 000                        |  |  |  |  |  |
| 100 000 – 500 000                  |  |  |  |  |  |
| 500 000 – 2 000 000                |  |  |  |  |  |
| 2 000 000 – 15 000 000             |  |  |  |  |  |
| 15 000 000+                        |  |  |  |  |  |

**Typisk påverkan**

-  Ingen påverkan
-  Förändrad vågregim
-  Nötning på vegetation och mjuka substrat
-  Erosionsrisk, morfologiska förändringar

#### 4.4.1.3 Ankringsplatser

Efter konvertering av AIS-punkter till linjer görs en analys av ankringar genom att identifiera tillfällen när fartyg har stannat. För att ta fram den informationen sorteras alla linjer enligt fartyg (MMSI, IMO och Callsign) och sedan efter tid. Ett ankringstillfälle anses äga rum när ett fartyg underskrider 0,1 knop, och fortsätter tills fartyget ökar hastigheten igen eller inte har flera datapunkter. Ett ankringstillfälle kan då bestå av flera punkter som rensas bort med 25 meters tolerans, det vill säga att inom en radie av 25 meter kan ett ankringstillfälle endast ha en punkt. Om ett annat fartyg ankrar på samma ställe eller samma fartyg återkommer vid ett annat tillfälle kan det förekomma flera punkter i samma område.

Metoden beskrivs mer detaljerat i Appendix C2 (Törnqvist m.fl. 2020c). Som beskrivs där fortsätter analysen genom att göra en densitetsanalys på ankringspunkter. Densitetsanalysen genomförs med ArcGIS-verktyget "Kernel density" där fartygslängd används som viktning och sökradie är 50 meter. Resultatraster klassas om till riskklasserna 0–4 enligt följande omklassningsregel:

Fritidsbåtar:

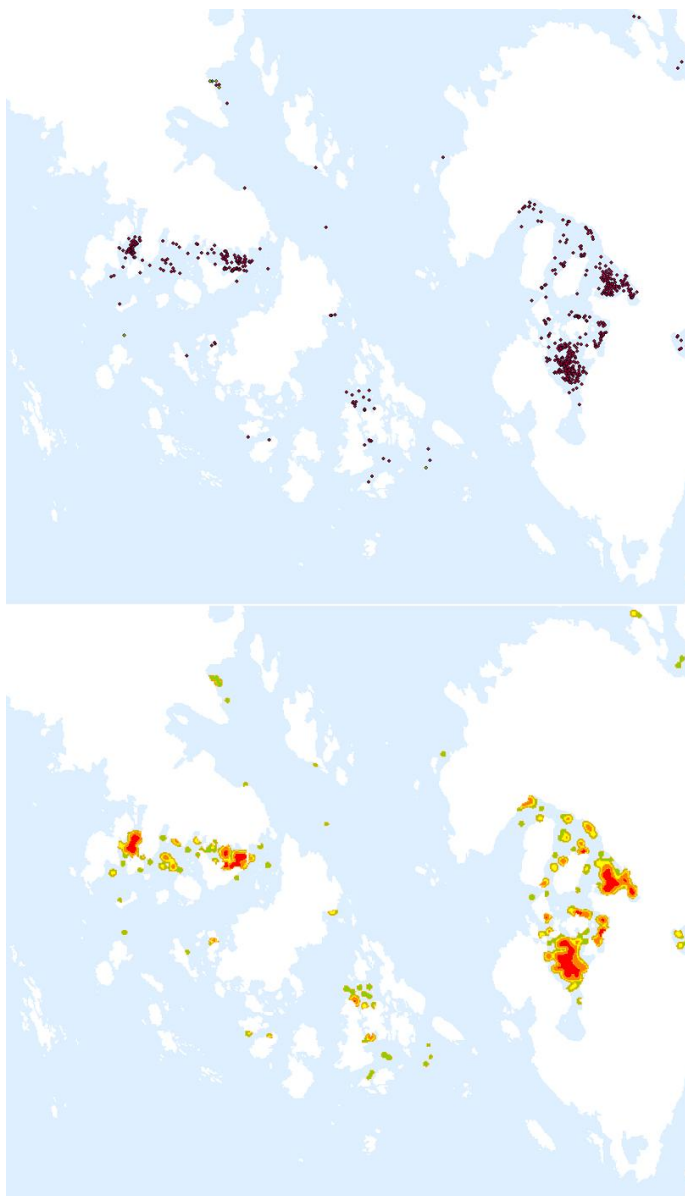
- 0,0 – 0,0025 = 0 (ingen risk)
- 0,0025 – 0,005 = 1
- 0,005 – 0,01 = 2
- 0,01 – 0,02 = 3
- 0,02+ = 4

Fartyg förutom fritidsbåtar:

- $0,0 - 0,005 = 0$  (ingen risk)
- $0,005 - 0,01 = 1$
- $0,01 - 0,05 = 2$
- $0,05 - 0,1 = 3$
- $0,1+ = 4$

De omklassningsvärden som visas i Appendix C2 (Törnqvist m.fl. 2020c), är inte exakt de som visas ovan, men skillnaderna är små. De värden som har valts här är de samma som användes i framtagning av risk ifrån ankringar, det vill säga de som står i själva koden. Skillnaderna beror på justeringar under utvecklingen av analysen. Omklassningsvärden ovan har den effekten att ankringar av fritidsbåtar får större effekt än för andra fartyg. Detta beror på antagandet att fritidsbåtar har större effekt under ankringar samt som AIS-data är underrepresenterat på grund av fritidsbåtar som inte har en AIS-transponder. **Figur 8** visar två resultat, en karta med ankringar som tagits fram med metoden ovan och en karta med riskzoner som beräknas utifrån punkterna.





Figur 8. Ankringar av alla fartygstyper i punktform (övre bild) och riskzoner från ankringar (nedre bild).

## 4.5 Modellering av påverkan

### 4.5.1 Generell översikt över processen för att modellera påverkanszoner

Processen för modellering av påverkan och framtagning av påverkanszoner baseras på samma process som utfördes 2017. Processen bestod då av åtta modeller som motsvarar sex steg under processen 2023, eftersom några av modellerna är delprocesser för ett resultat. En mer detaljerad genomgång av varje modell finns i 4.5.2.

- Modell 1 – Samlar in data från tidigare steg i projektet (preparering av geodata från externa källor, ortofotokartering, muddringar i AIS-data) och tilldelar varje objekt påverkansvikt enligt klassnamn. Klassnamn och -vikter bestäms under projektets gång



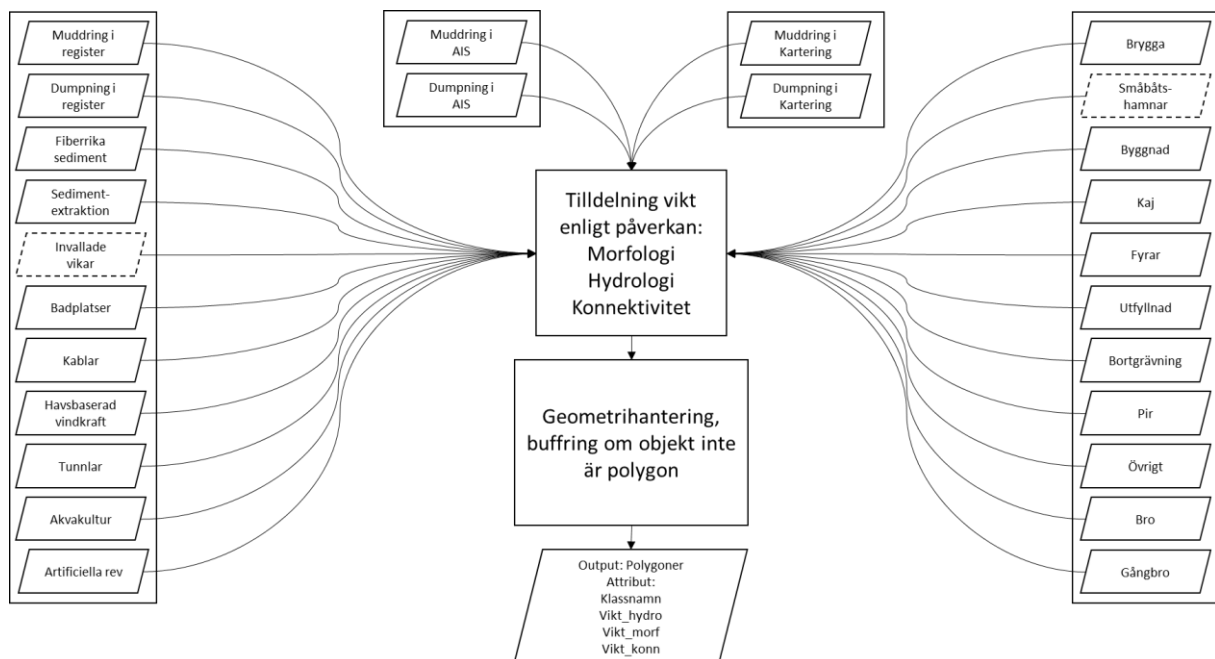
men baseras huvudsakligen på de som användes 2017. Påverkansvikt är heltal mellan 0 och 5 och varje klassnamn ska ha en vikt för varje påverkanskategori (hydrografisk påverkan, morfologisk påverkan, påverkan på konnektivitet).

- Modell 2 – Genomför en överlappsanalys av delresultat från modell 1 mot naturattribut, det vill säga djupzon, vågexponering, bottensubstrat och avstånd till kust.
- Modell 3 – Beräknar buffertavstånd och -antal enligt påverkansvikter (modell 1) och naturattribut (modell 2). Varje objekt buffras enligt dessa beräkningar. Buffertantal används för objekt med hög påverkan där det högst beräknade värdet för påverkan tilldelas ytan närmast objekt och värden avtar med avstånd från objekt.
- Modell 4 – Genomför en överlappsanalys mellan resultat från modell 3 och resultat från AIS-analyser av erosionsrisk och ankringsplatser
- Modell 5 och 6 – Användes inte 2023 men ersätts med andra metoder. Dessa modeller harmoniserade resultaten från modell 4 som låg i olika databaser och samlade statistik för objekt per kommun, län, vattendistrikt och djupzon (se kapitel 3.5). Hanteringen av olika databaser blev överflödigt då data redan sparades i en databas.
- Modell 7 och 8 – Gör raster av resultat från modell 4 och klassar om till slutliga riskklasser. Resultatet är de TIFF-filer som levereras med slutliga påverkanszoner. 2017 bestod modellerna av två FME-skript för att genomföra detta steg. 2023 genomfördes rasteriseringen och omklassningen med ett Python-skript.

#### 4.5.2 Detaljerad beskrivning av de modeller som ingår i modelleringen av påverkan

Nedan ges en detaljerad beskrivning av de modeller som ingår i modellering av påverkanszoner.

##### 4.5.2.1 Modell 1 – Build objects



Figur 9. Påverkanszonsmodell 1, data samlas in och tilldelas vikter för påverkan.

Modellen tar in alla data från ortofotokarteringen (se **Figur 9**, höger), alla insamlade data (se **Figur 9**, vänster) samt muddringar och dumpningar som har identifierats i AIS-data. Modellen baseras på motsvarande modell från tidigare projekt 2017, men viss justering behövdes då källorna för indata inte är helt identiska.

