

# VEDLEGG 8

Statens Vegvesen Region Vest

# Geologi i tunneltraséen og metallinnhold i bergartene

Rogfast-prosjektet



Oppdragsnr.: 5144240 Dokumentnr.: NO-110-YM Versjon: D01  
2017-04-03

**Oppdragsgiver:** Statens Vegvesen Region Vest  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Merete Landsgård  
**Rådgiver:** Norconsult AS  
**Oppdragsleder:** Bjørn A. Kleppestø  
**Fagansvarlig:** Bente Breyholtz  
**Andre nøkkelpersoner:** Gaute R. Salomonsen, Anders Vik

D01	2017-04-03	For godkjenning oppdragsgiver	BeBre	GRS/AV	BjKle
<b>Versjon</b>	<b>Dato</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Utarbeidet</b>	<b>Fagkontrollert</b>	<b>Godkjent</b>

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

## Sammendrag

Statens vegvesen Region vest (Sv) prosjekterer ny E39 i kommunene Randaberg, Kvitsøy og Bokn. E39 Rogfast inngår i fergefri forbindelse langs vestlandskysten og skal blant annet binde Nord- og Sør-Rogaland sammen. Hensikten med utbyggingen er å oppnå fergefri kryssing av Boknafjorden og å utvikle E 39 Kyststamvegen mellom Stavanger og Trondheim.

Rogfast (Rogaland fastlandsforbindelse) består av en 27 km toløps tunnel, Boknafjordtunnelen, fra Harestad til Laupland, samt en ca. 4 km lang tunnelarm til Kvitsøy. Det skal være dagsoner på Kvitsøy, ved Laupland og på Harestad. E39 Rogfast medfører et totalt masseoverskudd på ca. 9 mill.  $\text{m}^3$ . Det er lagt opp til utfyllingsområder i sjø, ved Mekjarvik, Arsvågen og på Kvitsøy.

Siden massene skal utfylles i sjø har Norconsult på oppdrag fra SVV, gjennomført en kartlegging av bergartene i tunneltraséen, samt utført analyse av metallinnhold i de ulike bergartene og utlekkingspotensialet av metallene fra de ulike bergartene.

Analyseresultatene er vurdert opp mot Miljødirektoratets veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment (M-608/2016) og Miljødirektoratets veileder for testprogram for tildekkingsmasser, forurenset sjøbunn (M-411/2015).

# Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Berggrunnen i tunneltraséen</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Bergartene - geologi</b>	<b>9</b>
3.1	Granittisk gneis #6, Bokn	10
3.2	Granittisk gneis #4, Bokn	10
3.3	Fyllitt #1, Kvitsøy/ Bokn	11
3.4	Grønnstein #2, Kvitsøy (Krågøy)	12
3.5	Grønnskifer/Svartskifer #3, Kvitsøy	12
3.6	Gabbro #5, Randaberg/Kvitsøy	13
3.7	Fyllitt Randaberg Dagberg, Randaberg	14
<b>4</b>	<b>Utfyllingsområder og bergarter</b>	<b>15</b>
4.1	Randaberg – Mekjarvik	15
4.2	Kvitsøy – Krossøy og Krågøy	15
4.3	Bokn – Arsvågen	15
<b>5</b>	<b>Bergartene vs. metallinnhold</b>	<b>16</b>
5.1	Metallinnhold	16
5.2	Karmøykompleksets bergarter	17
<b>6</b>	<b>Disponering av stein</b>	<b>18</b>
6.1	På land	18
6.2	I sjø	21
6.2.1	Miljødirektoratets veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment (M-608/2016)	21
6.2.2	Miljødirektoratets veileder for testprogram for tildekkingsmasser, forurenset sjøbunn (M-411/2015)	27
<b>7</b>	<b>Utlekking av metaller fra bergartene</b>	<b>33</b>

# 1 Innledning

Statens vegvesen Region vest (Sv) prosjekterer ny E39 i kommunene Randaberg, Kvitsøy og Bokn. E39 Rogfast inngår i fergefri forbindelse langs vestlandskysten og skal blant annet binde Nord- og Sør-Rogaland sammen. Hensikten med utbyggingen er å oppnå fergefri kryssing av Boknafjorden og å utvikle E 39 Kyststamvegen mellom Stavanger og Trondheim.

Rogfast (Rogaland fastlandsforbindelse) består av en 27 km toløps tunnel, Boknafjordtunnelen, fra Harestad til Laupland, samt en ca. 4 km lang tunnelarm til Kvitsøy. Det skal være dagsoner på Kvitsøy, ved Laupland og på Harestad. E39 Rogfast medfører et totalt masseoverskudd på ca. 9 mill.  $\text{pam}^3$ . Det er lagt opp til utfyllingsområder i sjø, ved Mekjarvik, Arsvågen og på Kvitsøy.

Siden massene skal utfylles i sjø har Norconsult på oppdrag fra SVV, gjennomført en kartlegging av bergartene i tunneltraséen, samt utført analyse av metallinnhold i de ulike bergartene og utlekkingspotensialet av metallene fra de ulike bergartene.

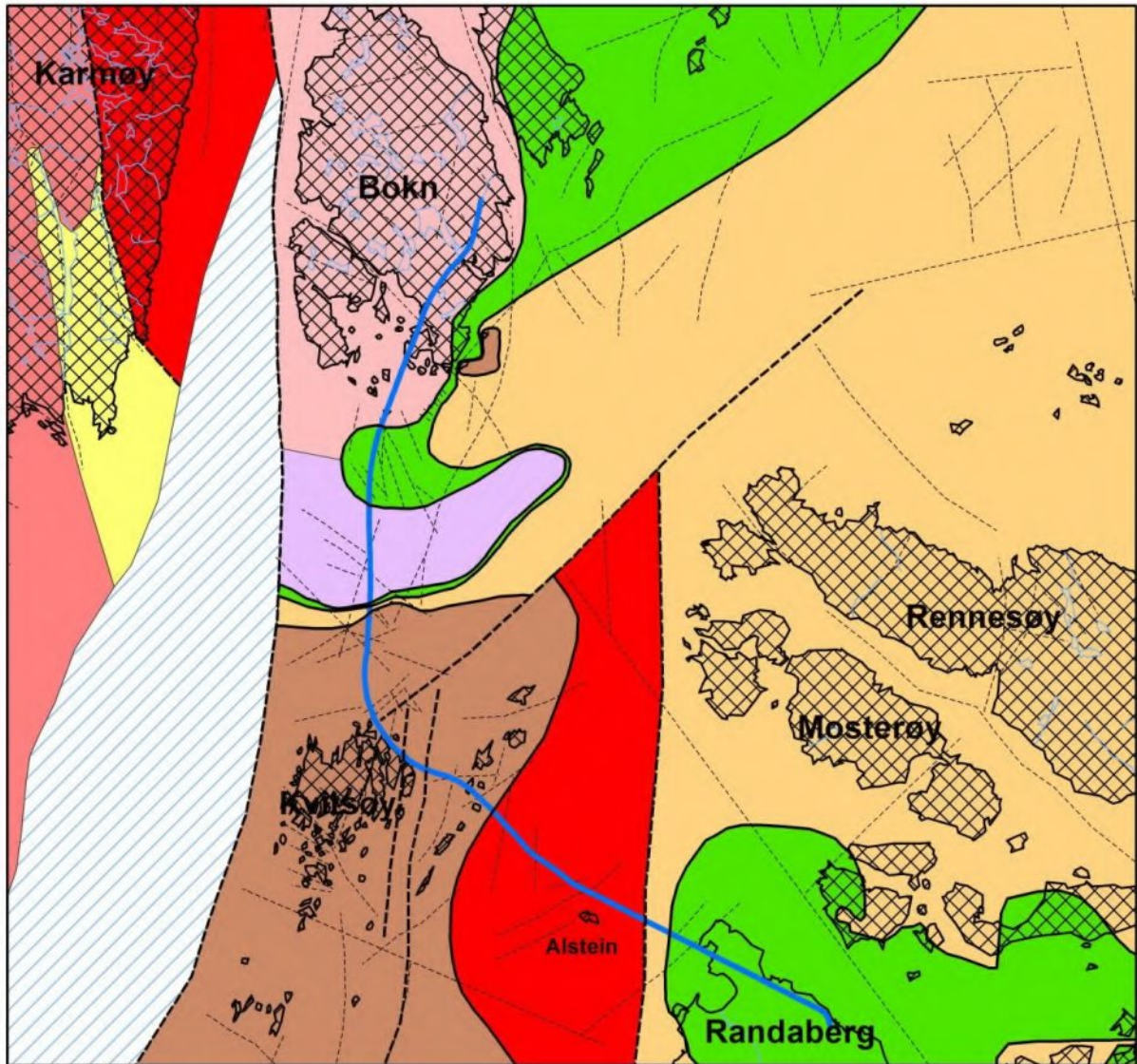
## 2 Berggrunnen i tunneltraséen














I forbindelse med reguleringsfasen for Rogfast-prosjektet utarbeidet SINTEF og COWI en geologisk rapport som bl.a. gir en oversikt over bergartfordeling langs tunneltraséen. Et utdrag av rapporten er vist nedenfor.

Kort oppsummert består bergartene ved Randaberg hovedsakelig av fyllitt som går over i gabbro i sjøområdet mellom Randaberg og Kvitsøy. Under Kvitsøy ligger det et område hvor bergarten består av grønnstein, grønnskifer, svartskifer, etc. Videre mot Bokn finnes det et begrenset område med bergarten fyllitt, før det går over i de harde bergartene granitt og gneis. Det kan ikke utelukkes at det ligger skyvedekker av andre bergarter under

Fra geologisk rapport av SINTEF/COWI:

*Figur 38 viser en revidert tolkning av geologien mellom Randaberg og Vestre Bokn (NGU, 2014). Som vist på det geologiske kartet dominerer Ryfylke skifer bestående av fyllitt og glimmerskifer på Randaberg. På øya Alstein mellom Randaberg og Kvitsøy er det registrert gabbro i forbindelse med kjerneboring (Karmøy ofiolitt). På Kvitsøy dominerer grønnstein og grønnskifer (Torvastad og Visnes gruppe). I området nord for Kvitsøy er det registrert svartskifer og grønnstein (samme bergart som ved kjerneboringa fra Sauholmen). I det dypeste partiet i tunnelen består bergmassen av en prekambrisk granitt. På Vestre Bokn er det observert både granittisk og diorittisk gneis (prekambrisk) samt fyllitt (Ryfylke skifer). Dette betyr at hovedstrekningen mellom Kvitsøy og Vestre Bokn mest sannsynlig består av prekambrisk granitt og gneis. Estimert prosentvis fordeling av de forskjellige bergartslagene er gitt i tabell 9 mot slutten av dette kapittelet. Strekningene mellom Randaberg-Kvitsøy og Kvitsøy-Vestre Bokn blir nærmere beskrevet hver for seg.*



- |   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|  | Karmsundet basin<br>sedimentary rocks. Jurassic?                         |  | Ryfylke schist,<br>mica schist, phyllite                    |
|  | Skudesnes Group,<br>sandstone and conglomerate                           |  | Precambrian basement,<br>porphyritic granite                |
|  | Vistnes ad Torvastad Group,<br>greenstone and volcanic derived sediments |  | Precambrian basement,<br>granitic to granodioritic gneisses |
|  | Vest-Karmøy Suite,<br>granite to tonalite                                |  | Thrust  |
|  | Karmøy Ophiolite,<br>gabbro, ultramafics, trondjemite                    |  | Fault   |
|  | Storheia and Boknafjorden Nappes,<br>Precambrian crystalline gneisses    |  | Lineament   |
|   |  |  | Tunnel trace  |

**Figur 38** Foreslått geologisk kart over området. Tunnelens beliggenhet er vist som en blå linje. NGU rapport 2014.054



**Tabell 9** Estimert prosentvis fordeling av bergarter

Profil fra - til		Lengde i m	Bergart I	Bergart II	Bergart III	Bergart IV	Bergart V
1 100	6 500	5 400	5 400				
6 500	7 000	500				500	
7 000	11 500	4 500		4 500			
11 500	18 300	6 800			6 800		
18 300	18 500	200	200				
18 500	18600	100				100	
18 600	22 500	3 900					3 900 (granitt)
22 500	27 710	5 210					5 210 (gneis)
	SUM i m	26 610	5 600	4 500	6 800	600	9 110
		% av tot. lengde	21	17	26	2	34

Bergartsbeskrivelser i tabell 9 er basert på NGUs rapport 2011.034, hvor

Bergart I =	Ryfylke skifer – fyllitt og qlimmerskifer, Kambrium – Ordovisium kvartsrik skifer
Bergart II =	Karmøy ofiolitt – gabbro, intrusive mafisk og ultramafisk berg – Ordovisium (nedre)
Bergart III =	Karmøy ofiolitt – grønnstein, grønnskifer, qlimmer/klorittskifer, tuff, lavabreksje, svartskifer og diabasganger, Torvastad og Visnes gruppe – Ordovisium (midtre til øvre)
Bergart IV =	Storheia dekke og Boknafjorden dekke – granittisk gneis, amfibolittisk- og qlimmer skifer med noen linser av marmor - Proterozoisk
Bergart V =	Autokton grunnfjellsgneis og granitt – granittisk til diorittisk gneis med kropper av gabbro og dekt med et tynt fyllittlag – Prekambrisk

### 3 Bergartene - geologi

Bilder av prøver fra de ulike bergartene langs tunneltraséen er vist i dette kapittelet. Delprøve av bergartene ble sendt til analyse mht. metallinnhold i bergarten, samt utlekking av metaller fra nedknust bergart.



Figur 1 Kjerneprøver av bergarter fra Rogfast-traséen. Oversiktsdata fra venstre til høyre er gitt i tabell 1.

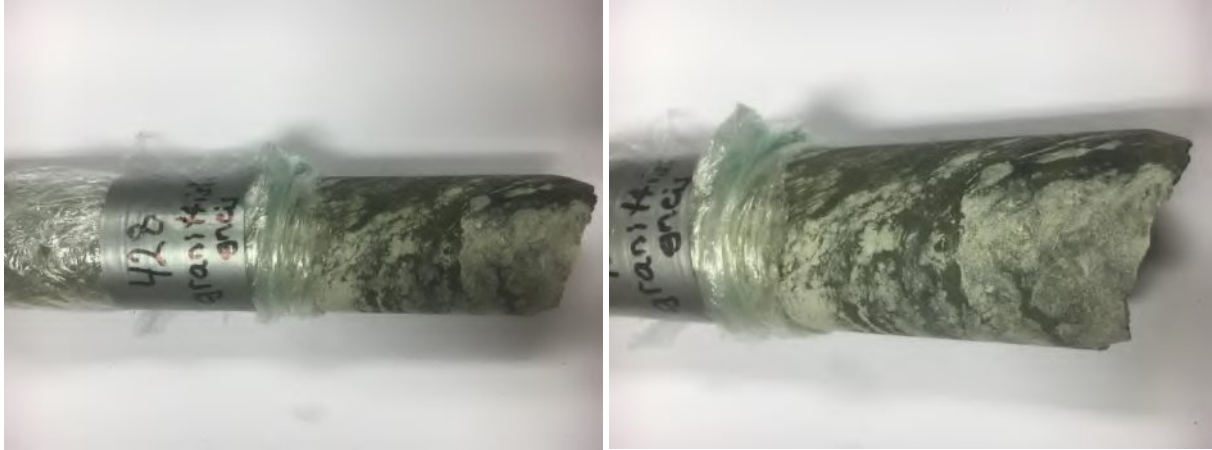
Bildet viser prøver av bergartene og er navngitt fra venstre til høyre i tabellen nedenfor. Bilder av de ulike bergartene er vist i kapittel 2.1 - 2.7.

Tabell 1 Oversiktsdata for kjerneprøver av bergarter fra Rogfast-traséen. Prøvene er avbildet i figur 1.

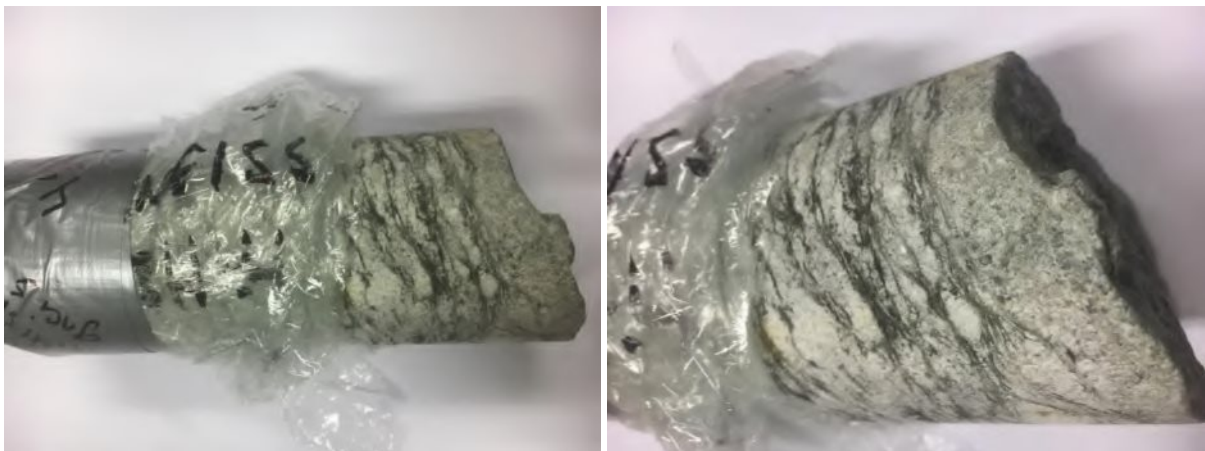
Bergart	Område	Nr	Dyp
Granittisk gneis	Bokn	#6	428 m
Granittisk gneis	Bokn	#4	436 m
Fyllitt	Kvitsøy/Bokn	#1	371 m
Grønnstein	Kvitsøy (Krågøy)	#2	76 m
Grønnskifer/Svartskifer	Kvitsøy	#3	680 m
Gabbro	Randaberg/ Kvitsøy	#5	198 m

Fyllitt Randaberg	Randaberg		Dagberg
-------------------	-----------	--	---------

### 3.1 Granittisk gneis #6, Bokn



### 3.2 Granittisk gneis #4, Bokn





### 3.3 Fyllitt #1, Kvitsøy/ Bokn



### 3.4 Grønnstein #2, Kvitsøy (Krågøy)



### 3.5 Grønnskifer/Svartskifer #3, Kvitsøy





### 3.6 Gabbro #5, Randaberg/Kvitsøy



### 3.7 Fyllitt Randaberg Dagberg, Randaberg



## 4 Utfyllingsområder og bergarter

### 4.1 Randaberg – Mekjarvik

Utfyllingsmassene vil hovedsakelig komme fra

- drivingen av sidetunnelen/tverrslaget på Mekjarvik i entreprise E11
- drivingen av Boknafjordtunnelen nordover fra Randaberg i entreprise E03

Bergartene består her hovedsakelig av

- fyllitt fra Randaberg (Bergart I)
- noe gneis
- en del gabbro (Bergart II)

Utfyllingsområdet på Mekjarvik har meget stor kapasitet og det kan bli behov for å ta i bruk dette området for utfylling av tunnelstein fra andre entrepriser enn E03 og E11.

### 4.2 Kvitsøy – Krossøy og Krågøy

Utfyllingsmassene vil hovedsakelig komme fra

- drivingen av Boknafjordtunnelen sørover og nordover fra Kvitsøy i entreprise E02

Bergartene består her

- 80 – 90 % av grønnstein, grønnskifer, glimmerskifer, svartskifer, etc. (Bergart III)
- noe gabbro (Bergart II)
- noe granitt og kanskje litt fyllitt

### 4.3 Bokn – Arsvågen

Utfyllingsmassene vil hovedsakelig komme fra

- drivingen av sidetunnelen/tverrslaget på Arsvågen i entreprise E13
- drivingen av Boknafjordtunnelen sørover fra Bokn i entreprise E04

Bergartene består her hovedsakelig

- gneis (Bergart V)
- noe granitt
- kanskje noe fyllitt



## 5 Bergartene vs. metallinnhold

### 5.1 Metallinnhold

Ulike bergarter inneholder ulike typer og mengder metaller. Bergarten fyllitt er utbredt i Stavangerregionen og er kjent for å ha et naturlig høyt innhold av arsen. Grønnstein/grønnskifer finnes enkelte steder langs Vestlandskysten, samt i et område i Trondheimsregionen, og er kjent for å inneholde mye kobber og nikkel.

Fyllitt og grønnstein/grønnskifer er myke bergarter som ved sprengning vil finknuses mer til en sandfraksjon enn hardere bergarter som granittisk gneis og gabbro. Sandfraksjonen, og dermed partikkelbundene metaller, vil kunne spres mer til omgivelsene enn stein/blokker.

Analysen av metallinnholdet i de ulike bergartene er vist i tabellene nedenfor. Tabellene er delt opp iht. hvilket geografisk område/entreprise bergartene befinner seg i.

Tabell 2 Metallinnhold i bergarter fra Rogfast-traséen, Randaberg mot Kvitsøy

Parameter	Enhet	Fyllitt Randaberg dagberg	Gabbro #5
Område		Randaberg	Randaberg/Kvitsøy
Entreprise		E11, E03	E02, E03
Arsen (As)	mg/kg	13,2	<3.00
Bly (Pb)	mg/kg	7,7	<1.0
Kadmium (Cd)	mg/kg	<0.10	<0.10
Kopper (Cu)	mg/kg	40,2	43,4
Krom (Cr)	mg/kg	21,9	45,3
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	<1.00	<1.00
Nikkel (Ni)	mg/kg	35,8	28,9
Sink (Zn)	mg/kg	75,7	29,5

Tabell 3 Metallinnhold i bergarter fra Rogfast-traséen, Kvitsøy

Parameter	Enhet	Grønnstein #2	Grønnskifer/Svartskifer #3
Område		Kvitsøy	
Entreprise		E02	
Arsen (As)	mg/kg	4,09	<3.00
Bly (Pb)	mg/kg	<1.0	24
Kadmium (Cd)	mg/kg	<0.10	<0.10
Kopper (Cu)	mg/kg	74,6	92,5
Krom (Cr)	mg/kg	131	11,2
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	<1.00	<1.00

Nikkel (Ni)	mg/kg	95,6	63,4
Sink (Zn)	mg/kg	26,4	30,1

Tabell 4 Metallinnhold i bergarter fra Rogfast-traséen, Bokn mot Kvitsøy

Parameter	Enhet	Fyllitt #1	Granittisk gneis #4	Granittisk gneis #6
Område		Kvitsøy/Bokn	Bokn	
Entreprise		E02/E04	E13, E04	
Arsen (As)	mg/kg	<3.00	<3.00	<3.00
Bly (Pb)	mg/kg	7,1	7	2,1
Kadmium (Cd)	mg/kg	<0.10	<0.10	<0.10
Kopper (Cu)	mg/kg	27,8	9,2	9,42
Krom (Cr)	mg/kg	32,5	13,1	76,2
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	<1.00	<1.00	<1.00
Nikkel (Ni)	mg/kg	44,1	6,7	18,7
Sink (Zn)	mg/kg	59,8	71,6	162

## 5.2 Karmøykompleksets bergarter

Mineraliseringene i Karmøyofiolittkomplekset har vært kjent i lang tid. Prospektering og undersøkelser av flere mineraliserte soner ble startet opp allerede på 1800-tallet, og det ble satt i gang prøvedrift og/eller ordinær drift ved flere forekomster. Hovedproduktene var kobber, sink og kis, samt nikkel i de nordre delene av komplekset. Vigsnes gruve drev på den mektigste sulfidkobbermalmen, og var på et tidspunkt landets største arbeidsplass. Når driften ble lagt ned i 1972, var gruve drevet til et dyp på 732 m. Vigsnesmalmen utgjør senteret av den mineraliserte provinsen, mens de andre forekomstene er betydelig mindre og spredt i vifteform rundt denne.

Metallforekomstene i Karmøyofiolitten er i litteraturen beskrevet som VMS-forekomster (volcanogenic massive sulfide). I slike forekomster skyldes oppkonsentreringen av metallelementer i berggrunnen utfelling av metallene fra hydrotermale fluidstrømmer som sirkulerer i mafiske intrusive bergarter. Slike forekomster inneholder som regel en sone med forholdsvis massiv sulfidmalm, og en randsone med mer disseminerte og spredte tynne mineraliseringer med uryddig struktur. Forkastnings- og foldingsaktivitet i etterkant av malmens avsetning kan endre på den opprinnelige strukturen, noe som med all sannsynlighet også ser ut til å ha skjedd i Karmøyofiolitten. I NGUs mineralressursdatabase er det registrert et titalls forekomster av varierende utstrekning i Torvastad- og Visnesgruppen, og rundt 30 forekomster i Karmøyofiolittkomplekset som helhet. På Kvitsøy er det ikke registrert noen metallressurser.

