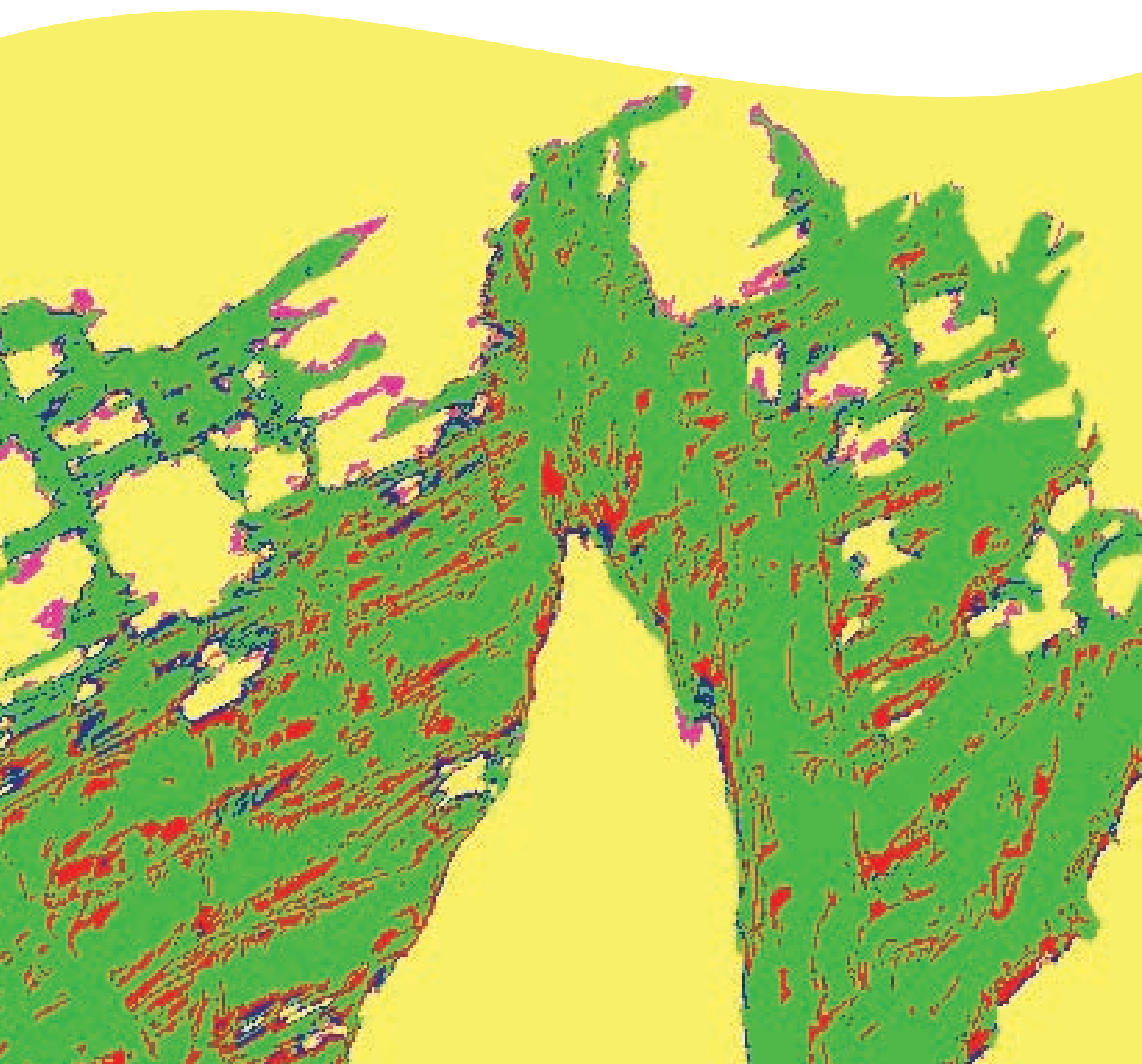


# Kartlegging av marine habitater i indre Oslofjord

Utvikling av detaljerte habitatkart basert  
på dyp, substrattype og energinivå



**Hovedkontor**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internett: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Postboks 2026  
5817 Bergen  
Telefon (47) 2218 51 00  
Telefax (47) 55 23 24 95

**NIVA Midt-Norge**

Postboks 1266  
7462 Trondheim  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Kartlegging av marine habitater i indre Oslofjord. Utvikling av detaljerte habitatkart basert på dyp, substrattype og energinivå	Løpenr. (for bestilling) 5772-2009	Dato: 23. mars 2009
	Prosjektnr. Udemnr. 26431	Sider Pris 37
Forfatter(e) Eli Rinde (1), Reidulv Bøe (2), Annelise Fleddum (3), Aave Lepland (2), Aivo Lepland (2), Andre Staalstrøm (1), Mats Walday (1) 1 NIVA 2 NGU (Norges geologiske undersøkelse) 3 City University of Hong Kong, Department of Biology and Chemistry	Fagområde Biodiversitet, habitatkartlegging	Distribusjon
	Geografisk område Oslofjorden	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Oslo og Akershus	Oppdragsreferanse
---	-------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Basert på detaljerte feltregistreringer av dyp og substrattype (utført av NGU og FFI), kombinert med arealdekkende modeller for bølger og strøm (både overflate- og bunnstrøm), og inndeling i vertikale biologiske soner basert på kriterier bestemt fra EUNIS systemet, er det etablert arealdekkende habitatkart for EUNIS-klasser på nivå 3 for alle kystområder i indre Oslofjord. De fysiske egenskapene til et område bestemmer i stor grad hvilke naturtyper og arter som kan finnes i området, og kart med oversikt over utbredelsen til habitatklasser på dette grove nivået gir verdifull informasjon både med hensyn til kartlegging og overvåking av biologisk mangfold, og i forhold til fastsettelse og overvåking av tilstanden (økologisk status) til de biologiske samfunnene.</p>
---

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Biodiversitet</li> <li>2. Habitatkartlegging</li> <li>3. EUNIS-klasser</li> <li>4. Naturtyper</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Biodiversity</li> <li>2. Habitat mapping</li> <li>3. EUNIS classes</li> <li>4. Nature types</li> </ol>
---	---



*Eli Rinde*  
Prosjektleder



*Mats Walday*  
Forskningsleder



*Jarle Nygard*  
Fag- og markedsdirektør

## Forord

Målsettingen til prosjektet har vært å kvalitetssikre sammenstilte data fra bunnundersøkelser utført av hovedfagsstudenter ved Universitetet i Oslo og av ansatte ved Norsk institutt for vannforskning (NIVA), å koble disse til detaljerte dybde- og substratdata fra området, samt å lage kart over utbredelsen til habitatklasser definert etter europeisk standard (EUNIS) til minst nivå 3.

Arbeidet som presenteres er finansiert av Fagrådet for vann og avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord, Fylkesmannen i Buskerud og Fylkesmannen i Oslo og Akershus.

Kvalitetssikring av sammenstilte data om bunntype / habitattype for lokaliteter undersøkt i hovedfagsoppgaver og NIVA rapporter er utført av Annelise Fleddum, UiO. Aave Lepland og Aivo Lepland (begge Norges geologiske undersøkelse) har bidratt med detaljerte dybde- og tolking av substrattype. Andre Staalstrøm ved NIVA har utviklet en detaljert strømmodell for området. Mats Walday har vært initiativtaker til prosjektet og ledet for-prosjektet som utarbeidet planene for arbeidet. Arbeidet skulle vært avsluttet i 2007, men ble utsatt i samråd med Fylkesmannen i Oslo og Akershus for å kunne inkludere resultatene fra kartlegging av marine naturtyper innen det nasjonale programmet for kartlegging av biologisk mangfold. Det nasjonale kartleggingsarbeidet startet opp i 2007 og vil bli avsluttet i løpet av 2009 for indre Oslofjord.

Terje Wivestad hos fylkesmannen i Oslo og Akershus har vært oppdragsgivers kontaktperson. Prosjektledelse, dataanalyse og utvikling av habitatkart er utført av Eli Rinde.

Oslo, 23. mars 2009

*Eli Rinde*  
(Prosjektleder)

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>6</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>8</b>
<b>2. Metoder og datagrunnlag</b>	<b>8</b>
2.1 Kvalitetssikring av lokaliteter som er klassifisert til habitattype i tidligere hovedfagsoppgaver og NIVA rapporter	8
2.2 Tilrettelegging av digitale grunnlagsdata	9
2.2.1 Dybdemodellen og avledede terrengegenskaper	9
2.2.2 Bølgeeksponeringsmodellen og avledede egenskaper	10
2.2.3 Hydrofysisk strømmodell og avledede egenskaper	11
2.2.4 Inndeling i energinivåer basert på grad av bølgeeksponering og strømverdier	12
2.2.5 Tolking og tilrettelegging av detaljerte substratdata	12
2.2.6 Substratdata fra registreringer innen det nasjonale programmet	16
<b>3. Inndeling i EUNIS klasser</b>	<b>18</b>
3.1 Bunnhabitater (hardbunn og løsmassebunn) på nivå 2 i EUNIS	18
3.2 Hardbunnshabitater nivå 3 i EUNIS	23
3.3 Løsmassebunnshabitater nivå 3 i EUNIS	27
3.4 Kobling av lokaliteter definert til habitatklasse gjennom tidligere undersøkelser til habitatkartene	30
3.5 Oversikt over produserte habitatkart	31
<b>4. Diskusjon</b>	<b>32</b>
<b>5. Referanser</b>	<b>34</b>

---

## Sammendrag

I et for-prosjekt ble lokaliteter i indre Oslofjord, som er undersøkt gjennom hovedfagsoppgaver ved Universitetet i Oslo og undersøkelser utført av Norsk Institutt for Vannforskning, stedfestet og klassifisert til overordnet habitatklasse i henhold til det europeiske klassifiseringssystemet EUNIS (<http://eunis.eea.europa.eu/>). I denne videreføringen av prosjektet ble både lokalitetenes posisjoner (registrert som punkter) og klassifiseringen av habitatene på de ulike lokalitetene kvalitetssikret ved en mer grundig gjennomgang av rapportene. Dette har resultert i en oversikt (database) over 1049 lokaliteter (punkter) som er klassifisert til habitatklasse, det er angitt hvilke parametre som er undersøkt på lokaliteten (f eks temperatur, salinitet, oksygeninnhold, secchidyp, dyp, kornstørrelse, biomasse) og om det finnes artslister tilgjengelig for lokaliteten.

En annen viktig del i videreføringen av arbeidet har vært å utvikle et komplett, arealdekkende habitatkart for bunnområdene til minimum nivå 3 i henhold til EUNIS. Dette er et hierarkisk oppbygd system som på nivå 1 skiller det marine habitatet fra habitater tilknyttet kyst (dvs områder over middels tidevann), skog, myr osv. På nivå 2 skilles de marine habitatene gjennom substrattyp; dvs hardbunn (fjell, stein eller blokk) og løsmassebunn (for eksempel grus, sand og mudder) og vertikal sonering (littoral og sublittoral sone for løsmassebunn og littoral, infralittoral og circalittoral sone for hardbunn). For hardbunn er inndelingen på nivå 3 basert på graden av energi i vannmassene, som bestemmes av bølger og strøm. For løsmassebunn er inndelingen på nivå 3 basert på kornstørrelse (dvs om substrattypen består av grus, sand, mudder eller blandet kornstørrelse). De fysiske egenskapene til et område bestemmer i stor grad hvilke naturtyper og arter som kan finnes i området, og en arealdekkende oversikt over utbredelsen til habitatklasser på dette grove nivået gir verdifull informasjon både med hensyn til kartlegging og overvåking av biologisk mangfold, og i forhold til fastsettelse og overvåking av tilstanden (økologisk status) til de biologiske samfunnene. Det siste er en forutsetning for å kunne bestemme avvik fra god økologisk tilstand og å kunne følge opp og rapportere effekter av tiltak mot målsettingen om god økologisk tilstand i alle marine vannområder innen 2015 (Vanddirektivet).

Basert på Norges geologiske undersøkelse (NGUs) og Forsvarets forskningsinstitutt (FFIs) detaljerte kartlegging av dyp og substrattyp for store deler av i indre Oslofjord, kombinert med modellerte arealdekkende data for bølger og strøm (både overflate- og bunnstrøm), og inndeling i vertikale soner basert på kriterier bestemt fra EUNIS systemet, er det etablert arealdekkende habitatkart for EUNIS klasser på nivå 3 for 92 % av kystarealet indre Oslofjord. Habitatkartene for disse områdene har høy grad av pålitelighet siden de er basert på detaljert kartlegging av dybde og substrattyp. For de resterende 8 % av området som ikke ble dekket av NGUs og FFIs detaljerte kartlegging, er det utviklet en enkel regelbasert modell for å kunne skille hardbunn fra løsmassebunn. For disse områdene er det basert på modellering utviklet et tilsvarende habitatkart for hardbunn på nivå 3. Dette betyr at det for hardbunn er utviklet habitatkart for EUNIS klasser på nivå 3 for hele indre Oslofjord. Den regelbaserte modellen angir substrattypen med 72 % treffsikkerhet innen NGUs og FFIs kartlagte område. Å modellere kornstørrelse er mer omfattende og ressurskrevende, og det er derfor ikke utviklet habitatkart på nivå 3 for løsmassebunn på områdene som ikke er detaljkartlagt av NGU og FFI. Men det er laget et habitatkart som gir oversikt over løsmassebunn innenfor ulike energi-klasser, som indirekte gir informasjon om forskjeller i habitatkvalitet også for denne type bunnsstrat. De ulike habitatkartene er tilgjengelige som digitale kartfiler (shapefiler) fra prosjektet.

## Summary

Title: Mapping of marine habitats in inner Oslofjord. Development of a complete area coverage habitat map based on depth, substrate type and energy level.

Year: 2009

Author: Eli Rinde, Reidulv Bøe, Aivo Lepland, Aave Lepland, Annelise Fleddum, Andre Staalstrøm, Mats Walday

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978 82-577-5507-2

In a pre-project, localities in the inner part of Oslofjord investigated through Master thesis at the University of Oslo and through surveys conducted by Norwegian Institute for Water Research (NIVA), have been georeferenced and classified to superior habitat classes according to the European classification system EUNIS (<http://eunis.eea.europa.eu/>). In this continuance of the project, both the positions and the classification to habitat classes have gone through a quality assurance procedure. This has resulted in a map (and a database) of 1049 localities (points) classified to habitat classes, and an overview of the parameters included in the studies at each locality (e.g temperature, salinity, oxygen, secchi depth, depth, grain size, biomass) and if there is a species list available for the locality.

Another important part in this continuance project has been to develop a complete, area coverage habitat map of the sea bed area to at least level 3 according to EUNIS. This is a hierarchical constructed system which at level 1 separates the marine habitat from habitats associated to coastal areas (i.e. the area above mean tide level), forest, bog etc. At level 2 the marine habitats are separated by differences in substrate type; i.e. rocky substrate (rock, stone, and block) and soft sediment (e.g. gravel, sand, mud) and vertical zonation (littoral and sublittoral zone for the soft sediment and littoral, infralittoral and circalittoral zone for rocky substrates). For rocky substrate the further separation at level 3 is based on the level of energy in the water masses, which is determined by waves and currents. For the soft sediment, the separation of habitats at level 3 is based on grain size (i.e. if the sediment can be classified as gravel, sand, mud or mixed sediment), which to a large degree is influenced by the energy level of the water masses. The physical attributes of an area determines to a large extent which nature types and species the area can house, and an area coverage map of the distribution of habitat classes at this superior level yields important information both with respect to mapping and monitoring of marine biodiversity, but also with respect to assessment and monitoring of the condition (i.e. the ecological status) of the biological communities. The latter is a prerequisite in order to determine deviation from good ecological condition and to be able to follow up and report on effects of measures taken to ensure the aim of good ecological status of all marine water within 2015 (EU Water Framework Directive).