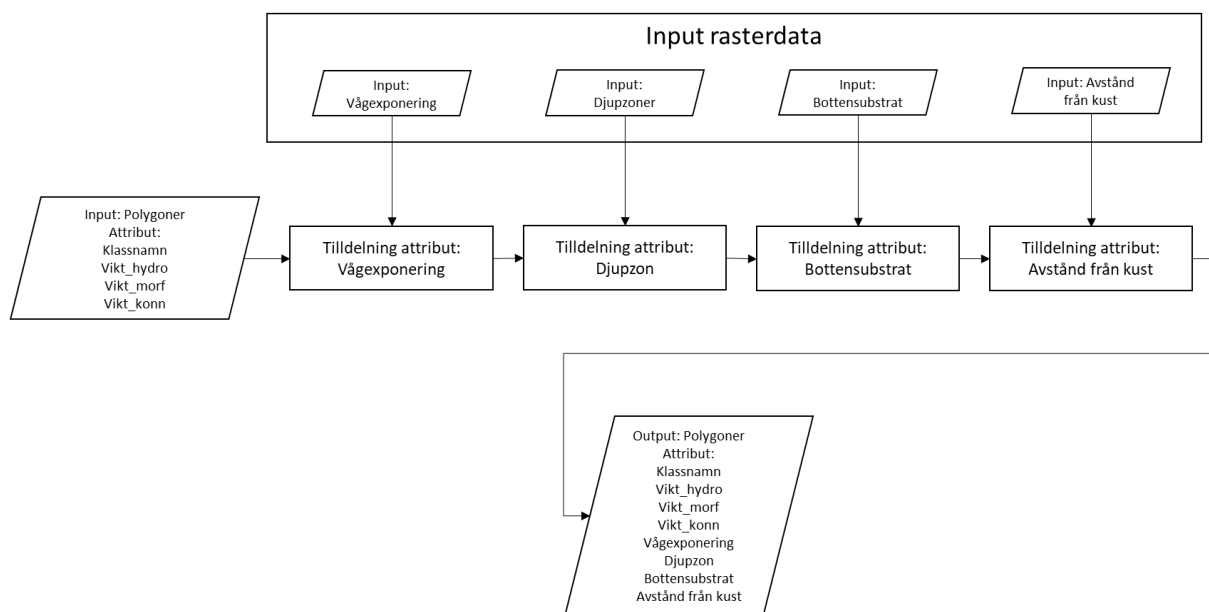
Modellen förbereder alla data som polygoner inför fortsatta analyser i modell 2 och framåt. Steget kräver att linjer och punkter buffras enligt olika villkor. Muddringar och dumpningar som inte är i polygonformat buffras med 10 meter, förutom dumpningar som har information om volym i m<sup>3</sup>.

Dessa får ett buffertavstånd beräknat från volymen  $\left(\frac{\text{volym} \cdot 6}{\pi}\right)^{0,3} \cdot 5$ . Andra data som inte redan är i polygonformat buffras med 5 meter.

I modellen användes data för invallade vikar från projektet 2017 (endast modellerade då) (se **Figur 9**, vänster, streckad kantlinje). Äldre muddringar och dumpningar togs in i modellen men sparades i en separat databas då de ska inkluderas i delen för fysisk förlust (påverkanszon 6) (nytt moment).

Vikterna för påverkan justerades utifrån verktyg i den äldre modellen (FME-verktygen "Attribute Creator" och "Attribute Mapper") samt tabell i Appendix A1 (Törnqvist m.fl. 2020d). I vissa fall matchar listorna för viktning inte varandra och i vissa fall tillkommer nya attribut som behöver en viktning för hydrografisk påverkan, morfologisk påverkan och konnektivitet. En slutlig lista togs fram i ett Excel-dokument med påverkansvikter för alla objekt som nämns i ovannämnda källor samt alla klasser som förekommer i analysen 2023. Om samma objektklass gavs olika vikter för påverkan i olika källor (till exempel olika FME-verktyg eller Appendix A1) så fick tabellen i Appendix A1 prioritet. Attribut som tillkom i analysen nu och som inte fanns i modellen eller i tabellen fick samma viktning som liknande eller motsvarande befintliga objekt, eller ny viktning enligt överenskommelse med Havs- och vattenmyndigheten och SGU.

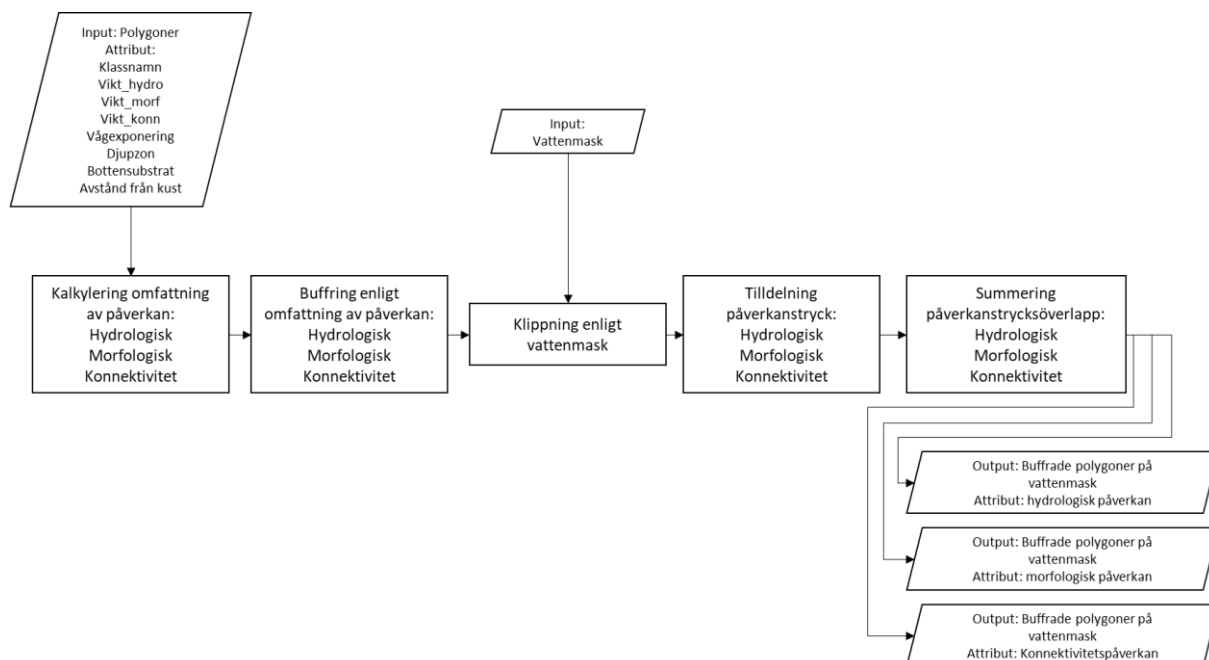
#### 4.5.2.2 Modell 2 – Collect raster data



Figur 10. Påverkanszonsmodell 2, tillägg av attribut enligt abiotiska egenskaper/förutsättningar<sup>4</sup>.

Modell 2 (se **Figur 10**) kräver att vissa säkerhetsklassade data används, och den genomfördes därför av SGU. Modellen tar polygonerna från modell 1 och lägger till attribut för / information om vågexponering, djupzoner, bottensubstrat och avstånd från kust.

#### 4.5.2.3 Modell 3 – Assign zone buffers



Figur 11. Påverkanszonsmodell 3, buffring av polygoner.

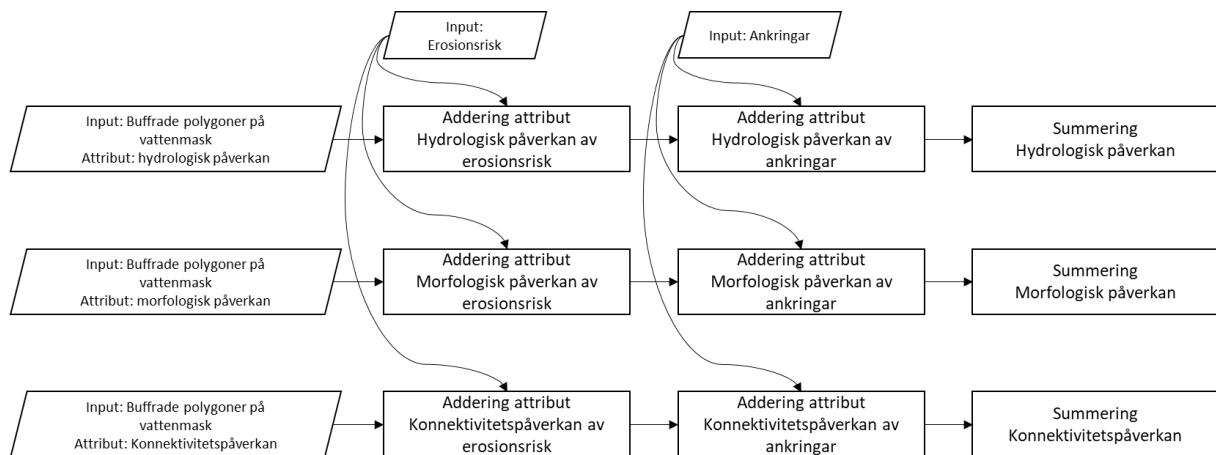
<sup>4</sup> Abiotiska faktorer är icke-levande faktorer som har inverkan på förutsättningar för ett ekosystem.

Modell 3 (se **Figur 11** ovan) tillverkar de huvudsakliga påverkanszoner som beräknas utifrån de olika objekternas egenskaper. Modellen tar in delresultat från modell 2 och beräknar en påverkansseffekt utifrån följande attribut:

- Vikter (från modell 1)
- Objektstorlek (geografisk egenskap)
- Avstånd från kust (från modell 2)
- Vågexponering (från modell 2)
- Djupzon (från modell 2)
- Bottensubstrat (från modell 2)

Den påverkansseffekt som beräknas används för att ta fram varje objekts påverkanstryck samt antal buffertar. När flera buffertar tas fram är det den närmaste bufferten som får fullt påverkanstryck och andra har avtagande effekt ju längre bort en buffert ligger ifrån objektet. I slutsteget av modellen summeras alla överlappande påverkansbuffertar från alla objekt.

#### 4.5.2.4 Modell 4 – Add pressures



Figur 12. Påverkanszonsmodell 4, underlag för erosion och bottenstörning läggs till.

Modell 4 (se **Figur 12** ovan) tar delresultat från modell 3 samt resultat från riskanalys för erosion och ankringar. Skikten för erosion och ankringar har redan en siffra med riskkod. Alla tre skikt undergår en överlappsanalys där beräknad risk från modell 3 summeras med risksiffror från skikten med erosion och ankringar.

#### 4.5.2.5 Modell 5 och 6

Modell 5 och 6 nämns här eftersom de fanns i en lista över modeller som användes 2017. Dessa modeller finns inte i analysen 2023 eftersom deras funktioner har genomförts i andra delar. Dessa funktioner inkluderar samling av data från modell 4 i en databas, statistiksamling av objekt inom regioner (län, kommun, vattenregion, djupzon).

#### 4.5.2.6 Modell 7 och 8

Modell 7 och 8 nämns här eftersom de fanns i en lista över modeller som användes 2017. Dessa FME-modeller har under analysen 2023 ersatts med en Python-modell som kör med hjälp av ArcGIS Pro. Denna Python-modell samlar resultat från modell 4 och konverterar dem från vektor till raster. Värden i resultatet är 1 eller högre, beroende på summeringen i modell 3 och 4. Summan beror på hur många objekt och objektbuffertar som överlappar och hur stor påverkan de har. Den slutliga riskskalan ska vara mellan 1 och 5 och av denna anledning klassas alla värden som är högre än 5 till 5. En högre riskklass (6 – permanent förlust) tas fram i senare steg utanför denna analys.

Resultatet av detta steg är tre rasterskikt, ett för varje påverkanskategori (hydrografisk påverkan, morfologisk påverkan, påverkan på konnektivitet) med påverkanszoner klassade som 1–5.