Verdiene registrert på Kvitsøy er høye fra et miljømessig perspektiv, men kan generelt ikke sies å være spesielt høye med tanke på at området er en del av et velkjent, mineralisert, geologisk kompleks. Det kan for eksempel nevnes at estimerte gjennomsnittlige gehalter av Cu, Ni og Zn i jordskorpen er henholdsvis 55, 75 og 70 ppm (parts per million, tilsvarende mg/kg eller g/tonn).

## 6 Disponering av stein

### 6.1 På land

Dersom tunnelstein fra disse bergartene skal disponeres på land må metalkonsentrasjonene i massene vurderes i henhold til Miljødirektoratets veileder for helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn (TA 2553/2009). Tilstandsklassene er gjengitt i tabell 5..

Masser hvor det påvises konsentrasjoner innenfor tilstandsklasse 1 er rene. Forurensningsforskriften legger ingen begrensninger på disponering av rene masser.

Ved gjenbruk av forurensete masser på egen eiendom må konsentrasjonene vurderes i henhold til arealbruk, se Tabell 6.

Tabell 5 Miljødirektoratets tilstandsklasser for forurenset grunn, med vurderingsgrad oppgitt i mg/kg TS

Tilstandsklasse	1	2	3	4	5
Beskrivelse av tilstand	Meget god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Øvre grense styres av	Normverdi	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Nivå som anses å være farlig avfall
Arsen (As)	< 8	8 – 20	20 – 50	50 – 600	600 – 1000
Bly (Pb)	< 60	60 – 100	100 - 300	300 - 700	700 – 2500
Kadmium (Cd)	< 1,5	1,5 - 10	10 - 15	15 - 30	30 – 1000
Krom, total (Cr)	< 50	50 - 200	200 - 500	500 - 2800	2800 - 25000
Kobber (Cu)	< 100	100 - 200	200 - 1000	1000 - 8500	8500 – 25000
Kvikksølv (Hg)	< 1	1 - 2	2 - 4	4 - 10	10 – 1000
Nikkel (Ni)	< 60	60 - 135	135 - 200	200 - 1200	1200 – 2500
Sink (Zn)	< 200	200 - 500	500 - 1000	1000 - 5000	5000 – 25000

Tabell 6. Aksepterte tilstandsklasser iht. arealbruk (s = spredning, h= helse)

Arealbruk	Toppjord (< 1 m)	Dypere jord (> 1 m)
Boligområder, barnehager og skoler	2 eller lavere	3 eller lavere 4 etter risikovurdering (s)
Sentrumsområder, kontorer og parkeringsarealer	3 eller lavere	3 eller lavere 4 etter risikovurdering (s) 5 etter risikovurdering (h og s)
Industri og trafikk	3 eller lavere 4 etter risikovurdering (s)	3 eller lavere 4 etter risikovurdering (s) 5 etter risikovurdering (h og s)

I tabellene nedenfor er metallinnholdet i bergartene klassifisert iht. forurenset grunn. Analyseresultatene viser at metallinnholdet i bergartene ikke overskrider tilstandsklasse 2 og kan dermed tillates brukt i toppjord på alle de ovennevnte arealbruk.

Som ventet inneholder fyllitt fra Randaberg arsenkonsentrasjoner over normverdi. Dette er altså naturlig, geologisk betinget i Stavangerområdet og har medført en aksept for en forhøyet normverdi for arsen i Stavangerområdet på 20 mg/kg.

Tabell 7 Metallinnhold i bergarter vurdert mot klassifisering av jord, Randaberg mot Kvitsøy

Parameter	Enhet	Fyllitt Randaberg dagberg	Gabbro #5
Område		Randaberg	Randaberg/Kvitsøy
Entreprise		E11, E03	E02, E03
Arsen (As)	mg/kg	13,2	<3.00
Bly (Pb)	mg/kg	7,7	<1.0
Kadmium (Cd)	mg/kg	<0.10	<0.10
Kopper (Cu)	mg/kg	40,2	43,4
Krom (Cr)	mg/kg	21,9	45,3
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	<1.00	<1.00
Nikkel (Ni)	mg/kg	35,8	28,9
Sink (Zn)	mg/kg	75,7	29,5

Tabell 8 Metallinnhold i bergarter vurdert mot klassifisering av jord, Kvitsøy

Parameter	Enhet	Grønnstein #2	Grønnskifer/Svartskifer #3
Område		Kvitsøy	
Entreprise		E02	
Arsen (As)	mg/kg	4,09	<3.00
Bly (Pb)	mg/kg	<1.0	24
Kadmium (Cd)	mg/kg	<0.10	<0.10
Kopper (Cu)	mg/kg	74,6	92,5
Krom (Cr)	mg/kg	131	11,2
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	<1.00	<1.00
Nikkel (Ni)	mg/kg	95,6	63,4
Sink (Zn)	mg/kg	26,4	30,1

Tabell 9 Metallinnhold i bergarter vurdert mot klassifisering av jord, Bokn mot Kvitsøy

Parameter	Enhet	Fyllitt #1	Granittisk gneis #4	Granittisk gneis #6
Område		Kvitsøy/Bokn	Bokn	
Entreprise		E02/E04	E13, E04	
Arsen (As)	mg/kg	<3.00	<3.00	<3.00
Bly (Pb)	mg/kg	7,1	7	2,1
Kadmium (Cd)	mg/kg	<0.10	<0.10	<0.10
Kopper (Cu)	mg/kg	27,8	9,2	9,42
Krom (Cr)	mg/kg	32,5	13,1	76,2
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	<1.00	<1.00	<1.00
Nikkel (Ni)	mg/kg	44,1	6,7	18,7
Sink (Zn)	mg/kg	59,8	71,6	162

Grønnstein og grønnskifer/svartskifer inneholder konsentrasjoner av kobber og nikkel over normverdi. Selv om det er kjent at disse bergartene inneholder naturlig høye konsentrasjoner av disse metallene, er det ikke gitt forhøyede normverdier for kobber og nikkel i områder med mye grønnstein og grønnskifer. Årsaken kan være at det ikke har vært mange utbyggingssaker/gravearbeider i slike geologiske områder som har medført fokus på forurenset grunn og behovet for forhøyet normverdi.

## 6.2 I sjø

Miljødirektoratet har gitt ut en veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment (M-608/2016) hvor det er oppgitt fem klassegrenser i marint vann og sediment for prioriterte miljøgifter. Klassegrensene I – V representerer en forventet økende grad av skade på organismsamfunnet i vannsøylen og sedimentene.

Klassifiseringssystemet for sedimenter er beregnet til bruk for finkornet sediment, bestående av leire og/eller silt.

Miljødirektoratet har også gitt ut en veileder for testprogram for tildekkingsmasser, forurenset sjøbunn (M-411/2015). Denne veilederen skal brukes når egnetheten av masser til tildekking av forurensete sedimenter skal vurderes. En type tildekkingsmasse er i veilederen omtalt som brytningsmasse og definert som består av opprinnelig brutt fast berggrunn og nedknuste og utsiktede fraksjoner av denne, samt nedknuste ur- og blokkmasser.

Stein fra tunnelsprengning består av alt fra store blokker til sand-/leirpartikler. Det er anslått at tunnelmasser inneholder ca. 20 % finstoff (sand og finere), men dette vil variere med type bergart (hard/myk).

Sedimentene i alle Rogfast sine sjøområder er påvist rene ved prøvetaking.

### 6.2.1 Miljødirektoratets veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment (M-608/2016)

For tunnelstein som skal fylles ut i sjø er metallinnholdet i nedknust bergart vurdert i henhold til tilstandsklasser i sediment gitt i Miljødirektoratets veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment (M-608/2016). Tilstandsklassene er gjengitt i tabell 10 og vurderte analyseresultater er vist i tabell 11 – 16.

Tabell 10 Tilstandsklasser for miljøgifter i marine sediment, M-608/2016.

Parameter	Enhet	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse V
Arsen (As)	mg/kg	15	18	71	580	>580
Bly (Pb)	mg/kg	25	150	1480	2000	2000-2500
Kadmium (Cd)	mg/kg	0,2	2,5	16	157	>157
Kopper (Cu)	mg/kg	20	84	84	147	>147
Krom (Cr)	mg/kg	60	660	6000	15500	15500-25000
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	0,05	0,52	0,75	1,45	>1,45
Nikkel (Ni)	mg/kg	30	42	271	533	>533
Sink (Zn)	mg/kg	90	139	750	6690	>6690

I tabellene nedenfor er metallinnholdet i bergartene klassifisert iht. marint sediment. Analyseresultatene viser at med unntak av grønnstein og grønskifer/svartskifer, overskrider ikke metallinnholdet i bergartene tilstandsklasse II.

Analysene av én prøve av grønnstein og grønskifer/svartskifer viser kobberkonsentrasjoner i tilstandsklasse III og IV og nikkel i tilstandsklasse III.

Tabell 11 Metallinnhold i bergarter vurdert mot klassifisering av marine sedimenter, Randaberg mot Kvitsøy

Parameter	Enhet	Fyllitt Randaberg dagberg	Gabbro #5
Område		Randaberg	Randaberg/Kvitsøy
Entreprise		E11, E03	E02, E03
Arsen (As)	mg/kg	13,2	<3.00
Bly (Pb)	mg/kg	7,7	<1.0
Kadmium (Cd)	mg/kg	<0.10	<0.10
Kopper (Cu)	mg/kg	40,2	43,4
Krom (Cr)	mg/kg	21,9	45,3
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	<1.00	<1.00
Nikkel (Ni)	mg/kg	35,8	28,9
Sink (Zn)	mg/kg	75,7	29,5

Tabell 12 Metallinnhold i bergarter vurdert mot klassifisering av marine sedimenter, Kvitsøy

Parameter	Enhet	Grønnstein #2	Grønskifer/Svartskifer #3
Område		Kvitsøy	
Entreprise		E02	
Arsen (As)	mg/kg	4,09	<3.00
Bly (Pb)	mg/kg	<1.0	24
Kadmium (Cd)	mg/kg	<0.10	<0.10
Kopper (Cu)	mg/kg	74,6	92,5
Krom (Cr)	mg/kg	131	11,2
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	<1.00	<1.00
Nikkel (Ni)	mg/kg	95,6	63,4
Sink (Zn)	mg/kg	26,4	30,1

Tabell 13 Metallinnhold i bergarter vurdert mot klassifisering av marine sedimenter, Bokn mot Kvitsøy

Parameter	Enhet	Fyllitt #1	Granittisk gneis #4	Granittisk gneis #6
Område		Kvitsøy/Bokn	Bokn	
Entreprise		E02/E04	E13, E04	
Arsen (As)	mg/kg	<3.00	<3.00	<3.00
Bly (Pb)	mg/kg	7,1	7	2,1
Kadmium (Cd)	mg/kg	<0.10	<0.10	<0.10
Kopper (Cu)	mg/kg	27,8	9,2	9,42
Krom (Cr)	mg/kg	32,5	13,1	76,2
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	<1.00	<1.00	<1.00
Nikkel (Ni)	mg/kg	44,1	6,7	18,7
Sink (Zn)	mg/kg	59,8	71,6	162



Tabell 14 Metallinnhold i bergarter vurdert mot klassifisering av marine sedimenter, Kvitsøy

Parameter	Enhet	Krågøy 01, 50m, grønnstein	Krågøy IC, 150-262m, Grønnskifer/grønnstein	Krågøy nord (03B), 50-150m, grønnstein	Krågøy nord (03B), 200-350m, Grønnskifer	Hestholmen, 367m, Svartskifer
Område		Kvitsøy				
Entreprise		E02				
Arsen (As)	mg/kg	<3.00	5,27	<3.00	<3.00	9,23
Bly (Pb)	mg/kg	<1.0	13,6	<1.0	6	8,2
Kadmium (Cd)	mg/kg	<0.10	0,29	<0.10	0,43	0,66
Kopper (Cu)	mg/kg	39,4	25,2	42,7	51,6	44,4
Krom (Cr)	mg/kg	66,3	20,1	91	20,7	8,7
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
Nikkel (Ni)	mg/kg	39,8	56,9	63,3	66,8	61,6
Sink (Zn)	mg/kg	26,9	36,7	34,1	65,7	69

Tabell 15 Metallinnhold i bergarter vurdert mot klassifisering av marine sedimenter, Kvitsøy

Parameter	Enhet	Sauholmen, 1-200m, Grønnskifer/Svartskifer	Sauholmen, 250-450m, Grønnskifer/Svartskifer	Sauholmen, 500-550m, Grønnskifer/Svartskifer	Sauholmen, 600-750m, Svartskifer	Sauholmen, 800-900m, Grønnskifer/Svartskifer
Område		Kvitsøy				
Entreprise		E02				
Arsen (As)	mg/kg	<3.00	7,05	36	<3.00	<3.00
Bly (Pb)	mg/kg	2,3	5,3	5,5	9,2	9,3
Kadmium (Cd)	mg/kg	<0.10	0,17	0,63	0,36	0,19
Kopper (Cu)	mg/kg	64,4	45,4	14,9	40,4	42,6
Krom (Cr)	mg/kg	87,6	60,6	22,7	20,8	29
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
Nikkel (Ni)	mg/kg	79,8	62,3	42	72,6	51,3
Sink (Zn)	mg/kg	39,7	46,4	39,4	64	47,3

Tabell 16 Metallinnhold i bergarter vurdert mot klassifisering av marine sedimenter, Kvitsøy

Parameter	Enhet	Hestholmen 2, 1-400m, Grønnskifer	Hestholmen 2, 500m, Svartskifer
Område		Kvitsøy	
Entreprise		E02	
Arsen (As)	mg/kg	3,28	<3.00
Bly (Pb)	mg/kg	<1.0	11,8
Kadmium (Cd)	mg/kg	<0.10	1,05
Kopper (Cu)	mg/kg	22,6	28,1
Krom (Cr)	mg/kg	47,1	16,9
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	<1.00	<1.00
Nikkel (Ni)	mg/kg	34,1	70
Sink (Zn)	mg/kg	28,6	65,1

I henhold til Miljødirektoratets veileder for Risikovurdering av forurenset sediment (TA 2802/2011), så kan sediment/masser på sjøbunnen «friskmeldes» mht. økologisk risiko dersom

- gjennomsnittskonsentrasjonen for hver miljøgift i alle prøvene (minst 5) er lavere enn grenseverdien for tilstandsklasse II/III
- og ingen enkeltkonsentrasjon er høyere enn den høyeste av
  - 2 x grenseverdien
  - grensen mellom klasse III og IV for stoffet.

Analyseresultatene viser at, med unntak av grønnstein og grønnskifer/svartskifer, så kan bergartene friskmeldes mht. disponering i sjø. Av denne årsak er det tatt ut ekstra mange prøver av disse bergartene for å oppnå et mer statistisk riktig bilde av situasjonen.

For grønnstein og grønnskifer/svartskifer overskrider konsentrasjonen av kobber klasse III og kan dermed ikke umiddelbart friskmeldes. I tillegg er nikkelkonsentrasjonen i grønnstein over 2 x grenseverdien for tilstandsklasse II/III. Ved utfylling i sjø av disse bergartene må det gjennomføres en egen risikovurdering. Dette har betydning med tanke på partikkelbundet kobber og sink mht. forurensning av sjøbunn til konsentrasjoner som er skadelig for sedimentlevende organismer. Miljøgifter som tas opp i bunnlevende organismer vil kunne oppkonsentreres i næringskjeden.

## 6.2.2 Miljødirektoratets veileder for testprogram for tildekkingsmasser, forurenset sjøbunn (M-411/2015)

For tunnelstein som skal fylles ut i sjø er metallinnholdet i nedknust bergart vurdert i henhold til tilstandsklasser i sediment gitt i Miljødirektoratets veileder for testprogram for tildekkingsmasser, forurenset sjøbunn (M-411/2015). Akseptverdier for mudrede masser og masser fra land er vist i tabellen innlemmet i figur 2 og vurderte analyseresultater er vist i tabell 17 – 22. Overskridelse av akseptverdier for masser fra land er vist med uthevet skrift.

For fyllitten som skal ut i sjø ved Mekjarvik viser analyseresultatene overskridelse av akseptverdi for masser fra land for arsen. Det er kjent at berggrunn av fyllitt inneholder naturlig høy konsentrasjon av arsen. Derfor har Miljødirektoratet satt en lokal forhøyet normverdi for rene masser for arsen i de områder av Norge som har mye fyllitt i berggrunnen. I Stavanger er normverdien for arsen satt til 20 mg/kg.

For bergarten gabbro er det ingen overskridelser av akseptverdi for masser fra land. Dersom disse massene skal i sjø vil det bli ved Mekjarvik eller muligens på Kvitsøy.

For bergartene grønnstein, grønnskifer/svartskifer som skal ut i sjø på Kvitsøy viser analyseresultatene varierende overskridelser av akseptverdi for masser fra land for parametrene arsen, kobber, krom, nikkel og sink.

For bergartene granittisk gneis og fyllitt som skal ut i sjø ved Arsvågen er det påvist overskridelse av akseptverdi for masser fra land for krom, nikkel og sink.

Figur 2 er sakset fra vedlegg A i veileder M-411/2015. Den viser at akseptverdi for masser fra land for skal være basert på hva som er naturlig innhold i de fleste norske jord og bergarter og hva som regnes som forurenset/rent på land (normverdiene). I tillegg sier den at det skal være mulig å bruke materialer fra vanlige norske berg/jordarter slik vi har her.

## Vedlegg A. Generelle betraktninger om kjemisk karakterisering og testing av materialers kjemiske stabilitet

### A.1 Kjemisk karakterisering av tildekkingsmasser - Trinn 1-akseptverdier

Trinn 1-akseptverdien for tildekkingsmasser skal blant annet ivareta følgende forhold:

1. Det skal brukes rene masser, relativt til normaltstanden i norske fjorder og kystfarvann
2. Det skal være mulig å bruke materialer fra vanlige norske berg / jordarter
3. Det skal ikke være mulig å bruke forurensede overskuddsmasser til tildekkingsformål

Punkt 1 gjør det naturlig å basere akseptverdien for innhold av tungmetaller på tilstandsklasse I og II for sedimenter i [Klassifiseringsveilederen, Veileder 02:2013](#). Disse verdiene er vist i Tabell A 1 og Tabell A 2.

For enkelte metaller er imidlertid tilstandsklasse II (og til dels klasse I) for sjøbunnsedimenter betydelig høyere enn hva som er naturlig innhold i de fleste norske jord og bergarter og hva som regnes som forurenset på land i henhold til Forurensningsforskriften kapittel 2, vedlegg 1 («[Normverdier](#)»). Også for enkelte organiske miljøgifter er grenseverdiene for tilstandsklasse II i sedimenter høyere enn normverdiene for forurensede løsmasser på land.

Det er derfor anbefalt å bruke ett kriteriesett for vurdering av tildekking med oppmudrede masser og ett sett for masser fra land. Kriteriene for masser fra land er basert på normverdier for løsmasser, men der disse grensene er høyere enn tilstandsklasse II for sedimenter er akseptverdien justert ned til tilstandsklasse II for sedimenter. For metaller gjelder dette stoffene kobber, kvikksølv, nikkel og sink som vist av Tabell A 1. For organiske stoff, se Tabell A 2.

Tabell A 1 Utvikling av trinn 1-akseptverdier for tungmetaller, mg/kg TS.

Parameter	Tilstandsklasse I	Tilstandsklasse II Akseptverdi for mudrede masser	Normverdi	Akseptverdi for andre masser (fra land)
Arsen	< 15	< 18	8	< 8
Bly	< 25	< 150	60	< 60
Kadmium	< 0,2	< 2,5	1,5	< 1,5
Kobber	< 20	< 84	100	< 84
Krom	< 60	< 660	50	< 50
Kvikksølv	< 0,05	< 0,52	1	< 0,52
Nikkel	< 30	< 42	60	< 42
Sink	< 90	< 139	200	< 139

Figur 2 Utsnitt av Vedlegg A i Miljødirektoratets veileder for testprogram for tildekkingsmasser, forurenset sjøbunn (M-411/2015)

Tabell 17 Metallinnhold i bergarter vurdert mot klassifisering av marine sedimenter, Randaberg mot Kvitsøy

Parameter	Enhet	Fyllitt Randaberg dagberg	Gabbro #5
Område		Randaberg	Randaberg/Kvitsøy
Entreprise		E11, E03	E02, E03
Arsen (As)	mg/kg	<b>13,2*</b>	<3.00
Bly (Pb)	mg/kg	7,7	<1.0
Kadmium (Cd)	mg/kg	<0.10	<0.10
Kopper (Cu)	mg/kg	40,2	43,4
Krom (Cr)	mg/kg	21,9	45,3
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	<1.00	<1.00
Nikkel (Ni)	mg/kg	35,8	28,9
Sink (Zn)	mg/kg	75,7	29,5

Tabell 18 Metallinnhold i bergarter vurdert mot klassifisering av marine sedimenter, Kvitsøy

Parameter	Enhet	Grønnstein #2	Grønnskifer/Svartskifer #3
Område		Kvitsøy	
Entreprise		E02	
Arsen (As)	mg/kg	4,09	<3.00
Bly (Pb)	mg/kg	<1.0	24
Kadmium (Cd)	mg/kg	<0.10	<0.10
Kopper (Cu)	mg/kg	74,6	<b>92,5</b>
Krom (Cr)	mg/kg	<b>131</b>	11,2
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	<1.00	<1.00
Nikkel (Ni)	mg/kg	<b>95,6</b>	<b>63,4</b>
Sink (Zn)	mg/kg	26,4	30,1

Tabell 19 Metallinnhold i bergarter vurdert mot klassifisering av marine sedimenter, Bokn mot Kvitsøy

Parameter	Enhet	Fyllitt #1	Granittisk gneis #4	Granittisk gneis #6
Område		Kvitsøy/Bokn	Bokn	
Entreprise		E02/E04	E13, E04	
Arsen (As)	mg/kg	<3.00	<3.00	<3.00
Bly (Pb)	mg/kg	7,1	7	2,1
Kadmium (Cd)	mg/kg	<0.10	<0.10	<0.10
Kopper (Cu)	mg/kg	27,8	9,2	9,42
Krom (Cr)	mg/kg	32,5	13,1	<b>76,2</b>
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	<1.00	<1.00	<1.00
Nikkel (Ni)	mg/kg	<b>44,1</b>	6,7	18,7
Sink (Zn)	mg/kg	59,8	71,6	<b>162</b>

Tabell 20 Metallinnhold i bergarter vurdert mot klassifisering av marine sedimenter, Kvitsøy

Parameter	Enhet	Krågøy 01, 50m, grønnstein	Krågøy IC, 150-262m, Grønnskifer/grønnstein	Krågøy nord (03B), 50-150m, grønnstein	Krågøy nord (03B), 200-350m, Grønnskifer	Hestholmen, 367m, Svartskifer
Område		Kvitsøy				
Entreprise		E02				
Arsen (As)	mg/kg	<3.00	5,27	<3.00	<3.00	<b>9,23</b>
Bly (Pb)	mg/kg	<1.0	13,6	<1.0	6	8,2
Kadmium (Cd)	mg/kg	<0.10	0,29	<0.10	0,43	0,66
Kopper (Cu)	mg/kg	39,4	25,2	42,7	51,6	44,4
Krom (Cr)	mg/kg	<b>66,3</b>	20,1	<b>91</b>	20,7	8,7
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
Nikkel (Ni)	mg/kg	39,8	<b>56,9</b>	<b>63,3</b>	<b>66,8</b>	<b>61,6</b>
Sink (Zn)	mg/kg	26,9	36,7	34,1	65,7	69

Tabell 21 Metallinnhold i bergarter vurdert mot klassifisering av marine sedimenter, Kvitsøy

Parameter	Enhet	Sauholmen, 1-200m, Grønnskifer/Svartskifer	Sauholmen, 250-450m, Grønnskifer/Svartskifer	Sauholmen, 500-550m, Grønnskifer/Svartskifer	Sauholmen, 600-750m, Svartskifer	Sauholmen, 800-900m, Grønnskifer/Svartskifer
Område		Kvitsøy				
Entreprise		E02				
Arsen (As)	mg/kg	<3.00	7,05	<b>36</b>	<3.00	<3.00
Bly (Pb)	mg/kg	2,3	5,3	5,5	9,2	9,3
Kadmium (Cd)	mg/kg	<0.10	0,17	0,63	0,36	0,19
Kopper (Cu)	mg/kg	64,4	45,4	14,9	40,4	42,6
Krom (Cr)	mg/kg	<b>87,6</b>	<b>60,6</b>	22,7	20,8	29
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
Nikkel (Ni)	mg/kg	<b>79,8</b>	<b>62,3</b>	<b>42</b>	<b>72,6</b>	<b>51,3</b>
Sink (Zn)	mg/kg	39,7	46,4	39,4	64	47,3



Tabell 22 Metallinnhold i bergarter vurdert mot klassifisering av marine sedimenter, Kvitsøy

Parameter	Enhet	Hestholmen 2, 1-400m, Grønnskifer	Hestholmen 2, 500m, Svartskifer
Område		Kvitsøy	
Entreprise		E02	
Arsen (As)	mg/kg	3,28	<3.00
Bly (Pb)	mg/kg	<1.0	11,8
Kadmium (Cd)	mg/kg	<0.10	1,05
Kopper (Cu)	mg/kg	22,6	28,1
Krom (Cr)	mg/kg	47,1	16,9
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	<1.00	<1.00
Nikkel (Ni)	mg/kg	34,1	<b>70</b>
Sink (Zn)	mg/kg	28,6	65,1

## 7 Utlekking av metaller fra bergartene

For tunnelstein som skal fylles ut i sjø er det utført en utlekkingsstest av metaller i nedknust bergart. Utlekkingsstestene er av typen ristetest L/S 10 med destillert vann.