Based on Geological Survey of Norway's (NGU) and Norwegian Defence Research Establishment's (FFI) detailed mapping of depth and substrate type for large parts of the inner area of Oslofjord, combined with modelled area coverage data for waves and currents (both surface and bottom currents), and separation in vertical zones based on criterias in the EUNIS system, we have established area coverage habitat maps for EUNIS classes at level 3 for 92 % of the marine area within inner Oslofjord. These habitat maps have a high degree of accuracy as they are based on detailed mapping of both depth and substrate type (resolution 5x5 m). For the areas not covered by NGU's and FFI's detailed mapping, we have developed a simple rule based prediction model for separating rocky substrates from soft sediments. Based on this model we have developed a predicted habitat map for rocky substrate at level 3 for these areas. The model predicts substrate type correctly for 72 % of all cells mapped by NGU and FFI at a 5x5 m resolution. Predicting grain size is more complicated and has not been conducted in the study. Hence we have not developed a habitat map at level 3 for soft

sediments outside the area mapped by NGU. However, we have established a habitat map that provide an overview of soft sediment at different levels of energy, which indirectly provides information about differences in habitat quality also for this type of substrate, outside NGU and FFI's mapped area. The habitat maps are available as digital map files (shape files) from the project.

# 1. Innledning

Dette er en oppfølging av et for-prosjekt (Walday et al. 2005) som blant annet klassifiserte lokaliteter i indre Oslofjord som er undersøkt tidligere (gjennom hovedfagsoppgaver ved Universitetet i Oslo eller gjennom undersøkelser utført av NIVA), til habitattype i henhold til det europeiske habitatklassifiseringssystemet EUNIS (jf kap 3). En del av det planlagte arbeidet i for-prosjektet ble ikke gjennomført, men er inkludert i videreføringen av prosjektet som rapporteres her. Dette gjelder blant annet kvalitetssikring av lokalitetenes posisjoner (registrert som punkter) og en mer presis klassifisering av habitatene på de ulike lokalitetene ved en grundigere gjennomgang av data rapportert i de ulike hovedfagsoppgavene og rapportene.

NGU foretok en detaljert kartlegging av bunnforholdene i store deler av indre Oslofjord i 2004 og 2005 (dybde og ”signalstyrke”/”backscatter” ble registrert). I for-prosjektet var disse dataene i liten grad tilgjengelige, men det ble vist til hvilke muligheter disse dataene kunne ha i forhold til å utvikle arealdekkende habitatkart. En viktig del av arbeidet i videreføringen har vært å tolke hvilke substrattyper som finnes i indre Oslofjord på et detaljert nivå, og å utvikle et komplett, arealdekkende habitatkart for bunnområdene til minimum nivå 3 i henhold til det europeiske habitatklassifiseringssystemet EUNIS (<http://eunis.eea.europa.eu/>).

EUNIS habitatklassifiseringssystem er en etablert europeisk standard for habitatinndeling som benyttes både tilknyttet arbeidet med Vanndirektivet og ved inndeling og oppfølging av habitater kartlagt som Natura 2000 områder. Etablering av et standardisert system er nødvendig for å kunne sammenligne tilstanden og utviklingen innen samme type habitater over landegrensene. EUNIS er et hierarkisk oppbygd system som på nivå 1 skiller det marine habitatet fra habitater tilknyttet kyst (dvs områder over middels tidevann), skog, myr osv. På nivå 2 skilles de marine habitatene gjennom substrattype; dvs hardbunn (fjell, stein eller blokk) og løsmassebunn (for eksempel grus, sand og mudder) og vertikal sonering (littoral og sublittoral sone for løsmassebunn og littoral, infralittoral og circalittoral sone for hardbunn, jf kap 2.3). For hardbunn er inndelingen på nivå 3 basert på graden av energi i vannmassene, som bestemmes av bølger og strøm. For løsmassebunn er inndelingen på nivå 3 basert på kornstørrelse (dvs om substrattypen består av grus, sand, mudder eller blandet kornstørrelse, som i stor grad styres av energinivået til vannmassene). De fysiske egenskapene til et område bestemmer hvilke naturtyper og arter som kan finnes i området, og en arealdekkende oversikt over utbredelsen til habitatklasser på dette grove nivået vil gi verdifull informasjon både med hensyn til kartlegging og overvåking av biologisk mangfold, og i forhold til fastsettelse og overvåking av tilstanden (økologisk status) til de biologiske samfunnene med tanke på kravene om å ha god økologisk tilstand i alle marine vannområder innen 2015 (Vanndirektivet).

## 2. Metoder og datagrunnlag

### 2.1 Kvalitetssikring av lokaliteter som er klassifisert til habitattype i tidligere hovedfagsoppgaver og NIVA rapporter

Data fra 1437 registrerte lokaliteter (punkter) beskrevet i hovedfagsoppgaver og NIVA rapporter fra indre Oslofjord ble sammenstilt i for-prosjektet (Walday et al. 2005). Kvalitetssikringen av disse datene viste at en del av lokalitetene ikke hadde tilstrekkelig informasjon enten om posisjonen eller



om de fysiske forholdene til å kunne stedfeste eller klassifisere lokaliteten korrekt. Etter kvalitetssikringen av dataene ble antall klassifiserte, og stedfesta lokaliteter redusert til 1049. Disse lokalitetene er stedfestet og klassifisert basert på informasjon fra 29 hovedfagsrapporter og 9 NIVA rapporter. Databasen med oversikt over lokalitetenes posisjon, habitatklasse og øvrig informasjon om lokaliteten (f. eks. temperatur, saltholdighet, secchi dyp, dyp, biomasse, artsliste) som kan hentes fra de relevante undersøkelsene, ble oversendt Fylkesmannen i Oslo og Akershus i mars 2007.

## 2.2 Tilrettelegging av digitale grunnlagsdata

### 2.2.1 Dybdemodellen og avledede terrengegenskaper

For å få en dybdemodell med finest mulig oppløsning (5x5 m) ble NGUs og FFIs dybde datasett med 5 m oppløsning koblet til en 12.5x12.5 m landsjø modell som er etablert for Skagerrak-regionen innen det nasjonale programmet for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold (**Figur 1**, Rinde *et al* 2006). NGUs og FFIs punkter danner grunnlaget for interpoleringen av den koblede dybdemodellen der NGU og FFI har gjort registreringer. Punkter fra 12.5x12.5 m modellen danner grunnlaget for interpoleringen i land og sjøområdene som faller utenfor dette området. Interpoleringen ble foretatt ved bruk av ArcGIS verktøyet ”Topo to raster” med utgangspunkt i de to punkt datasettene.

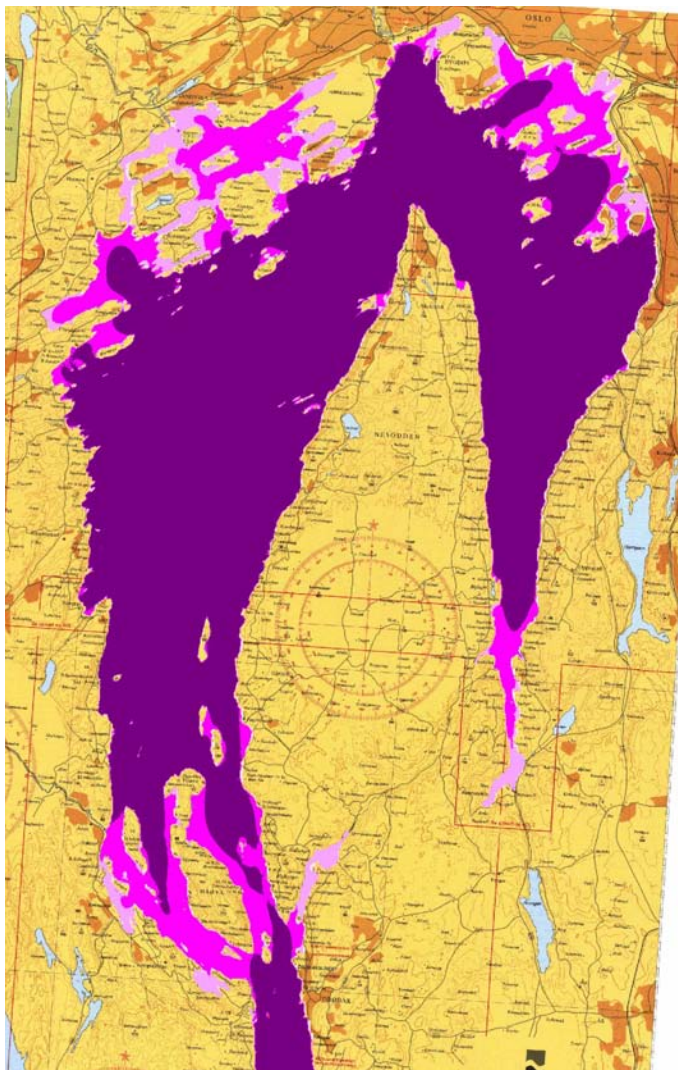
Fra dybdemodellen ble det beregnet skråning (”slope”) og ”kurvatur”. ”Kurvaturen” beregnes som differansen til hver enkelt celle i forhold til gjennomsnittlig dybde i et beregningsvindu (oppløsningen for beregningsvinduet ble satt til 250x250 m). Størrelsen på differansen mellom cellen og gjennomsnittsdypet i beregningsvinduet gir informasjon om cellen ligger nede i en grop, i flatt terreng eller på en topp. Dersom differansen er negativ, ligger cellen i en grop (eller en dal hvis skalaen er grov). Dersom differansen er positiv, ligger cellen på en forhøyning eller fjelltopp, avhengig av skala. Dersom differansen er liten, betyr det at det er liten variasjon i terrenget, og at terrenget er relativt flatt. Kupert terreng er generelt en god indikator for hardbunn, og flatt terreng tilsvarende en god indikator for løsmassebunn (Bekkby *et al.* 2005).



**Figur 1.** Oversiktsfigur over områder med reell 5 m oppløsning mht dybde og substrattypen (hvite områder), og hvor oppløsningen er grovere (lilla områder) i indre Oslofjord.

### 2.2.2 Bølgeeksponeringsmodellen og avledede egenskaper

Vi brukte den etablerte 25x25 m bølgeeksponeringsmodellen som ble utviklet i det nasjonale kartleggingsprogrammet (Iseaus 2004, Rinde et al. 2006), og gjorde det om til et 5x5 m datasett slik at det passet overens med dybdemodellen og de avledede terrengegenskapene (**Figur 2**). Bølgeeksponeringsmodellen (SimpelWaveModel, swm) er laget ved bruk av programmet WaveImpact, og er basert på å kombinere gjennomsnittlig vindstyrke og frekvens i 12 ulike retninger, samt avstanden som vinden kan bygge bølger over (dvs vindens "fetch" som er lik avstanden til nærmeste land, øy eller holme som skjermer av for vinden). Alle kystområder i indre Oslofjord tilhører kategorien beskyttet bølgeeksponering (Rinde et al. 2006). Betydningen av båttrafikk for bølgeeksponering er usikker og er ikke inkludert i bølgeeksponeringsmodellen.



**Figur 2.** Oversikt over bølgeeksponeringen i området angitt som swm-verdier, lys rosa farge: < 4000 (ekstremt beskyttet), rosa farge 4000 – 10 000 (svært beskyttet), og lilla for swm-verdier større enn 10 000 (beskyttet, maksimums swm-verdi er lik 36 000).

### 2.2.3 Hydrofysisk strømmodell og avledede egenskaper

Strøm og vannstand har blitt beregnet ved hjelp av en tredimensjonal hydrofysisk strømmodell kalt ROMS (Regional Ocean Modelling System). Modellen er beskrevet blant annet av Shechepetkin og McWilliams (2005) og mer informasjon finnes på hjemmesiden [www.myroms.org](http://www.myroms.org).

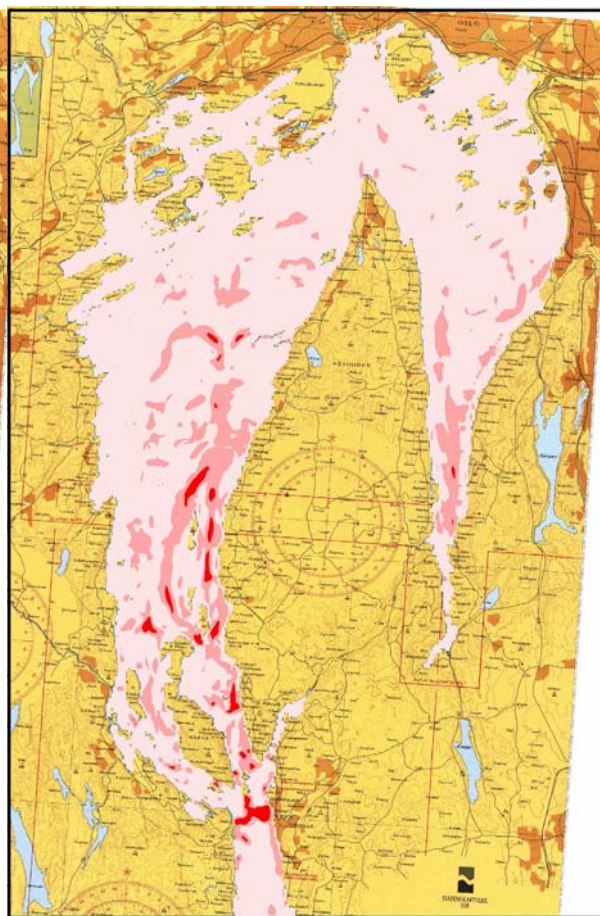
Strømmodellen er utviklet for et rutenett med 75x75 m oppløsning for området fra Filtvedt og innover i fjorden. ROMS bruker terrengfølgende vertikale koordinater. Det vil si at vannsøylen i hver beregningsrute deles opp i et gitt antall lag, i dette tilfellet 20 lag, uansett vann dybden. Modellens nederste lag beskriver bunnstrømmen i modellområdet. (Dybdeinformasjonen som ligger til grunn for utviklingen av strøm-modellen er 12.5 x 12.5 m modellen som er etablert innen det nasjonale programmet for kartlegging av biologisk mangfold.

Modellen drives i denne versjonen kun av barotrop tidevann. Vannstanden og fluks gjennom Drøbaksundet, samt sjiktningprofilen ved Filtvedt er spesifisert basert på empiriske data. Saltholdighet, temperatur, vannstand og strøm beregnes ut fra disse utgangsbetingelsene for modellområdet.

Data fra modellens øvre (overflatestrøm, **Figur 3**) og dypeste lag (bunnstrøm, **Figur 4**) har blitt lagret og strømstyrkens middelværdi, standardavvik, maksimalverdi samt 90-percentilen har blitt beregnet. Strømgridene er klippet til indre oslofjord området, og tilrettelagt som 5x5 m grid.



**Figur 4.** Oversikt over overflatestrømmen i området angitt som 90 percentilen, lys blå farge: < 0.1 m/s, mellom blå farge 0.1 – 0.2 m/s og mørk blå farge for strømstyrke større enn 0.2 m/s (maks verdi er lik 0.64)



**Figur 3.** Oversikt over bunnstrømmen i området angitt som 90 percentilen, lys rosa farge: < 0.1 m/s, rosa farge 0.1 – 0.2 m/s og rød farge for strømstyrke større enn 0.2 m/s (maks verdi er lik 0.86)

## 2.2.4 Inndeling i energinivåer basert på grad av bølgeeksponering og strømverdier

For å kunne dele inn områdene i indre Oslofjord i energinivåer basert på grad av bølgeeksponering og strømverdier, er det nødvendig å standardisere de modellerte verdiene for disse to faktorene. Dette siden de to faktorene har ulik måleenhet. Standardiseringen kan gjøres ved å dele inn verdiene i kategoriserte klasser som lav, middels eller høy, som tildeles de semi-kvantitative verdiene 1, 2 og 3.