## 4.6 Validering och attributsättning

Alla geografiska underlag har tilldelats attribut enligt en gemensam struktur som anpassas efter respektive underlag enligt **Tabell 3**. Den gemensamma strukturen togs fram som ett kompletterande steg efter att analysarbetet avslutats och ingår därför inte i metodbeskrivningen i bilaga B. Strukturen har tillämpats både för FP2023 och FP2017.

Tabell 3. Attributsättning för samtliga underlag. Anpassas efter underlag enligt beskrivning i tabellen.

| Attribut           | Beskrivning                                                                                         |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Klassnamn          | Beskriver typ av objekt såsom pir, kaj och så vidare. Används för ortofotokartering och insamling.  |
| Value              | Anger riskvärde (1–6) för rasterfiler. Motsvarar attributet Risk. Används för påverkanszoner.       |
| Risk               | Anger riskvärde (1–6) för vektorfiler. Motsvarar attributet Value. Används för erosion och ankring. |
| Risk_text          | Textförklaring för attributet Risk eller Value.                                                     |
| Dataägare          | Ursprung (till exempel HaV, Lantmäteriet och så vidare).                                            |
| Datakälla          | Fi/databas/URL där data har hämtats. Används där det är applicerbart.                               |
| Metod              | Ortofotokartering, Insamling, Analys eller Modellering                                              |
| Rapporteringscykel | FP2017 eller FP2023                                                                                 |
| Referensår         | Årtal som karteringen representerar eller årtal då insamlat data har producerats.                   |
| Data från          | Anger årtal för det äldsta ortofotot som har använts. Används inom ortofotokartering.               |
| Data till          | Anger årtal för det nyaste ortofotot som har använts. Används inom ortofotokartering.               |
| Uttagsår           | Årtal för insamling/nedladdning/uttag av data.                                                      |
| Kommentar          | Fritext                                                                                             |
| Volym m3           | Anges för dumpning från AIS eller andra källor.                                                     |

Samtliga underlag har även kvalitetsgranskats gentemot valideringsunderlag som tillhandahållits av Havs- och vattenmyndigheten för att justera eventuella geometriska fel. Alla geografiska underlag från både FP2017 och FP2023 har konverterats till formaten geodatabas (gdb) och geopackage (gpkg).

## 4.7 Statistik

Statistiken baseras på metodiken som beskrivs i Appendix C7 (Törnqvist m.fl. 2020e). Sammanställningar för djupzon över 6 meter har dock utgått då dessa djupdata omfattas av sekretess. Detta medför även att diagram och tabeller per yta i grundområde eller havsyta utgått.

Sammanställningar per län, kommun och kustvattentyp har tillkommit samt strandlinjens fragmentering. Som ett mått på i hur hög grad den marina strandlinjen fragmenterats i olika delar av Sverige redovisas antalet segment som den marina strandlinjen består av efter exploatering. Som definition av exploatering används marina strandlinjesträckor som ligger inom 10 meter från något objekt som ingick i objektskarteringen 2022. Antalet orörda strandlinjesegment särredovisas på fastland och marina öar.

För statistiken har expanderade versioner av kustvattentypernas gränser, djupzon 0–6 meter och grunda exponeringsskyddade områden (GE) producerats och använts. De expanderade versionerna täcker landområden utanför dagens marina strandlinje och används för att fånga upp objekt från karteringarna som annars skulle klassas som att ligga på land, exempelvis pirar, utfyllnader och invallade vatten. Expansionen görs genom att skapa Thiessenpolygoner från noderna av kustvattentypernas polygoner, djupzonernas polygoner eller GE:s polygoner så att även landområden innefattas och sedan avgränsa expanderingen upp på land till en modifierad havsmask där objekten bortgrävning, utfyllnad, pir och invallat vatten lagts till från dagens justerade strandlinje. Notera att expanderade versioner av kommuner, län och vattendistrikt inte behöver tas fram då dessa gränser sträcker sig över både land och hav.

### 4.7.1 Bearbetning av kustvattentyp

Det geografiska underlag som använts för kustvattentyp är en bearbetad version av kustvattenförekomster för 2022–2027. Kustvattenförekomsterna täcker de havsområden som ligger mellan strandlinjen (enligt Lantmäteriets *Topo10*) och utsjön.

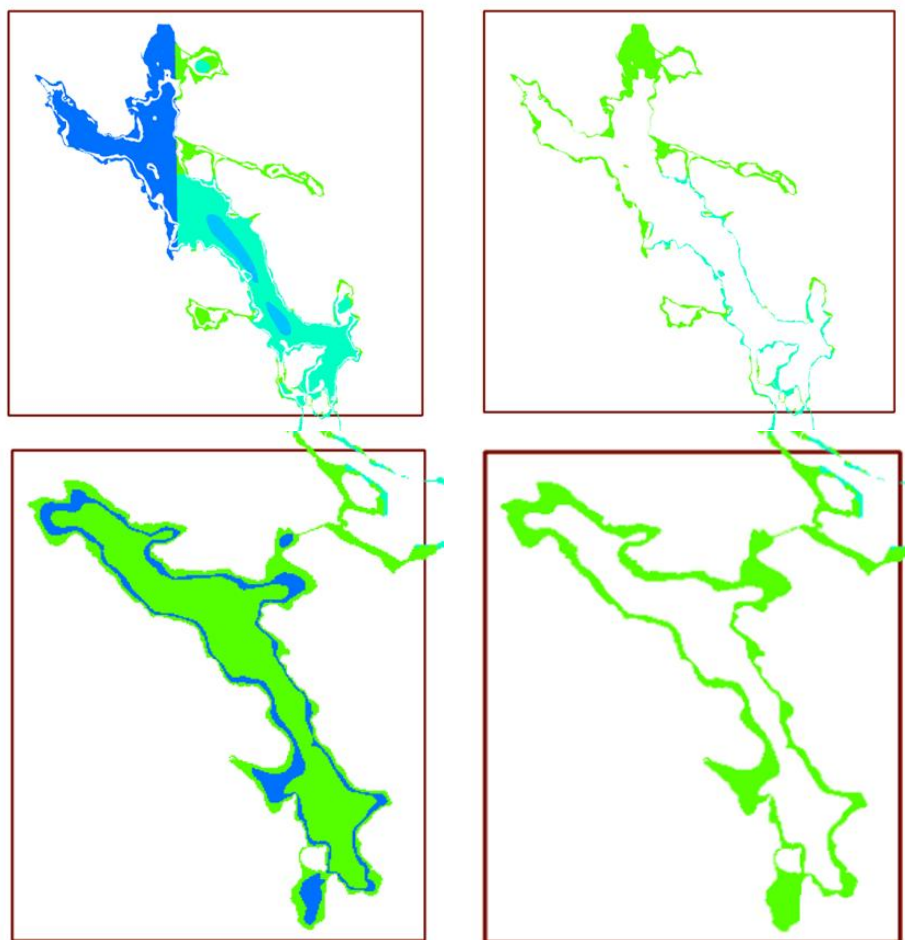
Bearbetningen bestod dels av att tilldela varje kustvattenförekomst en kustvattentyp baserat på i vilken kustvattentyp kustvattenförekomsten hade sin mittpunkt. Underlaget för kustvattentyp var ett GIS-skikt från 2016 som inte kunde användas rakt av till statistiken då dess ytor inte slöt an till strandlinjen utan lämnade ett glapp mellan land och hav.

Vad gäller kustvattenförekomsten *Väddö Kanal* (som låg mitt emellan kustvattentyperna *Södra Bottenhavet*, *inre kustvatten* och *Norra Östergötlands samt Stockholms skärgård*) beslutades att den räknas till *Södra Bottenhavet*, *inre kustvatten*. Det har också gjorts rättningar vad gäller vilken kustvattentyp vattenförekomsterna *Ajkesvik*, *Klintehamnsviken* (de hör nu till *Gotlands norra och västra kustvatten* istället för till *Ölands och Gotlands kustvatten*) samt *Inre Björköfjärden* (som nu tillhör *Norra Bottenhavet*, *Höga kusten*, *inre kustvatten* istället för till *Norra Bottenhavet*, *Höga kusten*, *yttre kustvatten*) hör till.

Det är utifrån resultatet av de bearbetade kustvattentyperna som den expanderade versionen av kustvattentyperna baseras på och som i sin tur sedan använts i statistiken för objektens längd och antal samt orörd areal.

#### 4.7.2 Rättning av abiotiska habitat

Underlagen för djupzon 0–6 meter och grunda exponeringsskyddade områden (GE) är framtagna utifrån underlaget *abiotiska habitat*. Sommaren 2024 upptäcktes två områden som behövde rättas, havsviken vid Kramfors (Bollstafjärden och Kramforsfjärden) och Brunnsviken vid Stockholm. Rättningen bestod i att ta bort de områden som felaktigt var djupare än 6 meter. I de västra delarna i havsviken utanför Kramfors ändrades alla ytor från vågexponeringsklassen *Exponerat* till vågexponeringsklassen *Ultra till extremt skyddat* (Figur 13). I Brunnsvikens djupzon 3–6 meter ändrades alla ytor från vågexponeringsklassen *Exponerat* till vågexponeringsklassen *Ultra till extremt skyddat* (Figur 13).



Figur 13. Vågexponering i djupzon 0–6 meter före (vänster) och efter (höger) rättning i havsviken utanför Kramfors (överst) och Brunnsviken (nederst).

Statistiken för orörd areal var redan producerad då rättningen av *abiotiska habitat* gjordes, därför har den version av GE som inte expanderats eller rättats använts. Statistiken för påverkanszonerna producerades däremot efter rättningen av *abiotiska habitat*, därför har de rättade och expanderade versionerna av djupzon 0–6 meter och GE använts istället.

## 5 Resultat

Nedan presenteras de resultat som erhållits efter slutförande av uppdraget.

### 5.1 Digitalisering av kustobjekt

Resultat för digitalisering av kustobjekt presenteras i två avsnitt, **5.1.1** som beskriver resultat från kalibreringsövningen som genomfördes innan digitaliseringen startade och **5.1.2** färdigställandegrad och statistik för digitaliseringen för respektive inventeringsområde.

#### 5.1.1 Kalibrering

För att harmonisera tolkningen av kustobjekt genomfördes en kalibreringsövning innan uppstart av digitalisering. Resultat av kalibreringen presenteras i fem diagram i Bilaga C. Kalibreringen utfördes genom att samtliga (fem) tolkare karterade samma 50 inventeringsrutor. Rutorna valdes ut baserat på antal och variation av objekt i i fem prioriterade områden. Dessa områden specificerades av Havs- och vattenmyndigheten som prioriterade områden och motsvarar de områden som 2017 karterades för alla tidsperioder (1960, 1994, 2008, 2016). De fem områdena är Stockholm, Västkusten, Luleå-Kalix, Norra Uppsala/Gävleborg och Blekinge. Under övningens gång genomfördes kalibreringsmöten med tolkarna och kalibreringsansvarig och avslutades med att jämföra tolkarnas karteringar. Frågor som uppkom på grund av skillnader i tolkningarna kontrollerades med hjälp av Appendix C1 (Törnqvist m.fl. 2020f). Havs- och vattenmyndigheten kontaktades (muntligen Erland Lettevall och Ingemar Andersson) när förtydligande kring tolkningarna behövdes.

Den största skillnaden i resultatet återfanns bland objekten "brygga" och nedan beskrivs de största skillnaderna i tolkningen av dessa (se **Bilaga C** för diagramhänvisningar som beskrivs nedan).

**Diagram 4** visar antal bryggor karterade per tolkare och tidigare kartering (2017). Här skiljer sig specifikt tolkare 5 från de andra i antal bryggor, tolkare 4 har också ett högre antal tolkade bryggor.