Utlekkingspotensialet vurdert i henhold til tilstandsklasser i sediment gitt i Miljødirektoratets veileder for testprogram for tildekkingsmasser, forurenset sjøbunn (M-411/2015).

Akseptkriteriene er gjengitt i tabell 23 og vurderte analyseresultater er vist i tabell 24 – 26. Overskridelse av akseptverdier for masser fra land er vist med uthevet skrift.

Tabell 23 Akseptverdier for tildekkingsmateriale ved utlekkingsstester med sjøvann ( $\mu\text{g/l}$ )

Parameter	Initiell utlekking, tilstandskl. III (eluat ristetest L/S 10)
Arsen	10
Bly	14
Kadmium	0,45-1,5*
Kobber	2,6
Krom	36
Kvikksølv	0,07
Nikkel	34
Sink	6

\*avhengig av vannets hardhet

For fyllitt som skal ut i sjø ved Mekjarvik, viser analyseresultatene overskridelse av akseptverdi for masser fra land for sink.

For bergarten gabbro er det ingen overskridelser av akseptverdi for masser fra land. Dersom disse massene skal i sjø vil det bli ved Mekjarvik eller muligens på Kvitsøy.

For bergartene grønnstein, grønnskifer/svartskifer, som skal ut i sjø på Kvitsøy, viser analyseresultatene overskridelser av akseptverdi for masser fra land for metallene kobber og sink fra grønnskifer/svartskifer.

For bergartene granittisk gneis og fyllitt, som skal ut i sjø ved Arsvågen, er det påvist overskridelse av akseptverdi for masser fra land for kobber og sink.

Tabell 24 Metallinnhold i utlekking fra bergarter vurdert mot klassifisering av kystvann, Randaberg mot Kvitsøy

Parameter	Enhet	Fyllitt Randaberg dagberg	Gabbro #5
Område		Randaberg	Randaberg/Kvitsøy
Entreprise		E11, E03	E02, E03
Arsen (As)	µg/l	<1.0	<1.0
Bly (Pb)	µg/l	<1.0	<1.0
Kadmium (Cd)	µg/l	<0.50	<0.50
Kopper (Cu)	µg/l	<1.0	<1.0
Krom (Cr)	µg/l	<5.0	<5.0
Kvikksølv (Hg)	µg/l	0,013	<0.010
Nikkel (Ni)	µg/l	<3.0	<3.0
Sink (Zn)	µg/l	<b>23,2</b>	3,8

Tabell 25 Metallinnhold i utlekking fra bergarter vurdert mot klassifisering av kystvann, Kvitsøy

Parameter	Enhet	Grønnstein #2	Grønnskifer/Svartskifer #3
Område		Kvitsøy	
Entreprise		E02	
Arsen (As)	µg/l	<1.0	<1.0
Bly (Pb)	µg/l	<1.0	<1.0
Kadmium (Cd)	µg/l	<0.50	<0.50
Kopper (Cu)	µg/l	<1.0	<b>4,5</b>
Krom (Cr)	µg/l	<5.0	<5.0
Kvikksølv (Hg)	µg/l	0,012	<0.010
Nikkel (Ni)	µg/l	<3.0	<3.0
Sink (Zn)	µg/l	5,0	<b>8,0</b>

Tabell 26 Metallinnhold i utlekking fra bergarter vurdert mot klassifisering av kystvann, Bokn mot Kvitsøy

Parameter	Enhet	Fyllitt #1	Granittisk gneis #4	Granittisk gneis #6
Område		Kvitsøy/Bokn	Bokn	
Entreprise		E02/E04	E13, E04	
Arsen (As)	µg/l	1,3	1,9	<1.0
Bly (Pb)	µg/l	<1.0	<1.0	<1.0
Kadmium (Cd)	µg/l	<0.50	<0.50	<0.50
Kopper (Cu)	µg/l	1,1	<1.0	<b>2,8</b>
Krom (Cr)	µg/l	<5.0	<5.0	<5.0
Kvikksølv (Hg)	µg/l	<0.010	<0.010	0,024
Nikkel (Ni)	µg/l	<3.0	<3.0	<3.0
Sink (Zn)	µg/l	<b>6,4</b>	4,0	4,1

# VEDLEGG 9

## NOTAT

OPPDRAAG	<b>Grunnundersøkelser Karmsund Havn</b>	DOKUMENTKODE	10211751-RIGm-NOT-001
EMNE	Miljøgeologiske grunnundersøkelser - Datarapport	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	<b>Karmsund Havn IKS</b>	OPPDRAAGSLEDER	Hilde Sunde Tveit
KONTAKTPERSON	Per Ørpetveit	SAKSBEHANDLER	Solveig Lone
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10233012 Miljørådgivning Vest

## SAMMENDRAG

På oppdrag for Karmsund Havn IKS har Multiconsult Norge AS tatt prøver av sedimentene i sju stasjoner i et område ved Husøy i Karmøy kommune. Prøvetakingsplanen er utarbeidet av Cowi AS. Prøvene er tatt med van Veen-grabb. Prøver av øverste 0-0,1 m er analysert for innhold av de uorganiske stoffene arsen, bly, kadmium, krom, kobber, kvikksølv, nikkel og sink, samt de organiske miljøgiftene PCB<sub>7</sub> PAH<sub>16</sub> EPA og TBT. Prøvematerialet bestod hovedsakelig av sand og skjellsand, stedvis med en del innhold av organisk materiale. Det er påvist forurensning i inntil tilstandsklasse IV (dårlig) i alle prøvene.

## Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>2</b>
1.1	Kvalitetssikring og standardkrav .....	2
1.2	Begrensninger .....	2
<b>2</b>	<b>Lokalitetsbeskrivelse</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Utførte undersøkelser</b> .....	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Resultater</b> .....	<b>3</b>
4.1	Bunn- og grunnforhold .....	3
4.2	Kjemiske analyser .....	6

## Tegning

10211751-RIGm-TEG -001 Prøvetakingsplan miljø

## Vedlegg

A Analyserapport fra ALS Laboratory Group Norway AS

00	13.09.2019	Klar for utsendelse	Solveig Lone	A. Wyspianska	Hilde S. Tveit
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

## 1 Innledning

Multiconsult Norge AS er engasjert av Karmsund Havn IKS og Bokn Eiendomsutvikling AS til å utføre geotekniske og miljøgeologiske grunnundersøkelser ved i alt 3 delområder fordelt ved Husøy i Karmøy kommune, og Holmen i Bokn kommune.

Dette notatet presenterer resultater fra utførte miljøgeologiske grunnundersøkelser for Karmsund Havn i Karmøy kommune.

### 1.1 Kvalitetssikring og standardkrav

Oppdraget er kvalitetssikret iht. Multiconsults styringssystem. Systemet omfatter prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2015.

### 1.2 Begrensninger

Foreliggende rapport er basert på informasjon fra oppdragsgiver, grunnforhold avdekket ved grunnundersøkelser og kjemiske analyseresultater. Multiconsult forutsetter at mottatt informasjon fra eksterne parter og kilder ikke er beheftet med feil.

Dette notatet gir ingen garanti for at all forurensning på det undersøkte området er avdekket og dokumentert, da undersøkelsen er basert på stikkprøver. Multiconsult påtar seg ikke ansvar dersom det på et senere tidspunkt avdekkes ytterligere forurensning eller annen type forurensning enn beskrevet i foreliggende rapport.

Notatet presenterer resultater fra utførte miljøgeologiske undersøkelser og krever miljøgeologisk kompetanse for videre bruk i rådgivings- og prosjekteringsammenheng.

## 2 Lokalitetsbeskrivelse

Det undersøkte området ligger på vestsiden av Karmsundet, ca. 2,5 km nord for Hydro Karmøy, se Figur 2.1.



Figur 2.1: Oversiktskart som viser områdets lokalisering. Kartgrunnlag: <https://kart.kystverket.no/>.

### 3 Utførte undersøkelser

Prøvetakingsprogrammet var utarbeidet av Cowi AS og bestod av sedimentprøvetaking i syv stasjoner (PR1-PR7). Prøvene for den miljøgeologiske undersøkelsen ble tatt den 15. august 2019 under ledelse av boreleder Jarle Hausvik og skipper Jan Petter Ågotnes. Prøvetakingen ble utført ved bruk av van Veen-grabb fra Multiconsult sitt borefartøy M/B Frøy. På hver av prøvetakingsstasjonene ble det tatt fire parallelle prøver fra minimum to grabbkast. Det øverste laget (0-10 cm) av disse ble blandet til én blandeprøve. Prøvene ble pakket i luft- og diffusjonstette rilsanposer, og sendt til analyselaboratorium for kjemiske analyser.

Prøvestasjonene er lokalisert ved punkt for totalsonderinger, og posisjonene og vanddybdene ble målt inn i forbindelse med utførelse av sonderboringene. Det ble benyttet DGPS-utrustning av typen Trimble STS855 SPS555H med posisjoneringstjenesten CPOS. Alle kotehøydene i rapporten er angitt iht. NN2000 og er justert for tidevann ut fra oppgitt tidevannsnivå på registreringstidspunktet på [www.kartverket.no](http://www.kartverket.no) / [www.sehavniva.no](http://www.sehavniva.no).

Materialet fra parallellprøvene ble blandet sammen til en homogenisert prøve, én prøve fra hver prøvestasjon. Prøvene ble pakket i luft- og diffusjonstette rilsanposer. Prøvene ble fraktet til Multiconsults kontor i Bergen dagen etter prøvetaking, og oppbevart nedfrosset fram til de ble sendt til eksternt laboratorium.

Prøvene fra de sju stasjonene er analysert for innhold av de uorganiske stoffene arsen (As), bly (Pb), kadmium (Cd), krom (Cr), kobber (Cu), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni) og sink (Zn), samt de organiske miljøgiftene polyklorerte bifenyler (PCB<sub>7</sub>), polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH<sub>16</sub><sup>EPA</sup>) og tributyltinn (TBT). I tillegg er tørrstoffinnholdet bestemt, samt innhold av totalt organisk karbon (TOC) og finstoffandel mindre enn 2 og 63 µm.

De kjemiske analysene er utført av laboratoriet ALS Laboratory Group Norway AS som er akkreditert for de aktuelle analysene.

Prøvetaking og analyse er utført i henhold til prosedyrer gitt i veiledere fra Miljødirektoratet<sup>1</sup> og<sup>2</sup>, og norsk standard for sedimentprøvetaking i marine områder<sup>3</sup>, samt Multiconsult sine interne retningslinjer.

## 4 Resultater

Lokalisering av prøvestasjonene er vist i Figur 4.1, mens koordinater er gitt i Tabell 4.1.

### 4.1 Bunn- og grunnforhold

Fra Flatskjer og sørover mot Sørå Flatskjeret er det en lett kupert undersjøisk rygg. PR1 og PR2 er lokalisert på østsiden av denne ryggen, der sjøbunnen skrår utover mot midten av Karmsundet. Prøvene er tatt på ca. dybder 31-36 m, mens Karmsundet i dette området er ca. 50 m dypt. PR3 og PR6 er lokalisert på selve ryggen, og PR7 like sør for Sørå Flatskjeret, hhv. på ca. dybde 17, 12 og 13 m. PR4 og PR5 er lokalisert vest for ryggen, der det er en bukt inn mot Flatskjer. Prøvene er tatt hhv. på ca. dybde 37 og 25 m.

En kort beskrivelse av prøvematerialet er gitt i Tabell 4.1 under, og bilder av prøvematerialet er vist i Figur 4.2. På den undersjøiske ryggen (PR3 og PR6) bestod prøvematerialet hovedsakelig av sand og skjellsand. Øst og vest for PR3 (PR2 og PR4) inneholdt sedimentene en del organisk materiale, mens prøvestasjonene i nordøst (PR1) og sør/sørvest (PR5 og PR7) hovedsakelig bestod av sand med litt organisk materiale.

<sup>1</sup> Miljødirektoratet 2015, *Veileder for håndtering av sedimenter*, M-350/2015

<sup>2</sup> Miljødirektoratet 2015, *Veileder for risikovurdering av forurenset sediment*, M-409/2015

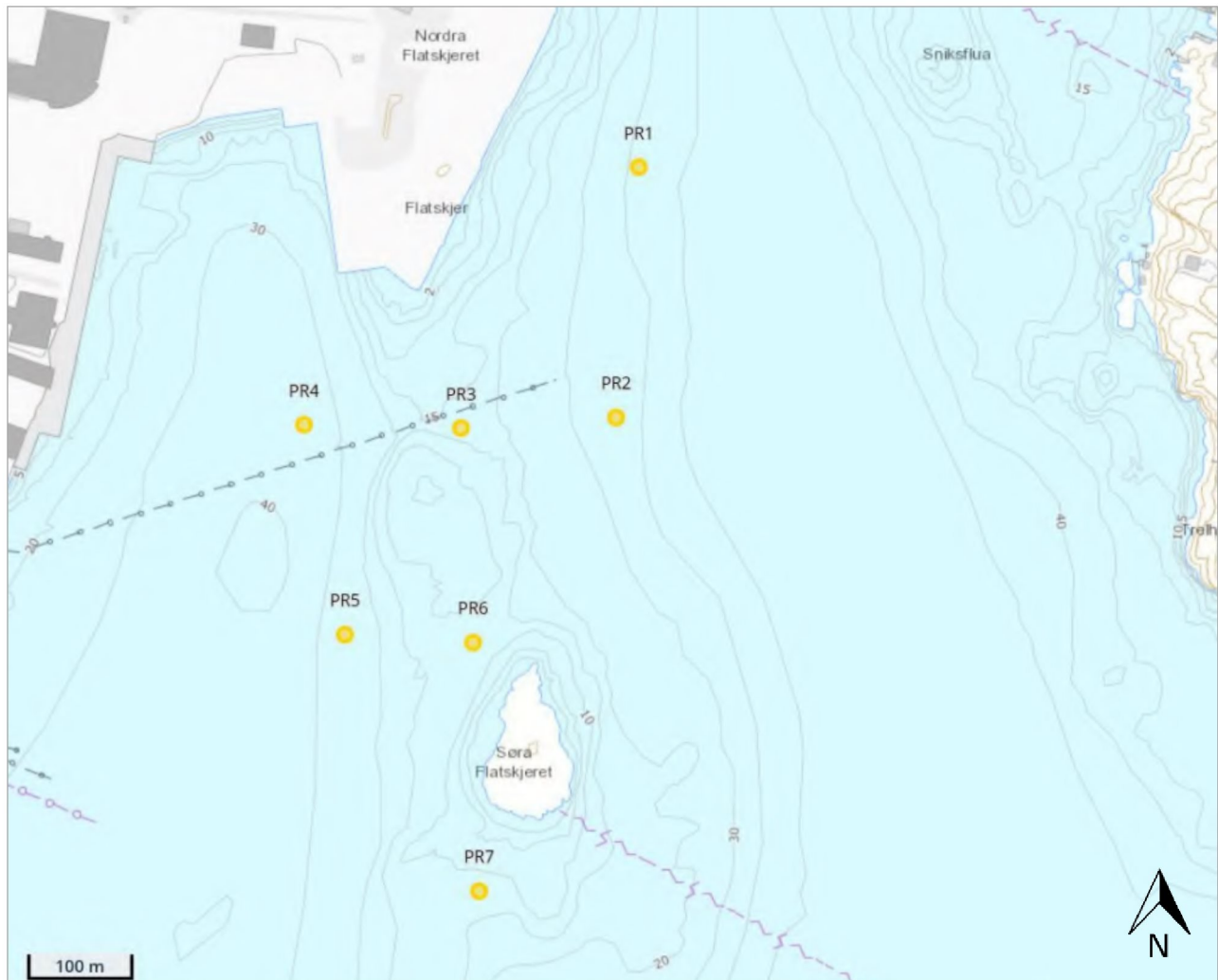
<sup>3</sup> NS-EN ISO 5667-19, *Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder*



## Miljøgeologiske grunnundersøkelser - Datarapport

De utførte analysene viser at prøvene fra PR1, PR3, PR6 og PR7 inneholder minst finstoff (<63 µm), 2,6-4,6 %. I PR2 og PR5 er finstoffinnholdet målt til 19,4 og 12,2 %, mens det i PR4 er på hele 71,9 %. Se resultater i Tabell 4.2.

Innholdet av totalt organisk karbon (TOC) varierte fra 1,2 % i PR7 til 4,2 % i PR4, se Tabell 4.2.



Figur 4.1: Prøvetakingsplan med ca. lokalisering av PR1-PR7. (Kartgrunnlag: <https://kart.kystverket.no/>).

Tabell 4.1: Koordinater og beskrivelse av prøvematerialet i prøvestasjonene PR1-PR7.

Prøve-stasjon	Pkt	Dato <sup>1</sup>	Tid	Dybde (m)	Kote (NN2000)	Euref 89, sone 32		Beskrivelse av prøvematerialet
						Nord	Øst	
PR1	106	13.08.19	15:42	-30,9	-31,1	6 583 603,9	290 428,2	Sand, litt organisk materiale Tre tomme grabbkast
PR2	105	20.08.19	14:20	-35,6	-35,4	6 583 366,9	290 465,1	Gytjeholdig finsand og silt
PR3	103	14.08.19	11:56	-16,8	-16,7	6 583 343,9	290 320,4	Sand og skjellsand To tomme grabbkast
PR4	101	21.08.19	10:32	-37,1	-37,3	6 583 333,7	290 172,8	Gytje, med innhold av finsand/silt
PR5	113	15.08.19	10:21	-25,2	-25,1	6 583 140,1	290 229,1	Sand, litt organisk materiale
PR6	109	15.08.19	12:51	-12,3	-12,2	6 583 143,6	290 350,0	Sand og skjellsand
PR7	110	07.08.19	11:08	-13,1	-13,3	6 582 910,8	290 376,9	Sand, litt organisk materiale

<sup>1</sup> Vanndybde og koordinater er registrert i forbindelse med totalsonderingene. Tidspunktene som er oppgitt for korrigering av tidevannet avviker dermed fra tidspunktet for prøvetakingen.



Figur 4.2: Bilder av prøvematerialet i grabben. Fra PR1 og PR3 var det noen tomme grabbkast.

## 4.2 Kjemiske analyser

Resultatene fra de kjemiske analysene er gitt i Tabell 4.2 og sammenstilt med Trinn 1-grenseverdier. Resultatene er klassifisert etter Miljødirektoratets veileder 02:2018 *Klassifisering av miljøtilstand i vann*. Klassifiseringssystemet vurderer sedimentene i forhold til fem tilstandsklasser, gradert fra bakgrunn til svært dårlig med hensyn på forurensning, se Figur 4.3. Fullstendig analyse-rapport med beskrivelser av metoder og deteksjonsgrenser er gitt i vedlegg A.

I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtidseksposering	Akutt toksiske effekter ved korttidseksposering	Omfattende akutt-toksiske effekter

Figur 4.3: Miljødirektoratets tilstandsklasser for forurenset sediment (02:2018).

Tabell 4.2: Resultater av utførte analyser klassifisert i tilstandsklasser i henhold til Miljødirektoratets veileder 02:2018. Trinn 1-grenseverdiene er hentet fra Miljødirektoratets veileder M-409/2015. Med unntak for TBT tilsvarer Trinn 1-grenseverdien øvre grense tilstandsklasse II. Prøver av øverste 0-0,1 m.

ELEMENT	ENHET	PR1	PR2	PR3	PR4	PR5	PR6	PR7	Trinn 1-grenseverdier
Tørstoff	%	73,2	57,2	68,5	41,2	73,2	65,4	80,7	-
Kornstørrelse, < 63 µm	%	4,6	19,4	3,8	71,9	12,7	2,6	3,3	-
Kornstørrelse, < 2 µm	%	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	-
TOC	% TS	1,8	3	2,5	4,2	2,1	3,4	1,2	-
As	mg/kg TS	1,4	10	<0,5	9,9	1,3	1,7	1,2	18
Pb	mg/kg TS	3	18	3	21	5	1	3	150
Cd	mg/kg TS	0,27	0,82	0,24	0,73	0,19	0,24	0,12	2,5
Cu	mg/kg TS	8,8	29	110	91	21	2,8	11	84
Cr	mg/kg TS	17	16	15	100	12	6,4	22	660
Hg	mg/kg TS	0,01	0,08	0,01	0,15	0,05	<0,01	0,02	0,52
Ni	mg/kg TS	8,7	12	6,1	46	7,4	2,9	12	42
Zn	mg/kg TS	24	72	73	100	25	16	27	139
Naftalen	µg/kg TS	29	30	30	70	48	42	<10	27
Acenaftylene	µg/kg TS	<10	<10	<10	12	16	<10	<10	33
Acenaften	µg/kg TS	12	26	<10	100	26	15	<10	96
Fluoren	µg/kg TS	<10	16	<10	60	23	<10	<10	150
Fenantren	µg/kg TS	45	100	20	390	120	53	30	780
Antracen	µg/kg TS	13	26	<10	87	31	12	<10	4,6
Fluoranten	µg/kg TS	65	280	31	790	180	94	67	400
Pyren	µg/kg TS	55	240	26	670	160	75	55	84
Benso(a)antracen	µg/kg TS	41	140	16	460	120	50	29	60
Krysen	µg/kg TS	53	180	22	620	160	67	41	280
Benso(b)fluoranten	µg/kg TS	68	360	35	850	200	89	78	140
Benso(k)fluoranten	µg/kg TS	46	230	24	640	120	63	54	135
Benso(a)pyren	µg/kg TS	65	300	31	850	180	87	72	183
Indeno(123cd)pyren	µg/kg TS	70	310	52	770	240	110	86	63
Dibenso(ah)antracen	µg/kg TS	30	130	20	330	85	43	35	27
Benso(ghi)perylene	µg/kg TS	82	360	65	860	200	130	110	84
Sum PAH-16	µg/kg TS	670	2 700	370	7 600	1 900	930	660	2 000
Sum PCB-7	µg/kg TS	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	4,1
TBT (forvaltningsmessig)	µg/kg TS	6,52	17,9	<1	37,9	4,48	1,18	<1	35

< = lavere enn deteksjonsgrensen i.p. = ikke påvist

Lys grønn farge er brukt der det ikke er påvist konsentrasjoner over deteksjonsgrensen, og deteksjonsgrensen ligger i tilstandsklasse II. For antracen ligger deteksjonsgrensen over grenseverdien for tilstandsklasse II, og farge for tilstandsklasse er derfor ikke angitt for de prøvene der det ikke er påvist konsentrasjoner over deteksjonsgrensen.