Indre del av Oslofjorden har lave energinivåer for strøm og bølger i henhold til EUNIS systemet, med unntak av noen få områder ved Drøbak (for flere detaljer se **kap 3**). Basert på inndelingen av bølgeeksponeringsklasser i det nasjonale kartleggingsprogrammet (Rinde et al 2006) og tilsvarende arbeid i Østersjøen for å tilrettelegge bølge- og strømmodeller i forhold til EUNIS-systemet, ble det etablert tre underklasser til lavt energinivå (

**Tabell 1**, for mer detaljer se Kap 3). For å fange opp mest mulig av variasjonen i strømstyrken i området ble det valgt å bruke 90 persentilene til de to strøm-faktorene.

**Tabell 1.** Oversikt over prosentvis fordeling av områder (celler) med de tre energinivåene for hver av faktorene overflatestrøm (90 persentilen), bunnstrøm (90 persentilen) og bølgeeksponering. Det høyeste nivået for strømkomponentene inkluderer de få områdene som kan defineres til moderat energinivå (jf tekst i kap 2.2.3). Den semikvantitative verdien for hvert av nivåene er angitt.

Energinivå bølger / strømstyrke	Semi-kvantitativ verdi	Overflatestrøm (90p)	Bunnstrøm (90p)	Bølgeeksponering
Beskyttet / 0.2 – 0.5 m/s	3	69	86	79
Svært beskyttet / 0.1 – 0.2 m/s	2	20	13	14
Ekstremt beskyttet / <0.1 m/s	1	11	1	7

Siden det totale energinivået er viktig for de biologiske samfunnenenes utbredelse, summerer vi de semikvantitative inndelingene av hver av komponentene til et **sumenergi** grid med celler med verdiene 3 til 9 basert på det totale energinivået til cellen (**Figur 5**). Fordelingen av cellene på disse 7 ulike energinivåene er vist i **Figur 6**.

Det kan være hensiktsmessig å forenkle inndelingen i habitatklasser ved å redusere antall summerte energinivåer fra 7 til 3 nivåer. Dette gjøres ved å gruppere de summerte energinivåene til de tre kategoriene – ”beskyttet”, ”svært beskyttet” og ”ekstremt beskyttet”, tilsvarende som EUNIS sin inndeling av lav bølgeeksponering. Celler med summert energinivå lik 3 og 4 slås sammen til det laveste energinivået 1, celler med verdi 5 ble satt til energinivå 2 og celler med verdi 6-9 ble satt til det høyeste energinivået 3 (**Figur 7**).

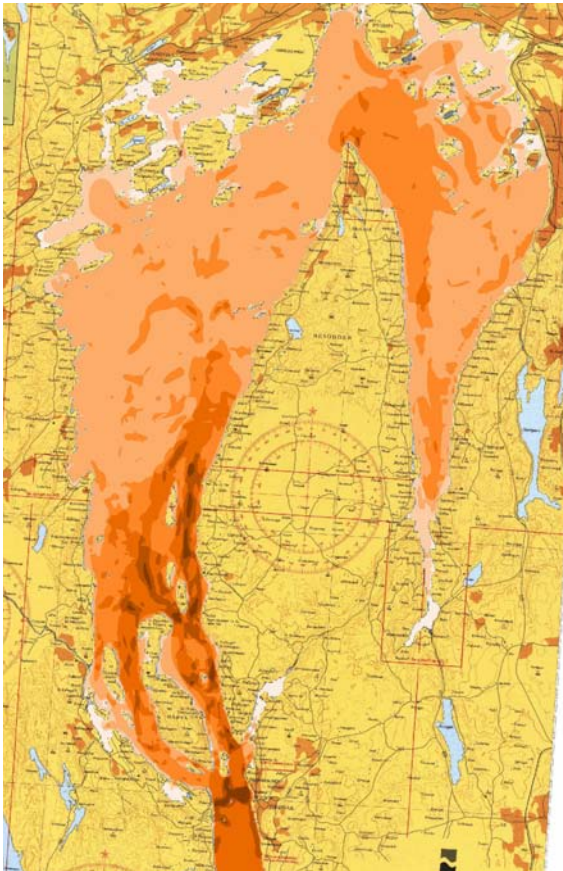
## 2.2.5 Tolking og tilrettelegging av detaljerte substratdata

NGU har tolket substrattypen i områdene 0-80 m vandndyp, som er detaljkartlagt ved hjelp av interferometrisk sonar (et utstyr som kombinerer egenskapene til multistråleekkolodd og sidesøkende sonar), grunnseismikk (TOPAS - TOPographic PArametric Sonar) og sedimentprøvetaking. Interferometrisk sonar gir både detaljert vandndyp og styrke på reflekterte signaler (backscatter), som gir en god indikasjon på hvor hard bunnen er. I tillegg har NGU tolket multistråleekkolodd data fra FFI fra områder dypere enn 80 m. Substratet er tolket og inndelt i sju kategorier: 1) Grus, sand- og slamholdig, 2) Sand, grus- og slamholdig sand, 3) Slam, grus- og sandholdig, 4) Slam, 5) Diamikton

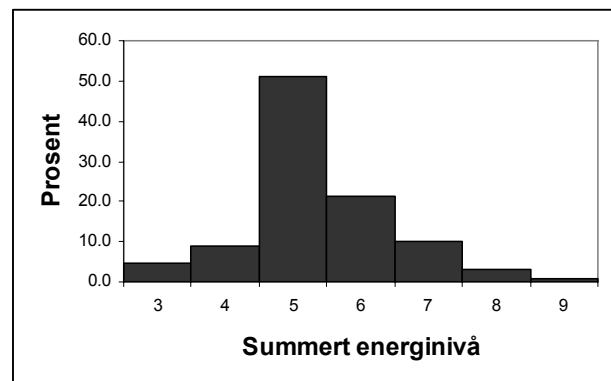
(dvs. blanding av kornstørrelser), 6) Stein og blokk, og 7) Fjell med tynt eller usammenhengende sedimentdekke.

NGUs tolkning av substrattypen i området er tilgjengelig som en egen shapefil (**Sedko\_oslo\_33\_merge.shp**). **Figur 8** (nordlig del) og **Figur 9** (sørlig del) gir oversikt over NGUs detaljerte tolkning av substrattypene i det kartlagte området.

I den videre inndelingen i substratklasser er stein, blokk og fjell kategorisert som hardbunn, og de øvrige sedimentklassene til løsmassebunn. Totalt er det slam (50 %) og fjell (25 %) som dominerer som substrattype (**Tabell 2**).



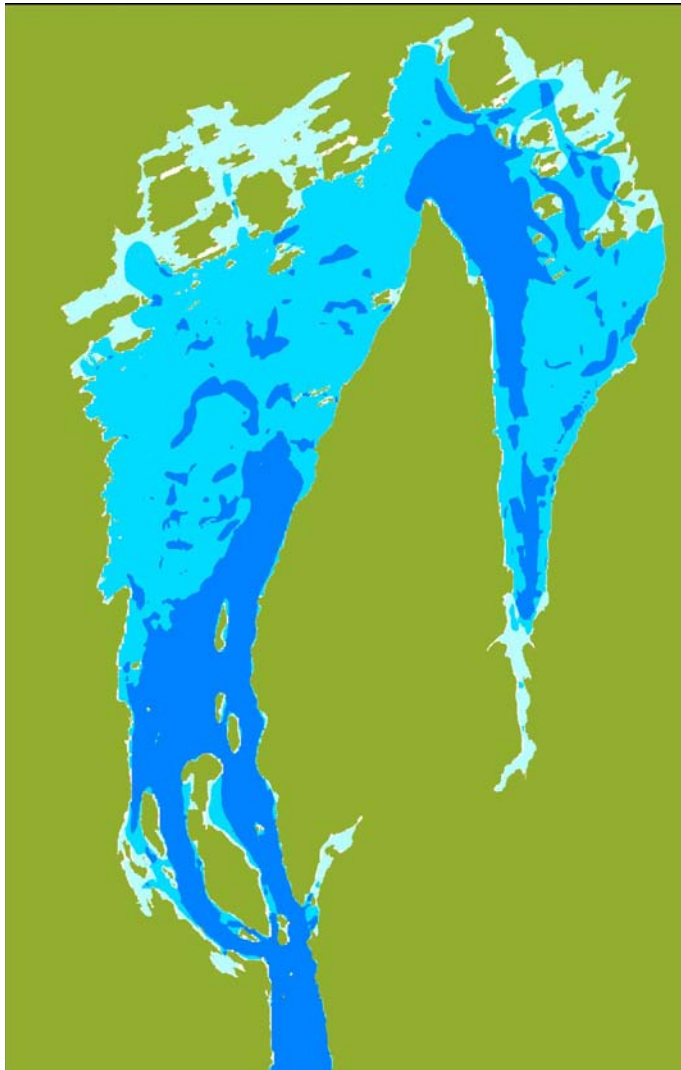
**Figur 5.** Oversikt over summert energi i området angitt som summen av reklassifiserte bølgeeksponeringsverdier, bunnstrøm- og overflatestrømverdier. Dess svakere oransje dess lavere totalt energinivå, dess mørkere oransje, dess høyere energinivå.



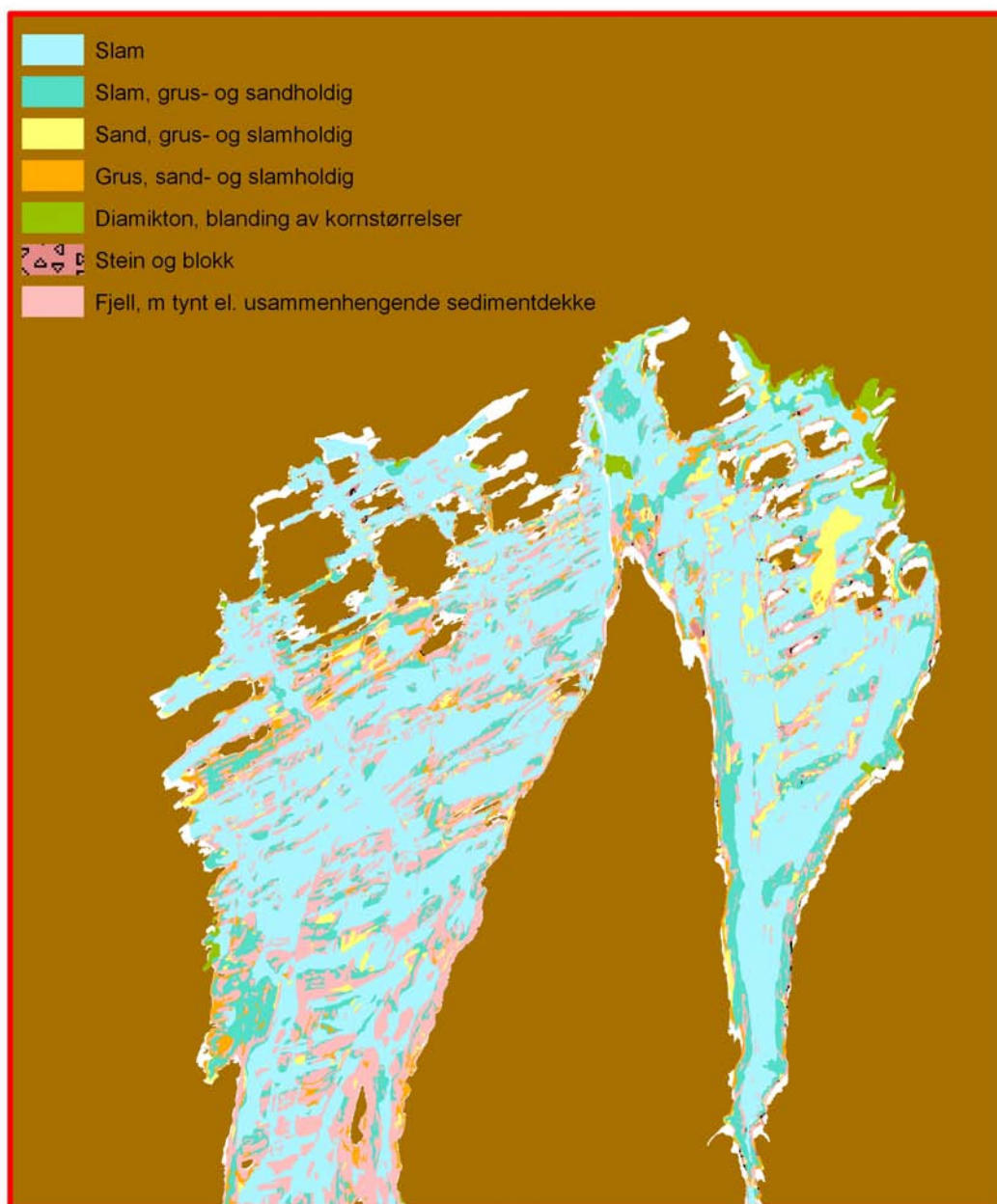
**Figur 6.** Prosentvis fordeling av arealet til hver av energiklassene basert på summen av energinivåene til de tre komponentene; overflatestrøm, bunnstrøm og bølgeeksponering, som hver er kategorisert til tre nivåer.

**Tabell 2.** Prosentvis fordeling av de ulike substrattypene innen området som er tolket av NGU.

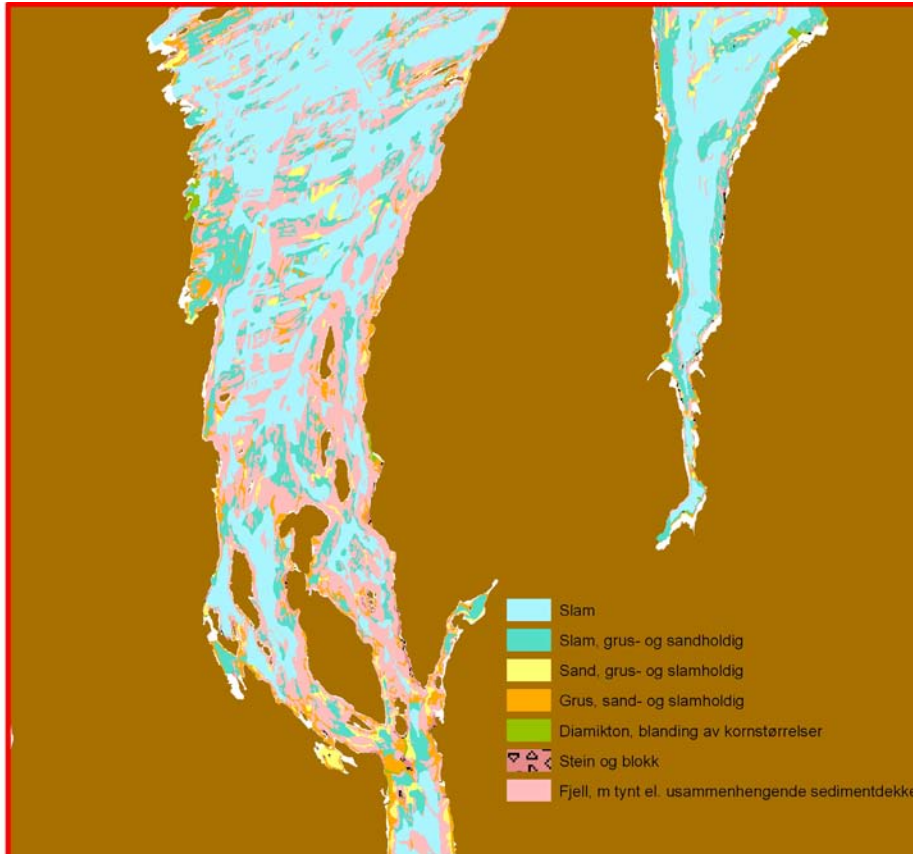
<b>Substrattype</b>	<b>Prosent</b>	<b>Substrattype</b>	<b>Prosent</b>
Stein, blokk	1	sand-grus-slam	4
fjell	25	grus-sand-slam	5
slam	50	mixed, diamikton	1
sand-grus-slam	0.002		
slam-grus-sand	14		



**Figur 7.** Oversikt over energifordelingen i indre Oslofjord basert på inndeling i tre klasser, se forklaring i teksten.