Möjliga påverkande faktorer som skillnaderna kan bero på:

- I början av kalibreringen fanns ingen tydlig riktlinje för tolkning av bryggor som blivit förlängda vilket medförde att nya brygg-linjer ibland karterats i stället för att redigera den redan existerande linjen.
- Variation i inzoomning mellan tolkare.
- Tolkare har missat att markera borttagna bryggor som "raderad".

**Diagram 5** bekräftar tydligt den första punkten ovan till varför antalet bryggor varierar så mycket mellan tolkarna. Diagrammet visar summerad längd av alla bryggor per tolkare. Tolkare 4 har den största sammanlagda längden bryggor fast tolkare 5 har flest antal bryggor. Även tolkare 1 har högt tal (avviker) för längd men inte för antal.

Kalibreringsresultat för övriga tolkningsobjekt återfinns i **Diagram 1–3 i Bilaga C**.



## 5.1.2 Status digitalisering

Kustobjekten digitaliserades enligt den prioriterade ordningen i **Tabell 4** nedan. Tabellen presenterar varje prioriterat områdes färdigställandegrad i procent. Procenten baseras på det antal inventeringsrutor (totalt 21 766) som tolkarna utgick ifrån vid karteringens start samt tillkomst av extrarutor, det vill säga tillkomst av nya objekt som karterades och lades till i nya rutor som skapades under karteringens gång. Färdigställandegraden kan alltså överstiga hundra procent då nya inventeringsrutor har skapats när objekt utanför de ursprungliga inventeringsrutorna har lagts till. Kustobjekten levererades i formaten geodatabas (.gdb) och geopackage (.gpkg) med namn "FP2023\_Ortofotokartering\_2022".

Tabell 4. Färdigställandegrad av prioriterade områden för digitalisering av kustobjekt.

| Prioritering nummer | Prioriterade områden    | Andel färdigställande (%) | Tillkomst (extra rutor) |
|---------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
| 1                   | Stockholm               | 104,34%                   | 126                     |
| 2                   | Västkusten              | 107,32%                   | 212                     |
| 3                   | Luleå–Kalix             | 113,57%                   | 133                     |
| 4                   | Norra Uppsala–Gävleborg | 103,14%                   | 16                      |
| 5                   | Blekinge                | 104,61%                   | 37                      |
| 6                   | Resterande kustlinje    | 106,58%                   | 900                     |
| <b>Totalt:</b>      |                         | <b>106,54%</b>            | <b>1424</b>             |

En översiktlig beskrivning av mängden kustobjekt som karterats återfinns i **Tabell 5**. De Övrigt-objekt som karterats utgörs framför allt av stenmurar, räls, förfallna bryggor, förfallna pirar, dykdalber och fyrar/sjömärken (se **Tabell 6**). De 227 objekt som fått kommentaren "Annat/Övrigt" i tabell 5 består av mer ovanliga objekt (huvudsakligen färre än tio stycken av varje kategori) som fördelas på 24 unika kommentarer.

Tabell 5. Karterade objekt som ingår i databasen FP2023\_Ortofotokartering\_2022. Observera att i databasen ligger bara nyttillkomna muddringar och dumpningar för perioden 2017-2022. Tidigare karterade muddringar och dumpningar, samt muddringar och dumpningar karterade med hjälp av AIS redovisas i separata databaser, se **Tabell 7**.

| Objekt                   | Totalt antal   | Total längd (km) | Total areal (km <sup>2</sup> ) <sup>5</sup> |
|--------------------------|----------------|------------------|---------------------------------------------|
| <b>Brygga linje</b>      | 121 502        | 2 110            |                                             |
| <b>Pir linje</b>         | 18 294         | 289              |                                             |
| <b>Pir area</b>          | 6 656          |                  | 3                                           |
| <b>Kaj linje</b>         | 1 765          | 211              |                                             |
| <b>Utfyllnad area</b>    | 10 844         |                  | 42                                          |
| <b>Bro area</b>          | 813            |                  | 1                                           |
| <b>Gangbro linje</b>     | 428            | 8                |                                             |
| <b>Byggnad area</b>      | 11 150         |                  | 1                                           |
| <b>Bortgravning area</b> | 4 104          |                  | 2                                           |
| <b>Dumpning Ortofoto</b> | 51             |                  | 0,03                                        |
| <b>Muddring Ortofoto</b> | 276            |                  | 0,27                                        |
| <b>Ovrigt area</b>       | 1 430          |                  | 11                                          |
| <b>Ovrigt linje</b>      | 5 225          | 161              |                                             |
| <b>Ovrigt punkt</b>      | 1 362          |                  |                                             |
| <b>Summa:</b>            | <b>183 900</b> | <b>2 779</b>     | <b>60,3</b>                                 |

<sup>5</sup> 1 km<sup>2</sup> = 100 hektar, 1 hektar = 10 000 m<sup>2</sup>, 1 km<sup>2</sup> = 1 000 000 m<sup>2</sup>

Tabell 6. Objekt karterade som övrigt. Objekt (Annat/Övrigt) avser egentligen 227 objekt med 24 unika kommentarer, med få (1–10) förekomster vardera, alternativt ej specificerade Övrigt-objekt. **Invallat vatten** dominerar vad gäller area och **stenmurarna** har störst sammanlagd längd.

| Kommentar                               | Antal objekt | Geometri           |
|-----------------------------------------|--------------|--------------------|
| <b>Stenmur</b>                          | 1374         | linje              |
| <b>Räls</b>                             | 1192         | linje              |
| <b>Förfallen brygga</b>                 | 1158         | linje              |
| <b>Båtramp</b>                          | 772          | area               |
| <b>Förfallen pir</b>                    | 678          | area, linje        |
| <b>Dykdalb</b>                          | 658          | punkt              |
| <b>Fyr/sjömärke</b>                     | 628          | punkt              |
| <b>Förfallen stenmur</b>                | 304          | linje              |
| <b>Invallat vatten</b>                  | 191          | area               |
| <b>Fiskodling</b>                       | 172          | area, linje        |
| <b>Vrak</b>                             | 150          | area, punkt        |
| <b>Flytande avgränsare</b>              | 141          | linje              |
| <b>Ledverk</b>                          | 82           | linje              |
| <b>Avbärare, stor, vid industrihamn</b> | 68           | linje              |
| <b>Vågbrytare</b>                       | 45           | linje              |
| <b>Rör</b>                              | 33           | linje              |
| <b>Industribrygga</b>                   | 23           | area               |
| <b>Damm/Sluss</b>                       | 22           | linje              |
| <b>Kabel</b>                            | 20           | linje              |
| <b>Förfallen dykdalb</b>                | 19           | punkt              |
| <b>Torrdocka</b>                        | 19           | area               |
| <b>Förfallen industribrygga</b>         | 14           | area               |
| <b>Förfallet sjömärke (under ytan)</b>  | 12           | punkt              |
| <b>(Annat/Övrigt)</b>                   | 227          | linje, area, punkt |
| <b>Summa:</b>                           | <b>8 002</b> |                    |

Tabell 7. Samtliga från ortofoto karterade muddringar och dumpningar, samt muddringar och dumpningar karterade med hjälp av AIS.

| Metod    | Objekt              | Totalt antal | Total areal (km2) |
|----------|---------------------|--------------|-------------------|
| Ortofoto | Dumpning tom 2016   | 0            | 0                 |
|          | Dumpning 2017-2022  | <b>51</b>    | <b>0,035</b>      |
|          | Muddring tom 2016   | 10 506       | 65,22             |
|          | Muddring 2017-2022  | <b>276</b>   | <b>0,266</b>      |
|          | <b>Summa:</b>       | 10 833       | 65,521            |
| AIS      | Dumpning tom 2016   | 625          | 13,58             |
|          | Dumpning 2017-2022  | 67           | 1,711             |
|          | Muddring tom 2016   | 2 284        | 84,94             |
|          | Muddring 2017-2022* | 535          | 9,655             |
|          | <b>Summa:</b>       | 3 511        | 109,886           |
|          | <b>Totalt:</b>      | 14 344       | 175,407           |

\*Överlapp förekommer.

En jämförelse av de objekt som karterats via ortofoton under 2016 samt 2022 redovisas i **Tabell 8**. Objektens omfattning har ökat i både antal, objektlängd och areal.

Tabell 8. Kustobjekt som karterats via ortofototolkning 2016 och 2022 fördelat per geometri (punkt, linje, yta) och redovisat som antal objekt, objektlängd samt areal. Raden "Ytor" inkluderar alla muddringar som har karterats fram till och med år 2022 i kolumnen "2022" och alla muddringar som registrerats fram till 2016 i kolumnen "2016".

|                                                 | Antal objekt                                                                                                                                              |        |            | Objektlängd (km)                                                                            |      |            | Areal objekt (km <sup>2</sup> )                                                                                                    |      |            |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------|
|                                                 | Sammanlagt antal bortgrävningar, broar, byggnader, muddringar, pirar > 6 m bredd, utfyllnader och övriga objekt som digitaliserats som ytor eller punkter |        |            | Sammanlagt längd brygga, kaj, pir < 6m bred och övriga objekt som digitaliserats som linjer |      |            | Sammanlagd area för bortgrävningar, broar, byggnader, pirar > 6 m bredd, utfyllnader och övriga objekt som digitaliserats som ytor |      |            |
|                                                 | Antal                                                                                                                                                     |        |            | Längd (km)                                                                                  |      |            | Areal (km <sup>2</sup> )                                                                                                           |      |            |
|                                                 | 2016                                                                                                                                                      | 2022   | Förändring | 2016                                                                                        | 2022 | Förändring | 2016                                                                                                                               | 2022 | Förändring |
| <b>Punkter</b>                                  | 820                                                                                                                                                       | 1362   | +66%       |                                                                                             |      |            |                                                                                                                                    |      |            |
| <b>Linjer</b>                                   | 127846                                                                                                                                                    | 147214 | +15%       | 2541                                                                                        | 2779 | +9%        |                                                                                                                                    |      |            |
| <b>Ytor</b>                                     | 42378                                                                                                                                                     | 45 830 | +8%        |                                                                                             |      |            | 117                                                                                                                                | 125  | +7%        |
| <b>Ytor utan överlapp*</b>                      | 34554                                                                                                                                                     | -      | -          |                                                                                             |      |            | 117                                                                                                                                | -    | -          |
| <b>Ytor exklusive muddringar</b>                | 31872                                                                                                                                                     | 34997  | +10%       |                                                                                             |      |            | 51                                                                                                                                 | 59   | +15%       |
| <b>Ytor exklusive muddringar, utan överlapp</b> | 28347                                                                                                                                                     | 30403  | +7%        |                                                                                             |      |            | 51                                                                                                                                 | 59   | +15%       |

\* Ej beräknat siffror för 2022.

## 5.2 Preparering av insamlade geodata

Samtliga indataskikt är färdigställda och har levererats i två separata geodatabaser (se **Tabell 9**).