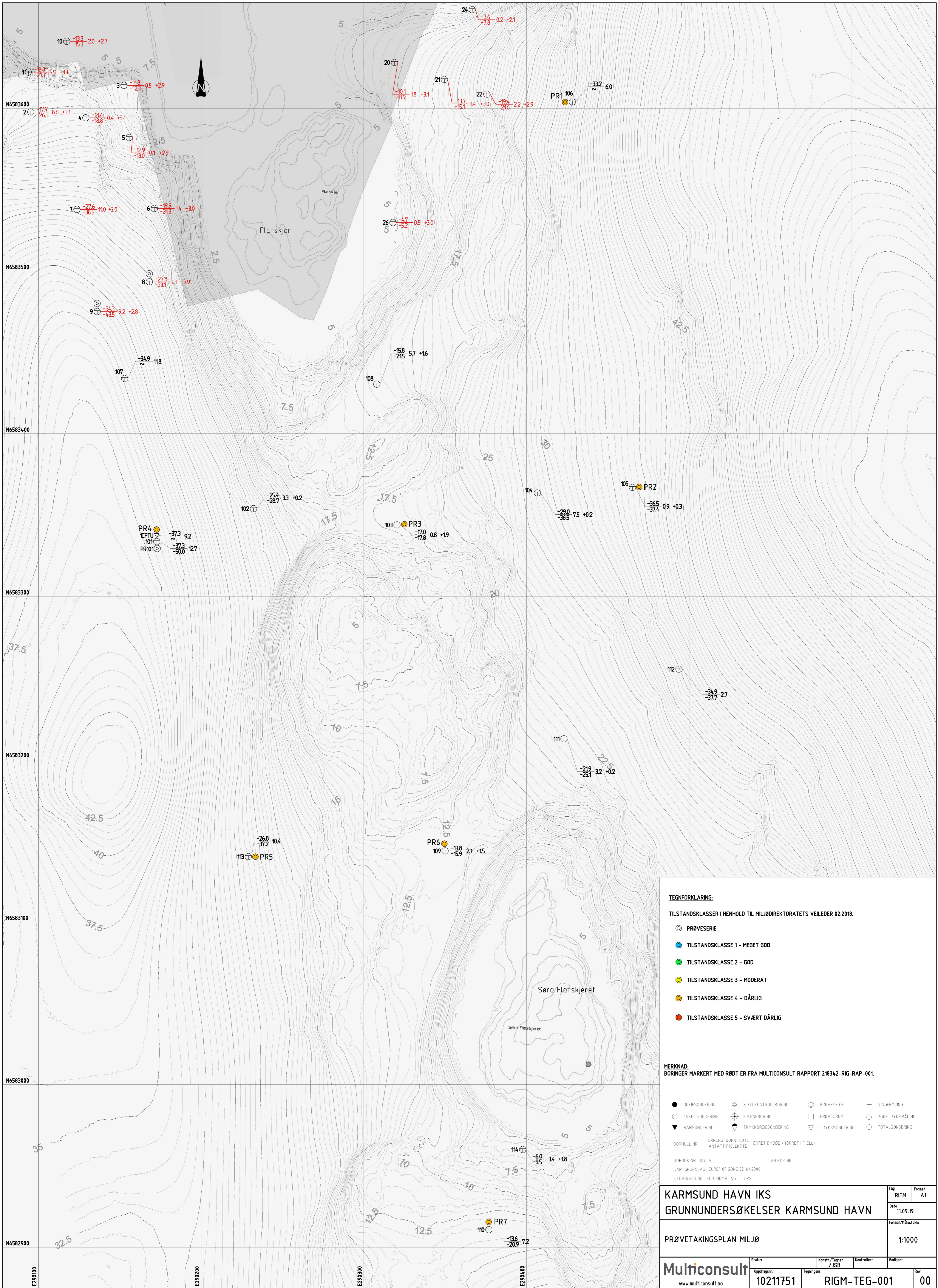
## Miljøgeologiske grunnundersøkelser - Datarapport

Av analyserte tungmetaller er det påvist innhold av kobber over trinn 1-grenseverdien i to prøver (PR3 og PR4). De påviste konsentrasjonene tilsvarer tilstandsklasse IV (dårlig). I PR4 er det også påvist innhold av nikkel over trinn 1-grenseverdien (tilstandsklasse III, moderat). For øvrig er det ikke påvist konsentrasjoner av tungmetaller over trinn 1-grenseverdiene i de undersøkte prøvene.

Ingen av prøvene inneholder PCB<sub>7</sub> over deteksjonsgrensen.

TBT er påvist i tilstandsklasse III i to prøver (PR1 og PR2) og i tilstandsklasse IV i én prøve (PR4). Bare konsentrasjonen i den sistnevnte prøven er over trinn 1-grenseverdien for TBT.

$\Sigma$ PAH<sub>16</sub> er påvist i tilstandsklasse III i PR2 og i tilstandsklasse IV i PR4, men i alle de analyserte prøvene er minst én av de analyserte PAH-forbindelsene påvist i konsentrasjoner over trinn 1-grenseverdiene (tilstandsklasse III-IV).



**TEGNFORKLARING:**

TILSTANDSKLASSE I HENHOLD TIL MILJØDIREKTORATETS VEILEDER 02.2018.

- ⊙ PRØVESERIE
- TILSTANDSKLASSE 1 - MEGET GOD
- TILSTANDSKLASSE 2 - GOD
- TILSTANDSKLASSE 3 - MODERAT
- TILSTANDSKLASSE 4 - DÅRLIG
- TILSTANDSKLASSE 5 - SVÆRT DÅRLIG

**MERKNAD:**  
BORINGER MARKERT MED RØDT ER FRA MULTICONSULT RAPPORT 218342-RIG-RAP-001.

● DREIESONDERING	⊗ FJELLKONTROLLBORING	⊙ PRØVESERIE	+ VINGEBORING
○ ENKEL SONDERING	⊕ KJERNEBORING	⊖ PRØVEGROP	⊕ PORETRYKTMÅLING
▼ RAMSONDERING	⊕ TRYKKDREIESONDERING	□ TRYKKSONDERING	⊕ TOTALSONDERING

BORHULL NR. TERRENG (BUNNI KOTE) BØRET DYBDE + (BØRET I FJELL)  
ANTATT FJELLKOTE

BØRBOK NR. DIGITAL LAB BOK NR.  
KARTGRUNNLAG: EUREF 89 SONE 32, NN2000  
UTGANGSPUNKT FOR INNMÅLING: GPS

<b>KARMSUND HAVN IKS</b>		Fag	Format
<b>GRUNNUNDERSØKELSER KARMSUND HAVN</b>		RIGM	A1
		Dato	11.09.19
<b>PRØVETAKINGSPLAN MILJØ</b>		Format/Målestokk	1:1000
<b>Multiconsult</b>	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert
www.multiconsult.no	Oppdraget: 10211751	/JSB	Godkjent
	Tegning: RIGM-TEG-001		Rev: 00

# Vedlegg A

Analyserapporter fra ALS  
(17 sider)

# Rapport

N1915123

Side 1 (17)

1UKB69ZCQZT



Mottatt dato **2019-08-21**  
Utstedt **2019-09-04**

Multiconsult Norge AS, Bergen  
Solveig Lone  
Miljøgeologi  
Nesttunbrekka 99  
5221 Nesttun  
Norway

Prosjekt **Grunnundersøkelser Karmsund Havn**  
Bestnr **10211751-02, 4078 - Solveig Lone**

## Analyse av sediment

Deres prøvenavn	<b>PR1, 0-0,1 m Sediment</b>					
Labnummer	N00680866					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Sedimentpakke-basis DK *	-----		-	1	1	ELNO
Tørrstoff (DK) <sup>a ulev</sup>	<b>73.2</b>	10.98	%	2	2	SAHM
Vanninnhold <sup>a ulev</sup>	<b>26.8</b>		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse >63 µm <sup>a ulev</sup>	<b>95.4</b>		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse <2 µm <sup>a ulev</sup>	<b>&lt;0.1</b>		%	2	2	SAHM
Kornfordeling <sup>a ulev</sup>	-----		se vedl.	2	2	SAHM
TOC <sup>a ulev</sup>	<b>1.8</b>	0.5	% TS	2	2	SAHM
Naftalen <sup>a ulev</sup>	<b>29</b>	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Acenaftilen <sup>a ulev</sup>	<b>&lt;10</b>		µg/kg TS	2	2	SAHM
Acenaften <sup>a ulev</sup>	<b>12</b>	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Fluoren <sup>a ulev</sup>	<b>&lt;10</b>		µg/kg TS	2	2	SAHM
Fenantren <sup>a ulev</sup>	<b>45</b>	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Antracen <sup>a ulev</sup>	<b>13</b>	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Fluoranten <sup>a ulev</sup>	<b>65</b>	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Pyren <sup>a ulev</sup>	<b>55</b>	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(a)antracen <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	<b>41</b>	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Krysen <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	<b>53</b>	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(b+j)fluoranten <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	<b>68</b>	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(k)fluoranten <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	<b>46</b>	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(a)pyren <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	<b>65</b>	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Dibenso(ah)antracen <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	<b>30</b>	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(ghi)perylene <sup>a ulev</sup>	<b>82</b>	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Indeno(123cd)pyren <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	<b>70</b>	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PAH-16 <sup>a ulev</sup>	<b>670</b>		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PAH carcinogene <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	<b>460</b>		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 28 <sup>a ulev</sup>	<b>&lt;0.50</b>		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 52 <sup>a ulev</sup>	<b>&lt;0.50</b>		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 101 <sup>a ulev</sup>	<b>&lt;0.50</b>		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 118 <sup>a ulev</sup>	<b>&lt;0.50</b>		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 138 <sup>a ulev</sup>	<b>&lt;0.50</b>		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 153 <sup>a ulev</sup>	<b>&lt;0.50</b>		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 180 <sup>a ulev</sup>	<b>&lt;0.50</b>		µg/kg TS	2	2	SAHM

ALS Laboratory Group Norway AS  
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

ALS Sarpsborg  
Yvenveien 17, N-1715 Yven

E-post: [info.on@alsglobal.com](mailto:info.on@alsglobal.com)  
Tel: + 47 22 13 18 00

Web: [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)

Dokumentet er godkjent  
og digitalt undertegnet  
av Rapportør

Sabra Hashimi

Client Service

Sabra.Hashimi@ALSGlobal.com

2019.09.04 15:22:37

# Rapport

## N1915123

Side 2 (17)

1UKB69ZCQZT



Deres prøvenavn	<b>PR1, 0-0,1 m Sediment</b>					
Labnummer	N00680866					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Sum PCB-7 <sup>a ulev</sup>	<4		$\mu\text{g/kg TS}$	2	2	SAHM
As (Arsen) <sup>a ulev</sup>	1.4	2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Pb (Bly) <sup>a ulev</sup>	3	2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cu (Kopper) <sup>a ulev</sup>	8.8	1.76	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cr (Krom) <sup>a ulev</sup>	17	3.4	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cd (Kadmium) <sup>a ulev</sup>	0.27	0.1	mg/kg TS	2	2	SAHM
Hg (Kvikksølv) <sup>a ulev</sup>	0.01	0.1	mg/kg TS	2	2	SAHM
Ni (Nikkel) <sup>a ulev</sup>	8.7	1.74	mg/kg TS	2	2	SAHM
Zn (Sink) <sup>a ulev</sup>	24	4.8	mg/kg TS	2	2	SAHM
Tørrstoff (L) <sup>a ulev</sup>	67.8	2.0	%	3	V	SUHA
Monobutyltinnkation <sup>a ulev</sup>	<1		$\mu\text{g/kg TS}$	3	T	SUHA
Dibutyltinnkation <sup>a ulev</sup>	3.16	1.28	$\mu\text{g/kg TS}$	3	T	SUHA
Tributyltinnkation <sup>a ulev</sup>	6.52	2.07	$\mu\text{g/kg TS}$	3	T	SUHA



# Rapport

## N1915123

Side 3 (17)

1UKB69ZCQZT



Deres prøvenavn	PR2, 0-0,1 m Sediment					
Labnummer	N00680867					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Sedimentpakke-basis DK *	-----		-	1	1	ELNO
Tørrstoff (DK) <sup>a ulev</sup>	57.2	8.58	%	2	2	SAHM
Vanninnhold <sup>a ulev</sup>	42.8		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse >63 µm <sup>a ulev</sup>	80.6		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse <2 µm <sup>a ulev</sup>	<0.1		%	2	2	SAHM
Kornfordeling <sup>a ulev</sup>	-----		se vedl.	2	2	SAHM
TOC <sup>a ulev</sup>	3.0	0.5	% TS	2	2	SAHM
Naftalen <sup>a ulev</sup>	30	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Acenaftilen <sup>a ulev</sup>	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Acenaften <sup>a ulev</sup>	26	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Fluoren <sup>a ulev</sup>	16	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Fenantren <sup>a ulev</sup>	100	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Antracen <sup>a ulev</sup>	26	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Fluoranten <sup>a ulev</sup>	280	84	µg/kg TS	2	2	SAHM
Pyren <sup>a ulev</sup>	240	72	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(a)antracen <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	140	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Krysen <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	180	54	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(b+j)fluoranten <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	360	108	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(k)fluoranten <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	230	69	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(a)pyren <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	300	90	µg/kg TS	2	2	SAHM
Dibenso(ah)antracen <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	130	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(ghi)perylene <sup>a ulev</sup>	360	108	µg/kg TS	2	2	SAHM
Indeno(123cd)pyren <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	310	93	µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PAH-16 <sup>a ulev</sup>	2700		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PAH carcinogene <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	2000		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 28 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 52 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 101 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 118 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 138 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 153 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 180 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PCB-7 <sup>a ulev</sup>	<4		µg/kg TS	2	2	SAHM
As (Arsen) <sup>a ulev</sup>	10	3	mg/kg TS	2	2	SAHM
Pb (Bly) <sup>a ulev</sup>	18	3.6	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cu (Kopper) <sup>a ulev</sup>	29	5.8	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cr (Krom) <sup>a ulev</sup>	16	3.2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cd (Kadmium) <sup>a ulev</sup>	0.82	0.164	mg/kg TS	2	2	SAHM
Hg (Kvikksølv) <sup>a ulev</sup>	0.08	0.1	mg/kg TS	2	2	SAHM
Ni (Nikkel) <sup>a ulev</sup>	12	2.4	mg/kg TS	2	2	SAHM
Zn (Sink) <sup>a ulev</sup>	72	14.4	mg/kg TS	2	2	SAHM

# Rapport

N1915123

Side 4 (17)

1UKB69ZCQZT



Deres prøvenavn	<b>PR2, 0-0,1 m Sediment</b>					
Labnummer	N00680867					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Tørrstoff (L)</b> <sup>a ulev</sup>	<b>53.7</b>	2.0	%	3	V	SUHA
<b>Monobutyltinnkation</b> <sup>a ulev</sup>	<b>2.69</b>	1.06	$\mu\text{g}/\text{kg TS}$	3	T	SUHA
<b>Dibutyltinnkation</b> <sup>a ulev</sup>	<b>9.38</b>	3.76	$\mu\text{g}/\text{kg TS}$	3	T	SUHA
<b>Tributyltinnkation</b> <sup>a ulev</sup>	<b>17.9</b>	5.7	$\mu\text{g}/\text{kg TS}$	3	T	SUHA

# Rapport

## N1915123

Side 5 (17)

1UKB69ZCQZT



Deres prøvenavn	PR3, 0-0,1 m Sediment					
Labnummer	N00680868					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Sedimentpakke-basis DK *	-----		-	1	1	ELNO
Tørrstoff (DK) <sup>a ulev</sup>	68.5	10.275	%	2	2	SAHM
Vanninnhold <sup>a ulev</sup>	31.5		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse >63 µm <sup>a ulev</sup>	96.2		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse <2 µm <sup>a ulev</sup>	<0.1		%	2	2	SAHM
Kornfordeling <sup>a ulev</sup>	-----		se vedl.	2	2	SAHM
TOC <sup>a ulev</sup>	2.5	0.5	% TS	2	2	SAHM
Naftalen <sup>a ulev</sup>	30	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Acenaftylene <sup>a ulev</sup>	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Acenaften <sup>a ulev</sup>	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Fluoren <sup>a ulev</sup>	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Fenantren <sup>a ulev</sup>	20	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Antracen <sup>a ulev</sup>	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Fluoranten <sup>a ulev</sup>	31	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Pyren <sup>a ulev</sup>	26	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(a)antracen <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	16	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Krysen <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	22	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(b+j)fluoranten <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	35	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(k)fluoranten <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	24	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(a)pyren <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	31	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Dibenso(ah)antracen <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	20	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(ghi)perylene <sup>a ulev</sup>	65	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Indeno(123cd)pyren <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	52	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PAH-16 <sup>a ulev</sup>	370		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PAH carcinogene <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	270		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 28 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 52 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 101 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 118 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 138 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 153 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 180 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PCB-7 <sup>a ulev</sup>	<4		µg/kg TS	2	2	SAHM
As (Arsen) <sup>a ulev</sup>	<0.5		mg/kg TS	2	2	SAHM
Pb (Bly) <sup>a ulev</sup>	3	2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cu (Kopper) <sup>a ulev</sup>	110	22	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cr (Krom) <sup>a ulev</sup>	15	3	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cd (Kadmium) <sup>a ulev</sup>	0.24	0.1	mg/kg TS	2	2	SAHM
Hg (Kvikksølv) <sup>a ulev</sup>	0.01	0.1	mg/kg TS	2	2	SAHM
Ni (Nikkel) <sup>a ulev</sup>	6.1	1.22	mg/kg TS	2	2	SAHM
Zn (Sink) <sup>a ulev</sup>	73	14.6	mg/kg TS	2	2	SAHM

# Rapport

N1915123

Side 6 (17)

1UKB69ZCQZT



Deres prøvenavn	<b>PR3, 0-0,1 m Sediment</b>					
Labnummer	N00680868					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Tørrstoff (L)</b> <sup>a ulev</sup>	<b>68.4</b>	2.0	%	3	V	SUHA
<b>Monobutyltinnkation</b> <sup>a ulev</sup>	<b>1.63</b>	0.65	$\mu\text{g}/\text{kg TS}$	3	T	SUHA
<b>Dibutyltinnkation</b> <sup>a ulev</sup>	<b>1.93</b>	0.83	$\mu\text{g}/\text{kg TS}$	3	T	SUHA
<b>Tributyltinnkation</b> <sup>a ulev</sup>	<b>&lt;1</b>		$\mu\text{g}/\text{kg TS}$	3	T	SUHA

# Rapport

## N1915123

Side 7 (17)

1UKB69ZCQZT



Deres prøvenavn	PR4, 0-0,1 m Sediment					
Labnummer	N00680869					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Sedimentpakke-basis DK *	-----		-	1	1	ELNO
Tørrstoff (DK) <sup>a ulev</sup>	41.2	6.18	%	2	2	SAHM
Vanninnhold <sup>a ulev</sup>	58.8		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse >63 µm <sup>a ulev</sup>	28.1		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse <2 µm <sup>a ulev</sup>	0.2		%	2	2	SAHM
Kornfordeling <sup>a ulev</sup>	-----		se vedl.	2	2	SAHM
TOC <sup>a ulev</sup>	4.2	0.63	% TS	2	2	SAHM
Naftalen <sup>a ulev</sup>	70	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Acenaftilen <sup>a ulev</sup>	12	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Acenaften <sup>a ulev</sup>	100	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Fluoren <sup>a ulev</sup>	60	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Fenantren <sup>a ulev</sup>	390	117	µg/kg TS	2	2	SAHM
Antracen <sup>a ulev</sup>	87	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Fluoranten <sup>a ulev</sup>	790	237	µg/kg TS	2	2	SAHM
Pyren <sup>a ulev</sup>	670	201	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(a)antracen <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	460	138	µg/kg TS	2	2	SAHM
Krysen <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	620	186	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(b+j)fluoranten <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	850	255	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(k)fluoranten <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	640	192	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(a)pyren <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	850	255	µg/kg TS	2	2	SAHM
Dibenso(ah)antracen <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	330	99	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(ghi)perylene <sup>a ulev</sup>	860	258	µg/kg TS	2	2	SAHM
Indeno(123cd)pyren <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	770	231	µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PAH-16 <sup>a ulev</sup>	7600		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PAH carcinogene <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	5400		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 28 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 52 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 101 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 118 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 138 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 153 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 180 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PCB-7 <sup>a ulev</sup>	<4		µg/kg TS	2	2	SAHM
As (Arsen) <sup>a ulev</sup>	9.9	2.97	mg/kg TS	2	2	SAHM
Pb (Bly) <sup>a ulev</sup>	21	4.2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cu (Kopper) <sup>a ulev</sup>	91	18.2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cr (Krom) <sup>a ulev</sup>	100	20	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cd (Kadmium) <sup>a ulev</sup>	0.73	0.146	mg/kg TS	2	2	SAHM
Hg (Kvikksølv) <sup>a ulev</sup>	0.15	0.1	mg/kg TS	2	2	SAHM
Ni (Nikkel) <sup>a ulev</sup>	46	9.2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Zn (Sink) <sup>a ulev</sup>	100	20	mg/kg TS	2	2	SAHM

# Rapport

## N1915123

Side 8 (17)

1UKB69ZCQZT



Deres prøvenavn	<b>PR4, 0-0,1 m Sediment</b>					
Labnummer	N00680869					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Tørrstoff (L)</b> <sup>a ulev</sup>	<b>47.2</b>	2.0	%	3	V	SUHA
<b>Monobutyltinnkation</b> <sup>a ulev</sup>	<b>7.37</b>	2.94	$\mu\text{g/kg TS}$	3	T	SUHA
<b>Dibutyltinnkation</b> <sup>a ulev</sup>	<b>24.7</b>	9.7	$\mu\text{g/kg TS}$	3	T	SUHA
<b>Tributyltinnkation</b> <sup>a ulev</sup>	<b>37.9</b>	12.0	$\mu\text{g/kg TS}$	3	T	SUHA

# Rapport

## N1915123

Side 9 (17)

1UKB69ZCQZT



Deres prøvenavn	PR5, 0-0,1 m Sediment					
Labnummer	N00680870					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Sedimentpakke-basis DK *	-----		-	1	1	ELNO
Tørrstoff (DK) <sup>a ulev</sup>	73.2	10.98	%	2	2	SAHM
Vanninnhold <sup>a ulev</sup>	26.8		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse >63 µm <sup>a ulev</sup>	87.3		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse <2 µm <sup>a ulev</sup>	<0.1		%	2	2	SAHM
Kornfordeling <sup>a ulev</sup>	-----		se vedl.	2	2	SAHM
TOC <sup>a ulev</sup>	2.1	0.5	% TS	2	2	SAHM
Naftalen <sup>a ulev</sup>	48	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Acenaftilen <sup>a ulev</sup>	16	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Acenaften <sup>a ulev</sup>	26	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Fluoren <sup>a ulev</sup>	23	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Fenantren <sup>a ulev</sup>	120	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Antracen <sup>a ulev</sup>	31	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Fluoranten <sup>a ulev</sup>	180	54	µg/kg TS	2	2	SAHM
Pyren <sup>a ulev</sup>	160	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(a)antracen <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	120	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Krysen <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	160	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(b+j)fluoranten <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	200	60	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(k)fluoranten <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	120	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(a)pyren <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	180	54	µg/kg TS	2	2	SAHM
Dibenso(ah)antracen <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	85	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(ghi)perylene <sup>a ulev</sup>	200	60	µg/kg TS	2	2	SAHM
Indeno(123cd)pyren <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	240	72	µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PAH-16 <sup>a ulev</sup>	1900		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PAH carcinogene <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	1300		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 28 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 52 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 101 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 118 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 138 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 153 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 180 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PCB-7 <sup>a ulev</sup>	<4		µg/kg TS	2	2	SAHM
As (Arsen) <sup>a ulev</sup>	1.3	2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Pb (Bly) <sup>a ulev</sup>	5	2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cu (Kopper) <sup>a ulev</sup>	21	4.2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cr (Krom) <sup>a ulev</sup>	12	2.4	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cd (Kadmium) <sup>a ulev</sup>	0.19	0.1	mg/kg TS	2	2	SAHM
Hg (Kvikksølv) <sup>a ulev</sup>	0.05	0.1	mg/kg TS	2	2	SAHM
Ni (Nikkel) <sup>a ulev</sup>	7.4	1.48	mg/kg TS	2	2	SAHM
Zn (Sink) <sup>a ulev</sup>	25	5	mg/kg TS	2	2	SAHM

# Rapport

N1915123

Side 10 (17)

1UKB69ZCQZT



Deres prøvenavn	<b>PR5, 0-0,1 m Sediment</b>					
Labnummer	N00680870					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Tørrstoff (L)</b> <sup>a ulev</sup>	<b>73.3</b>	2.0	%	3	V	SUHA
<b>Monobutyltinnkation</b> <sup>a ulev</sup>	<b>3.82</b>	1.51	$\mu\text{g/kg TS}$	3	T	SUHA
<b>Dibutyltinnkation</b> <sup>a ulev</sup>	<b>5.68</b>	2.26	$\mu\text{g/kg TS}$	3	T	SUHA
<b>Tributyltinnkation</b> <sup>a ulev</sup>	<b>4.48</b>	1.43	$\mu\text{g/kg TS}$	3	T	SUHA