**Figur 8.** Oversikt over substrattyper i indre Oslofjord nordlig del, tolket av NGU basert på detaljert kartlegging av bunntopografi og kornstørrelse.



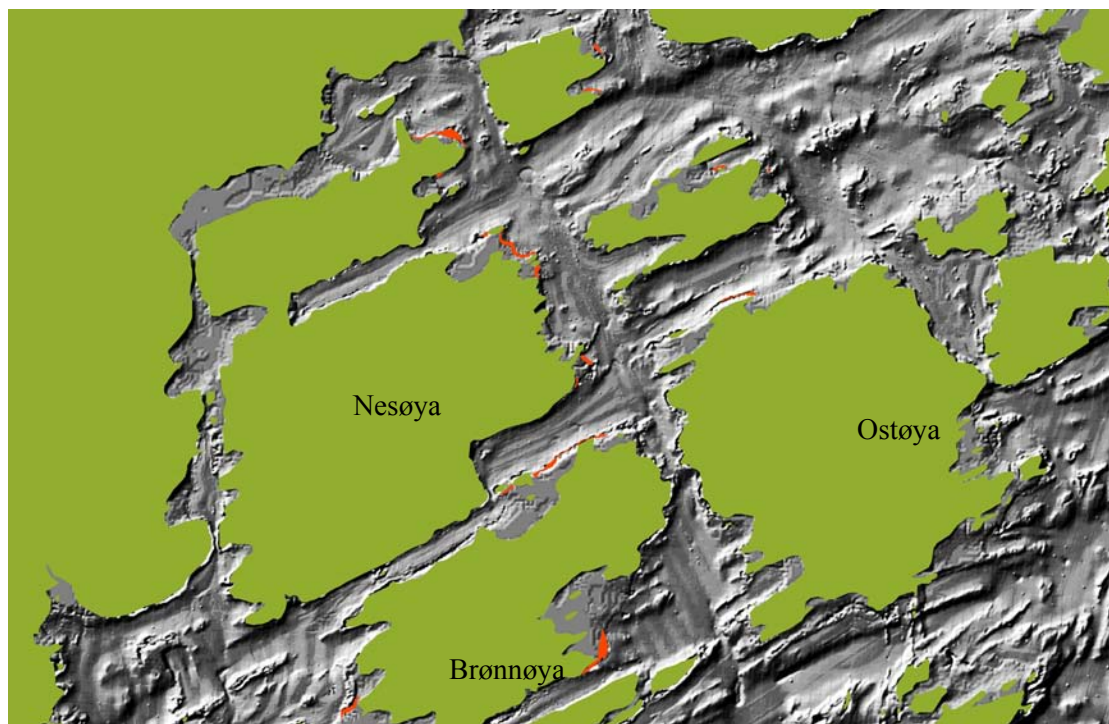
**Figur 9.** Oversikt over substrattyper i indre Oslofjord sørlig del, tolket av NGU basert på detaljert kartlegging av bunntopografi og kornstørrelse.

### 2.2.6 Substratdata fra registreringer innen det nasjonale programmet for kartlegging av marint biologisk mangfold

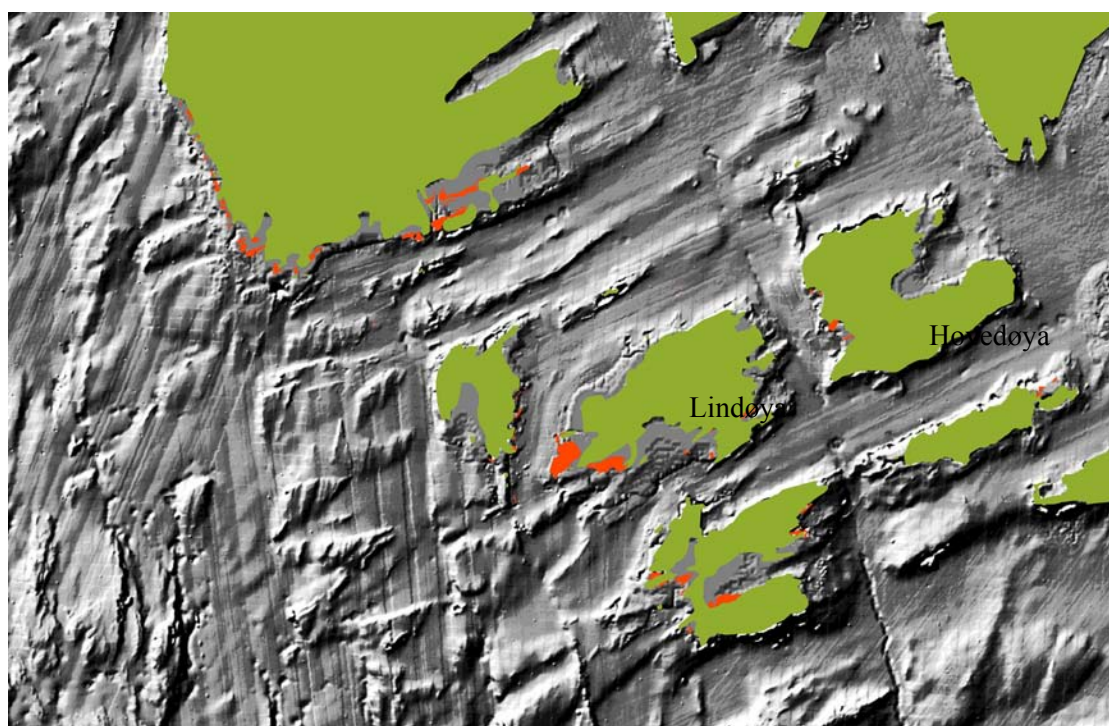
NGUs data er mangelfulle i de grunne områdene. En del av de grunne områdene er kartlagt innen det nasjonale programmet for kartlegging av marint biologisk mangfold. Ålegrasenger og bløtbunnsstrender finnes på løsmassebunn, og områder som ble kartlagt til disse naturtypene ble slått sammen med sedimentregistreringene til NGU.

Det ble testet ut om noen av de registrerte bløtbunnsområdene innen det nasjonale programmet faller innenfor NGUs tolkede fjell, stein og blokk områder. Det var noen uoverensstemmelser mellom de registrerte bløtbunnsområdene og NGUs tolkning av fjell, blokk eller stein i randområdene til disse (uoverensstemmelse for 0.03 % av cellene). Basert på terrengstrukturen vist gjennom skyggelagte relieffkart, kan det se ut som de definerte bløtbunnsområdene innen det nasjonale programmet strekker seg litt ut i hardbunn i enkelte randområder (**Figur 10**), og at NGUs tolkede fjell/stein habitater strekker seg inn på bløtbunnsområder i andre tilfeller (**Figur 11**).





**Figur 10.** Oversikt over uoverensstemmelse (røde flater) mellom klassifisering av substrattypen basert på kartlagte bløtbunnsområder og NGUs tolkninger av sedimenttype i Asker og Bærum. Bakgrunnen er et skyggelagt relieffkart ("hillshade") av dybdemodellen



**Figur 11.** Oversikt over uoverensstemmelse (røde flater) mellom klassifisering av substrattypen basert på kartlagte bløtbunnsområder og NGUs tolkninger av sedimenttype ved Lindøya-Hovedøya i Oslo kommune. Bakgrunnen er et skyggelagt relieffkart ("hillshade") av dybdemodellen.

Vi har i det videre arbeidet valgt å betrakte NGUs tolkninger som fasit, i stedet for å tolke hvert enkelt av de berørte områdene om igjen.

### 3. Inndeling i EUNIS klasser

Inndelingen av de marine habitatene i klasser i henhold til EUNIS systemet er basert på fysiske faktorer på de øverste nivåene, deretter basert på inndeling i samfunnstyper, eller assosiasjoner av arter, til biotoper på et økende detaljeringsnivå videre nedover i systemet. Nedenfor beskrives kriteriene for inndeling på nivå 2 og 3 for hardbunn og løsmassebunn.

#### 3.1 Bunnhabitater (hardbunn og løsmassebunn) på nivå 2 i EUNIS

Bunnhabitatklasser på nivå 2 i EUNIS heter:

- A1 : Littoral fjell/steinbunn (“Littoral rock and other hard substrata”)
- A2 : Littoral sedimentbunn (“Littoral sediment”)
- A3 : Infralittoral fjell/steinbunn (“Infralittoral rock and other hard substrata”)
- A4 : Circalittoral fjell/steinbunn (“Circalittoral rock and other hard substrata”)
- A5 : Sublittoral sedimentbunn (“Sublittoral sediment”)
- A6 : *Deep-sea bed (ikke aktuelt for Oslofjorden – gjelder bunnområder nedenfor kontinentalsokkelen)*

Dette betyr at bunnhabitatene på nivå 2 skiller med hensyn til substrattype (fjell/stein eller løsmassebunn) og vertikal sonering. Den vertikale soneringen er i hovedsak basert på soneringen til alger med økende dybdeforhold. Valg og begrunnelse av grenseverdier for de ulike vertikale sonene er gitt nedenfor.

#### Inndeling i dybdeklasser

EUNIS deler inn hardbunnshabitatene basert på vertikal utbredelse i sonene littoral, infralittoral, og circalittoral sone, og løsmassebunn i littoral og sublittoral sone.

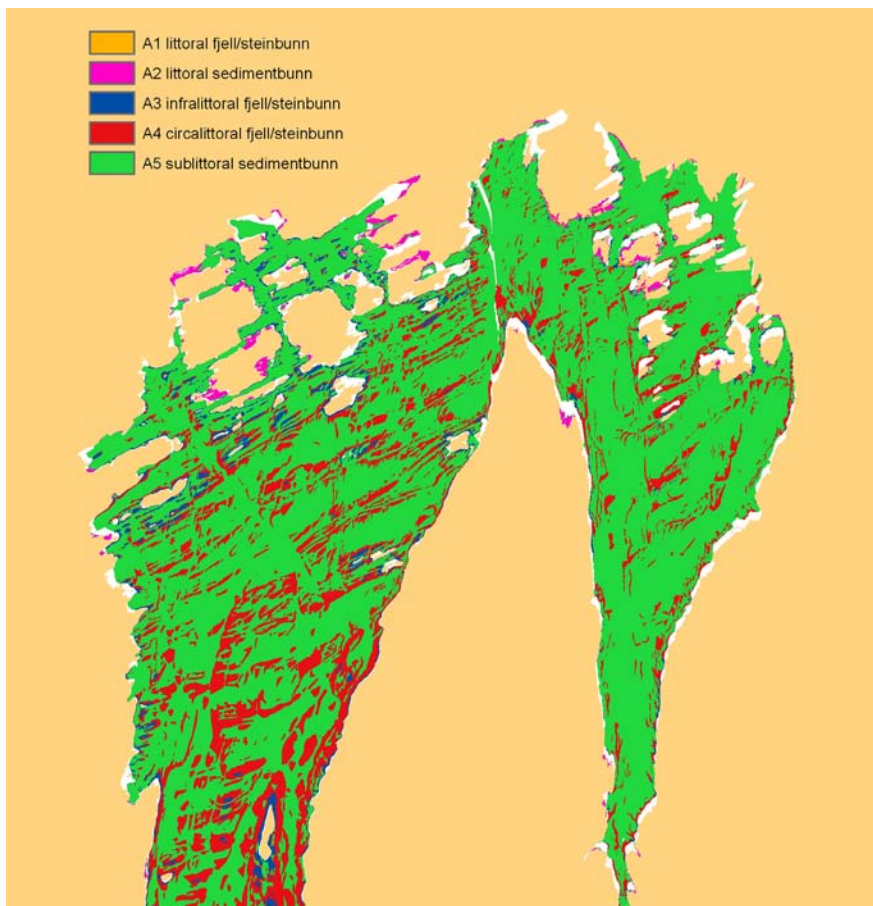
**Littoral** sone er tidevannssonen. Vi har i dette arbeidet identifisert denne sonen som området mellom +1 og -2 m dyp basert på dybdemodellen, tilsvarende som er benyttet i det nasjonale programmet for å identifisere naturtypen ”bløtbunnsområder i strandsonen”.

Utbredelsen til den **infralittorale** sonen starter øverst i subtidevannssonen og strekker seg ned til nedre voksegrens for tareplanter, eller nedre voksegrens for tett makroalgevegetasjon. Den nedre voksegrens for tareplantene (og andre alger for øvrig) er avhengig av siktdypet til vannet, dvs hvor langt ned i dypet tilstrekkelig lysmengde rekker for opprettholdelse av fotosyntese. Siktdypet (lysgjennomtrengeligheten) er avhengig av vannkvaliteteten. Lyset svekkes med økende dybde og med økende turbiditet (grumsethet) i vannet. Vannkvaliteten i de øvre vannlagene har forbedret seg betydelig i indre Oslofjord etter at det ble satt i verk rens tiltak. Som en følge av denne forbedringen har siktdypet og nedre voksegrens økt i perioden 1981 – 1992 (Magnusson et al. 1992). I snitt var siktdypet rundt 5 m på de beste lokalitetene i perioden 1983 til 1990 (Magnusson et al. 2008). Siktdypet varierer gjennom året og er lavt om sommeren når planktonalgene har høy produksjon og i flomsituasjoner om våren pga økt turbiditet i vannet. Det skjedde en ytterligere forbedring av

vannkvaliteten i perioden 1991 til 2001, som var den beste perioden mht vannkvalitet siden begynnelsen på 1970-tallet (Magnusson et al. 2008). Siktdypet har i denne perioden økt med 10 -50 cm på ulike lokaliteter. De siste par årene har siktdypet blitt svekket pga usedvanlig store nedbørmengder.

Nedre voksegrense for sukkertare (*Saccharina latissima*) var maksimum 12 m i indre Oslofjord i 1983 (Magnusson et al 1984; ved Nakholmen). Den samme dybdeverdien, 12 m, er foreslått som nedre voksegrense ved referansetilstand for sukkertare i beskyttede fjordområder i Skagerrak (jf. forslag til veileder for klassifisering av vannkvaliteten til fjorder og kystfarvann på Vannportalen, <http://www.vannportalen.no/>, Tabell 3). Den nedre voksegrensen for alger er også påvirket av tettheten til beitere som kråkeboller og snegler, men det er lysforholdene som bestemmer habitatinnelingen i henhold til EUNIS systemet. Lysforholdene varierer på ulike lokaliteter i indre Oslofjord, og det er ansett som en ambisiøs målsetting for arbeidet med tiltak for å nå god økologisk status i henhold til Vanndirektivet, å få tilbake forholdene i Bunnefjorden slik de var ved århundreskiftet 1800-1900. Da antar en at nedre voksegrense for makroalger var ca 15 m i indre Bunnefjord (Bjørndalen et al. 2007).

Basert på ovenstående er den infralittorale sonen i dette arbeidet definert til å være mellom 2 og 12 m dyp.



**Figur 12.** Oversikt over fordelingen av Eunis bunnhabitatklasser på nivå 2 i indre Oslofjord, nordlig del, for området dekket av NGUs detaljerte kartlegging i perioden 2004-2005.