Tabell 9. Skikt som ingår i insamlingen av geodata samt namn på leveransdatabas där respektive indataskikt ingår.

| Indataskikt                  | Källa                                | Geodatabas (.gdb)/Geopackage (.gpkg) |
|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| ACHBRT_AREA                  | Sjöfartsverket                       | FP2023_Insamling_Sjokortsdata_2022   |
| ACHBRT_POINT                 | Sjöfartsverket                       | FP2023_Insamling_Sjokortsdata_2022   |
| BCNSPP_POINT                 | Sjöfartsverket                       | FP2023_Insamling_Sjokortsdata_2022   |
| BOYCAR_POINT                 | Sjöfartsverket                       | FP2023_Insamling_Sjokortsdata_2022   |
| BOYISD_POINT                 | Sjöfartsverket                       | FP2023_Insamling_Sjokortsdata_2022   |
| BOYLAT_POINT                 | Sjöfartsverket                       | FP2023_Insamling_Sjokortsdata_2022   |
| BOYSAW_POINT                 | Sjöfartsverket                       | FP2023_Insamling_Sjokortsdata_2022   |
| BOYSPP_POINT                 | Sjöfartsverket                       | FP2023_Insamling_Sjokortsdata_2022   |
| CBSUB_LINE                   | Sjöfartsverket                       | FP2023_Insamling_Sjokortsdata_2022   |
| DMPGRD_AREA                  | Sjöfartsverket                       | FP2023_Insamling_Sjokortsdata_2022   |
| DMPGRD_POINT                 | Sjöfartsverket                       | FP2023_Insamling_Sjokortsdata_2022   |
| DRGARE_AREA                  | Sjöfartsverket                       | FP2023_Insamling_Sjokortsdata_2022   |
| PIPSOL_LINE                  | Sjöfartsverket                       | FP2023_Insamling_Sjokortsdata_2022   |
| WRECKS_AREA                  | Sjöfartsverket                       | FP2023_Insamling_Sjokortsdata_2022   |
| WRECKS_POINT                 | Sjöfartsverket                       | FP2023_Insamling_Sjokortsdata_2022   |
| Akvakultur                   | Jordbruksverket                      | FP2023_Insamling_2022                |
| Artificiella_rev_area        | Sjöfartsverket                       | FP2023_Insamling_2022                |
| Artificiella_rev_linje       | Sjöfartsverket                       | FP2023_Insamling_2022                |
| Artificiella_rev_punkt       | Sjöfartsverket                       | FP2023_Insamling_2022                |
| Badplatser                   | Lantmäteriet Topografi 50 (LMtopo50) | FP2023_Insamling_2022                |
| Badplatser_area              | FP2017, LMtopo50                     | FP2023_Insamling_2022                |
| Byggnation_fyrar             | LMtopo50                             | FP2023_Insamling_2022                |
| Dammar                       | Dammregistret SMHI                   | FP2023_Insamling_2022                |
| Dumpning_AndraKallor_point   | Havs- och vattenmyndigheten          | FP2023_Insamling_2022                |
| Dumpning_AndraKallor_polygon | Havs- och vattenmyndigheten          | FP2023_Insamling_2022                |
| Muddring_AndraKallor_point   | Havs- och vattenmyndigheten          | FP2023_Insamling_2022                |
| Muddring_AndraKallor_polygon | Havs- och vattenmyndigheten          | FP2023_Insamling_2022                |
| Fiberrika_sediment           | SGU                                  | FP2023_Insamling_2022                |
| Havsbaserad vindkraft        | Vindbrukskollen                      | FP2023_Insamling_2022                |
| kablar_pipelines_linje       | Sjöfartsverket                       | FP2023_Insamling_2022                |
| Sedimentextraktion           | EMODnet, HaV SYMPHONY                | FP2023_Insamling_2022                |
| Tunnlar_hav                  | LMtopo50                             | FP2023_Insamling_2022                |

### 5.3 Modellering av bottenstörningar

AIS-data har bearbetats så att CSV-data konverterats till GIS-data, felaktiga geometrier har tagits bort samt har statistik för fartyg justerats. Resultatet är en databas med AIS-data i linjeformat som används som indata för analys av risk för ankringar och erosion från svall och avsänkning.

I ankringsanalysen togs AIS-data in och användes för att identifiera varje tillfälle som varje fartyg stannade (hastighet under 0.1 knop). Resultatet sparades i ett raster med upplösningen 25 gånger 25 meter där värdet i varje rastercell innebär antal stopptillfällen. Celler med värdet 1 togs bort för att exkludera enstaka unika stopp. En densitetsanalys gjordes på rastret vilket klassas om till ett riskvärde, baserat på samma metod i föregående analys (2017). Resultatet är riskklasser på skalan 1–4. Där klasser betecknar följande riskkategorier:

1. Infrekventa besök, liten risk för skada
2. Flera besök per år, viss risk för skada
3. Flera besök per år, viss risk för skada
4. Frekventa besök eller direkt ankring, ganska stor risk för skada

I analysen för erosionsrisk ifrån svall genomfördes en analys av linjedensitet med AIS-data. Varje linje viktades mot fartygens längd, bredd, djupgående och hastighet. Analysen bestod av två delar, en med fokus på risk ifrån svallvågor och en med risk ifrån avsänkning. Bottenkänslighet och så kallad djupsumma (mängd av vatten runt fartyg) är skikt som togs fram under motsvarande analys 2017. Dessa ingick i en matematisk beräkning mot de två analysdelarna för att ta fram en preliminär risksiffra för respektive analysdel. De två resultaten summerades och användes tillsammans med data över vågexponering för att ta fram riskklasser för erosion. Riskklasserna är på skalan 1-3 där riskkategorier är följande:

1. Påtaglig risk för ändrade vattenströmmar, relevanta för biologi och habitat
2. Risk för erosion av mjukbottnar, risk för ändrade vattenströmmar
3. Risk för erosion av sand och morän, risk för erosion av mjukbottnar, risk för ändrade vattenströmmar

Dessutom har AIS-data använts för att identifiera muddringar och dumpningar. Den analysen är till stor del en manuell process. Sjöfartsverket levererade AIS-data för fartygstypen "dredging" under åren 2019–2022. Fartygen granskades med hjälp av fartygsregister på internet, framför allt Marinetraffic för att avgöra huruvida fartygen är muddringsfartyg eller inte. Muddringsfartyg som rörde sig efter vissa mönster och i låg hastighet granskades och de tillfällen som liknade mönster för muddring och dumpning markerades som sådana. Till slut buffrades de identifierade linjerna med 10 meter för att få fram muddrings- och dumpningspolygoner.

### 5.4 Modellering av påverkanstryck

Analyserna i modellerna 1, 3 och 4 har genomförts av Metria, Modell 2 genomfördes av SGU. Modell 7 och 8 har genomförts av Metria för att samla och rastrera resultat.

Resultatet levererades i formatet GEOTIFF med summerat påverkansvärde som motsvarar risk i kategorierna hydrografisk påverkan, morfologisk påverkan och påverkan på konnektivitet.

Resultat visar påverkan med värden 1-5 där värden representerar följande påverkanskategorier:

1. Närvaro och verkan men ingen mätbar effekt.
2. Avvikelse från referensvärde men utan signifikant påverkan.
3. Avvikelse från referensvärde med trolig viss påverkan. För vattenförvaltningen utgör denna klass och över "väsentlig förändring".
4. Märkbara avvikelser från referensvärden, signifikant påverkan.
5. Mycket stor påverkan, andra strukturer och processer verkar på lokalen.

## 5.5 Statistik

Statistiken levererades i fyra excelfiler med tabeller och fem PDF-filer med kartor och diagram. Utöver detta levererades även de olika versionerna av kustvattentyper, djupzon 0–6 meter och grunda exponeringsskyddade områden (GE). Se **10** nedan för en översikt av leveransens innehåll samt **Bilaga D** för PDF-filernas innehåll.

Tabell 10. Översikt över statistikleveransens innehåll.

| Fil                                                           | Beskrivning                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Djupzon_0_6m.gdb<br>Djupzon_0_6m.gpkg                         | Ursprunglig version, rättad version (med avseende på Kramfors och Brunnsviken) samt expanderad version.                                                                                                                                                                                                                              |
| GE.gdb<br>GE.gpkg                                             | Ursprunglig version, rättad version (med avseende på Kramfors och Brunnsviken) samt expanderad version.                                                                                                                                                                                                                              |
| Kustvattentyp_2022_2027.gdb<br>Kustvattentyp_2022_2027.gpkg   | Bearbetad version, expanderad version samt kustvattenförekomster med information om dess kustvattentyp.                                                                                                                                                                                                                              |
| Langd_och_antal_1960_1994_2008_2016_2022.xlsx                 | Tabeller med strandlinjens längd, objektlängd/antal objekt/areal av ytojekt, förändring och årlig förändring av objektlängd/antal objekt, objektlängd/antal objekt per km strandlinje, förändring och årlig förändring av objektlängd/antal objekt per km strandlinje för år 1960, 1994, 2008, 2016 och 2022 per inventeringsområde. |
| Langd_och_antal_1960_2016_2022_vattendistrikt_lan_kommun.xlsx | Tabeller med strandlinjens längd, objektlängd/antal objekt/areal av ytojekt, förändring och årlig förändring av objektlängd/antal objekt, objektlängd/antal objekt per km strandlinje, förändring och årlig förändring av objektlängd/antal objekt per km strandlinje för år 1960, 2016 och 2022 per vattendistrikt, län och kommun. |
| Langd_och_antal_1994_2008_2016_2022.xlsx                      | Tabeller med strandlinjens längd, objektlängd/antal objekt/areal av ytojekt, förändring och årlig förändring av objektlängd/antal objekt, objektlängd/antal objekt per km strandlinje, förändring och årlig förändring av objektlängd/antal objekt per km strandlinje för år 1994, 2008, 2016 och 2022 per inventeringsområde.       |
| Langd_och_antal_2016_2022_vattendistrikt_lan_kommun.xlsx      | Tabeller med strandlinjens längd, objektlängd/antal objekt/areal av ytojekt, förändring och årlig förändring av objektlängd/antal objekt, objektlängd/antal objekt per km strandlinje, förändring och årlig förändring av objektlängd/antal objekt per km strandlinje för år 2016 och 2022 per vattendistrikt, län och kommun.       |
| Objektens längd och antal.pdf                                 | Diagram och kartor med utveckling i inventeringsområdena samt jämförelser mellan olika årtal per vattendistrikt, län, kommun eller kustvattentyp.                                                                                                                                                                                    |
| Orörd areal i GE och fragmentering av strandlinjen.pdf        | Diagram och kartor med utveckling i inventeringsområdena samt jämförelser mellan olika årtal per vattendistrikt, län, kommun eller kustvattentyp.                                                                                                                                                                                    |
| Påverkanszoner diagram kommuner, mindre20ha.pdf               | Påverkad havsyta och andel påverkad havsyta i GE respektivedjupzon 0–6 meter vad gäller hydrografisk påverkan, morfologisk påverkan och konnektivitet. Redovisat per kommun (endast de med totalareal mindre än 20 ha i GE, inga kommuner har totalareal mindre än 20 ha i djupzon 0-6m).                                            |
| Påverkanszoner diagram.pdf                                    | Påverkad havsyta och andel påverkad havsyta i GE respektive djupzon 0–6 meter vad gäller hydrografisk påverkan, morfologisk påverkan och konnektivitet. Redovisat per län, kommun (endast de med totalareal större än 20 ha i GE, alla kommuner har totalareal större än 20 ha i djupzon 0-6m) och vattendistrikt.                   |
| Påverkanszoner kartor.pdf                                     | Påverkad havsyta (klass 3–6) redovisat per kommun. Varje karta visar kommunerna i ett vattendistrikt.                                                                                                                                                                                                                                |

## 6 Vidare förbättringsmöjligheter

### Digitalisering av kustobjekt

Förbättringsmöjligheter som har identifierats och implementerats för digitaliseringen av kustobjekt under moment 1:

- Kalibreringen visade stor skillnad mellan tolkare avseende antal tolkade bryggor, men mindre skillnad avseende bryggglängd. Vid digitaliseringens uppstart sattes riktlinjer upp om att redigera existerande bryggor som förlängts i stället för att addera nya linjer.
- Bryggkomplex som inte förändrats sedan karteringen 2017 ska inte finjusteras genom förändringar av linjedragningar.
- En definierad inzoomningsnivå har införts som tolkaren ska förhålla sig till.
- Nutida ortofoton har högre upplösning vilket medför att det är lättare att se skillnad mellan bryggkonstruktioner och omgivningen (till exempel berghäll). Detta medför att det kan ta längre tid att kartera, men förbättrar också noggrannheten då objekt som inte kunde tolkas med hög sannolikhet tidigare nu syns tydligare.