# Rapport

## N1915123

Side 11 (17)

1UKB69ZCQZT



Deres prøvenavn	PR6, 0-0,1 m Sediment					
Labnummer	N00680871					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Sedimentpakke-basis DK *	-----		-	1	1	ELNO
Tørrstoff (DK) <sup>a ulev</sup>	65.4	9.81	%	2	2	SAHM
Vanninnhold <sup>a ulev</sup>	34.6		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse >63 µm <sup>a ulev</sup>	97.4		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse <2 µm <sup>a ulev</sup>	<0.1		%	2	2	SAHM
Kornfordeling <sup>a ulev</sup>	-----		se vedl.	2	2	SAHM
TOC <sup>a ulev</sup>	3.4	0.51	% TS	2	2	SAHM
Naftalen <sup>a ulev</sup>	42	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Acenaftylene <sup>a ulev</sup>	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Acenaften <sup>a ulev</sup>	15	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Fluoren <sup>a ulev</sup>	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Fenantren <sup>a ulev</sup>	53	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Antracen <sup>a ulev</sup>	12	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Fluoranten <sup>a ulev</sup>	94	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Pyren <sup>a ulev</sup>	75	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benzo(a)antracen <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	50	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Krysen <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	67	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(b+j)fluoranten <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	89	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(k)fluoranten <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	63	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(a)pyren <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	87	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Dibenso(ah)antracen <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	43	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(ghi)perylene <sup>a ulev</sup>	130	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Indeno(123cd)pyren <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	110	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PAH-16 <sup>a ulev</sup>	930		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PAH carcinogene <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	640		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 28 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 52 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 101 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 118 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 138 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 153 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 180 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PCB-7 <sup>a ulev</sup>	<4		µg/kg TS	2	2	SAHM
As (Arsen) <sup>a ulev</sup>	1.7	2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Pb (Bly) <sup>a ulev</sup>	1	2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cu (Kopper) <sup>a ulev</sup>	2.8	0.8	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cr (Krom) <sup>a ulev</sup>	6.4	1.28	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cd (Kadmium) <sup>a ulev</sup>	0.24	0.1	mg/kg TS	2	2	SAHM
Hg (Kvikksølv) <sup>a ulev</sup>	<0.01		mg/kg TS	2	2	SAHM
Ni (Nikkel) <sup>a ulev</sup>	2.9	1	mg/kg TS	2	2	SAHM
Zn (Sink) <sup>a ulev</sup>	16	4	mg/kg TS	2	2	SAHM

# Rapport

N1915123

Side 12 (17)

1UKB69ZCQZT



Deres prøvenavn	<b>PR6, 0-0,1 m Sediment</b>					
Labnummer	N00680871					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Tørrstoff (L)</b> <sup>a ulev</sup>	<b>68.2</b>	2.0	%	3	V	SUHA
<b>Monobutyltinnkation</b> <sup>a ulev</sup>	<b>1.28</b>	0.51	$\mu\text{g}/\text{kg TS}$	3	T	SUHA
<b>Dibutyltinnkation</b> <sup>a ulev</sup>	<b>1.79</b>	0.76	$\mu\text{g}/\text{kg TS}$	3	T	SUHA
<b>Tributyltinnkation</b> <sup>a ulev</sup>	<b>1.18</b>	0.38	$\mu\text{g}/\text{kg TS}$	3	T	SUHA

# Rapport

## N1915123

Side 13 (17)

1UKB69ZCQZT



Deres prøvenavn	PR7, 0-0,1 m Sediment					
Labnummer	N00680872					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Sedimentpakke-basis DK *	-----		-	1	1	ELNO
Tørrstoff (DK) <sup>a ulev</sup>	80.7	12.105	%	2	2	SAHM
Vanninnhold <sup>a ulev</sup>	19.3		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse >63 µm <sup>a ulev</sup>	96.7		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse <2 µm <sup>a ulev</sup>	<0.1		%	2	2	SAHM
Kornfordeling <sup>a ulev</sup>	-----		se vedl.	2	2	SAHM
TOC <sup>a ulev</sup>	1.2	0.5	% TS	2	2	SAHM
Naftalen <sup>a ulev</sup>	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Acenaftilen <sup>a ulev</sup>	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Acenaften <sup>a ulev</sup>	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Fluoren <sup>a ulev</sup>	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Fenantren <sup>a ulev</sup>	30	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Antracen <sup>a ulev</sup>	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Fluoranten <sup>a ulev</sup>	67	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Pyren <sup>a ulev</sup>	55	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(a)antracen <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	29	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Krysen <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	41	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(b+j)fluoranten <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	78	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(k)fluoranten <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	54	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(a)pyren <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	72	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Dibenso(ah)antracen <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	35	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(ghi)perylene <sup>a ulev</sup>	110	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Indeno(123cd)pyren <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	86	50	µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PAH-16 <sup>a ulev</sup>	660		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PAH carcinogene <sup>A</sup> <sup>a ulev</sup>	510		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 28 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 52 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 101 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 118 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 138 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 153 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 180 <sup>a ulev</sup>	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PCB-7 <sup>a ulev</sup>	<4		µg/kg TS	2	2	SAHM
As (Arsen) <sup>a ulev</sup>	1.2	2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Pb (Bly) <sup>a ulev</sup>	3	2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cu (Kopper) <sup>a ulev</sup>	11	2.2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cr (Krom) <sup>a ulev</sup>	22	4.4	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cd (Kadmium) <sup>a ulev</sup>	0.12	0.1	mg/kg TS	2	2	SAHM
Hg (Kvikksølv) <sup>a ulev</sup>	0.02	0.1	mg/kg TS	2	2	SAHM
Ni (Nikkel) <sup>a ulev</sup>	12	2.4	mg/kg TS	2	2	SAHM
Zn (Sink) <sup>a ulev</sup>	27	5.4	mg/kg TS	2	2	SAHM

# Rapport

Side 14 (17)

## N1915123

1UKB69ZCQZT



Deres prøvenavn	<b>PR7, 0-0,1 m Sediment</b>					
Labnummer	N00680872					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Tørrstoff (L)</b> <sup>a ulev</sup>	<b>79.4</b>	2.0	%	3	V	SUHA
<b>Monobutyltinnkation</b> <sup>a ulev</sup>	<b>1.32</b>	0.53	$\mu\text{g/kg TS}$	3	T	SUHA
<b>Dibutyltinnkation</b> <sup>a ulev</sup>	<b>1.70</b>	0.74	$\mu\text{g/kg TS}$	3	T	SUHA
<b>Tributyltinnkation</b> <sup>a ulev</sup>	<b>&lt;1</b>		$\mu\text{g/kg TS}$	3	T	SUHA

# Rapport

N1915123

Side 15 (17)

1UKB69ZCQZT



"a" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert ved ALS Laboratory Group Norway AS.

"a ulev" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert av underleverandør.

\*\*\* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Utførende laboratorium er oppgitt i tabell kalt Utf.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<b>Pakkenavn «Sedimentpakke basis»</b> Øvrig metodeinformasjon til de ulike analysene sees under
2	<b>«Sediment basispakke» Risikovurdering av sediment</b>  <b>Bestemmelse av vanninnhold og tørrstoff</b>  Metode: DS 204:1980 Rapporteringsgrense: 0,1 %  <b>Bestemmelse av Kornfordeling (&lt;63 µm, &gt;63 µm og &lt;2 µm)</b>  Metode: ISO 11277:2009 Måleprinsipp: Laserdiffraksjon Rapporteringsgrense: 0,1 %  <b>Bestemmelse av TOC</b>  Metode: EN 13137:2001 Måleprinsipp: IR Rapporteringsgrense: 0.1 % TS Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 15 %  <b>Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16</b>  Metode: REFLAB 4:2008 Rapporteringsgrenser: 10 µg/kg TS for hver individuelle forbindelse  <b>Bestemmelse av polyklorerte bifenyl, PCB-7</b>  Metode: EPA 8082, modifisert. Måleprinsipp: GC/MS/SIM Rapporteringsgrenser: 0.5 µg/kg TS for hver individuelle kongener 4 µg/kg TS for sum PCB7.  <b>Bestemmelse av metaller</b>  Metode: DS259 Måleprinsipp: ICP Rapporteringsgrenser: As(0.5), Cd(0.02), Cr(0.2), Cu(0.4), Pb(1.0), Hg(0.01), Ni(0.1), Zn(0.4) alle enheter i mg/kg TS

# Rapport

## N1915123

Side 16 (17)

1UKB69ZCQZT



Metodespesifikasjon	
3	<b>«Sediment basispakke» Risikovurdering av sediment</b>  <b>Bestemmelse av tinnorganiske forbindelser</b>  Metode: ISO 23161:2011 Deteksjon og kvantifisering: GC-ICP-SFMS Rapporteringsgrenser: 1 µg/kg TS

Godkjenner	
ELNO	Elin Noreen
SAHM	Sabra Hashimi
SUHA	Suleman Hajizada

Utf <sup>1</sup>	
T	GC-ICP-QMS Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
V	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group Norway AS, Postboks 643 Skøyen, 0214 Oslo, Norge Leveringsadresse: Drammensveien 264, 0283 Oslo, Norge
2	Ansvarlig laboratorium: ALS Denmark A/S, Bakkegårdsvej 406A, 3050 Humlebæk, Danmark

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Måleusikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet. Resultatene gjelder bare de analyserte prøvene.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)

<sup>1</sup> Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

# Rapport

Side 17 (17)

## N1915123

1UKB69ZCQZT



Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

# VEDLEGG 10



KARMSUND HAVN IKS

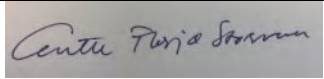
# SEDIMENTUNDERSØKELSE, HUSØY V/FLATSKJÆR

FAGRAPPORF FORURENSET SEDIMENT



ADRESSE COWI AS  
Richard Johnsens gate 12  
4021 Stavanger  
Postboks 8034  
4068 Stavanger  
TLF +47 02694  
WWW cowi.no

## Dokumentinformasjon

Tittel:	Sedimentundersøkelse, Husøy v/Flatskjer		
COWI-kontor:	COWI Stavanger  Richard Johnsens gate 12 NO-4021 STAVANGER Norway		
Oppdrag nr:	A095361	Rapportnummer	1.0
Utgivelsesdato:	14.08.18	Antall sider:	16
Tilgjengelighet:		Antall vedlegg:	3
Utarbeidet:	TKAT	Sign.	<i>Thea K.M. Aamodt</i>
Kontrollert:	SIOS	Sign.	
Godkjent:	ANFL	Sign.	
Oppdragsgiver:	Karmsund Havn IKS	Oppdragsgivers kontaktperson:	Anette Flesjø Storsveen Vidar Østerbø
Kontaktinformasjon saksbehandler:	Thea Karoline Mork Aamodt  Tlf: 915 26 846  Epost: tkat@cowi.no		
Stikkord:	Forurenset sediment, sedimentundersøkelse		

Rapport versjon:	Dato:	Signatur:
1.0	24.08.2018	<i>Thea K.M. Aamodt</i>



## INNHOOLD

1	Sammendrag	5
2	Innledning	5
3	Lokalitetsbeskrivelse	5
3.1	Planlagt utvidelse	6
3.2	Batymetri	7
4	Sedimentundersøkelse	8
4.1	Metode og vurdering av analyseresultater	9
4.2	Feltarbeid 4. juli 2018	10
4.3	Analyseresultater	15
4.4	Vurdering av sedimentundersøkelsen	18
5	Oppsummering av sedimentundersøkelsen	18
6	Konklusjon	20
7	Referanser	20

Vedlegg 1: Feltnotat Husøy

Vedlegg 2: Analyseresultater prøvetaking 4 juli

Vedlegg 3: Kornfordelingsanalyse

## 1 Sammendrag

Det er utført en sedimentundersøkelse iht. Miljødirektoratets veileder M-409|2015 i sjø ved Husøy i Karmøy kommune, omkring og mellom holmene Flatskjer og Høgevarde.

Sedimentundersøkelsen viser at store deler av undersøkelsesområdet består av hard bunn og tareskogforekomster, og at løsmasser er samlet på mindre områder eller i mindre lommer.

Det ble tatt sedimentprøver ved totalt 12 stasjoner.

I sedimentprøvene er det påvist konsentrasjoner av tungmetaller, PAH-forbindelser, PCB og TBT. Av disse er kobber, noen PAH-enkeltforbindelser og TBT påvist over toksiske effekter i noen av prøvene, som vil si tilsvarende tilstandsklasse 3 eller høyere.

Sedimentenes samlede forurensningstilstand vurderes ut fra **gjennomsnittskonsentrasjonen** av hver miljøgift i alle sedimentprøvene innenfor undersøkelsesområdet. Sedimentenes samlede innhold av noen PAH-forbindelser overskrider toksiske effekter og tiltaks mål gitt i miljødirektoratets veileder M-409|2015. Gjennomsnittskonsentrasjonen av øvrige analyserte miljøgifter er påvist under toksiske effekter. Den samlede forurensningsgraden er noe høyere på vanddyp >20 m enn på vanddyp <20 m.

## 2 Innledning

Karmsund havn ønsker å utvide dagens havneområde på Husøy i Karmøy kommune. Utvidelsen er planlagt sørover fra nåværende havn, omkring og mellom holmene Flatskjer og Høgevarde. Utvidelsen innebærer utfylling i sjø.

I planprogrammet kreves det undersøkelser av eventuelle forurensede bunnsedimenter innenfor planområdet. Rapporten fra undersøkelsen skal legges ved planforslaget når det sendes til kommunen for behandling.

Konsekvensutredningen for utvidelsen vil i tillegg referere til rapporten.

COWI AS er engasjert av Karmsund Havn IKS for å innhente sedimentprøver og klassifisere resultatene. Prøvetakingsprogrammet for sedimentundersøkelsen er utarbeidet iht. veileder M-409|2015 (Miljødirektoratet, 2015a) og analyseresultatene er klassifisert etter tilstandsklasser gitt i veileder M-608|2016 (Miljødirektoratet, 2016).

## 3 Lokalitetsbeskrivelse

Husøy i Karmøy kommune er et stort industriområde som ligger på østsiden av Karmøy, i Karmsundet, ca. 3 km sør for Karmsund bru (se Figur 1). Store deler av havneområdet ved Husøy er drevet av Karmsund havn IKS.

Havna er en kombinert trafikkhavn og fiskerihavn. Kapasiteten på havna er i dag fullt utnyttet med dagens areal, og Karmsund havn IKS ser det nødvendig å bygge ut for å imøtekomme markedet og framtidig vekst i godsmengde.



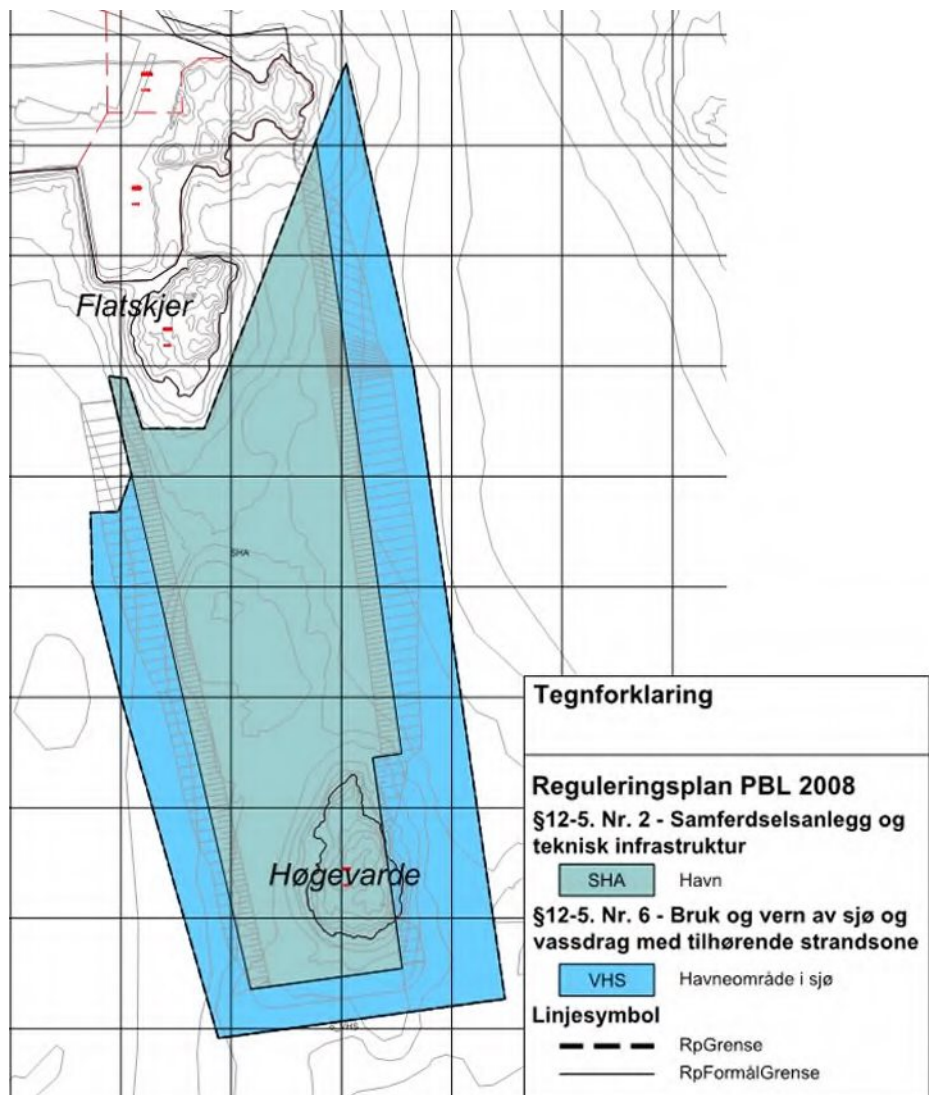
Figur 1: Oversiktskart over industri og havneområde (grønn sirkel). Havnen er planlagt å utvides sørover omkring og mellom holmene Flatskjer og Høgevarde (rødt polygon).

### 3.1 Planlagt utvidelse

Den planlagte utvidelsen skal skje sørover fra nåværende havn, omkring og mellom holmene Flatskjer og Høgevarde (se Figur 1).

Planområdet er totalt 190 000 m<sup>2</sup>. Se Figur 2. Området hvor ny havn skal bygges ut, dvs. området hvor det skal fylles ut i sjø, utgjør ca. 110 000 m<sup>2</sup> og havneområdet i sjø utgjør ca. 80 000 m<sup>2</sup>.

De planlagte utfyllingene i sjø anses ifølge miljødirektoratets veileder M-350|2015 å være et stort tiltak.



Figur 2: Plankart utvidelse av Karmsund Havn Husøy (foreløpig utkast, 26.4.2018. Plantegning utarbeidet av COWI AS).

### 3.2 Batymetri

Innenfor undersøkelsesområdet varierer vanddypet fra 0,5 m til 40 m. Det er grunnest rundt holmene og på midten av undersøkelsesområdet i nord-sør retning, og blir dypere utover i øst-vest retning.

Ca. 120 000 m<sup>2</sup> av undersøkelsesområdet har vanddyp grunnere enn 20 m, mens de resterende 70 000 m<sup>2</sup> har vanddyp større enn 20 m (se Figur 3).



Figur 3: Vanddyp innenfor undersøkelsesområdet.

#### 4 Sedimentundersøkelse

Industriområdet og havneaktiviteten ved Husøy er potensielle kilder til forurensning. I planprogrammet til utvidelsen på Husøy er det gitt krav om at forurensningssituasjonen i bunnsedimentene innenfor planområdet skal undersøkes før tiltak kan igangsettes. Dette kravet er i henhold til miljødirektoratets veileder M-350 for håndtering av sediment (Miljødirektoratet, 2015b) når utfylling i sjø skal utføres på et tiltaksområde  $>30\ 000\ m^2$  (store tiltak).



Sedimentundersøkelsen skal omfatte hele området hvor ny havn skal etableres (totalt 190 000 m<sup>2</sup>).

Funnene fra sedimentundersøkelsen skal inkluderes i konsekvensutredningen for utvidelsen.

#### 4.1 Metode og vurdering av analyseresultater

Metode for prøvetaking og analysing av miljøgiftkonsentrasjon i sedimenter er beskrevet i kapittel 3 – Risikovurdering Trinn 1 i Miljødirektoratets veileder M-409|2015 - Risikoveileder for forurenset sediment (Miljødirektoratet, 2015a).

I områder som er grunnere enn 20 m skal hver sedimentstasjon representere maksimum 10-000 m<sup>2</sup> bunn. I områder dypere enn 20 m skal hver sedimentstasjon representere maksimum 40 000 m<sup>2</sup> bunn. Sedimentprøver fra hver stasjon sammenstilles som en blandprøve av 4 parallelle enkeltprøver tatt i tilfeldig posisjon innenfor arealet for stasjonen. Alle analyser utføres på denne blandprøven. Prøvetakingen bør dekke det øvre, biologisk aktive laget av sedimentet, som i de fleste tilfeller ligger innenfor de øvre 0-10 cm.

Miljøgiftkonsentrasjonene i hver sedimentprøve klassifiseres etter grenseverdier gitt i kapittel 2.3 i veileder M-608|2016 (Miljødirektoratet, 2016). Unntaket er miljøgiften tributyltin (TBT) som klassifiseres etter de forvaltningsmessige grenseverdiene fra miljødirektoratets tidligere veileder TA-2229 (Statens forurensningstilsyn, 2007). En beskrivelse av tilstandsklasser er gitt i Tabell 1. Den gjennomsnittlige miljøgiftkonsentrasjonen i alle sedimentprøvene sammenlagt sammenlignes deretter med grenseverdier for trinn 1 i M-409|2015. Trinn 1 grenseverdier representerer grenseverdiene for økologiske effekter ved kontakt med sedimentet. For de fleste miljøgiftene er dette grenseverdien mellom tilstandsklasse 2 og tilstandsklasse 3. Unntaket er TBT hvor grenseverdien for tilstandsklasse 4, 35 µg/kg, benyttes inntil videre (Miljødirektoratet, 2015a). Gjennomsnittsnivåene av miljøgifter skal sammenlignes med grenseverdien, ikke maksimumsnivået. Dette er fordi det er området samlete forurensningstilstand man vurderer, ikke bare forurensningen fra et enkelt punkt.

Tabell 1: Klassifisering av vann og sediment, tilstandsklasse 1 til 5. Fra veileder M608/2016 (Miljødirektoratet, 2016).

I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtids-eksponering	Akutt toksiske effekter ved kort-tidseksposering	Omfattende toksiske effekter
Øvre grense: bakgrunn	Øvre grense: AA-QS, PNEC	Øvre grense: MAC-QS, PNEC <sub>akutt</sub>	Øvre grense: PNEC <sub>akutt</sub> * AF <sup>1)</sup>	

Denne rapporten omfatter kun en beskrivelse av dagens forurensningstilstand i bunnsedimentene på tiltaksområdet. Anbefalinger for overvåking og avbøtende tiltak under gjennomføring av tiltaket er ikke en del av denne rapporten.

## 4.2 Feltarbeid 4. juli 2018

Sedimentundersøkelsen ble utført 4. juli 2018 av miljørådgiver Thea Aamodt fra COWI AS med hjelp av båtfører Erik Eikje fra enkeltmannsforetaket Ognøysjefen.

Se vedlegg 1 for fullstendig feltnotat med beskrivelse av løsmasser og observasjoner. Under følger et sammendrag.

Det ble benyttet ekkolodd under feltarbeidet for å finne fram til steder med finkornede/bløte sedimenter. Ifølge ekkoloddundersøkelsen består området for det meste av hard bunn med løsmasser samlet i mindre områder eller lommer.

Sedimentprøvene ble tatt ved bruk av standard Van Veen grabb (0,1 m<sup>2</sup>). Iht. Miljødirektoratets veileder M-409|2015 "Risikovurdering av forurenset sediment" (Miljødirektoratet, 2015a) ble det basert på områdets areal planlagt å ta sedimentprøver i totalt 16 stasjoner (se Figur 4). 12 prøver var planlagt i området grunnere enn 20 m og 4 prøver var planlagt i området dypere enn 20 m.