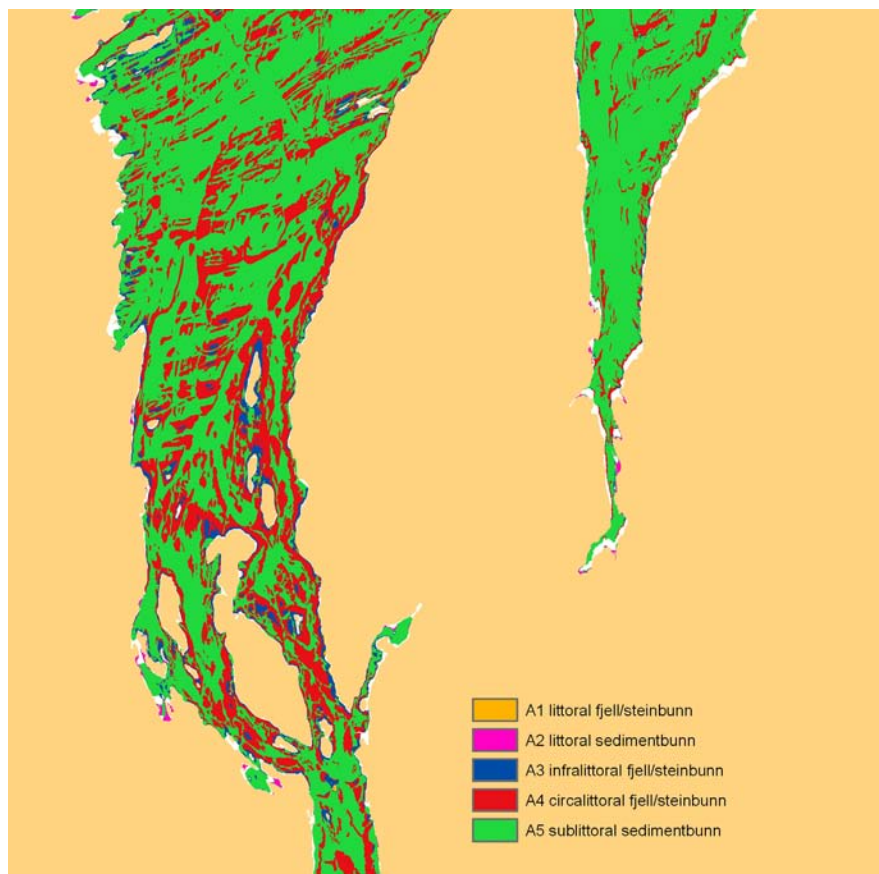
Den **circalittorale** sonen er definert til å være en sone dominert av dyr, men kan være bevokst med bladformede rødalger i øvre del. Det passer å ha grensen for circalittorale til dypere enn 12 m basert

på nedre voksegrense (14-17 m) for de bladformede rødalgene i henhold til klassifiseringssystemet for beskyttet fjord (**Tabell 3**). I forslaget til ny veileder for klassifisering av vannkvaliteter i fjorder og kystvann er det foreslått å registrere nedre voksegrense til de 9 artene som er nevnt i **Tabell 3**. En av disse artene er som nevnt over, sukkertare. I tillegg er flere bladformede rødalgearter ført opp på listen, bl.a. hummerblekke, krusblekke, fagerving og eikeving. Nedre voksegrense for opprette makroalger i indre Oslofjord i perioden 1981-1991, ble anslått å være 14 m dyp (Magnusson et al 1992). Den sirkalittorale sonen er i dette arbeidet definert til å være dypere enn 12 m.

**Tabell 3.** Oversikt over foreslåtte makroalger som skal brukes til å sette referansetilstanden for tre av de felles vanntypene i Skagerrak; Eksponert kyst/fjord (SK1 – Skagerrak 1), Moderat eksponert kyst/fjord (SK2 – Skagerrak2) og beskyttet fjord (SK3 – Skagerrak3), forslaget finnes tilgjengelig på <http://www.vannportalen.no/>).

Arter\ Vanntype	Kyst/fjord- Eksponert SK1	Kyst/fjord- Moderat eksponert SK2	Fjord - Beskyttet SK3
(Norsk navn – <i>Latinsk navn</i> )	Ref. verdi Dyp i meter	Ref. verdi Dyp i meter	Ref. verdi Dyp i meter
Krusflik – <i>Chondrus crispus</i>	18	12	12
Svartkluft – <i>Furcellaria lumbricalis</i>	16	15	15
Skolmetang – <i>Halidrys siliquosa</i>	14	12	12
Sukkertare – <i>Saccharina latissima</i>	16	12	12
Krusblekke – <i>Phyllophora pseudoceranoides</i> +	30	14	14
Hummerblekke – <i>Coccotylus truncata</i>	30	14	14
Teinebusk – <i>Rhodomela confervoides</i>	16	15	15
Fagerving – <i>Delesseria sanguinea</i>	30	17	17
Eikeving – <i>Phycodrys rubens</i>	29	16	16

Definisjonene av de vertikale sonene beskrevet over, kombinert med inndelingen i substrattyper, ble brukt til å identifisere EUNIS habitater på nivå 2, dvs A1 til A5 (se kap 2.3.1). Dette habitatkartet er tilgjengelig som shapefil (**eunis2n\_shape**), og er vist i **Figur 12** (nordlig del) og **Figur 13** (sørlig del av indre Oslofjord). Det gjenstår noen områder som ikke blir klassifisert basert på NGUs og FFIs detaljerte kartlegging. Dette er hovedsakelig områder nær land (**Figur 14**). Totalarealet som ikke er klassifisert utgjør 16.7 km<sup>2</sup>. Det totale arealet som er blitt klassifisert basert på NGUs og FFIs data utgjør 185 km<sup>2</sup>. Dvs 92 % av arealet i indre Oslofjord er klassifisert til habitatklasse basert på detaljert feltkartlegging, og 8 % gjenstår som uklassifisert. De to habitatklassene som dominerer innenfor NGUs og FFIs detaljkartlagte område er sublittoral sedimentbunn (72 %) og sirkalittoral fjell/steinbunn (22 %, **Tabell 4**).



**Figur 13.** Oversikt over fordelingen av Eunis bunnhabitatklasser på nivå 2 i indre Oslofjord, sørlig del, for området dekket av NGUs og FFIs detaljerte kartlegging i perioden 2004-2005

**Tabell 4.** Oversikt over omfanget (km<sup>2</sup>) og prosentvis fordeling av de ulike habitatklassene på nivå 2 i EUNIS klassifiseringen av bunnarealet i indre Oslofjord.

Habitatklasse nivå 2 (kode)	Habitat-navn	km <sup>2</sup>	Prosent
A1	Littoral fjell/steinbunn	0.5	0.3
A2	Littoral sedimentbunn	3.2	1.7
A3	Infralittoral fjell/steinbunn	7.6	4.1
A4	Circalittoral fjell/steinbunn	39.9	21.6
A5	Sublittoral sedimentbunn	133.8	72.3
	<b>Sum</b>	<b>185.0</b>	<b>100</b>

#### **Modellering av substrattypen i områder som ikke er dekket av NGUs kartlegging eller av det nasjonale kartleggingsprogrammet**

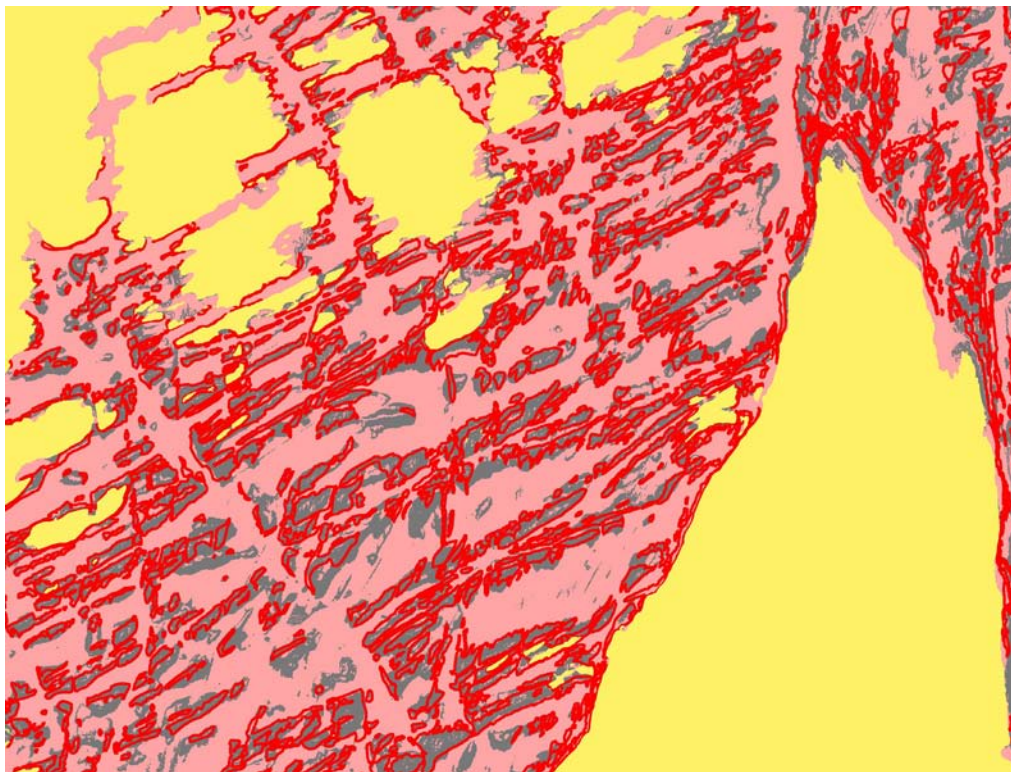
Det er sannsynligvis mulig å lage en god substratmodell for det uklassifiserte området basert på all den tilgjengelige informasjonen som finnes om fysiske forhold i området (dybde, terregegenskaper, bølgeeksponering og strøm), i tillegg til faktiske registreringer av substrattypen for et svært stort område. Det er utviklet sannsynlighetskart for forekomst av hardbunn og bløtbunn med stor grad av pålitelighet, basert på adskillig grovere data for de fysiske styrende faktorene enn det som er tilgjengelig i indre Oslofjord (Bekkby et al. Accepted, Bekkby et al. 2008). Det har ikke vært satt av midler til denne type avanserte analyser og modellarbeid innenfor dette prosjektet. I stedet er det

foretatt en enklere modellering av substrattype i det uklassifiserte området, med utgangspunkt i de fysiske faktorene, ved å utvikle en såkalt regelbasert prediksjonsmodell (jf Stokland et al 2008).

Kriteriene for hardbunn for denne enkle prediksjonsmodellen er skråning  $\geq 3$  grader og kurvatur med 250 m beregningsvindu  $\geq -1$ . Analyser viser at denne enkle modellen anslår riktig substrattype for 72 % av cellene (eksempel vist i **Figur 15**).



**Figur 14.** Oversikt over områder (rosa) som ikke er blitt klassifisert i indre Oslofjord pga manglende arealdekkende informasjon om substrattype. Nordlig del av området til venstre og sørlig del til høyre.



**Figur 15.** Oversikt over modellert substrattype (rosa angir modellert løsmassebunn og grått modellert fjell eller steinbunn) i forhold til registrert fjellbunn (røde områder) mellom Nesodden (øst) og Asker og Bærum i nordvest, i indre Oslofjord.

### **EUNIS habitater på nivå 2 innen modellert område**

De modellerte substrattypene innen det uklassifiserte området kobles til datalag som angir de ulike vertikale sonene, til å etablere et habitatkart for EUNIS klasser på nivå 2 også for disse i utgangspunktet uklassifiserte områdene. (Resultatfilen heter predeu2n\_shape, dvs predikerte eunisklasser nivå 2). **Tabell 5** gir oversikt over den prosentvise fordelingen av de ulike klassene innen det modellerte området.

**Tabell 5.** Oversikt over omfanget (km<sup>2</sup>) og prosentvis fordeling av de ulike habitatklassene på nivå 2 i EUNIS klassifiseringen av kystområdet som ikke er kartlagt av NGU og det nasjonale programmet for kartlegging av biologisk mangfold, men som er predikert ved modellering.

		<b>Km<sup>2</sup></b>	<b>Prosent</b>
A1	Littoral fjell/steinbunn	2.0	11
A2	Littoral sedimentbunn	4.3	24
A3	Infralittoral fjell/steinbunn	2.8	16
A4	Circalittoral fjell/steinbunn	0.9	5
A5	Sublittoral sedimentbunn	7.8	44

### **3.2 Hardbunnshabitater nivå 3 i EUNIS**

Den videre inndelingen av hardbunnshabitater i EUNIS systemet er basert på energinivåene høyt, middels og lavt energinivå.

I forslaget til tilrettelegging av EUNIS systemet for Baltiske områder (Helcom habitat 2008) er det laget et forslag til inndeling i energinivåer basert på de samme bølgeeksponeringsverdiene som vi har benyttet i dette arbeidet. Sammenhengen mellom effektiv "fetch" (åpent havområde uten hindringer for vinden til oppbygging av bølger) og modellerte swm-verdier er gitt i **Tabell 6**. Disse kriteriene tilsier at hele indre Oslofjord tilhører energinivået lavt, med unntak av noen små områder ved Drøbak (**Figur 16** og **Figur 17**). I følge EUNIS systemet vil derfor all Littoral fjell/steinbunn (A1), Infralittoral fjell/steinbunn (A3) og Circalittoral fjell/steinbunn (A4) falle inn under den laveste energiklassen, unntatt de strømrrike områdene nær Drøbak. **Tabell 7** gir oversikt over den videre inndelingen i energiklasser av den høye og lave energiklassen mht bølgeeksponering. Valgene i dette arbeidet for videre inndeling av den lave energiklassen basert på strøm og bølger er vist i **Tabell 7**. For inndeling i energiklasser for bølgeeksponering har vi brukt verdiene som er benyttet i det nevnte Helcom arbeidet.

Områder med moderate energinivåer er identifisert og omfatter EUNIS klassene A3, A4 og A5 (Infralittoral fjell/steinbunn, Circalittoral fjell/steinbunn og Sublittoral sedimentbunn). Utbredelsen og prosentvis fordeling av disse tre habitatklassene innen dette området er vist i **Tabell 9**.

**Tabell 6.** Oversikt over inndelingen i høy, middels og lavt energinivå basert på effektiv "fetch" og modellert bølgeeksponeringsverdi (swm-verdier) i arbeidet med tilrettelegging av EUNIS systemet for Baltiske marine habitater (Helcom habitat 2008).

<b>Energi klasse</b>	<b>Effektiv "fetch" (km)</b>	<b>Swm kl</b>	<b>Strøm (m/s)</b>
Høy	>25	>500 000	>1.5
Middels	5-25	100 000 – 500 000	0.5-1.5
Lav	<5	< 100 000	<0.5

**Tabell 7.** Den foreløpige inndelingen av bølgeeksponering i klasser i henhold til EUNIS systemet basert på modellerte swm-verdier (Rinde et al. 2006, Helcom habitat 2008) .