### Modellering av bottenstörningar

Modelleringen för att ta fram bottenstörningar med hjälp av AIS-data var framgångsrik och gav även några observationer:

I analysen för erosionsrisk från svallvågor och avsänkning finns en skillnad mellan det som har genomförts nu och det som gjordes 2017 (se ovan i delen Analyser med AIS-data). Skillnaderna är tillgång till AIS-data, metod för justering av geometri, ifyllning av statistik och harmonisering av resultat från olika datakällor, nämligen HELCOM och Sjöfartsverket. Resultatet för 2023 visar i stort sett samma mönster som för 2017. Vissa skillnader mellan övervakningstillfällena beror på det som nämns i delen om AIS-data, det vill säga att analysen med HELCOM-data ger mindre effekter av fartyg i klass 2 (djupgående 1,5 – 3 meter) och störst del av strandnära trafik än vad motsvarande data från Sjöfartsverket ger (se **Figur 6** ovan).

Med hänsyn till den information som nämns ovan, det vill säga geometriska problem i HELCOM-data, det faktum att HELCOM-data inte täcker områden utanför Östersjön såsom Skagerrak, skillnader i datatäthet mellan HELCOM och Sjöfartsverkets data och skillnader i täthet av olika fartygsklassers data där Sjöfartsverkets data har tydligt större effekt på potentiella riskzoner, samt det faktum att Sjöfartsverkets data användes i tidigare analyser, verkar det rimligt att fortsätta använda Sjöfartsverkets data i framtiden för analys av erosion och bottenstörning. HELCOM-data användes inom den här analysen eftersom tekniska problem orsakade svårigheter att få data från Sjöfartsverket.

### Modellering av påverkanstryck

Modeller för påverkanstryck genomfördes av Metria och SGU. Detta arbetsflöde fungerar optimalt när man endast behöver köra analysen en gång. En rekommendation är att samma operatör kör alla påverkansmodeller för att underlätta eventuella justeringar som behöver göras av resultaten om fel eller förbättringsmöjligheter upptäcks i resultaten.

## 7 Slutsatser

### Digitalisering av kustobjekt

Återkommande kalibreringsmöten är en förutsättning för att tolkarna ska vara harmoniserade i tolkningen av kustobjekt.

Under digitaliseringen har det tillkommit nya typer av objekt inom skiktet Övrigt som inte karterats tidigare (till exempel bastuflottar), vilket medfört att specifikationer för kustobjekt behövt uppdateras. De nya objekten som karterades under FP2023 är:

- Bryggrelaterad struktur
- Båtramp
- Fiskanläggning
- Fisknät
- Förfallen byggnad
- Helikopterplatta
- Kran
- Nedsänkt brygga
- Presenning
- Pråm
- Räls
- Skeppsvarv, stor aktivitet
- Vindkraftverk
- Övrigt

Några objekt som karterades under FP2017 men inte påträffats under karteringen av FP2023:

- Fontän
- Förfallet hus
- Förfallet ledverk
- Högt okänt objekt i industrihamn
- Ofullständig invallning
- Semipermanent stor husbåt
- Stora betongringar

Det är viktigt att i början av tolkningsförfarandet fastställa en lista över de klasser som ska höra till Övrigt-kategorin samt skapa en gemensam struktur för hur dessa objekt får benämnas.

Ortofoton från år 2019 och framåt har högre upplösning än de ortofoton som nyttjades när digitaliseringen genomfördes 2017. Detta har medfört att korrigeringar behövt göras av vissa tidigare karterade objekt. Det gäller främst mindre bryggor belägna på västkusten, där berghällar ibland förväxlats med bryggor.

### **Preparering av insamlade geodata**

Förändringar i datakällor från bland annat Lantmäteriet har medfört att de indataskikt som tidigare hämtats från Lantmäteriets terrängkarta (badplatser\_punkt, byggnation\_fyrar, tunnlar\_hav) nu hämtas från Lantmäteriets karta Topo50.

### **Modellering av bottenstörningar**

Modellering av bottenstörning (erosionsrisk från svallvågor, avsänkning och ankring) visar liknande mönster som de analyser som genomfördes 2017, men med viss minskning i riskzoner på grund av effekter från olika datakällor (se 4.3).

På grund av leveranssvårigheter av AIS-data inom projektets tidsram användes data från HELCOM, med komplement av AIS-data från Sjöfartsverket för Skagerrak. Jämförelser gjordes mellan AIS-data från Sjöfartsverket och HELCOM som visade att effekter i strandnära och vågexponeringsskyddade områden var större med data från Sjöfartsverket. För bättre resultat i potentiella riskområden som är relevanta i detta projekt samt bättre jämförelse med tidigare utfört arbete (FP2017) rekommenderas att framtida uppföljningar använder sig av AIS-data från Sjöfartsverket.

### **Modellering av påverkanstryck**

En rekommendation är att samma operatör kör alla påverkansmodeller för att underlätta eventuella justeringar som behöver göras av resultaten om fel eller förbättringsmöjligheter upptäcks i resultaten.



## 8 Projektgrupp

| Namn                  | Delmoment* | Roll                                                     |
|-----------------------|------------|----------------------------------------------------------|
| Caisa Adolfsson       |            | <b>Projektledare 1</b>                                   |
| Benedikt Vidisson     | d          | modellansvarig                                           |
| Simon Nazerian        | c          | tolkare och kalibreringsansvarig                         |
| Marc Nelson           | a, c       | tolkare, preparering av geodata                          |
| Therese Eriksson      | a, c       | <b>projektledare 2</b> , tolkare, preparering av geodata |
| Sofie Häljestig       | c, e       | tolkare och rapportförfattare                            |
| Christoffer Keskitalo | c          | tolkare                                                  |
| Martin Samnerud       | c          | tolkare                                                  |
| Luke Webber           | c          | tolkare                                                  |
| Josefin Klein         |            | statistikframtagning                                     |
| Elsa Lindevall        | c          | tolkare, statistikframtagning                            |

\*Hänvisar till de delmoment som presenteras i Rubrik 2 Avgränsning för Moment 1

## 9 Referenser

- Törnqvist O, Klein J, Vidisson B, Häljestig S, Katif S, Nazerian S, Rosengren M och Giljam C 2020a. Fysisk störning i grunda havsområden – Kartläggning och analys av potentiell påverkanszon samt regional och nationell statistik angående störda områden. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2020:12 (exklusive appendix). Hämtad från Havs- och vattenmyndigheten website:  
<https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:havochvatten:diva-361>
- Törnqvist O, Klein J, Vidisson B, Häljestig S, Katif S, Nazerian S, Rosengren M och Giljam C 2020b. *Appendix C3: Kartläggning av muddring med AIS-data* i Fysisk störning i grunda havsområden – Kartläggning och analys av potentiell påverkanszon samt regional och nationell statistik angående störda områden. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2020:12. Hämtad från Havs- och vattenmyndighetens website:  
<https://www.havochvatten.se/download/18.26126a9e1777ad8f058aa218/1613655125684/appendix-c3-kartlaggning-muddring-ais-data.pdf>
- Törnqvist O, Klein J, Vidisson B, Häljestig S, Katif S, Nazerian S, Rosengren M och Giljam C 2020c. *Appendix C2: Kartläggning av erosions- och ankringsskador* i Fysisk störning i grunda havsområden – Kartläggning och analys av potentiell påverkanszon samt regional och nationell statistik angående störda områden. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2020:12. Hämtad från Havs- och vattenmyndighetens website:  
<https://www.havochvatten.se/download/18.26126a9e1777ad8f058aa0b2/1613654257912/appendix-c2-kartlaggning-erosions-ankringsskador.pdf>
- Törnqvist O, Klein J, Vidisson B, Häljestig S, Katif S, Nazerian S, Rosengren M och Giljam C 2020d. *Appendix A1: Påverkanstryck och initiala vikter för påverkansanalys* i Fysisk störning i grunda havsområden – Kartläggning och analys av potentiell påverkanszon samt regional och nationell statistik angående störda områden. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2020:12. Hämtad från Havs- och vattenmyndighetens website:  
<https://www.havochvatten.se/download/18.26126a9e1777ad8f058a9b9c/1613652651837/appendix-a1-paverkanstryck-initiala-vikter-paverkansanalys.pdf>
- Törnqvist O, Klein J, Vidisson B, Häljestig S, Katif S, Nazerian S, Rosengren M och Giljam C 2020e. *Appendix C7: Metoder för förändringsstudier* i Fysisk störning i grunda havsområden – Kartläggning och analys av potentiell påverkanszon samt regional och nationell statistik angående störda områden. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2020:12. Hämtad från Havs- och vattenmyndighetens website:  
<https://www.havochvatten.se/download/18.26126a9e1777ad8f0585be5e/1708690508917/appendix-c7-metoder-for-forandningsstudier.pdf>
- Törnqvist O, Klein J, Vidisson B, Häljestig S, Katif S, Nazerian S, Rosengren M och Giljam C 2020f. *Appendix C1: Direkt kartläggning av påverkanstryck* i Fysisk störning i grunda havsområden – Kartläggning och analys av potentiell påverkanszon samt regional och nationell statistik angående störda områden. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2020:12. Hämtad från Havs- och vattenmyndighetens website:  
<https://www.havochvatten.se/download/18.26126a9e1777ad8f058a9cf3/1613653152975/appendix-c1-direkt-kartlaggning-paverkanstryck.pdf>

# Bilaga A – Stöddata och underlag för digitalisering och modellering av kustobjekt

**Tabell 1** Stöddata för digitalisering av kustobjekt.

| Dataset                             | Beskrivning                                          | Upplösning                                     | Källa                               |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|
| NMD hav                             | Klass Hav                                            | 10 m                                           | Naturvårdsverket                    |
| Historiska ortofoton 1960-talet     | Historiskt ortofoto, 60-tal                          | 0,5 m                                          | Interna rasterfiler                 |
| Visningstjänst historiska ortofoton | Historiska ortofoton, referensår 1960 och 1975, sv/v | 0,5 m                                          | Lantmäteriet                        |
| Visningstjänst ortofoton årsvis     | Visningstjänst Ortofoto, 2006–2022, färg/IR          | 2006–2018: 0,25–0,5 m<br>2019–2022: 0,16–0,42m | Lantmäteriet                        |
| Visningstjänst ortofoton Muddringar | Visningstjänst Ortofoto, färg/IR                     | 0,16–0,5 m                                     | Lantmäteriet<br>Sjöfartsverket, HaV |

**Tabell 2** Databas FP2023\_Ortofotokartering\_2022.gdb. Dataset för kartläggning av påverkanstryck i form av objekt och verksamheter inventerade via analys av ortofoton.