Pga. mislykkede grabbskudd ble noen planlagte stasjoner flyttet eller kansellert i felt. Flyttingen av stasjon 12, 14 og 16 var vellykket og det var mulig å få opp løsmasser på de nye plasseringene. Stasjon 1, 2, 4 og 6 ble kansellert fordi grabbskuddene enten var tomme, inneholdt kun tare (Figur 6), eller fordi det var lite løsmasser som kun bestod av grove skjellrester og steiner som ikke egner seg til kjemisk analyse. Alle de kansellerte stasjonene var innenfor området <20 m. Se delkapittel 4.4 Vurdering av sedimentundersøkelsen.

Av de 16 planlagte stasjonene var totalt 12 stasjoner vellykket, 8 stasjoner innenfor området <20 m og 4 stasjoner innenfor området >20 m. Se Tabell 2 og Figur 5 for endelig plassering av sedimentstasjonene.

Løsmassene i området varierte med dybde og lokasjon. På området grunnere enn 20 m (stasjon 3-12), og på området dypere enn 20 m på vestlig del av undersøkelsesområdet (stasjon 14 og 16), bestod løsmassene for det meste av fin til grovkornet, lys sand blandet med mørkgrå mudder. Sanden var ofte skjellsand, som vil si at den bestod av knuste/delvis nedbrutte skjellrester fra marine organismer. Som regel var sedimentlaget bygget opp på følgende måte: Grov sand/skjellsand og større skjellrester øverst, etterfulgt av finere sand/skjellsand blandet med mudder (Figur 7 og Figur 8). På området dypere enn 20 m på østlige del av undersøkelsesområdet (stasjon 13 og 15) bestod løsmaterialet for det meste av fint/bløtt, mørkgrå mudder (Figur 8).

Fra hver sedimentstasjon ble det også tatt ut en liten del sedimenter til å lage én 11 liters blandprøve av sedimenter fra området <20 m og én 11 liters blandprøve av sedimenter fra området >20 m. Disse blandprøvene oppbevares hos COWI Stavanger inntil 6 mnd. etter feltarbeidet og kan sendes til analyse dersom toksisitetstester e.l. anses nødvendig på et senere tidspunkt.

Det ble observert sterke strømmer i området under feltarbeidet. I tillegg var det mye båttrafikk fra større skip som danskebåten MS Stavangerfjord, kystvakten og transportlektere, og fra mindre fritidsbåter.



Figur 4: Planlagt plassering av sedimentstasjoner.



Figur 5: Endelig plassering på sedimentstasjoner. Stasjon 12 og 16 måtte flyttes noe utenfor undersøkelsesområdet for å få vellykkede grabbskudd.

Tabell 2: Plassering og gjennomsnittlig vandndyp på endelige sedimentstasjoner (koordinater i UTM32, EUREF89).

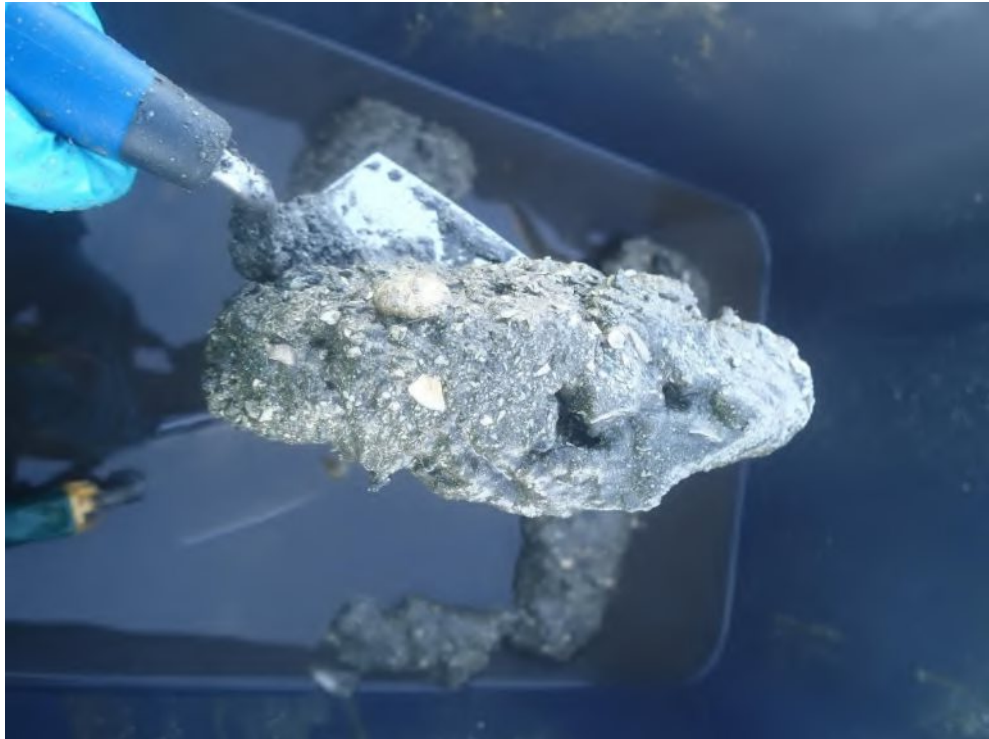
Navn	x coord	y coord	Deg. Dec. minutes E	Deg. Dec. minutes N	Dyp (m)
3	290329,86	6583452,15	5 18,788704	59 20,25602	16
5	290330,59	6583352,1	5 18,79582	59 20,202027	16
7	290329,64	6583217,71	5 18,804235	59 20,130214	10,5
8	290403,3	6583189,74	5 18,880774	59 20,119093	18
9	290333,96	6583116,47	5 18,813361	59 20,077189	12,5
10	290318,68	6582950,45	5 18,807409	59 19,98613	11,5
11	290513,32	6583012,76	5 19,010091	59 20,02637	19
12	290493,50	6582911,60	5 18,994	59 19,971	17
13	290418,91	6583502,72	5 18,880537	59 20,285823	35
14	290225,92	6583330,00	5 18,688	59 20,188	25,5
15	290465,33	6583233,35	5 18,944556	59 20,143861	26
16	290223,31	6583077,21	5 18,700	59 20,052	27



Figur 6: Tare i grabbskudd fra stasjon 1.



Figur 7: Fra stasjon 9. Fin-medium skjellsand blandet med mudder. Noe sjøgress i grabbskuddet.



Figur 8: Fra stasjon 16. Grov skjellsand og mye skjellrester blandet med mudder.



Figur 9: Fra stasjon 13. Fin-medium sand blandet med mørkgrå mudder. Noe skjellrester.

### 4.3 Analyseresultater

Totalt 12 sedimentprøver ble sendt inn til ALS Laboratory Group Norway AS for analyse. Sedimentprøvene ble analysert for parametere gitt i trinn 1 i veileder M409|2015 (Miljødirektoratet, 2015a) : fysiske karakteristikk som vanninnhold, sand-, silt- og leirinnhold, og tungmetaller (Hg, Cd, Pb, Cu, Cr, Zn, Ni, As), Polysykliske aromatiske hydrokarboner (16 PAH-forbindelser), Polyklorerte bifenyl (PCB), Tributyltinn (TBT) og total organisk karbon (TOC). Laboratoriet er akkreditert for samtlige parametere.

Analyseresultatene på sedimentprøvene er presentert i Tabell 3. For analyseresultater av miljøgifter under deteksjonsgrensen er det satt inn halve deteksjonsgrensen som konsentrasjon i beregningen, slik det er anbefalt i M-409. Fullstendig analyserapport fra laboratoriet er gitt i vedlegg 2 og 3. Vurdering og karakterisering av miljøgiftkonsentrasjonene er beskrevet i avsnitt 4.1. Konsentrasjoner av miljøgifter som tilsvarende tilstandsklasse 3 eller høyere har økologisk toksiske effekter. Under følger en gjennomgang av resultatene.

Tabell 3 viser at alle sedimentene i tiltaksområdet er forurenset av forskjellige miljøgifter.

Kobber, flere PAH-enkeltforbindelser og TBT er påvist over toksiske effekter som vil si tilsvarende tilstandsklasse 3 eller høyere.

Tungmetaller er påvist i alle sedimentprøvene. Kobber er påvist med toksiske effekter i sedimentprøven fra stasjon 7, mens både gjennomsnittskonsentrasjonen for hele området og de resterende sedimentprøver har kobberverdier tilsvarende tilstandsklasse 2 eller lavere, dvs. ingen toksiske effekter. Resterende analyserte tungmetaller er påvist i konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 2 eller lavere i alle sedimentprøvene.

PAH er påvist i alle sedimentprøvene. Alle sedimentprøvene har verdier av én eller flere PAH-enkeltforbindelser tilsvarende tilstandsklasse 3 eller høyere, som vil si over toksiske effekter. De laveste konsentrasjonene finnes i prøvene fra stasjon 3 og 8, og de høyeste konsentrasjonene finnes i prøvene fra stasjon 13, 14 og 16. Også gjennomsnittskonsentrasjonen for flere PAH-enkeltforbindelser ligger over toksiske effekter.

TBT er påvist i alle sedimentprøver. Konsentrasjonen er tilsvarende tilstandsklasse 3 i prøvene fra stasjon 5, 7, 13, 14 og 16. I sedimentprøvene fra stasjon 3 og 10 er konsentrasjonen tilsvarende tilstandsklasse 2, mens i sedimentprøvene fra stasjon 8, 9, 11, 12 og 15 er konsentrasjonen under deteksjonsgrensen på 1 µg/kg TS, som vil si at nøyaktig konsentrasjon ikke er kjent. Verdier under 1 µg/kg TS tilsvarer tilstandsklasse 1. Gjennomsnittskonsentrasjonen av TBT for hele området er tilsvarende tilstandsklasse 2, altså under toksiske effekter.

PCB er påvist i alle prøvene. Konsentrasjonen var under deteksjonsgrense, 4 µg/kg TS, i samtlige prøver som vil si at nøyaktig konsentrasjon ikke er kjent. Halve deteksjonsgrensen, verdi 2 µg/kg TS, ble satt inn i tabellen som veilederen anbefaler. Verdier av PCB opp til 4,1 µg/kg TS tilsvarer tilstandsklasse 2.

TOC-innholdet i prøvene varierer fra 0,73% til 6,3%. Innholdet er lavest i sedimentprøven fra stasjon 8 og høyest i sedimentprøven fra stasjon 12.



Tabell 3: Analyseresultater fra sedimentprøvene. Fargelegging etter tilstandsklasser i veileder M-608|2016 (Miljødirektoratet, 2016).

PARAMETER	Enhet	Stasjon													Statistikk			M409/2015 Grenseverdi
		3	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Antall	Høyeste påviste	Gj. snitt	Trinn 1 grenseverdi	
Tørrstoff (DK)	%	69,3	68,7	65,2	68,9	64,6	78,4	64,8	66,2	54,6	63,3	75,2	87,9	12	87,9	68,93		
Vanninnhold	%	30,7	31,3	34,8	31,1	35,4	21,6	35,2	33,8	45,4	36,7	24,8	12,1	12	45,4	31,08		
Korn.str >63 µm	%	96,6	93,2	97,1	96,9	95,3	93,6	97,1	95,9	89,2	92,1	92,5	90,6	12	97,1	94,18		
Korn.str <2 µm	%	0,1	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,4	0,3	0,4	0,3	12	0,4	0,23		
<b>TUNGMETALLER</b>																		
Arsen, As	mg/kg TS	4,4	4,1	8,7	2	1,8	2,5	1	6,7	11	8,1	0,6	4,1	12	11	4,58	18	
Bly, Pb	mg/kg TS	7	5	13	3	2	6	4	13	18	11	2	7	12	18	7,58	150	
Kadmium, Cd	mg/kg TS	0,07	0,06	0,28	0,09	0,2	0,03	0,16	0,1	0,51	0,2	0,03	0,05	12	0,51	0,15	2,5	
Kobber, Cu	mg/kg TS	52	11	180	49	6,8	7,2	12	20	22	17	27	12	12	180	34,67	84	
Krom, Cr	mg/kg TS	9,4	10	6,6	18	12	15	11	22	9,7	14	6,2	14	12	22	12,33	660	
Kvikksølv, Hg	mg/kg TS	0,01	0,005	0,01	0,005	0,02	0,02	0,03	0,01	0,06	0,02	0,005	0,04	12	0,06	0,02	0,52	
Nikkel, Ni	mg/kg TS	6,1	4,1	5,8	8	5	8	6	11	7,8	7,7	4	8,3	12	11	6,82	42	
Sink, Zn	mg/kg TS	42	19	86	38	21	19	21	28	49	33	27	23	12	86	33,83	139	
<b>PAH-FORBINDELSER</b>																		
Naftalen	mg/kg TS	0,01	0,017	0,023	0,01	0,011	0,01	0,011	0,019	0,028	0,021	0,012	0,014	12	0,028	0,02	0,027	
Acenaftylen	mg/kg TS	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,011	0,01	0,01	0,01	12	0,011	0,01	0,033	
Acenaften	mg/kg TS	0,01	0,01	0,018	0,01	0,015	0,016	0,018	0,01	0,03	0,021	0,01	0,024	12	0,03	0,02	0,096	
Fluoren	mg/kg TS	0,01	0,01	0,016	0,01	0,015	0,012	0,013	0,014	0,01	0,013	0,01	0,015	12	0,016	0,01	0,15	
Fenantren	mg/kg TS	0,018	0,01	0,1	0,032	0,068	0,091	0,082	0,077	0,16	0,12	0,055	0,12	12	0,16	0,08	0,78	
Antracen	mg/kg TS	0,01	0,01	0,026	0,01	0,011	0,025	0,016	0,028	0,091	0,032	0,019	0,032	12	0,091	0,03	0,0046	
Fluoranten	mg/kg TS	0,038	0,031	0,19	0,064	0,15	0,17	0,14	0,11	0,26	0,21	0,093	0,21	12	0,26	0,14	0,4	
Pyren	mg/kg TS	0,033	0,028	0,16	0,058	0,13	0,16	0,12	0,094	0,23	0,2	0,082	0,2	12	0,23	0,12	0,084	
Benzo(a)antracen	mg/kg TS	0,021	0,01	0,12	0,042	0,1	0,12	0,087	0,07	0,18	0,16	0,088	0,16	12	0,18	0,10	0,06	
Krysen	mg/kg TS	0,028	0,011	0,15	0,052	0,12	0,14	0,099	0,082	0,29	0,19	0,11	0,19	12	0,29	0,12	0,28	
Benzo(b)fluoranten	mg/kg TS	0,044	0,069	0,29	0,1	0,21	0,28	0,15	0,16	0,42	0,45	0,18	0,42	12	0,45	0,23	0,14	
Benzo(k)fluoranten	mg/kg TS	0,026	0,01	0,099	0,031	0,072	0,097	0,06	0,056	0,19	0,17	0,067	0,13	12	0,19	0,08	0,135	
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,04	0,041	0,17	0,053	0,12	0,18	0,095	0,1	0,27	0,24	0,1	0,24	12	0,27	0,14	0,183	
Indeno(1,2,3,cd)pyren	mg/kg TS	0,044	0,065	0,15	0,052	0,12	0,15	0,077	0,096	0,25	0,23	0,081	0,21	12	0,25	0,13	0,063	
Dibenzo(a,h)antracen	mg/kg TS	0,019	0,033	0,04	0,01	0,029	0,037	0,029	0,031	0,1	0,054	0,028	0,058	12	0,1	0,04	0,027	
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TS	0,057	0,06	0,2	0,07	0,15	0,19	0,083	0,13	0,29	0,3	0,1	0,27	12	0,3	0,16	0,084	
Sum PAH(16)	mg/kg TS	0,37	0,36	1,8	0,56	1,3	1,7	1,1	1,1	2,8	2,4	1	2,3	12	2,8	1,40	2	
<b>ANDRE STOFFER</b>																		
Sum PCB 7	ug/kg TS	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	12	2	2,00	4,1	
Tributyltinn	µg/kg TS	1,29	11	7,41	0,5	0,5	1,26	0,5	0,5	11,8	6,34	0,5	7,03	12	11,8	4,05	35	
TOC	% TS	4,8	3,4	5	0,73	2,3	1,5	3,8	6,3	3,5	5,1	2,5	2,2	12	6,3	3,43		

### 4.3.1 Kornfordeling

Kornfordelingsanalysene viser at prøvene er dominert av sand (90-97%), etterfulgt av silt (3-10 %) (se vedlegg 3). I alle prøvene er det lavt innhold av leire (0,1-0,4%). Andelen silt og leire er høyest i sedimentprøvene fra stasjonene med vanddyp over 20 m (stasjon 13-16).

## 4.4 Vurdering av sedimentundersøkelsen

Det ble tatt 4 sedimentprøver mindre enn hva veilederen anbefaler på området grunnere enn 20 m. Veilederens anbefalinger baserer seg på at hele bunnområdet er dekket av løsmasser. Feltundersøkelsen fra dette området viser at store deler av bunnområdet består av hard bunn eller tareskog hvor det ikke ligger løsmasser. Det vil si at bunnområdet som er dekket av løsmasser er mindre enn det totale arealet av området, og det endelige antallet sedimentasjoner på området grunnere enn 20 m vurderes derfor å være tilstrekkelig for å undersøke sedimentenes forurensningsgrad.

Iht. metoden beskrevet i veileder M409|2015 skal hver sedimentprøve bli sammenstilt som en blandprøve av 4 parallelle enkeltprøver tatt i tilfeldig posisjon innenfor hver stasjon. Pga. mangel på finkornede sedimenter, som gjorde det vanskelig å få til vellykkede grabbskudd, ble blandprøven ved stasjon 5 og stasjon 7 sammenstilt av færre enkeltprøver enn hva veilederen anbefaler. Representativiteten til akkurat disse to sedimentprøvene kan derfor diskuteres. Men, med unntak av kobber i tilstandsklasse 5 i prøven fra stasjon 7, varierer ikke resultatene i disse to prøvene mye fra de andre stasjonene. Og selv om sedimentprøven fra stasjon 7 ble fjernet ville gjennomsnittskonsentrasjonen på kobber likevel vært tilsvarende tilstandsklasse 2. De to prøvene anses derfor å være representative for området.

Veilederen sier også at hver blandprøve burde dekke det biologisk aktive laget av sedimentene, som vanligvis ligger innenfor 0-10 cm. Pga. varierende tilgang på finkornede sedimenter i dette området varierte det fra stasjon til stasjon hvor dypt grabben kom ned i sedimentet. På steder hvor lagdelingen bestod av grov skjellsand og større skjellrester øverst, over finere sand blandet med mudder, kom grabbskuddet vanligvis 2-6 cm ned i sedimentlaget. På de dypeste områdene hvor løsmaterialet bestod av finere sand og fint/bløtt mudder kom grabbskuddet ned til 10 cm dyp i sedimentlaget. Til tross for variasjon i hvor dypt grabben kom ned i sedimentet er det ikke store forskjeller i analyseresultatene mellom de enkelte sedimentstasjonene, og det vurderes at alle sedimentprøvene kan benyttes til å vurdere områdets samlede forurensningsgrad.

## 5 Oppsummering av sedimentundersøkelsen

Sedimentundersøkelsen viser at store deler av undersøkelsesområdet består av hard bunn og tareskogforekomster, og at løsmasser er samlet på mindre områder eller i mindre lommer. Det var lettere å finne områder med løsmasser på de dypere delene av undersøkelsesområdet (>15-20 m) og/eller på områdene lengst borte fra land.

Karakteristikker på løsmassene i området varierte med dybde og lokasjon. Rundt Flatskjer, fra sørsiden rundt på østsiden og nordover, bestod løsmassene kun av grove skjellrester og steiner som ikke egner seg til kjemisk analyse. På resterende deler av området grunnere enn 20 m og på området dypere enn 20 m på vestlig del av undersøkelsesområdet, bestod løsmassene for det meste av grov sand/skjellsand og større skjellrester øverst, etterfulgt av finere sand/skjellsand blandet med mudder. På området dypere enn 20 m på østlig del av undersøkelsesområdet bestod løsmaterialet for det meste av fint/bløtt, mørkgrå mudder.

Det er påvist konsentrasjoner av tungmetaller, PAH-forbindelser, PCB og TBT i alle sedimentprøvene. Av disse er kobber, noen PAH-enkeltforbindelser og TBT i enkeltprøver påvist over toksiske effekter, som vil si tilsvarende tilstandsklasse 3 eller høyere. Resterende miljøgifter er kun påvist som tilstandsklasse 2 eller lavere, dvs. ingen toksiske effekter.

Sedimentenes samlede forurensningstilstand vurderes ut fra **gjennomsnittskonsentrasjonen** av hver miljøgift i alle sedimentprøvene innenfor undersøkelsesområdet. Gjennomsnittskonsentrasjonen av noen PAH-enkeltforbindelser er påvist i tilstandsklasse 3 og 4, og overskrider dermed grenseverdiene gitt i trinn 1 av risikoveilederen for forurenset sediment (Miljødirektoratet, 2015a). Dette gjelder antracen, pyren, benzo(a)antracen, benzo(b)fluoranten, indeno(1,2,3,cd)pyren, dibenzo(a,h)antracen og benzo(g,h,i)perylene. Gjennomsnittskonsentrasjonen av de øvrige analyserte miljøgiftene er lavere enn grenseverdien, som vil si tilstandsklasse 2 eller lavere.

I aktive havner hvor tilførsel fra landbaserte kilde ikke er stoppet og næring og industri skal kunne opprettholdes benyttes vanligvis øvre grense av tilstandsklasse 3 som tiltaks mål på bunnsedimentenes forurensningstilstand. TBT utgjør igjen et unntak, hvor grenseverdi på 35 µg/kg TS beholdes inntil videre (Miljødirektoratet, 2015a). Havna ved Husøy er en slik aktiv havn, og så lenge aktiviteten vedvarer burde tiltaks målet være at bunnsedimentenes samlede forurensede tilstand ikke skal overskride tilstandsklasse 3 for de fleste miljøgifter, og 35 µg/kg TS for TBT. Det vil si at per i dag så er tiltaks målet kun overskredet for de PAH-enkeltforbindelsene som er påvist i konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 4. Det vil si benzo(b)fluoranten, indeno(1,2,3,cd)pyren, og benzo(g,h,i)perylene.

Analyseresultatene viser at forurensningsgraden, med unntak av kobber i tilstandsklasse 5 i stasjon 7, er relativt lik på hele undersøkelsesområdet. Forurensningsgraden er likevel samlet sett noe høyere i sedimentprøvene tatt på vanddyp >20 m (stasjon 13-16) enn i prøvene tatt på vanddyp <20 m (stasjon 3-12). Dette skyldes trolig mindre bevegelse i vannmassene på vanddyp større enn 20 m som igjen fører til mindre oppvirvling av sedimenter. Forurensede sedimenter får da tid til å akkumulere over tid. Ifølge kornfordelingsanalysen er innholdet av silt og leire høyere på vanddyp >20 m som også tyder på et roligere avsetningsmiljø.

## 6 Konklusjon

Totalt sett finnes det lite finkornede sedimenter innenfor undersøkelsesområdet. Mengden løsmasser, og andelen finkornede sedimenter, øker med vanddyp og avstand fra land.

Sedimentenes samlede innhold (gjennomsnittsinhold) av noen PAH-enkeltforbindelser overskrider toksiske effekter og tiltaks mål gitt i miljødirektoratets veileder M-409|2015. Gjennomsnittskonsentrasjonen av øvrige analyserte miljøgifter er påvist under toksiske effekter. Den samlede forurensningsgraden er noe høyere på vanddyp >20 m enn på vanddyp <20 m.

Under utfylling undersøkelsesområdet for etablering av ny havn, er det fare for oppvirvling og spredning av finkornede, forurensede sedimenter i særlig de dypere områdene. Under utfyllingen må passende tiltak iverksettes for å overvåke og hindre spredning av forurensede, finkornede sedimenter, dette gjelder både på vanddyp grunnere enn 20 m og på vanddyp større enn 20 m.

## 7 Referanser

Miljødirektoratet, 2015a. *Veileder M-409 | 2015 - Risikovurdering av forurenset sediment*, s.l.: s.n.

Miljødirektoratet, 2015b. *Veileder for håndtering av sediment - revidert 25. mai 2018*, s.l.: s.n.

Miljødirektoratet, 2016. *Veileder M-608 | 2016 - Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota*, s.l.: s.n.

Statens forurensningstilsyn, 2007. *Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter*, s.l.: s.n.