EUNIS energi nivå	EUNIS klasse	SWM minimum	SWM maksimum
Eksponert / Høy energi	Ekstremt eksponert	2 000 000	5 000 000
	Svært eksponert	1 000 000	2 000 000
	Eksponert	500 000	1 000 000
Moderat eksponert / Middels energi	Moderat eksponert	100 000	500 000
Beskyttet / Lav energi	Beskyttet	10 000	100 000
	Svært beskyttet	4 000	10 000
	Ekstremt beskyttet	1 200	4 000
	Ultra beskyttet	1	1 200

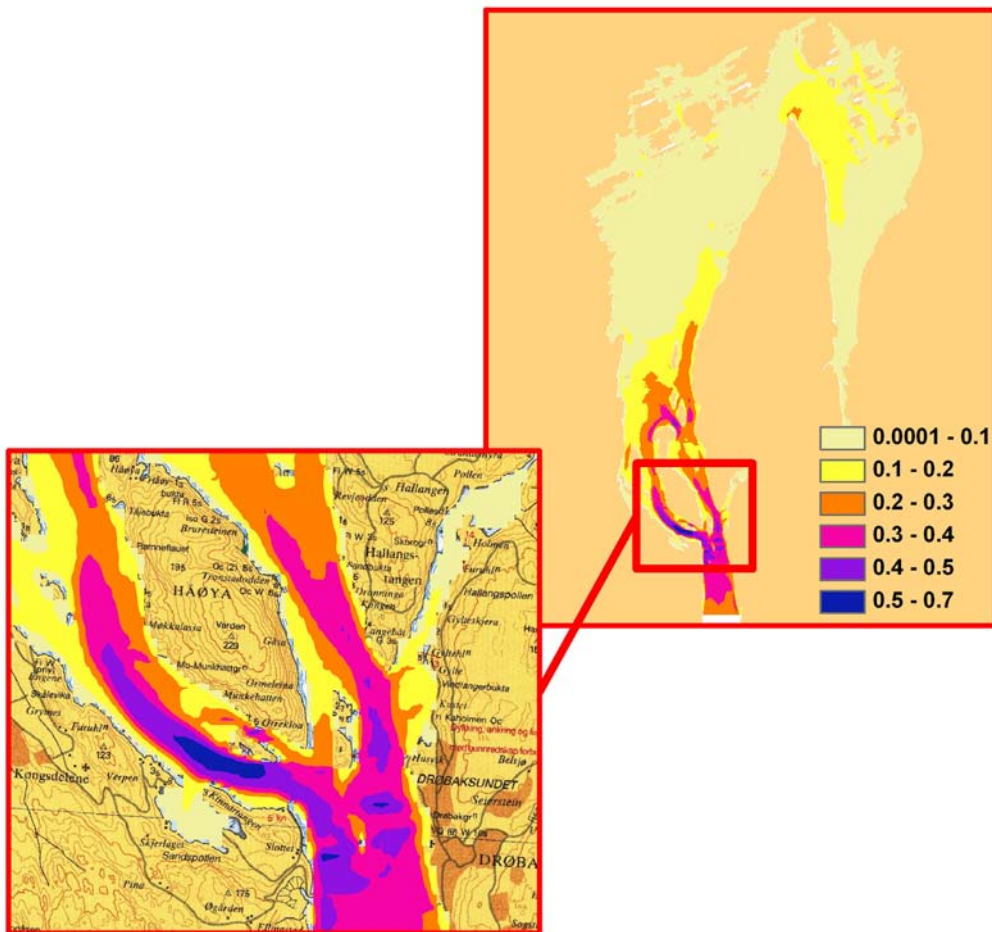
**Tabell 8.** Oversikt over fininndelingen av det lave energinivået i indre Oslofjord basert på bølgeeksponering, bunn og overflatestrøm. De modellerte verdiene blir reklassifisert til verdi 1, 2 og 3 for hvert av gridene for bølgeeksponering (swm), bunn- og overflatestrøm for celler som faller innenfor de angitte grenseverdiene.

Energi klasse	Reklassifisert verdi	Swm verdi	Bunnstrøm (m/s)	Overflatestrøm
Lavt beskyttet	3	10 – 36 000	>0.2	>0.2
Lavt svært beskyttet	2	4 – 10 000	0.1-0.2	0.1-0.2
Lavt ekstremt beskyttet	1	< 4 000	<0.1	<0.1

**Tabell 9.** Oversikt over arealet og fordelingen av EUNIS habitatklasser som forekommer i områder med moderat energinivå med hensyn til strøm (dvs  $\geq 0.5$  m/s) i indre Oslofjord.

Habitatklasse	EUNIS nivå	m <sup>2</sup>	Prosent
A3.2	3	8 850	2.8
A4.2	3	127 725	40.4
A5	2	179 850	56.8
		<b>316 425</b>	<b>100.0</b>





**Figur 16.** Oversikt over området sør for Håøya som har overflatestrøm  $> 0.5$  m/s (90 percentilen for overflatestrøm) og som dermed kan klassifiseres til moderat eksponering med hensyn til energinivået til denne faktoren. Legenden er basert på strømverdier i m/s.

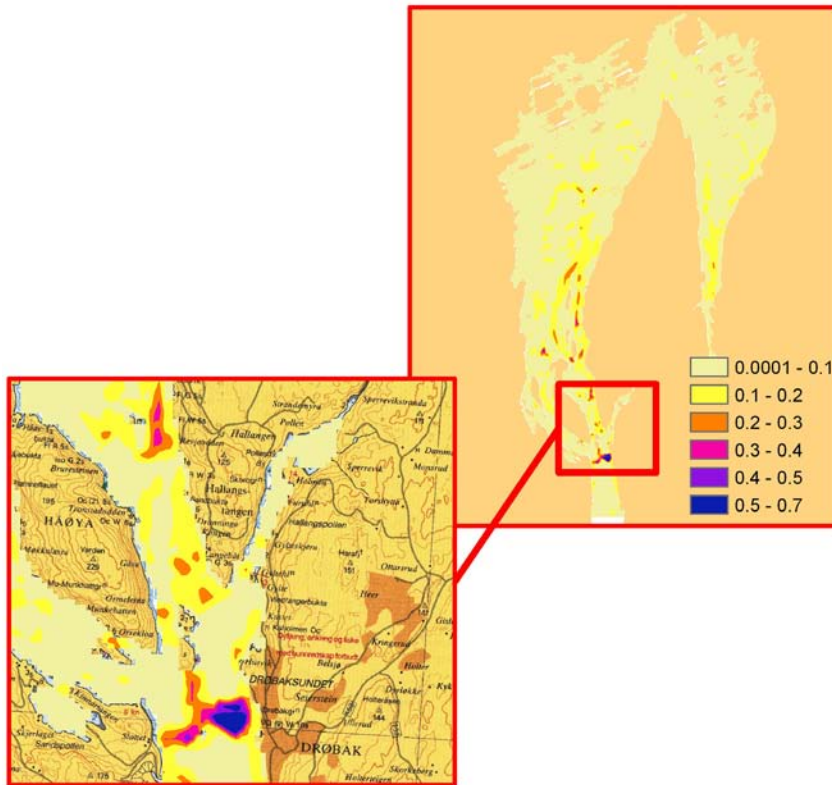
A3 og A4 er hardbunns habitater som deles videre inn etter energinivå på nivå tre i EUNIS systemet. De aktuelle klassene for Oslofjorden på nivå 3 for hardbunn er:

- A3.2 : Atlantic and Mediterranean moderate energy infralittoral rock
- A3.3 : Atlantic and Mediterranean low energy infralittoral rock
- A4.2 : Atlantic and Mediterranean moderate energy circalittoral rock
- A4.3 : Atlantic and Mediterranean low energy circalittoral rock

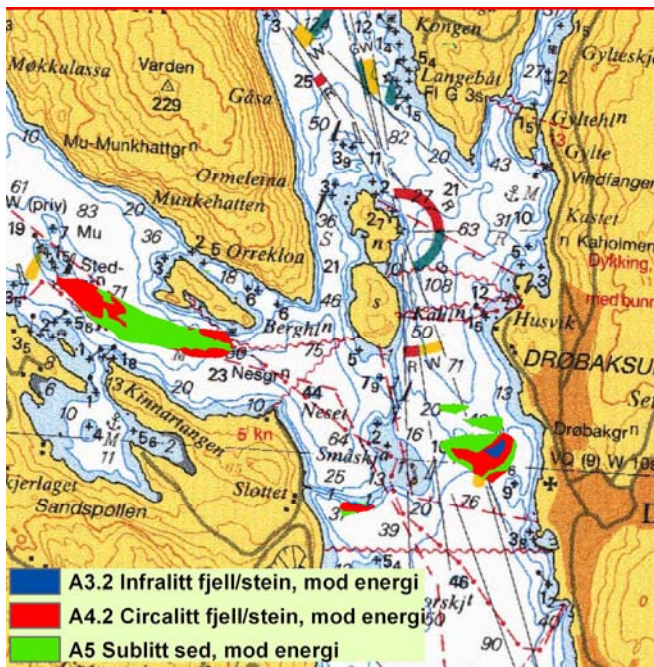
**Figur 18** gir oversikt over Eunis klasser for hardbunn på nivå 3 i områder med moderat energinivå.

De ulike datalagene brukes til å identifisere NGUs observerte fjell og steinbunn for de ulike vertikale sonene (littoral, infralittoral og circalittoral), og for 8 ulike energinivåer (der det 8. nivået er lik moderat energinivå, jf kap 2.2.4). Eksempel på identifiserte hardbunnsklasser på nivå 3 er vist i **Figur 19**. (Resultatfil: **Rock\_eunis\_niv3.shp**.)

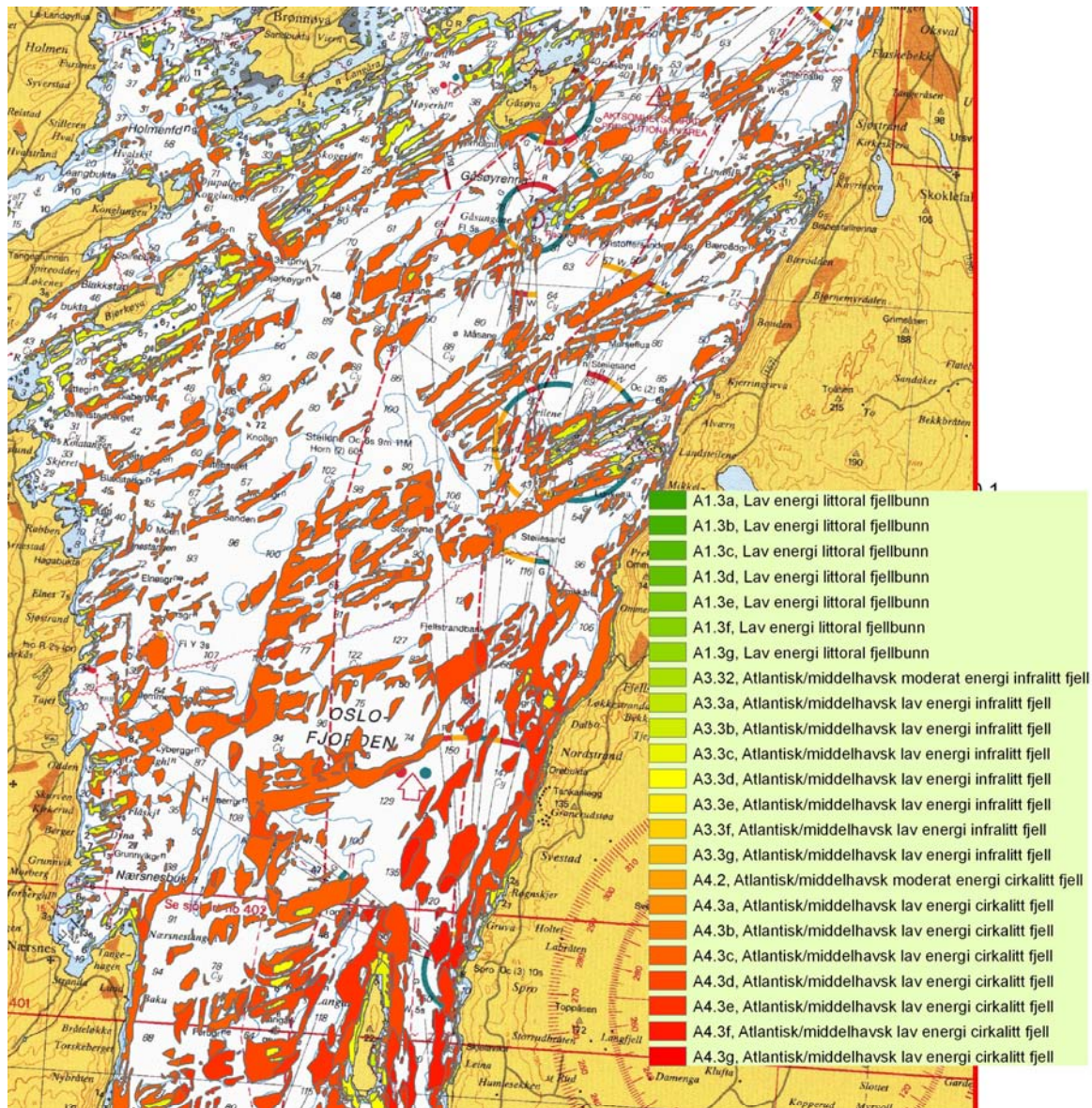
Det gjøres en tilsvarende inndeling i EUNIS klasser for kystområdene som ikke er undersøkt av NGU. Resultatfilen, **predeu3n\_shape.shp**, inneholder de predikerte Euniklassene på nivå 3 for hardbunn, og deler tilsvarende inn de predikerte løsmassbunnsområdene mht til energinivå.



**Figur 17.** Oversikt over området ved Drøbak som har bunnstrøm  $> 0.5$  m/s (90 percentilen for bunnstrøm) og som dermed kan klassifiseres til moderat eksponering med hensyn til energinivået til denne faktoren



**Figur 18.** Oversikt over habitatklasser med moderat energinivå i Indre Oslofjord. A3.2 og A4.2 er nivå 3 for Eunis klasser på hardbunn. Den videre inndelingen av EUNIS-klasse A5 er avhengig av kornstørrelsen, som nok vil påvirkes av strømforholdene men som ikke er definert ut fra strømforholdene i seg selv.



**Figur 19.** Eksempel på EUNIS klasser på nivå tre på fjellbunn, i midtre del av indre Oslofjord. Det lave energinivået er delt inn i 7 under-klasser, a-g, der a angir det laveste nivået og g det høyeste energinivået.

### 3.3 Løsmassebunnshabitater nivå 3 i EUNIS

Løsmassebunnshabitater er delt inn i littoral og sublittoral løsmassebunn, som videre er delt inn basert på kornstørrelsen til sedimentene. Det opereres med fire hovedklasser for kornstørrelse: Grovt sediment, Sand og mudder-sand, Mudder og Blandet sediment.

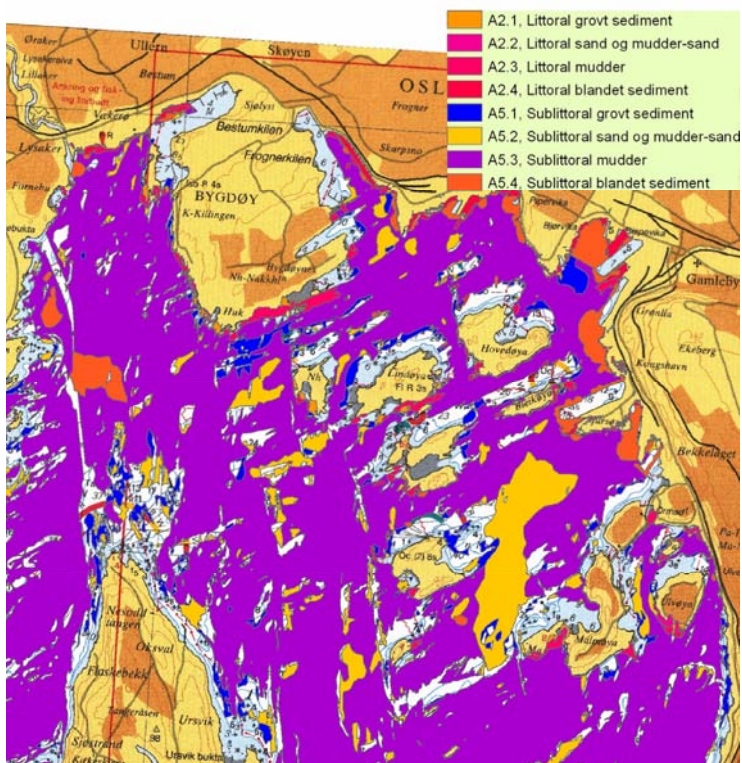
Eunis sine sedimentkategorier i forhold til NGUs inndeling er gitt i **Tabell 10**.