| Objekt            | Geometri | Attribut                                                                                             | Metod                            |
|-------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Brygga_linje      | Linje    | Klassnamn (Brygga), Shape_Length (längd i m)                                                         | Lantmäteriet, Ortofototolkning   |
| Pir_linje         | Linje    | Klassnamn (Pir < 6m bred), Shape_Length (längd i m)                                                  | Ortofototolkning                 |
| Pir_area          | Area     | Klassnamn (Pir > 6m bred), Shape_Area (area i m2), Shape_Length (omkrets i m)                        | Ortofototolkning                 |
| Kaj_linje         | Linje    | Klassnamn (Kaj), Shape_Length (längd i m)                                                            | Lantmäteriet, Ortofototolkning   |
| Utfyllnad_area    | Area     | Klassnamn (Utfyllnad), Shape_Area (area i m2), Shape_Length (omkrets i m)                            | Ortofototolkning                 |
| Bro_area          | Area     | Klassnamn (Bro), Shape_Area (area i m2), Shape_Length (omkrets i m)                                  | Ortofototolkning                 |
| Gangbro_linje     | Linje    | Klassnamn (Gångbro), Shape_Length (längd i m)                                                        | Lantmäteriet                     |
| Byggnad_area      | Area     | Klassnamn (Byggnad), Shape_Area (area i m2), Shape_Length (omkrets i m)                              | Lantmäteriet, Ortofototolkning   |
| Bortgravning_area | Area     | Klassnamn (Bortgravning), Shape_Area (area i m2), Shape_Length (omkrets i m)                         | Ortofototolkning                 |
| Ovrigt_area       | Area     | Klassnamn (Övrigt), Kommentar (objektangivelse)*, Shape_Area (area i m2), Shape_Length (omkrets i m) | Ortofototolkning                 |
| Ovrigt_linje      | Linje    | Klassnamn (Övrigt), Kommentar (objektangivelse)*, Shape_Length (längd i m)                           | Ortofototolkning                 |
| Ovrigt_punkt      | Punkt    | Klassnamn (Övrigt), Kommentar (objektangivelse)*                                                     | Ortofototolkning                 |
| Muddring_Ortofoto | Polygon  | Klassnamn (Flertalet klassnamn återfinns)                                                            | Ortofototolkning                 |
| Dumpning_Ortofoto | Polygon  | Klassnamn (Dumpning)                                                                                 | Ortofototolkning                 |
| Inventerade_rutor | Area     | Kommentar, Shape Area (area i m2), Shape Length (omkrets i m)                                        | Se avsnittet Metod (stycke 4.1.) |
| Extra_rutor       | Area     | Kommentar, Shape Area (area i m2), Shape Length (omkrets i m)                                        | Se avsnittet Metod (stycke 4.1.) |

**Tabell 3** Giltiga kommentarer till påverkansobjekt med klassnamn "Övrigt".

| Kommentar                        |
|----------------------------------|
| Avbärare, stor, vid industrihamn |
| Båtramp                          |
| Damm/Sluss                       |
| Dykdalb                          |
| Fiskodling                       |
| Flytande avgränsare              |
| Fyr/Sjömärke                     |
| Förfallen brygga                 |
| Förfallen dykdalb                |
| Förfallen industribrygga         |
| Förfallen pir                    |
| Förfallet sjömärke (under ytan)  |
| Förfallen stenmur                |
| Industribrygga                   |
| Invallat vatten                  |
| Kabel                            |
| Ledverk                          |
| Räls                             |
| Rör                              |
| Stenmur                          |
| Torrdocka                        |
| Vrak                             |
| Vågbrytare                       |
| (Annat/Övrigt)                   |

**Tabell 4** Dataset som hanteras i prepareringen av insamlade data.

| Indataskikt                  | Källa                                |
|------------------------------|--------------------------------------|
| ACHBRT_AREA                  | Sjöfartsverket                       |
| ACHBRT_POINT                 | Sjöfartsverket                       |
| BCNSPP_POINT                 | Sjöfartsverket                       |
| BOYCAR_POINT                 | Sjöfartsverket                       |
| BOYISD_POINT                 | Sjöfartsverket                       |
| BOYLAT_POINT                 | Sjöfartsverket                       |
| BOYSAW_POINT                 | Sjöfartsverket                       |
| BOYSPP_POINT                 | Sjöfartsverket                       |
| CBLSUB_LINE                  | Sjöfartsverket                       |
| DMPGRD_AREA                  | Sjöfartsverket                       |
| DMPGRD_POINT                 | Sjöfartsverket                       |
| DRGARE_AREA                  | Sjöfartsverket                       |
| PIPSOL_LINE                  | Sjöfartsverket                       |
| WRECKS_AREA                  | Sjöfartsverket                       |
| WRECKS_POINT                 | Sjöfartsverket                       |
| Akvakultur                   | Jordbruksverket                      |
| Artificiella_rev_area        | Sjöfartsverket                       |
| Artificiella_rev_linje       | Sjöfartsverket                       |
| Artificiella_rev_punkt       | Sjöfartsverket                       |
| Badplatser                   | Lantmäteriet Topografi 50 (LMtopo50) |
| Badplatser_area              | FP2017, LMtopo50                     |
| Byggnation_fyrar             | LMtopo50                             |
| Dammar                       | Dammregistret SMHI                   |
| Dumpning_AndraKallor_point   | Havs- och vattenmyndigheten          |
| Dumpning_AndraKallor_polygon | Havs- och vattenmyndigheten          |
| Muddring_AndraKallor_point   | Havs- och vattenmyndigheten          |
| Muddring_AndraKallor_polygon | Havs- och vattenmyndigheten          |
| Fiberrika sediment           | SGU                                  |
| Havsbaserad vindkraft        | Vindbrukskollen                      |
| kablar_pipeline_linje        | Sjöfartsverket                       |
| Sedimentextraktion           | EMODnet, HaV SYMPHONY                |
| Tunnlar_hav                  | LMtopo50                             |

**Tabell 5** Indata som hanteras i alla modelleringar av bottenstörningar. Med bottenstörningar avses muddringar från AIS-data, ankringar från AIS-data, erosionsrisk från AIS-data, framtagning av påverkanszoner.

| <b>Dataset</b>                                                      | <b>Datainsamling</b>          |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| AIS (muddringfartyg), helårsdata                                    | Sjöfartsverket                |
| AIS (alla fartyg, inklusive muddringsfartyg),<br>definierad period. | Helcom, Sjöfartsverket        |
| Summa av bottendjup                                                 | Bearbetade indata från FP2017 |
| Bottenkänslighet                                                    | Bearbetade indata från FP2017 |
| Vågexponering                                                       | HaV                           |
| Invallade havsvikar                                                 | Leverabel från FP2017         |

## **Bilaga B – Detaljerad metod för moment 1 & 2**

Se separat pdf-fil.