# VEDLEGG 11



KARMØY KOMMUNE


# TILTAKSPLAN UTFYLLING I SJØ PÅ HUSØY, KARMØY



## Dokumentinformasjon

ADRESSE COWI AS  
 Postboks 2422  
 5824 Bergen  
 TLF +47 02694  
 WWW cowi.no

Tittel:	Tiltaksplan i forurenset sjøbunn på Husøy, Karmøy		
COWI-kontor:	Bergen, Postboks 2422, 5824 Bergen		
Oppdrag nr:	A088132	Rapportnummer	02
Utgivelsesdato:	29.08.2017	Antall sider:	13
Tilgjengelighet:	Åpen	Antall vedlegg:	0
Utarbeidet:	Bjørn Kvisvik	Sign.	
Kontrollert:	Arve Misund	Sign.	
Godkjent:		Sign.	
Oppdragsgiver:	Karmøy kommune	Oppdragsgivers kontaktperson:	
Kontaktinformasjon saksbehandler:	Anja Urdal Vinje, <a href="mailto:AUV@COWI.com">AUV@COWI.com</a> , +47 930 87 377		
Stikkord:	Tiltaksplan, utfylling i sjø		
Foto på forside:	Forsidebildet viser et flyfoto over tiltaksområdet (geodata.online.no)		

Rapport versjon:	Dato:	Signatur:
01	29.08.2017	

## INNHOOLD

Sammendrag	4
1 Innledning	5
1.1 Formål	5
2 Områdebeskrivelse	6
3 Resultater	7
3.1 Prøvetaking og analyser	8
4 Tiltaksvurdering	9
4.1 Område 2 – Stutøya	9
4.2 Område 3 – Flatskjer	10
4.3 Overvåkingsplan	11
5 Referanser	12



## Sammendrag

Karmøy kommune planlegger en utvidelse av kaiområdet på Husøy, gnr. 86, bnr. 23, Karmøy kommune. Tiltaket krever at det fylles ut i sjø, noe som er søknadspliktig til Fylkesmannen i Rogaland etter forurensningsloven § 11, jf. § 16 og forurensningsforskriften § 22-6.

Sjøsedimentene i tiltaksområdet er undersøkt og viser at det er overskridelser av 6 PAH-forbindelser i forhold til M-409/2015, Risikovurdering av forurenset sjøbunn.

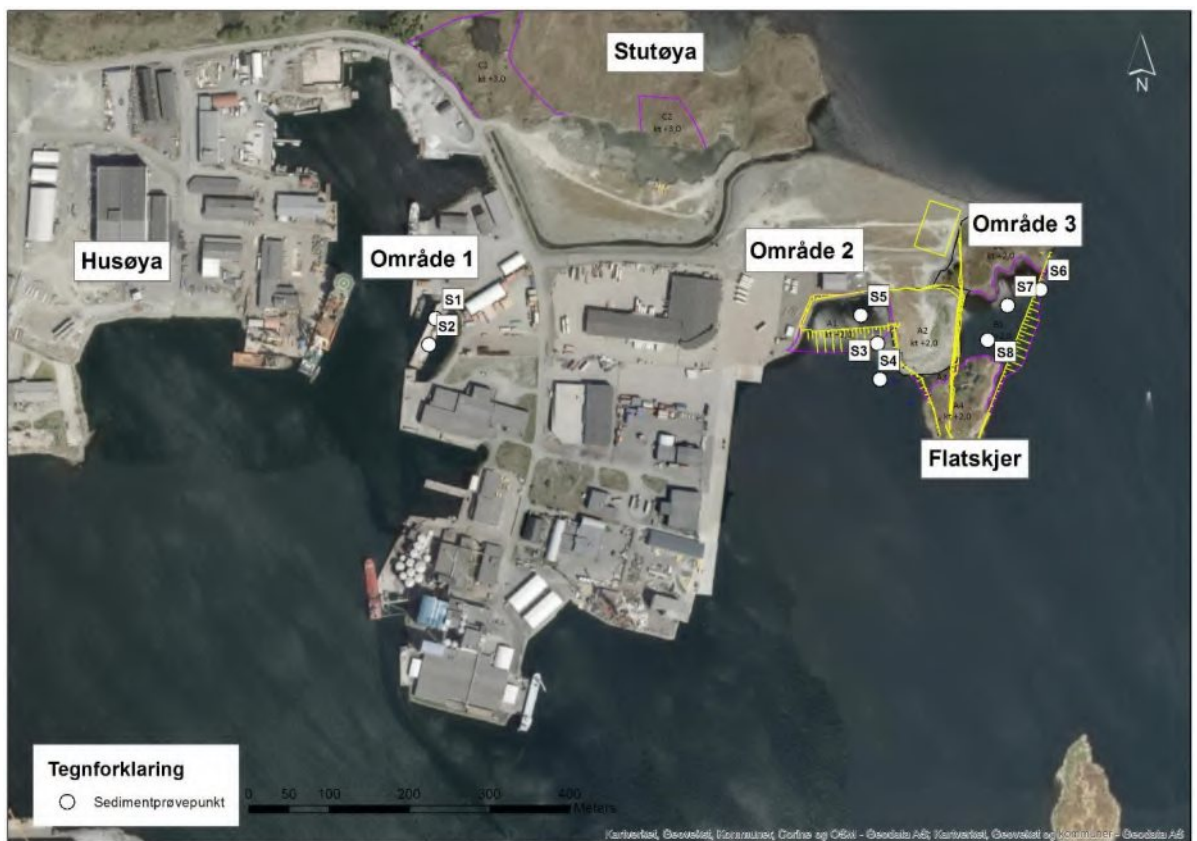
Det er laget en tiltaksplan som anbefaler at område 2 dekkes til med et tynt lag sand for å stabilisere massene før området fylles ut for å unngå spredning av forurenset sjøbunn. Tiltaket overvåkes med turbiditetslogger og sedimentfeller.

Område 3 er mer utsatt for vær og vind og er nærmere et område med forekomster av tang som ikke bør tilføres slam fra utfyllingen. I dette området anbefales det at tiltaket overvåkes med turbiditetsloggere og sedimentfeller og grenseverdien for turbiditet kan stanse utfyllingsarbeidet ved overskridelse.

# 1 Innledning

Karmøy kommune planlegger en utvidelse av kaiområdet på Husøy, gnr. 86, bnr. 23, Karmøy kommune. Tiltaket krever at det fylles ut i sjø, noe som er søknadspliktig til Fylkesmannen i Rogaland etter forurensningsloven § 11, jf. § 16 og forurensningsforskriften § 22-6. Søknaden om utfylling i sjø krever at en kjenner til forurensningsgraden av sedimentene, og det er tidligere utført en miljøteknisk undersøkelse av sjøsedimenter (Multiconsult, 2017).

COWI AS har fått i oppdrag å utarbeide en tiltaksplan i forbindelse med utfylling i sjøområde 2 og 3 (Figur 1). Vurderingene tar utgangspunkt i M-409/2015, Risikovurdering av forurenset sjøbunn (Miljødirektoratet, 2015) og M-350/2015, Håndtering av sedimenter (Miljødirektoratet, 2015).



Figur 1. Kartet viser de 3 områdene som dannet utgangspunkt for sediment undersøkelsen. Prøvepunktene er markert med navnene S1-S8.

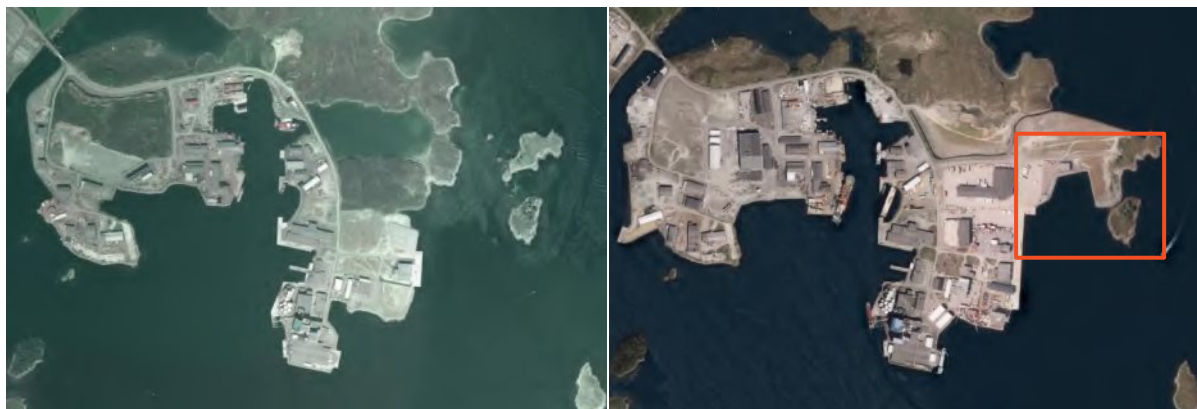
## 1.1 Formål

Formålet med tiltaket er å utvide havneområdet ved å fylle ut et sjøområde på ca. 19000 m<sup>2</sup> som består av Område 2-Stutøya og Område 3-Flatskjer (se Figur 1). Tiltaksområdet har et sjødyp på mellom 0-15 m og er i dag regulert som havn. Ca. 114000 m<sup>3</sup> prosjekterte faste masser skal brukes til utfyllingen. Det er utført analyser på lokale bergarter bestående av grønnstein/grønnskifer for å sikre at massene ikke medfører fare for miljøet (COWI, 2017), og disse lokale sprengsteinsmassene skal benyttes til utfyllingen.

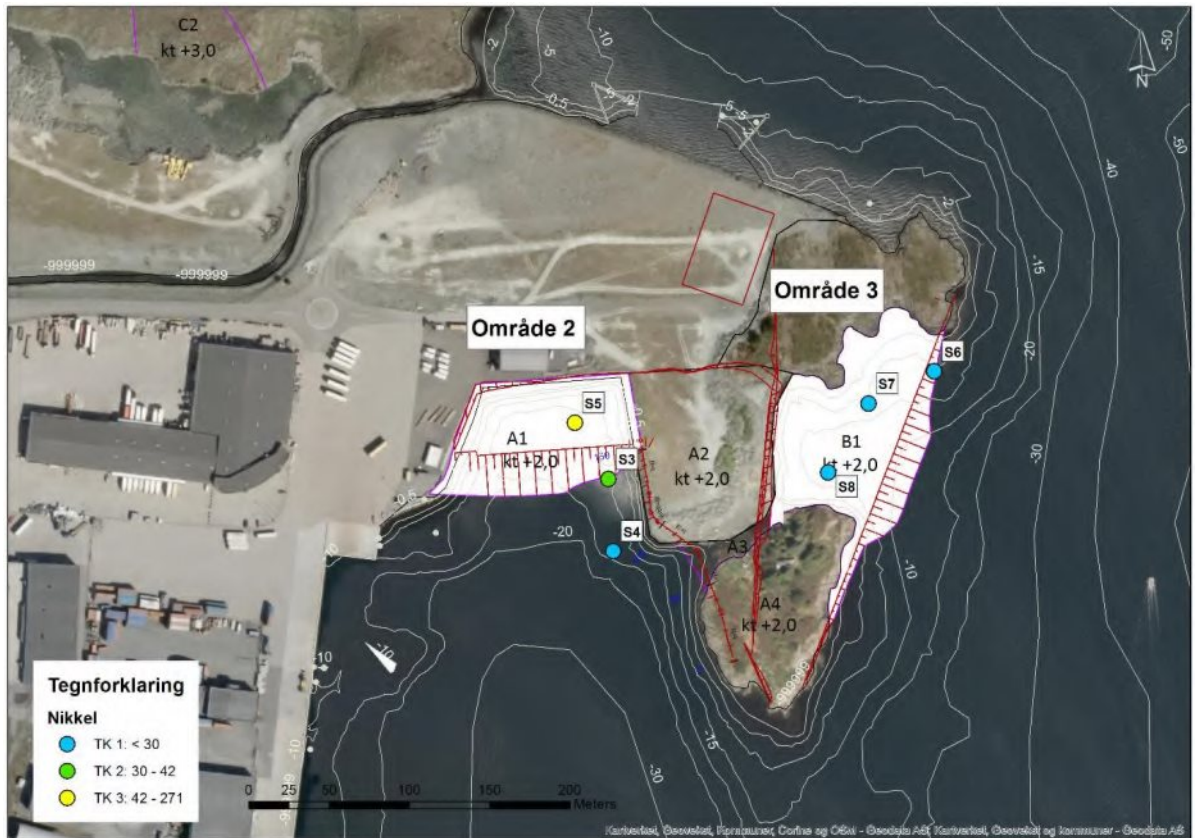
Størrelsen på utfyllingen er etter M-409/2016 (Miljødirektoratet, 2015) ansett som et mellomstort tiltak som ikke krever risikovurdering Trinn 2, men miljøgiftinnholdet i sedimentene skal sammenlignes med grenseverdiene for Trinn 1 i veilederen. I forbindelse med utfylling av sprengsteinsmasser på forurenset sjøbunn må det tas hensyn til om dette vil medføre spredning av forurensning til potensielt sårbare resipienter, og om det eventuelt skal gjøres tiltak for å forhindre dette.

## 2 Områdebeskrivelse

Havneområdet på Husøy ligger på Karmøy og har i hovedsak blitt utbygget i løpet av de siste 20 årene (Figur 2). Tiltaksområdet dekket opprinnelig område 1 og 2 hvor det ble sendt inn søknad om tiltak til Fylkesmannen i januar 2017. I ettertid har område 3 kommet til i prosjektet, hvor av det ble sendt inn en ny søknad i juni 2017. Område 1 er nå ikke lenger med i kommunens utbyggingsplan, og det omsøkte arealet er vist i Figur 2 og Figur 3.



Figur 2. Flyfotoet til venstre er fra 2002, mens det til høyre er fra 2013. Område 2 og 3 ligger innenfor rød markering i bildet til høyre.



Figur 3. Kartet viser prosjertert utfyllingsområder for område 2 og 3, og tilstandsklassen for nikkel ved lokalitetene for de analyserte sedimentprøvene. Kotene viser dypene -0,5m, -2m, -5m, -10m, -15m, -20m, -30m, -40m og -50m.

### 3 Resultater

Sedimentene i hele området er sandige med lavt innhold av leire. I område 2 er det høyere andel silt enn i område 1 og 3. Organisk innhold (TOC) er lavt, og vanninnholdet i prøvene var ca. 30 %.

Tabell 1. Fysiske parametere fra analysene av sedimentprøvene (Multiconsult, 2017).

	Område 1		Område 2			Område 3		
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
PrøveID	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Dybde (cm)	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10
Kote (LAT)	-9	-13	-10	-9	-10	-3	-4	-7
Tørrstoff	73	71	71	73	69	71	68	62
Andel vann	27	29	29	27	31	29	32	38
TOC	2,3	1,7	1,0	1,6	0,7	0,9	0,9	1,0
Kornstørrelse >63 µm	91,9	84,4	72,6	81,9	47,5	97,6	97,8	92,4
Kornstørrelse <63 µm	8,1	15,6	27,4	18,1	52,5	2,4	2,2	7,6
Kornstørrelse <2 µm	0,2	0,4	0,5	0,4	1,0	0,1	0,1	0,2

### 3.1 Prøvetaking og analyser

Resultatene viste at sjøsedimentene er forurenset av nikkel opp til tilstandsklasse III, PAH-forbindelser i tilstandsklasse III til IV og TBT i tilstandsklasse V (Miljødirektoratet, 2016).

Prøvestasjon S5 var eneste stasjon som var over akseptverdien til Trinn 1 (Miljødirektoratet, 2015) mht. metaller (Tabell 2).

Akseptverdier for Trinn 1 etter M-409/2015, Risikovurdering av forurenset sjøbunn, er vist i Tabell 2. Akseptverdiene er de samme som grensen mellom tilstandsklasse II og III i M-608/2016, Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota, bortsett fra for TBT hvor grensen mellom klasse III og IV er angitt som akseptkriterie.

Tabell 2. Analyseresultatene karakterisert etter M-608/2016 (Miljødirektoratet, 2016), og for PAH16 etter TA-2229/2007 (SFT, 2007) siden denne ikke er oppgitt i M-608/2016. Gjennomsnittet for områdene samt akseptverdien for miljøgifter i sediment etter M-409/2015 (Miljødirektoratet, 2015) er vist til høyre i tabellen. Prøver som er markert gult eller oransje, er over akseptverdiene for Trinn 1, risikovurdering av forurenset sjøbunn.

	Område 2		Område 2			Område 3		Omr. 1,2,3	Omr. 2 og 3	M409 Grenseverdi klasse II/III		
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	Gj.snitt alle		Gj.snitt 2 og 3	
Arsen, As	mg/kg TS	4	2	0,25	3	1	2	2	4	2,3	2,0	18
Bly, Pb	mg/kg TS	12	8	6	8	5	7	8	11	8,1	7,5	150
Kadmium, Cd	mg/kg TS	0,4	0,3	0,05	0,2	0,1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	2,5
Kobber, Cu	mg/kg TS	48	25	60	68	70	8	11	20	39	39,5	84
Krom, Cr	mg/kg TS	46	25	95	58	108	11	8	10	45	48,3	660
Kvikksølv, Hg	mg/kg TS	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,52
Nikkel, Ni	mg/kg TS	23	13	39	28	45	6	2,5	6	20	21,1	42
Sink, Zn	mg/kg TS	61	35	40	41	53	19	18	29	37	33,3	139
Naftalen	mg/kg TS	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,092	0,005	0,005	0,016	0,0195	0,027
Acenaftalen	mg/kg TS	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,033
Acenaften	mg/kg TS	0,018	0,013	0,005	0,014	0,005	0,073	0,005	0,021	0,019	0,0205	0,096
Fluoren	mg/kg TS	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,083	0,011	0,011	0,016	0,02	0,15
Fenantren	mg/kg TS	0,059	0,056	0,03	0,053	0,023	0,315	0,084	0,071	0,086	0,096	0,78
Antracen	mg/kg TS	0,012	0,012	0,005	0,013	0,005	0,115	0,062	0,016	0,030	0,036	0,0046
Fluoranten	mg/kg TS	0,115	0,124	0,07	0,111	0,054	0,447	0,164	0,17	0,157	0,169	0,4
Pyren	mg/kg TS	0,131	0,124	0,069	0,105	0,05	0,35	0,123	0,141	0,137	0,140	0,084
Benzo(a)antracen	mg/kg TS	0,065	0,07	0,049	0,076	0,036	0,306	0,102	0,11	0,102	0,113	0,06
Krysen	mg/kg TS	0,089	0,108	0,073	0,113	0,05	0,407	0,152	0,159	0,144	0,159	0,28
Benzo(b)fluoranten	mg/kg TS	0,261	0,245	0,143	0,212	0,091	0,327	0,105	0,19	0,197	0,178	0,14
Benzo(k)fluoranten	mg/kg TS	0,146	0,142	0,094	0,132	0,059	0,264	0,088	0,129	0,132	0,128	0,135
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,148	0,14	0,095	0,146	0,061	0,306	0,092	0,147	0,142	0,141	0,183
Indeno(1,2,3,cd)pyren	mg/kg TS	0,034	0,037	0,026	0,037	0,016	0,058	0,017	0,032	0,032	0,031	0,063
Dibenzo(a,h)antracen	mg/kg TS	0,171	0,157	0,132	0,185	0,076	0,186	0,078	0,144	0,141	0,134	0,027
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TS	0,116	0,113	0,115	0,143	0,061	0,175	0,062	0,141	0,116	0,116	0,084
Sum PAH(16)	mg/kg TS	1,38	1,356	0,921	1,355	0,602	3,509	1,155	1,492	1,471	1,506	2
Sum PCB_7	ug/kg TS	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.			4,1
Tributyltinn	µg/kg TS	60,4	43,6	4,24	6,96	3,79	2,94	0,5	1,61	15,5	3,3	35

Resultatene fra sedimentundersøkelsen er samlet i Tabell 2 og gjennomsnittsverdiene for område 2 og 3 er vurdert opp mot akseptverdiene i M-409/2015 siden det er områdets samlede risiko man skal vurdere. På grunn av at foruresningen er forholdsvis lik i hele havneområdet, gir dette mindre utslag for den samlede risikoen. I alle delområdene er det overskridelse av akseptverdiene for PAH-forbindelsene Antracen, Pyren, Benzo(a)antracen, Benzo(b)fluoranten, Dibenzo(a,h)antracen og Benzo(g,h,i)perylene. Overskridelsen er små (1-2 x grenseverdi) for alle PAH-forbindelsene bortsett fra for Antracen og Dibenzo(a,h)antracen som har overskridelser på henholdsvis ca. 8 og 5 ganger grenseverdien.

Det kreves derfor vanligvis at en må utføre en risikovurdering Trinn 2 når området ikke kan friskmeldes. I dette tilfellet er området i bruk som havn og den planlagte utfyllingen vil dekke det forurensete sjøområdet.

Det vurderes derfor som mest hensiktsmessige å utføre en tiltaksvurdering som tar sikte på å hindre spredning av miljøgifter i vannmassene og videre spredning ut av havneområdet.

## 4 Tiltaksvurdering

Tiltaksvurderingen tar utgangspunkt i at det er planlagt to mellomstore utfyllinger i sjø hvor sjøbunnen er moderat forurenset. Et gjennomsnitt av analyseresultatene for områdene 2 og 3 viser at akseptverdiene overskrides for 6 PAH-forbindelser, men at de ikke overskrides for Sum PAH(16) (Tabell 2) dersom den gamle veilederen legges til grunn.

Risikoen knyttet til utlekking av miljøgifter og akutt forurensing i forbindelse med tiltaket ansees dermed som liten. Vurderingen videre knytter seg derfor i hovedsak til hvor stor risikoen ansees å være for spredning av partikkelbundet forurenset sjøbunn samt spredning av sprengsteinpartikler fra utfyllingsmassene.

Denne vurderingen er knyttet til at det finnes flere middels store tareskogforekomster i nærheten av tiltaksområdet som potensielt kan påvirkes av tiltaket.

### 4.1 Område 2 – Stutøya

Område 2 dekker ca. 8400 m<sup>2</sup> sjøbunn hvor fyllingsfoten utgjør ca. 3200 m<sup>2</sup>.

Sedimentundersøkelsen (Multiconsult, 2017) viste at sedimentene i område 2 hadde et større innhold av finstoff (silt <63 µm) enn område 3 hvor sjøbunnen i hovedsak besto av sandige sedimenter (Tabell 1).

Siltige sedimenter vil holde seg i suspensjon i lengre perioder enn sand og dette forholdet kan potensielt øke risikoen for spredning av forurenset sjøbunn som virvles opp under utfylling.

For å redusere risikoen er det to ulike mulig tilnærminger:

- › Etablering av siltgardin for å hindre spredning av partikler
- › Tildekking av forurenset sjøbunn med ren sand før utfylling med sprengstein for å forhindre oppvirvling av forurenset sjøbunn og finpartikulært materiale

Begge tilnærmingene bør kombineres med en overvåking av partikkelkonsentrasjonen i sjøen nær utfyllingen ved hjelp av turbiditetslogger. Dersom en ikke benytter seg av siltgardin kan en også kombinere overvåkingen med bruk av sedimentfeller for å kvantifisere hvor mye masser som har spredt seg i utfyllingsperioden.

En siltgardin som etableres tvers over bukten vil ha en lengde på ca. 150 m og kan festes til sjøbunnen. Det er en kjent utfordring knyttet til bruk av siltgardin der hvor det er tidevannsstrøm, og stor båttrafikk. Utfyllingen er planlagt utført med lekter, og en siltgardin vil kunne gi utfordringer med manøvrering.

Tildekking av sjøbunnen med et tynt lag sand (ca. 10 cm tykt) vil stabilisere sjøbunnen og samtidig isolere forurensningen noe. Utfyllingen i område 2 dekker ca. 8400 m<sup>2</sup>, noe som krever ca. 840 m<sup>3</sup> sand (eksempelvis 0-8 mm) for å tildekke sjøbunnen. I kombinasjon med overvåking av turbiditet med alarmfunksjon, anses tildekking som et tiltak som vil sterkt redusere risikoen for spredning av forurenset sjøbunn. En sedimentfelle vil gi informasjon om hvor mye sedimenter og miljøgifter som har blitt mobilisert i løpet av tiltaket.



Figur 4. Forslag til forberedende tiltak og overvåking under tiltak. Overvåkingsstasjonen med turbiditetslogger kan med fordel være montert på en sedimentfelle slik at en kan beregne total spredning i løpet av tiltaket.