Datalagene for dybdeintervaller (littoral og sublittoral sone) og observert løsmassebunn benyttes til å identifisere løsmassebunnshabitatene på nivå 3 (resultatfil: soft\_eunis\_niv3). Eksempel på identifiserte løsmassebunn-klasser på nivå 3 er vist i **Figur 20** og **Figur 21**. De to shapefilene

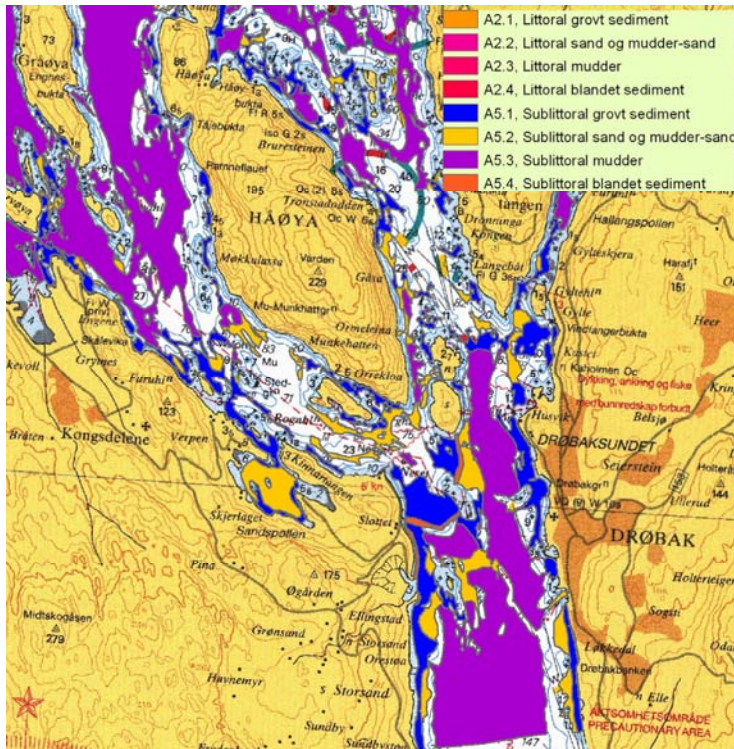
Rock\_eunis\_niv3.shp og soft\_eunis\_niv3.shp slås sammen til filen: **Rock\_soft\_eunis\_niv3.shp**. Kart som gir oversikt over både løsmasse- og hardbunns habitater på nivå 3 er vist i **Figur 22** og **Figur 23**.

**Tabell 10.** Oversikt over EUNIS sine sedimentkategorier og hvilke sedimentklasser disse passer til i forhold til NGUs tolkede sediment-klasser.

EUNIS sediment kategori	NGUs inndeling av sediment	Sediment-kode ( <i>ib</i> )
Grovt sediment	Grus, sand- og slamholdig	1
Sand og mudder-sand	Sand, grus- og slamholdig	2
Mudder	Slam, grus- og sandholdig, og Slam	3
Blandet sediment	Diamikton, blanding av kornstørrelser	4



**Figur 20.** Eksempel på løsmassebunn-klasser på nivå 3 i Eunis systemet, i indre Oslofjord, nordøstlig del.



**Figur 21.** Eksempel på sedimenthabitatklassene på nivå 3 i Eunis systemet, i indre Oslofjord, sørlig del ved Drøbak-Håøya.

De identifiserte EUNIS-klassene for løsmassebunn i littoral sone på nivå 3 er:

- A2.1: Littoral coarse sediment
- A2.2: Littoral sand and muddy sand
- A2.3: Littoral mud
- A2.4: Littoral mixed sediments

Øvrige EUNIS klasser på dette nivået er:

- A2.5: Coastal saltmarshes and saline reedbeds
- A2.6: Littoral sediments dominated by aquatic angiosperms

De identifiserte EUNIS-klassene for løsmassebunn i sublittoral sone på nivå 3 er:

- A5.1: Sublittoral coarse sediment
- A5.2: Sublittoral sand
- A5.3: Sublittoral mud
- A5.4: Sublittoral mixed sediments

Øvrige EUNIS klasser på dette nivået er:

- A5.5: Sublittoral macrophyte-dominated sediment (det er her vanlig ålegras befinner seg, og som er kartlagt gjennom det nasjonale og lokale kartleggingsprogrammet i indre Oslofjord).
- A5.6: Sublittoral biogenic reefs (omfatter bl.a. muslingbanker og skjellbanker)

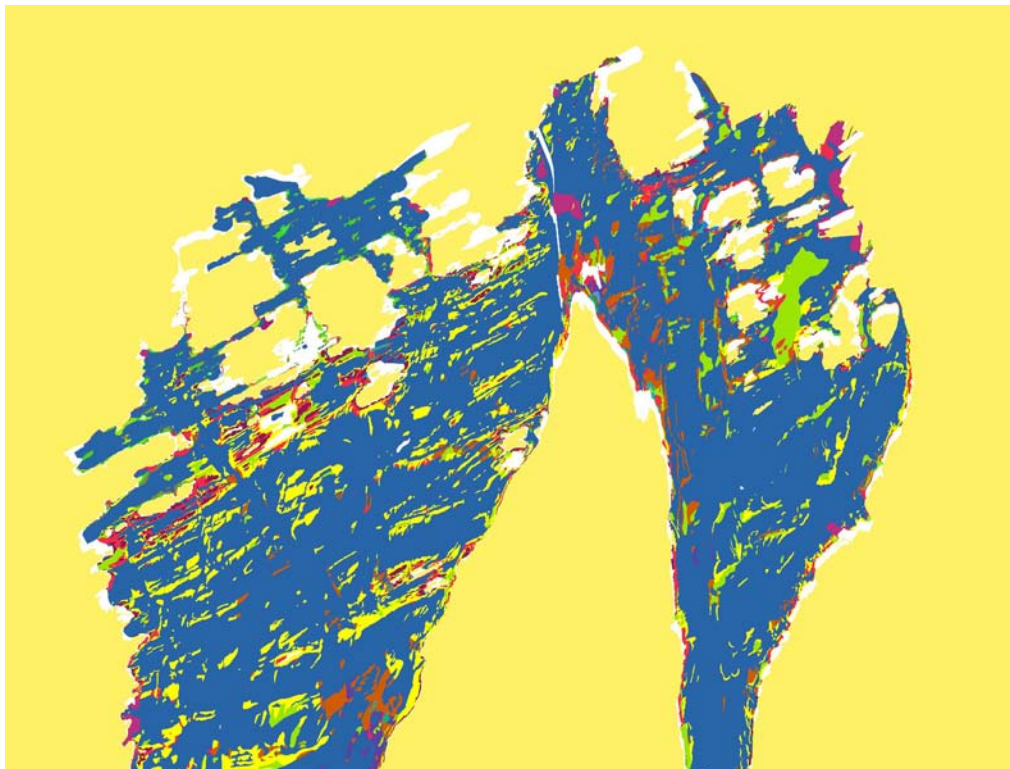
Siden vi ikke har modellert kornstørrelse (dette vil sannsynligvis kunne gjøres vha modellbaserte statistiske metoder, jf Stokland et al. 2008) har det ikke vært mulig å klassifisere sedimentene i disse områdene til nivå 3.

### Ny regelbasert modell for habitater med potensiale for ålegras

Basert på de nye energinivådataene for området ble det utviklet en ny regelbasert modell for ålegrasenger for området. Kriteriene som ble brukt er dyp mellom 0 og 5 m dyp (basert på den observerte dybdeutbredelsen for ålegras, *Zostera marina*, i Oslofjorden) og ”sumenerginivå” lik 3 (det vil si det laveste energinivået gitt 8 klasser). Shapefilen for den nye ålegrasmodellen heter **predzoma.shp**. Denne vil identifisere Eunis-klassen A5.5.

### **3.4 Kobling av lokaliteter definert til habitatklasse gjennom tidligere undersøkelser til habitatkartene**

Av lokalitetene (punktene) som er undersøkt i tidligere undersøkelser (hovedfagsoppgaver og tidligere NIVA rapporter) og som er klassifisert til Eunis-klasse av UiO, faller 74 % innenfor området som er detaljkartlagt av NGU og FFI (dvs 772 av 1049 punkter). En stor del del av disse lokalitetene (48 %) representerer stasjoner der det er utført transekter eller undersøkelser som dekker flere dybdeintervaller. For disse lokalitetene vil det georefererte punktet til lokaliteten egentlig kunne representere flere habitatklasser. For eksempel vil transekter fra 0-30 m dyp, dekke både littoral og sublittoral sone for løsmassebunn, og littoral, infralittoral og cirkalittoral sone for hardbunn. For de øvrige lokalitetene (som gjelder en spesifikk dybdeverdi) stemmer Eunis-klasse tildelingen basert på de tidligere undersøkelsene og klassifiseringen som er gjort i dette arbeidet for 59 % av lokalitetene. Substrattypen, dvs om lokaliteten er karakterisert som hardbunn eller løsmassebunn, stemmer overens for 64 % av lokalitetene. De fleste av disse (ca 80 %) er tilknyttet løsmassebunn, som er det dominerende substratet i området. Av lokalitetene klassifisert av UiO som ikke stemmer overens mht substrattypen ut fra de etablerte habitatkartene, finnes 67 % på hardbunn og 33 % på løsmassebunn. Uoverenstemmelsene skyldes sannsynligvis at en finner hardbunn flekkvis mellom løsmassene i indre Oslofjord, og at data fra de ulike undersøkelsene representerer ulike skalanivå.



**Figur 22.** Oversikt over EUNIS klasser på nivå 3 for både løsmassebunn og hardbunn i området med detaljerte data fra NGU.



**Figur 23.** Oversikt over EUNIS klasser på nivå 3 for både løsmassebunn og hardbunn sørlig del av indre Oslofjord.

Basert på artsbeskrivelsene i de tidligere undersøkelsene er det mulig å gå videre til høyere nivåer i Eunis systemet. Bl.a. for de 13 registrerte lokalitetene som finnes i området med moderate energinivåer ved Drøbak. Basert på beskrivelsen av de biologiske funnene og NGUs tolkning av sedimenttypen som fjell med løst sediment oppå, ble det grunneste av dette området klassifisert til EUNIS klasse A3.21 på nivå 4; dvs tare- og rødalgedominert habitat på moderat energi infralittoral fjellbunn. De grunneste registreringene passer til habitatklasse A3.2121 på nivå 5 (dvs ”*Laminaria hyperborea* skog, bladformede rødalger og en divers fauna på ”tide-swept” øvre infralittoral hardbunn”) og de dypeste registreringene passer til tilsvarende klasse A3.2122, for den nedre delen av infralittoral sone, med litt mindre tett tareskog og økende mengde dyr som mosdyr, sjønellik og dødningshånd. På dypere hardbunnspartier i samme område uten tarevegetasjon vil en finne habitatklassen A3.24; ”Faunal communities on moderate energy infralittoral rock”.

Det finnes artslister for ca 80 % av lokalitetene som er sammenstilt av UiO, som kan utnyttes til å gå klassifisere lokaliteter til høyere nivåer i Eunis systemet, og som kan benyttes til å utvikle prediksjonsmodeller for arter og naturtyper som finnes i indre Oslofjord.

### 3.5 Oversikt over produserte habitatkart

Alle digitale data som er gjort tilgjengelige fra prosjektet finnes som shapefiler i kartformatet WGS 1984 og UTM sone 33. Oversikt over produserte habitatkart på nivå 2 og 3 for både området som er detaljkartlagt av NGU og området som er predikert ved hjelp av den enkle substratmodellen, er vist i **Tabell 11**.

**Tabell 11.** Oversikt over shapefiler som angir de ulike EUNIS habitatklassene for indre Oslofjord.

Filnavn	Beskrivelse av habitatkartet til den enkelte fil
Sedko_oslo_33_merge.shp	Oversikt over NGUs kartlagte sedimenttyper for indre Oslofjord
Eunis2n_shape	EUNIS habitater på nivå 2 for området som er detaljkartlagt av NGU og det nasjonale kartleggingsprogrammet
Predeu2n_shape.shp	EUNIS habitater på nivå 2 for området som er predikert vha enkel substratmodell
Predeu3n_shape.shp	EUNIS habitater på nivå 3 for hardbunnslokaler predikert vha enkel substratmodell, og til nivå 2 og energinivå for løsmassebunn
Rock_eunis_niv3	EUNIS habitater på nivå 3 for hardbunn for området som er detaljkartlagt av NGU og det nasjonale kartleggingsprogrammet
Soft_eunis_niv3	EUNIS habitater på nivå 3 for løsmassebunn for området som er detaljkartlagt av NGU og det nasjonale kartleggingsprogrammet
Rock_soft_eunis_niv3.shp	EUNIS habitater på nivå 3 for hardbunn og løsmassebunn for området som er detaljkartlagt av NGU og det nasjonale kartleggingsprogrammet
Predzoma.shp	Modellert ålegras, ny regelbasert modell. Identifiserer Euniklasse A5.5

## 4. Diskusjon

NGUs detaljerte kartlegging av dybde- og substrattypen i indre Oslofjord, kombinert med NIVAs modellering av bølge- og strømforhold, har gjort det mulig å utvikle arealdekkende kart over utbredelsen til Eunis-habitatklasser på nivå 2 og 3 for hele indre Oslofjord. For løsmassebunn mangler det identifisering til nivå 3 for de 8 % av området som ikke ble kartlagt av NGU, men som det er utviklet en regelbasert substratmodell for. Denne substratmodellen kan skille hardbunn fra løsmassebunn, men predikerer ikke kornstørrelse, som er kriteriet for å skille mellom løsmassehabitater på nivå 3 i det europeiske habitatklassifiseringssystemet Eunis.

I tillegg til klassifisering og kartfesting av habitatklasser på et overordnet nivå, er det i løpet av forprosjektet og dette prosjektet sammenstilt og kvalitetssikret geografisk posisjon og habitatklasse til 1049 lokaliteter som er undersøkt gjennom tidligere hovedfagsoppgaver ved UiO og ved Norsk Institutt for Vannforskning. Undersøkelsene gir supplerende informasjon om disse lokalitetene som representerer punkter eller transekter, i form av målt saltholdighet, temperatur, substrattypen, kornstørrelse, secchi dyp, osv. Hvilke parametre som er undersøkt varierer mellom de ulike undersøkelsene avhengig av formålet med undersøkelsen. For 846 (dvs 81 %) av de undersøkte lokalitetene finnes det artslistene tilgjengelig, som gjør det mulig både å klassifisere den enkelte lokalitet til et høyere nivå i Eunis-systemet, men som også kan benyttes til å modellere enkeltarters utbredelse i indre Oslofjord basert på etablerte statistiske modellbaserte metoder (jf metoder beskrevet i Stokland et al. 2009).

Arbeidet viser at det er mulig og hensiktsmessig å dele inn kystområdene i habitatklasser basert på et standardisert system. Blant annet har inkludering av strøm som komponent i inndelingen av habitatklasser gitt økt forståelse for utbredelsen av marine naturtyper i indre Oslofjord. Uten denne informasjonen var det vanskelig å forstå hvorfor det er så lite ålegras knyttet til øyene i østlig del av de innerste områdene i fjorden (Oslo kommune), samtidig som det forekommer så mange ålegrasenger i vestlig del (kommunene Asker og Bærum). Ved å se på det summerte energinivået der en kobler både grad av bølger og strøm (både bunn- og overflatestrøm), ser en at energinivået generelt er mye høyere i den østlige delen (**Figur 24**). Dette kan være med å forklare utbredelsen til ålegrasenger som sannsynligvis påvirkes av vannets bevegelse.