## Bilaga C – Resultat från kalibreringsövning med tolkare som arbetat med att digitalisera kustobjekt

Diagram 1. Antal objekt uppdelat på klasser och tolkare

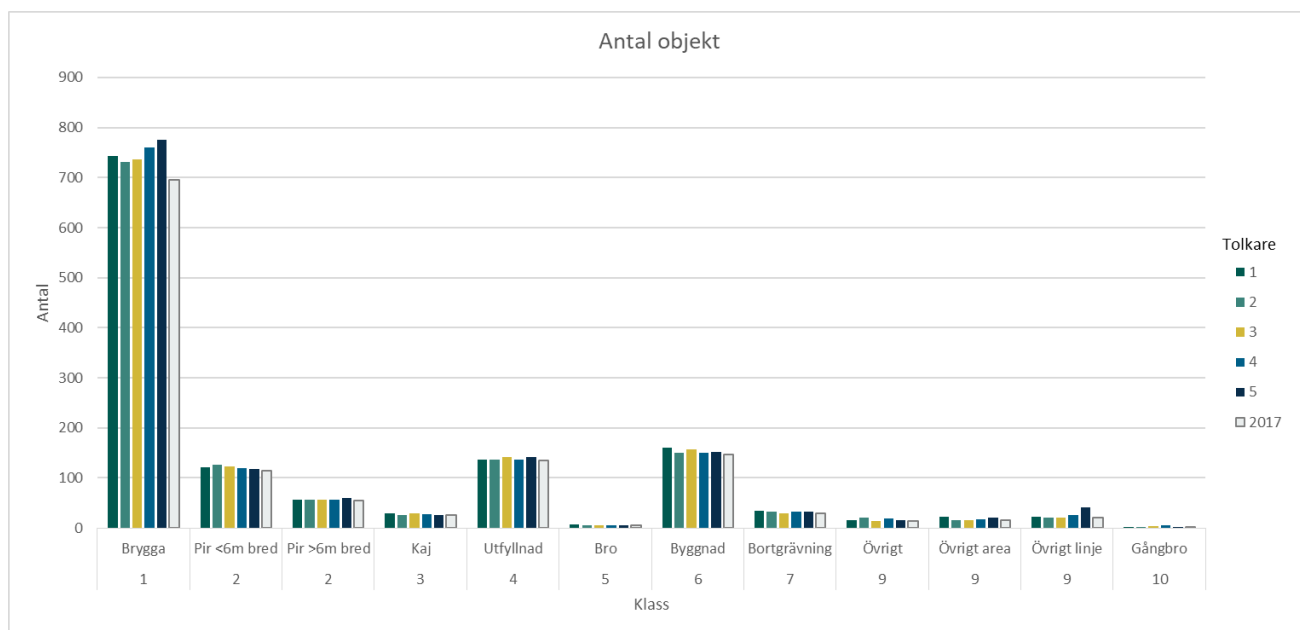
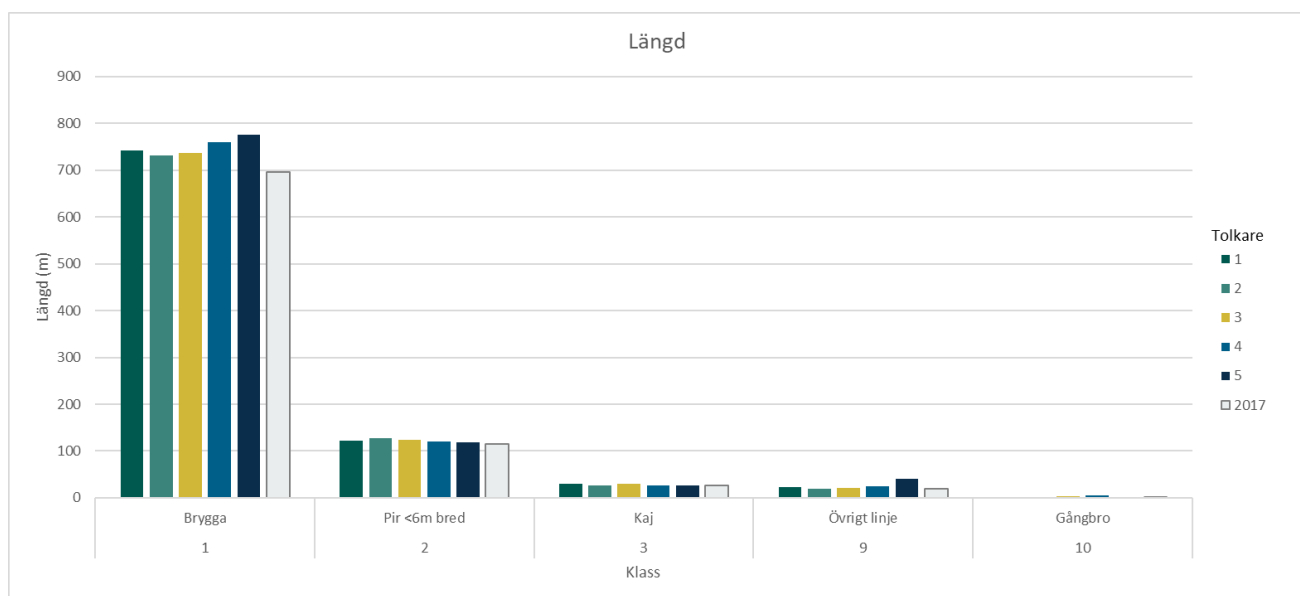
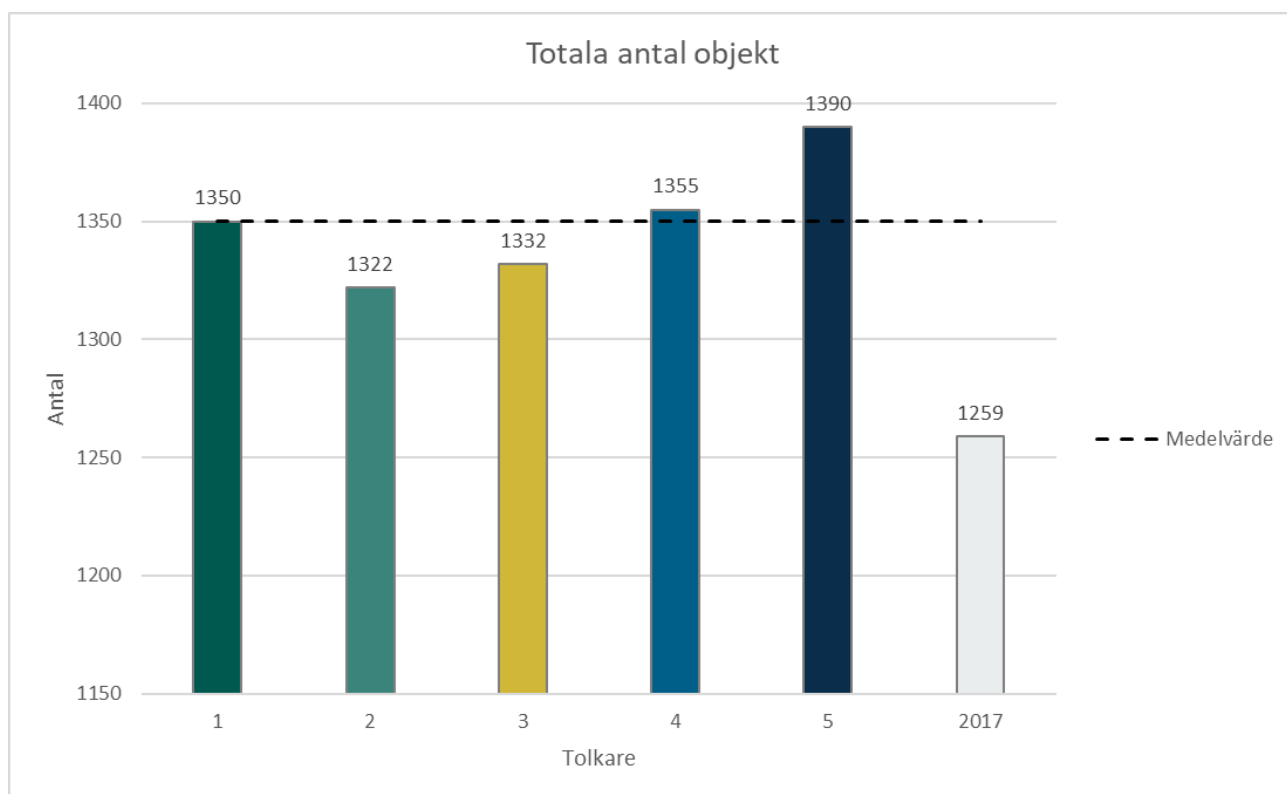
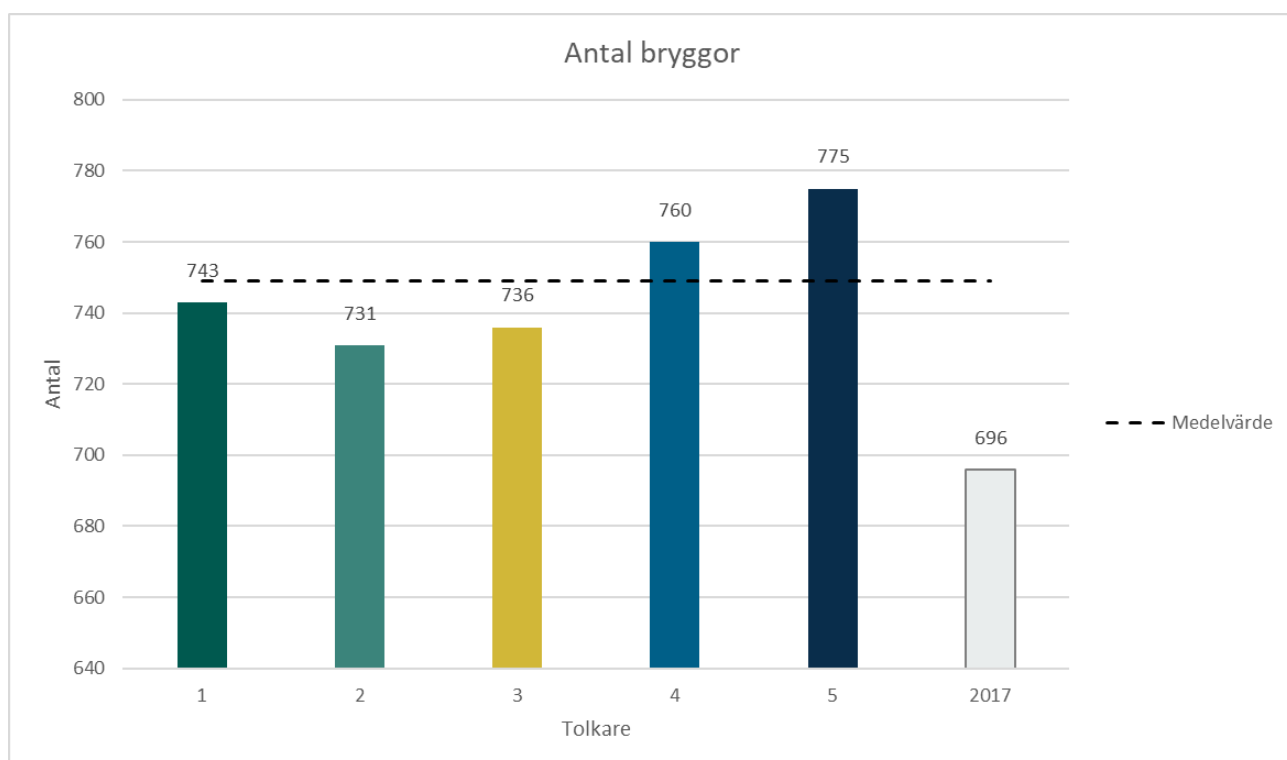
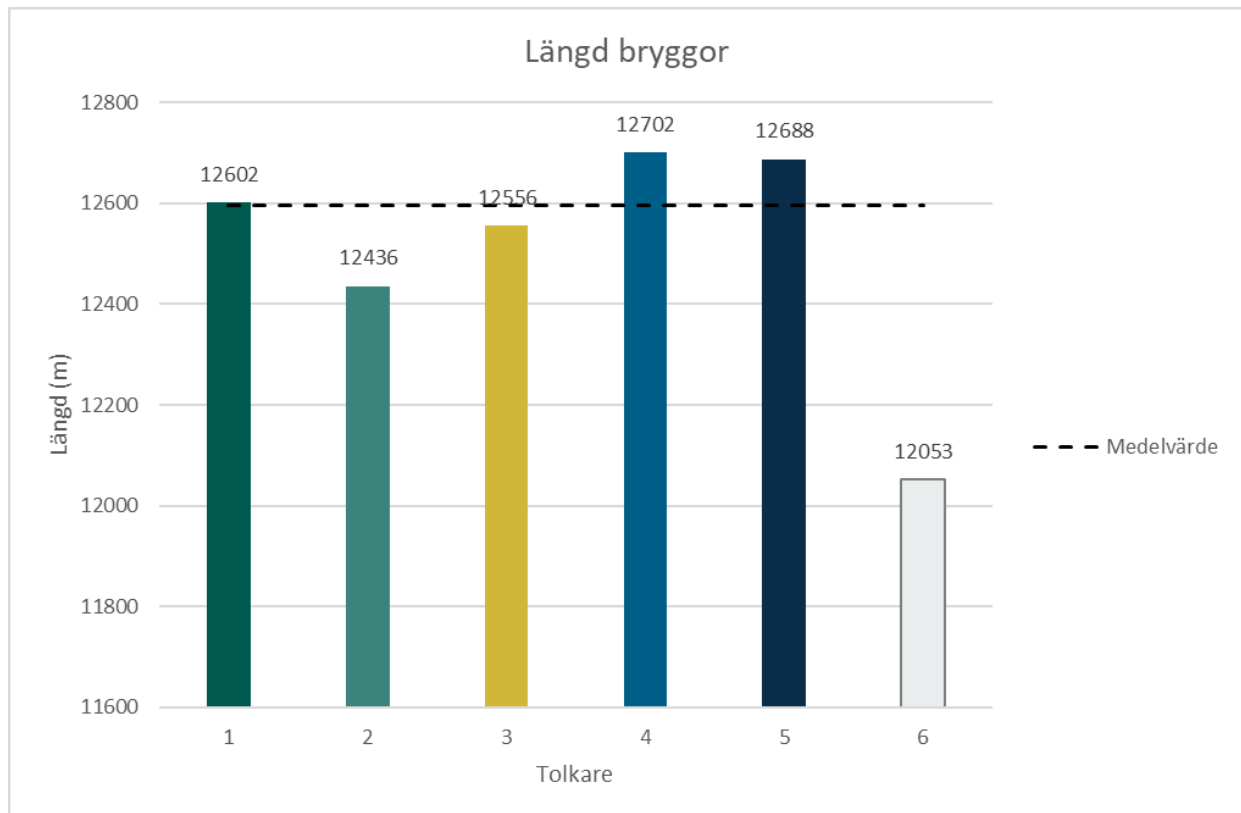


Diagram 2. Längden för varje linjeklass



**Diagram 3. Summering av alla objekt karterade av varje tolkare****Diagram 4. Antal bryggor karterade av tolkare**



**Diagram 5. Summering av längden för bryggor per tolkare**

## Bilaga D – Regional och nationell statistik

Inom projektet har omfattande geografisk statistik tagits fram för perioden 1960 till 2022. Statistiken redovisas i separata PDF-filer, se nertill.

1. Objektens längd och antal.pdf
2. Orörd areal i GE och fragmentering av strandlinjen.pdf
3. Påverkanszoner diagram.pdf
4. Påverkanszoner diagram kommuner, mindre20ha.pdf
5. Påverkanszoner kartor.pdf

# FYSISK PÅVERKAN I SVENSKA KUSTVATTEN

## Kartläggning och analys samt regional och nationell statistik för perioden 2017-2022

Denna rapport är en del av genomförandet av det nationella övervakningsprogrammet för fysisk påverkan. Programmet genomförde en första nationellt heltäckande kartering 2017, se HaV rapport 2020:12. I föreliggande rapport redovisas resultaten från det första omtaget av övervakningsprogrammet, som utfördes 2023 för perioden 2017-2022.

Rapporten utgör även ett led i åtgärdsprogrammet för havsmiljödirektivet där en av åtgärderna är att ta fram en "samordnad strategi mot fysisk påverkan och för biologisk återställning", Havs- och vattenmyndigheten 2015, 2021).

Det är Havs- och vattenmyndighetens förhoppning att rapporten med underlag kan utgöra ett stöd för en bättre och mer hållbar förvaltning av våra grunda kustvattenmiljöer.

Målgrupper för rapporten är framför allt miljöhandläggare och förvaltare samt de som arbetar med fysisk planering av marina kustmiljöer på nationella myndigheter, länsstyrelser och kommuner. En särskilt viktig grupp är miljödomstolar och deras tekniska råd, liksom beslutsfattare på kommunal och regional nivå.

Rapporten har tagits fram av Metria på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten.

Vi arbetar för levande hav och vatten

Havs- och vattenmyndigheten, HaV, är en statlig förvaltningsmyndighet inom miljöområdet. Vi arbetar på regeringens uppdrag för bevarande, restaurering och hållbart nyttjande av sjöar, vattendrag, hav och fiskresurserna