**Figur 24.** Oversikt over plasseringen til ålegrasengene (rød farge) i forhold til energiklassene (dess mørkere oransje dess høyere energinivå). Land er angitt med mørk grønn farge.

Indre Oslofjord har hovedsakelig et lavt energinivå i hele området. Det er kun noen få områder nær Drøbak som skiller seg ut med høye strømv verdier, enten i overflaten eller nær bunnen, og som kan kategoriseres til det standardiserte moderate energinivået. Ved å summere en semi-kvantitativ inndeling (tre nivåer per komponent) av de tre energi-drivende komponentene i området, bølgeeksponering, overflate- og bunnstrøm, får en fram et nyansert bilde av de ulike energinivåene i området. Inkludert områdene med moderat energinivå kan en dele habitatene inn i 8 energiklasser. Det er ikke undersøkt om de ulike energiklassene medfører signifikante forskjeller i de biologiske samfunnene knyttet til hardbunn eller løsmassebunn innen f.eks samme vertikale sonering (littoral, infralittoral og cirkalittoral for hardbunn, og littoral og sublittoral for sedimenter). Den detaljerte habitatklasseinndelingen basert på både detaljerte data for dybde, substrattyp, bølgeeksponering, og strøm (både knyttet til overflaten og bunnen) danner et solid grunnlag for å foreta en strategisk innsamling av data fra habitatklasser som vi mangler informasjon om de biologiske forholdene til. I tillegg kan en utlede mange egenskaper tilknyttet terrenget (som skråning og kurvatur) og de ulike energi-komponentene (for eksempel skråning, dvs første deriverte av energikomponentene), som ofte kan være med å forklare utbredelsen til ulike marine naturtyper eller arter (Bekkby et al. submitted, Bekkby et al 2008, Rinde et al. 2006).

Det solide datasettet gir også et godt grunnlag for å utvikle en substratmodell for kornstørrelse for områdene som ikke er dekket av NGUs og FFIs detaljerte kartlegging. Tidligere arbeider (Bekkby et al. Accepted og 2008 a og b) viser gode resultater med hensyn til å modellere substrattyp basert på adskillig spinklere datasett (både av forklaringsvariable og observerte substrattyp) enn de som er tilgjengelig for dette området. De 277 lokalitetene som er undersøkt gjennom hovedfagsoppgaver og gjennom tidligere NIVA arbeider i dette område, kan benyttes som grunnlag til å teste en slik

substratmodell for området. Datasettene som sammenstiller de biologiske observasjonene i området danner også et godt grunnlag til å kunne utvikle prediksjonsmodeller for enkelte av artene eller habitatklassene som er inkludert i materialet. Det har dessverre ikke vært mulighet til å gripe fatt i alle disse mulighetene innen dette prosjektet.

Det er flere uoverenstemmelser mellom klassifiseringen av et punkt (lokalitet) basert på de biologiske registreringene (der posisjonen til lokaliteten er georeferert til et punkt) og de klassifiserte habitatklassene. Noe av dette skyldes at punktet representerer flere dybdenivåer, ofte gjennom undersøkelser langs transekter fra grunt til dypere vann, og som derfor omfatter flere av de vertikale soneringene for både hardbunn og løsmassebunn.

Uoverensstemmelsene skyldes også at registreringene og klassifiseringene er gjort på ulike skalanivåer. De biologiske undersøkelsene er ofte utført på et detaljert skalanivå, mens NGUs tolkning av substrattypen skjer på et grovere skalanivå. Det vil alltid kunne finnes lommer med ulike typer sedimenter (f eks sand, skjellsand eller stein) innenfor et område som på et grovere nivå vil karakteriseres som et fjellområdet. De etablerte habitatkartene for Eunis-klassene på et overordnet nivå vil hjelpe til med å karakterisere og avgrense de ulike naturtypene på ønsket skalanivå, avhengig av formålet med identifiseringen og avgrensingen av naturtypen.

## 5. Referanser

\* Data fra rapporten er inkludert i UiOs sammenstilling av biologiske registreringer.

Bekkby T, Rinde E, Erikstad L, Bakkestuen V (Submitted) Spatial predictive distribution modelling of the kelp species *Laminaria hyperborea*. Estuarine, Coastal and Shelf Science

Bekkby T, Moy F, Kroglund T, Gitmark J, Walday M, Rinde E, Norderhaug KM (Accepted) Identifying rocky seabed using GIS modelled predictor variables. Marine Geodesy

Bekkby T, Rinde E, Erikstad L, Bakkestuen V, Longva O, Christensen O, Isæus M, Isachsen PE (2008a) Spatial probability modelling of eelgrass (*Zostera marina*) distribution on the West coast of Norway. ICES Journal of Marine Science 65:1-9

Bekkby T, Nilsson HC, Olsgard F, Rygga B, Isachsen PE, Isæus M (2008b) Identifying soft sediments at sea using GIS-modelled predictor and Sediment Profile Image (SPI) measured response variables. Estuarine, Coastal and Shelf Science:1-6

Bekkby T, Erikstad L, Christensen O, Longva O (2005) Effekten av skala og kriterier for inndeling i marine substrattyper. Vann 1:35-43

Bjørndalen K, Berge JA, Bjerkeng B, Magnusson J, Rygg B, Walday M (2007) Miljøsmål Bunnfjorden - Sammendragsrapport av fase 1 og 2. NIVA rapport nr 5450-2007, NIVA

\*Braaten BR (1968) En biologisk helårsundersøkelse (1966-1967) av et forurenset basseng i indre Oslofjord. Hovedfagsoppgave ved Biologisk institutt, UIO.

\*Byrde J (1997) Fordeling av PCB i sedimenter og sedimentlevende dyr i indre Oslofjord. Hovedfagsoppgave ved Biologisk institutt, UIO.

- \*Dragsund E (1983) Utbredelsen av makroalger i indre Oslofjord i forhold til forurensning og tre predatorer med hovedvekten på *Psammechinus miliaris* (Gemlin). Hovedfagsoppgave ved Biologisk institutt, UIO.
- \*Eidnes T (1983) En sammenlikning av kjønnsyklus, populasjonsstruktur, og vekst hos ulike populasjoner av vanlig strandsnegl (*Littorina littorea* (L.)) i Oslofjorden. Hovedfagsoppgave ved Biologisk institutt, UIO.
- \*Eriksen J (1999) Rekolonisering av sublittoralt bløtbunns sediment langs en eutrofigradient i indre Oslofjord. Hovedfagsoppgave ved Biologisk institutt, UIO.
- \*Farrukh BM (1980) The fauna of marine benthic sediment from the organically enriched Oslofjord, Norway. Hovedfagsoppgave ved Biologisk institutt, UIO.
- \*Follum OA (1984) Om nedslag og vekst av hardbunnsorganismer i littoralsonen. Langtidsserie med kunstig og naturlig undersøkelse. Hovedfagsoppgave ved Biologisk institutt, UIO.
- \*Futsæter G (1984) Livssyklus og forekomst av *Ralsfia borneti* Kuck., *Petalonia fascia* (O.F. Mull) Kuntze og *Scytosiphon lomentaria* (Lyngb.) Link. i indre Oslofjord. Hovedfagsoppgave ved Biologisk institutt, UIO.
- \*Green N (1983) Sublittoral rocky bottom community structure and development. Hovedfagsoppgave ved Biologisk institutt, UIO.
- \*Halvorsen J (1997) Felt og laboratorieundersøkelser av mulige hybridisering mellom *Fucus* arter i indre Oslofjord. Hovedfagsoppgave ved Biologisk institutt, UIO.
- \*Hansen JI (1985) Foraminiferøkologi. Årtidsvariasjoner i Drøbakskundet, Oslofjorden. Hovedfagsoppgave ved Biologisk institutt, UIO.
- HELCOM HABITAT 2008, Nature Protection and Biodiversity Group, Tenth Meeting, Warsaw, Poland, 5-9 May 2008, Document 4.3./1.
- Isæus M (2004) Factors structuring *Fucus* communities at open and complex coastlines in the Baltic Sea. Filosofie doktorexamen, Stockholms universitet
- \*Klyve A (1990) Innhold og opptak av metaller i flerbørstemarken *Ophiodromus flexuosus* i forhold til sediment sammensetning. Hovedfagsoppgave ved Biologisk institutt, UIO.
- \*Larsen JF (1995) Utbredelsen av benthosalger i indre Oslofjord. Hovedfagsoppgave ved Biologisk institutt, UIO.
- \*Lauritsen O (1983) Foraminifer faunaen i Slemmestad området, indre Oslofjord. Hovedfagsoppgave ved Biologisk institutt, UIO.
- \*Lein TE (1976) Strukturen i benthiske littoralsamfunn i indre Oslofjord. En metodisk undersøkelse av diversitet og stratifisering. Hovedfagsoppgave ved Biologisk institutt, UIO.
- \*Linnestad Gillerstedt AH (1996) Multivariat analyse av indre Oslofjord: Bruk av bunnfauna på rekkenivå. Hovedfagsoppgave ved Biologisk institutt, UIO.
- Magnusson J, Andersen TU, Amundsen RU, Berge J, Beylich BU, Bjerkeng B, Bjerknes E, Gjøsæter JH, Grung M, Holth TF, Hylland K, Johnsen T, Lømsland E, Paulsen ØH, Rønning IU,

- Sørensen J, Schøyen M, Walday M (2008) Overvåking av forurensningssituasjonen i indre Oslofjord 2007
- \*Magnusson J, Andersen T, Amundsen R, Bokn T, Berghe JA, Gjørseter J, Johnsen T, Kroglund T, Lømsland ER, Solli A (2003) Overvåking av forurensningssituasjonen i indre Oslofjord i 2002. NIVA Rapport nr. 880\2003 (TAnr: 1971\2003) og vedlegg på filer.
- Magnusson J, Berghe JA, Bjerkengh B, Bokn T, Gjørseter J, Johnsen T, Lømsland ER, Schram TA, Solli A (2001) Overvåking av forurensningssituasjonen i indre Oslofjord i 2000. Overvåkingsrapport nr 825\01, TA-nr. 1807\2001.
- \*Magnusson J, Bokn T, Moy F, Pedersen A, Larsen G (1992) Overvåking av forurensningssituasjonen i indre Oslofjord 1991. SFT rapport nr. 484/92
- Magnusson J, Kirkerud L, Källqvist T, Norheim G, Pedersen A, Tangen K (1984) Overvåking av forurensningssituasjonen i indre Oslofjord 1983. SFT rapport nr. 169/84
- \*Mathisen HA (1985) Felt og laboratorieundersøkelser av rødalgen *Gracilariaria verrucosa* (Huds.) Papenf. Fra indre Oslofjord. Hovedfagsoppgave ved Biologisk institutt, UIO.
- \*Moy F (1985) Utbredelse av *Fucus serratus* L. i indre Oslofjord relatert til forekomster av *Mytilus edulis* L. Samfunnsanalyse og felteksperimenter. Hovedfagsoppgave ved Biologisk institutt, UIO.
- \*Moy F, Walday M (1997) Marine gruntvannsbiotoper rundt Fornebulandet i indre Oslofjord. En veileder i marine biotopkartlegging og bruk av nøkkelbiotoper i kystzoneplanlegging. NIVA rapport LNR 3703-97.
- \*Nordalen AG (1984) En undersøkelse av *Pectinaria koreni* Malmgren (Polychaeta) på en stasjon i indre Oslofjord med vekt på gyting, vekst og produksjon. Hovedfagsoppgave ved Biologisk institutt, UIO.
- \*Olsen KM (1994) On the Mollusca of the Oslofjord. Present and earlier distribution, with notes on change in the fauna during the last 150 years. Hovedfagsoppgave ved Biologisk institutt, UIO.
- \*Olsgard F (1995) Overvåking av forurensningssituasjonen i indre Oslofjord. Undersøkelse av bløtbunnsfauna 1993. Overvåkingsrapport 622\95 TA nr. 1258\1995.
- \*Olsgard F (1994) Miljøundersøkelser i indre Oslofjord. Delrapport 7. NIVA rapport 563\94 Ta 1076\94.
- \*Omdal MN (1985) Dynamikken i bunndyrsamfunn i Vestfjorden, indre Oslofjord. Hovedfagsoppgave ved Biologisk institutt, UIO.
- Rinde E, Rygg B, Bekkby T, Isæus M, Erikstad L, Sloreid S-E, Longva O (2006) Documentation of marine nature type models included in Directorate of Nature Management's database Naturbase. First generation models for the municipalities mapping of marine biodiversity 2007. NIVA Report LNR 5321-2006 (In Norwegian with English abstract.)
- \*Shahid A (1982) Meiofauna abundance, nematode\copepode ratio, and taxon diversity of the organically enriched sediment of the inner Oslofjord. Hovedfagsoppgave ved Biologisk institutt, UIO.

- Shchepetkin AF, McWilliams JC (2005) The regional oceanic modelling system (ROMS): a split-explicit, free-surface, topography-following-coordinate oceanic model. *Ocean Modelling* 9:347-404
- \*Skuggevik LJ (1996) Fordeling av kvikksølv i sedimenter og sedimentlevende dyr i indre Oslofjord. Hovedfagsoppgave ved Biologisk institutt, UIO.
- \*Skullerud AM (1985) Klassifikasjon av bunndyrssamfunn i Vestfjorden, indre Oslofjord. Hovedfagsoppgave ved Biologisk institutt, UIO.
- \*Stene RO (1968) Utbredelsen av *Metridium senile* og en del andre vanlige arter fra hardbunnsfaunaen i indre Oslofjord. Hovedfagsoppgave ved Biologisk institutt, UIO.
- Stokland JN, Bakkestuen V, Bekkby T, Rinde E, Skarpaas O, Thygeson AS, Yoccoz NG, Halvorsen R (2008) Prediksjonsmodeller som verktøy for kartlegging, overvåking og forvaltning av biologisk mangfold - anvendelse, utviklingspotensial og utfordringer., Naturhistorisk museum (Oslo) Publikasjon 1: 1-72.
- \*Stålelsen G (1964) En sammenlikning mellom bunnfaunaen på rekefeltene i Oslofjorden like innenfor og utenfor Drøbaksterskelen. Hovedfagsoppgave ved Biologisk institutt, UIO.
- \*Vadseth R (1979) Chorda-artenes økologi og utbredelse i indre Oslofjord med hovedvekt på *Chorda tomentosa*. Hovedfagsoppgave ved Biologisk institutt, UIO.
- \*Valderhaug VA, Gray JS (1984) Stable macrofauna community structure despite fluctuating food supply in subtidal soft sediments of Oslofjord, Norway. *Marine Biology* 82:307-322
- Walday M, Fleddum A, Lepland A (2005) Kartlegging av marint biologisk mangfold i indre Oslofjord – Forprosjekt. NIVA Rapport nr 5097-2005. 25 s.
- \*Walday M (2002) Biologiske registreringer på Drøbakgrunnen og jeteen ved hjelp av ROV i forbindelse med en utvidelse av skipsleden over Drøbaksterskelen. NIVA Rapport nr 4499-2002. 31 s.
- \*Walday M, Olsgard F (2003) Bjørvikaprojektet. Ny senketunell. Biologisk førundersøkelse nov 2003. NIVA rapport 4832
- \*Wiik T (1985) En populasjonsundersøkelse av *Nereis (Hediste) diversicolor* O.F. Muller ved Grasholmen i indre Oslofjord. Hovedfagsoppgave ved Biologisk institutt, UIO.
- \*Wiik Ø (1981) Supralittorale og littorale blågrønnalgesamfunn i indre Oslofjord. Hovedfagsoppgave ved Biologisk institutt, UIO.

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo  
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)