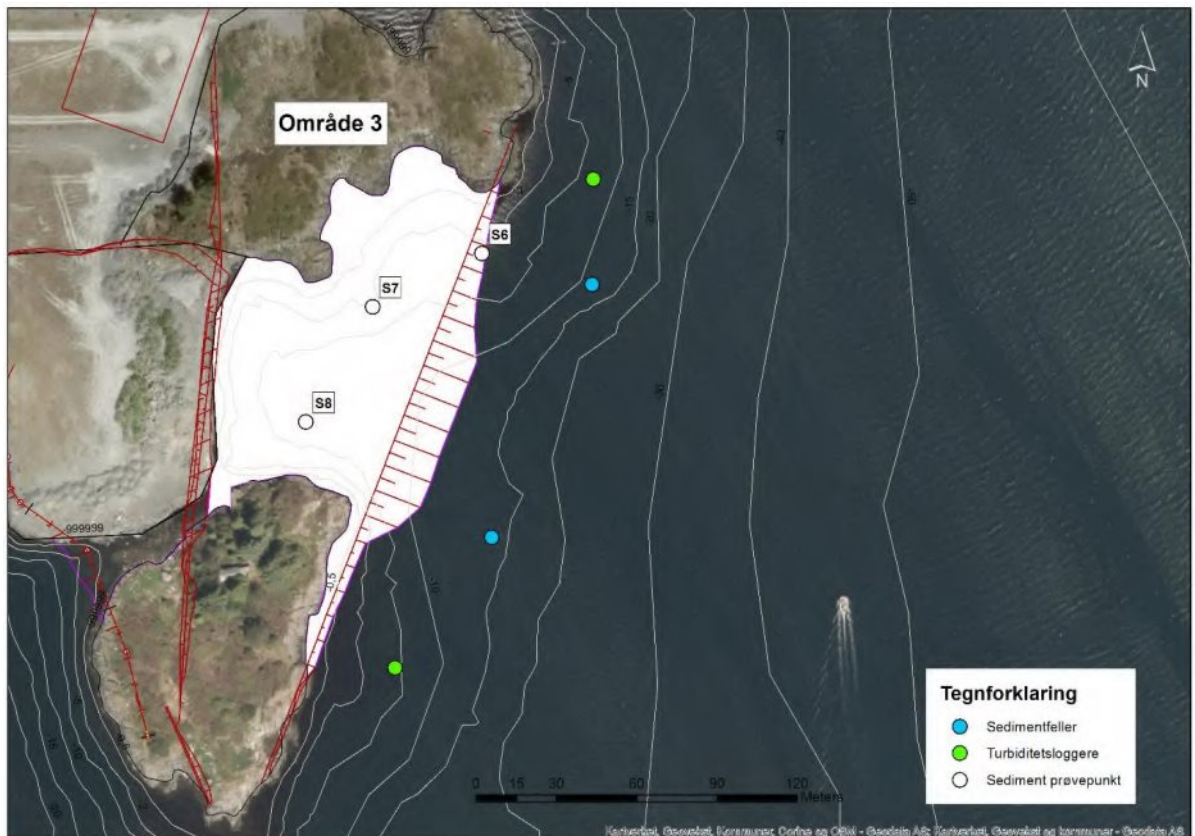
## 4.2 Område 3 – Flatskjer

Område 3 dekker ca. 10500 m<sup>2</sup> sjøbunn hvor av ca. 2500 m<sup>2</sup> er fyllingsfot. Sjøbunnen består hovedsakelig av sandige sedimenter, noe som kan tyde på at det er sterke strømmer i området. Etablering og drift av en siltgardin vil kunne være vanskelig i en slik situasjon.

I og med at sedimentene allerede består av sand, vil ikke tildekking med et sandlag ha stor effekt i forhold til stabilisering av sjøbunnen, og tildekkingen vil også potensielt medføre fare for nedslamming av nærliggende forekomster av tareskog.

Anbefalt fremgangsmøte er derfor å ha et overvåkingsprogram som ivaretar risikoen for partikkelspredning. Dette kan gjøres ved å plassere turbiditetsloggere for å overvåke

partikkelspredning nær utfyllingsområdet, samt at det gjøres vurderinger underveis om det er nødvendig å vaske sprengsteinsmassene før den legges ut dersom den inneholder mye finstoff. Det bør også settes ut sedimentfeller for å fange opp eventuell partikkelspredning som gir grunnlag for å beregne total spredning i løpet av tiltaket.



Figur 5. Forslag til overvåking under tiltak. Overvåkingen vil være viktig i oppstartsfasen men kan vurderes redusert når en har observert utfyllingsarbeidet en stund.

### 4.3 Overvåkingsplan

Overvåkingsplanen skal dekke alle aspektene ved tiltaksarbeidet og kan gjelde for arbeidet i sjø, transport og landarbeid. Overvåkingsplanen skal sørge for at det ikke skjer overskridelser av miljø eller tiltaks mål og at det eventuelt iverksettes strakstiltak eller at arbeidet stoppes.

Overvåking skal i hovedsak skje med turbiditetsloggere som settes ut minst 1 uke før oppstart av tiltaket for å måle naturlig turbiditet i sjøen. Ved eventuell overskridelse av tiltaks målet skal utfyllingen stanses inntil årsaken til overskridelsen er klarlagt. Det vanlig at det settes krav til at turbiditetsverdiene ikke skal overskride 10 FTU over bakgrunnsverdiene i et 20 min gjennomsnitt.

Sedimentfeller skal stå på sentrale steder ved utfyllingsområdet og fange eventuell partikkelspredning som skjer i vannsøylen.



### 4.3.1 Miljøsmål

Det skal ikke spres forurenset sjøbunn til nærliggende områder, og spredning av sprengsteinspartikler skal ikke medføre synlig blakking av sjøområdet.

### 4.3.2 Tiltaksmål

Turbiditetsverdiene skal ikke overskride 10 FTU+ bakgrunnsverdi i løpet av anleggsarbeidet.

## 5 Referanser

- COWI. 2017.** NOT-A088132. *Analyser sprengstein Husøy. Miljøprøvetaking.* 2017.
- Miljødirektoratet. 2015.** M-350/2015. *Håndtering av sedimenter. Veileder.* 2015.
- . **2015.** M-409/2015. *Risikovurdering av forurenset sediment. Veileder.* 2015.
- . **2016.** M-608/2016. *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. Veileder.* 2016.
- Multiconsult. 2017.** *Miljøteknisk undersøkelse av sjøbunnsedimenter. 218342-RIGm-RAP-001.* 2017.
- SFT. 2007.** TA-2229/2007 - *Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter.* 2007.



# VEDLEGG 12

MARS 2019  
KARMSUND HAVN IKS

ADRESSE COWI AS

Richard Johnsens gate 12  
4021 Stavanger  
Postboks 8034  
4068 Stavanger

TLF +47 02694

WWW cowi.no

# DETALJREGULERING FOR HAVNEOMRÅDE FLATSKJÆR, HUSØY – KONSEKVENsutREDNING FOR TEMAET NATURMANGFOLD

FAGRAPPORt



OPPDRAGSNR.

A095361-009

DOKUMENTNR.

NOT001

VERSJON

2.0

UTGIVELSESDATO

29.03.19

BESKRIVELSE

Temarapport naturmangfold

UTARBEIDET

Ragnhild Kluge og  
Petter Torgersen

KONTROLLERT

Helen Kvåle

GODKJENT

Anette Flesjø  
Storsveen

## INNHOOLD

1	Sammendrag	3
2	Innledning	3
3	Metode	4
3.1	Avgrensning av temaet naturmangfold, kriterier for verdisseting	4
3.2	Datafangst	6
3.3	Metode for konsekvensutredning	7
4	Områdebeskrivelse, beskrivelse av tiltaket	9
4.1	Beskrivelse av tiltaket	11
5	Dagens situasjon	13
5.1	Delområder	14
5.2	Vannforekomst Karmsundet-Kopervik	15
5.3	Naturtyper	17
5.4	Rødlistede arter	18
5.5	Fremmede, uønskede arter	20
5.6	Feltobservasjoner	21
6	Virkninger av tiltaket	27
6.1	Virkninger på strømforhold og vannutskifting	27
6.2	Virkninger på tareforekomst	29
6.3	Virkninger på sjøfugl	30
7	Konsekvensvurdering naturmangfold	30
7.1	Trinn 1: Vurdering av konsekvens for delområder	30
7.2	Trinn 2: Konsekvens av alternativer	33
8	Avbøtende tiltak i anleggsfasen	34
9	Vurdering i henhold til naturmangfoldloven §§ 8-12	35
9.1	Om kunnskapsgrunnlaget, § 8	35
9.2	Føre-var-prinsippet, § 9	35
9.3	Økosystemtilnærming og samlet belastning, § 10	36
9.4	Kostnader ved miljøforringelse skal bæres av tiltakshaver, § 11	37
9.5	Miljøforsvarlige teknikker og driftsmetoder, § 12	37
10	Referanser	37

## 1 Sammendrag

Karmsund havn IKS har engasjert COWI AS til å bistå i planprosessen knyttet til planlagt utvidelse av havneareal og utfylling i sjø mellom Flatskjær og Høgevarde. Planområdet utgjør ca. 190 000 m<sup>2</sup>, hvorav areal til planlagt ny havn utgjør ca. 110 000 m<sup>2</sup>. Reguleringsplanen omfattes av "Forskrift om konsekvensutredninger".

Denne rapporten beskriver naturmangfold og konsekvenser av tiltaket innenfor plan- og influensområdet. Planlagt tiltak innebærer arealbeslag av holmen Høgevarde, men hoveddelen av arealbeslaget er i sjø hvor det er registrert en viktig tareskogforekomst med sukkertare. Tareskogen er et viktig økosystem langs kysten, blant annet fordi skogen er et viktig oppvekstområde for fisk og utgjør et næringsområde for sjøfugl.

Basert på tilgjengelig informasjon ble kartlegging av naturmangfold i sjø vha. fjernstyrt miniubåt, ROV, vektlagt. Kartleggingen viser at det er tareskog, bestående av hovedsakelig sukkertare, på 0-15 m dyp i hele området mellom Flatskjær og Høgevarde. Det ble også funnet sukkertare ned mot 15 m dyp på influensområdet i sjø utenfor Biomar. Sukkertaren var i variabel kondisjon, delvis nedslammet og begrodd. Det ble observert spesielt mye småfisk, noe større fisk samt en rekke andre arter i tareskogen. Det er estimert at ca. 80 % av tareskogen i planområdet vil gå tapt som følge av utbyggingen.

Holmen Høgevarde består av bart fjell med skrin vegetasjon dominert av gress, einer og lyng, det vil si "triviell natur". Det ble funnet spor etter fugl på hele holmen, det kan ofte observeres store flokker av toppskarv her. Influensområdet for fugl omfatter nærings-/overvintrings-/hekke-/trekkområder for sjøfugl, hvorav flere arter står på Norsk rødliste for arter.

Metoder beskrevet i Statens vegvesens håndbok for konsekvensanalyser (Statens vegvesen, 2018) er brukt for å vurdere konsekvens for delområder og alternativer. Samlet er tiltaket vurdert å gi konsekvensgraden **alvorlig miljøska**de (---) for naturmangfold, under forutsetning om at foreslåtte, avbøtende tiltak blir gjennomført.

Tiltaket er også vurdert etter rettsprinsippene i naturmangfoldsloven kapittel 2, §§ 8-12.

## 2 Innledning

Varsel om oppstart for detaljreguleringsplan for havneområde Flatskjær, Husøy i Karmøy kommune ble kunngjort 05.07.2017, og planprogram ble fastsatt av Karmøy kommune i kommunestyret den 23.10.2017, saksnr. 98/17. Siden ble planområdet utvidet, og varsel om utvidelse ble kunngjort 21.02.2018. Utvidelsen av Karmsund havn er planlagt sørover fra nåværende havn, omkring og mellom holmene Flatskjær og Høgevarde. Utvidelsen innebærer utfylling i sjø og utbygging av landarealet på Høgevarde.

Reguleringsplanen omfattes av Forskrift om konsekvensutredninger. I planprogrammet kreves det konsekvensutredning av fagtemaet naturmangfold.

Hensikten er å belyse de konsekvenser tiltaket kan eller vil medføre for naturmangfoldet i plan- og influensområdet.

En konsekvensutredning er en beskrivelse av planens virkning for natur, miljø og samfunn, i dette tilfellet for tema naturmangfold. I en konsekvensutredning sammenlignes effekten av planlagte tiltak, 1-alternativ (og ev flere) med dagens tilstand, dvs med 0-alternativet.

Denne konsekvensutredningen vurderer tiltak etter to alternativer:

- > 0-alternativet: Dagens situasjon. Konsekvens av å ikke realisere tiltaket.
- > 1-alternativet: utvidelse av kaiarealet/utfylling i sjø mellom Flatskjær og Høgevarde

### 3 Metode

#### 3.1 Avgrensning av temaet naturmangfold, kriterier for verdisetting

I naturmangfoldlovens § 3 er naturmangfold definert som: *"biologisk mangfold, landskapsmessig mangfold og geologisk mangfold som ikke i det alt vesentlige er et resultat av menneskers påvirkning"*.

I plansammenheng er det først og fremst viktig å belyse naturmangfold som har høy verdi. Med begrepet "verdifullt naturmangfold" menes i denne sammenhengen først og fremst sjeldne, eventuelt rødlistede naturtyper eller arter, og arter eller naturtyper som Norge har et særlig ansvar for, viktige naturtypelokaliteter og arter som det er knyttet internasjonale forpliktelser til. Andre eksempler på verdifullt naturmangfold er særegne landskap, vannforekomster, 100-metersbeltet mot sjø og geologiske forekomster.

Rødlistede arter er sjeldne arter, eller arter i ferd med å bli sjeldne. På rødlisten havner arter som:

- > Er i kraftig nedgang i populasjonsstørrelse
- > Har begrenset utbredelse kombinert med fragmentering av leveområde, eller nedgang i populasjon
- > Har begrenset populasjon som er i nedgang og små delpopulasjoner
- > Har svært liten populasjon eller forekomst

Mange planter, dyr, sopp og lav er gjerne naturlig sjeldne fordi de har spesielle krav til leveområde. På rødlisten havner de gjerne om dette sjeldne leveområdet også er truet av menneskelig påvirkning, eller endring i menneskelig påvirkning, som f. eks endringer i jordbruket.

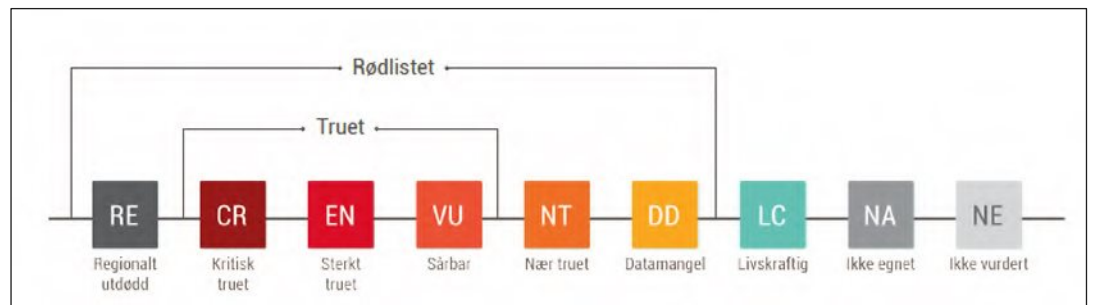
I motsetning til det verdifulle naturmangfoldet er fremmede, uønskede arter som representerer en trussel for det stedegne naturmangfoldet, oppført i «fremmedartslisten». Fremmede arter representerer en fare for stedegent naturmangfold, og omfatter arter vurdert i «Fremmedartslista 2018». I fremmedartslisten er det vurdert fremmede arter som har svært høyt- (SE),

høyt- (HI) og potensielt høyt potensiale (PH) for å utgjøre en økologisk risiko for stedege arter og naturtyper.

Forkortelser og truetetskategorier for rødlistede- og fremmede arter er beskrevet i Tabell 1 og Figur 1.

Tabell 1: Forkortelser benyttet for å beskrive rødlistede- og fremmede arter. Kilde: Artsdatabanken

Rødlistekategorier	Svartelistekategorier
RE Regionalt utryddet	SE Svært høy risiko for sterk negativ effekt på norsk natur
CR Kritisk truet	HI Høy risiko for stor spredning med en viss økologisk effekt, eller stor økologisk effekt med en begrenset spredning
EN Sterkt truet	PH Potensielt høy risiko for svært begrenset spredningsevne, men stor økologisk effekt– eller omvendt
VU Sårbar	LO Lav risiko for lav eller moderat spredning og middels til svake økologiske effekter
NT Nær truet	
DD Datamangel	



Figur 1: Oversikt over rødlistens kategorier. Kilde: Artsdatabanken

Hoveddelen av norsk naturmangfold kommer innunder kategorien «triviell». Dette er den «vanlige» naturen, uten sjeldne arter og naturtyper, men som utgjør leveområde til arter som finnes over store deler av landet. Tiltak som medfører nedbygging eller endring av slik natur vil ikke medføre endrede forvaltningsmål for økosystem, arter eller naturtyper, jf. naturmangfoldsloven §§ 4 og 5, og ses i denne sammenhengen som uvesentlige. Bit-for-bit nedbygging/endring av all natur skal vurderes iht. naturmangfoldsloven § 10.

Håndbok V712 (Statens vegvesen, 2018) er lagt til grunn for verdisetting, se Tabell 2. I henhold til denne metodikken skal planområdet deles inn i enhetlige delområder. Inndelingen baseres på eksisterende kunnskap og feltregistreringer.



Tabell 2: Verdikriterier for fagtema naturmangfold (Statens vegvesen, 2018)

Verdi Kategori	Uten betydning	Noe verdi	Middels verdi	Stor verdi	Svært stor verdi
Landskaps-økologiske funksjonsområder		Områder med mulig landskaps-økologisk funksjon. Små (lokalt viktige) vilt- og fugletrekk.	Områder med lokal eller regional landskapsøkologisk funksjon. Vilt- og fugletrekk som er viktig på lokalt/ regionalt nivå. Områder med mulig betydning i sammenbinding av dokumenterte funksjonsområder for arter.	Områder med regional til nasjonal landskaps-økologisk funksjon. Vilt- og fugletrekk som er viktig på regionalt/ nasjonalt nivå. Områder som med stor grad av sikkerhet bidrar til sammenbinding av dokumenterte funksjonsområder for arter.	Områder med nasjonal, landskapsøkologisk funksjon. Særlig store og nasjonalt/ internasj. viktige vilt- og fugletrekk. Områder som med stor grad av sikkerhet bidrar til sammenbinding av verneområder eller dokumenterte funksjonsområder for arter med stor eller svært stor verdi.
Vernet natur				Verneområder (naturmangfoldloven §§ 35-39 <sup>59</sup> ) med permanent redusert verneverdi. Prioriterte arter i kategori VU og deres ØFO <sup>60</sup> .	Verneområder (naturmangfoldloven §§ 35-39). Øverste del forbeholdes verneområder med internasjonal verdi eller status, (Ramsar, Emerald-nettverk m.fl). Prioriterte arter i kategori EN og CR og deres ØFO <sup>60</sup> .
Viktige naturtyper			← C →	← B →	← A →
		Lokaliteter verdi C (øvre del)	Lokaliteter verdi C og B (øvre del)	Lokaliteter verdi B og A (øvre del) Utvalgte naturtyper verdi B/C (B øverst i stor verdi).	Lokaliteter verdi A Utvalgte naturtyper verdi A.
Økologiske funksjonsområder for arter <sup>61</sup>		Områder med funksjoner for vanlige arter (eks. høy tetthet av spurvefugl, ordinære beiteområder for hjortedyr, sjø/ fjæreareal med få/små funksjoner). Funksjonsområder for enkelte vidt utbredte og alminnelige NT arter. Ferskvannsfisk: Vassdrag/ bestander i verdikategori «Liten verdi» NVE rapport 49/2013 <sup>57</sup> .	Lokalt til regionalt verdifulle funksjonsområder. Funksjonsområder for arter i kategori NT. Funksjonsområder for fredede arter <sup>62</sup> utenfor rødlista. Funksjonsområde for spesielt hensynskrevende arter <sup>63</sup> Ferskvannsfisk: Vassdrag/ bestander i verdi-kategori «middels verdi» NVE rapport 49/2013 <sup>57</sup> samt vassdrag med forekomst av ål.	Viktige funksjonsområder region Funksjonsområder for arter i kategori VU. Funksjonsområder for NT-arter der disse er norske ansvarsarter og/ eller globalt rødlistet. Ferskvannsfisk: Vassdrag/ bestander i verdikategori «stor verdi» NVE rapport 49/2013 <sup>57</sup> samt viktige vassdrag for ål.	Store, veldokumenterte funksjonsområder av nasjonal (nedre del) og internasjonal (øvre del) betydning Funksjonsområder for trua arter i kategori CR (øvre del). Nedre del: EN-arter og arter i VU der disse er norske ansvarsarter og/eller globalt rødlistet. Ferskvannsfisk: Vassdrag/bestander i verdikategori «svært stor verdi» NVE rapport 49/2013 <sup>57</sup> .
Geosteder		Geosteder med lokal betydning.	Geosteder med lokal-regional betydning.	Geosteder regional-nasjonal betydning.	Geosteder med nasjonal-internasjonal betydning.

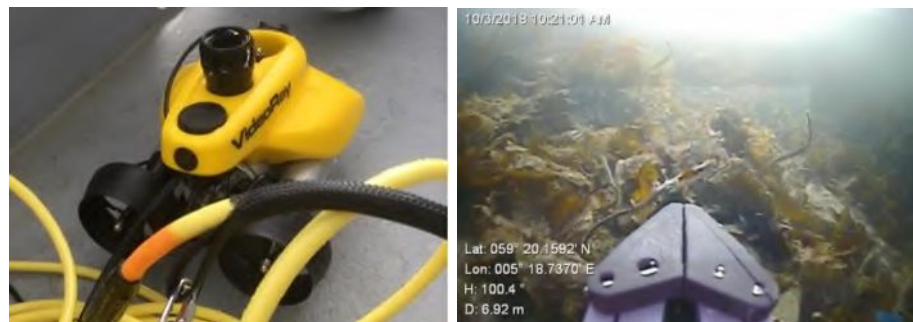
### 3.2 Datfangst

Informasjon om naturmangfold i plan- og influensområdet er basert på offentlig tilgjengelig informasjon fra nasjonale databaser som Naturbase, Artsdatabanken, Vann-nett, Temakart Rogaland, NGU og Miljøstatus, i tillegg til strømningsmodellering utført høsten 2018 (se kapittel 6.3).

Naturmangfoldet kan endres over tid og det er åpenbart viktig å sikre at man foretar vurderinger som baseres på oppdatert kunnskap. Dette gjelder kunnskap om selve naturmangfoldet, men også kunnskap om den samlede, eksisterende belastningen på naturmangfoldet. Det er lagt vekt på å undersøke naturmangfold som kan tenkes å bli påvirket av planen.

Datagrunnlaget er supplert med befaring gjennomført 03.10.2018 av biologene Petter Torgersen og Ragnhild Kluge. Hovedfokus var på naturmangfold i sjø som ble undersøkt ved hjelp av en fjernstyrt miniubåt (ROV) med kamera og GPS, se Figur 2. Formålet med befaringen var:

- > Oppdatere eksisterende informasjon
- > Fange opp eventuelle uregistrerte forekomster



Figur 2: ROV brukt til kartlegging av naturmangfold i sjø og eksempel fra film.

### 3.3 Metode for konsekvensutredning

Beskrivelse av planens konsekvenser på naturmangfold er basert på kunnskap om de lokale forholdene, planforslaget og faglig skjønn.

Feltregistrering og verdivurdering er gjennomført i henhold til DN-Håndbok 13 (Direktoratet for naturforvaltning, 2006) og 19 (Direktoratet for naturforvaltning, 2001). Artsdatabanken er benyttet for oversikt over rødlistearter, fremmede arter og rødliste for naturtyper (Artsdatabanken, 2018). Vurderinger i ny rødliste for naturtyper som ble presentert 21. november 2018 er også tatt med i vurderingen (Artsdatabanken, 2018). Ut over dataene i Artskart, inngår årsrapporten fra sjøfuglprosjektet på Karmøy (Kvinneland 2018) i kunnskapsgrunnlaget.

Konsekvensutredningen er gjennomført iht. planprogrammet, og Statens Vegvesen sin håndbok V712 (Statens vegvesen, 2018). Vurderingene er gjort i henhold til naturmangfoldsloven kapittel 2, og er utført i samsvar med veilederen «Naturmangfoldsloven kapittel II. Alminnelige bestemmelser om bærekraftig bruk» (Klima- og miljødepartementet, 2016). Vurdering av konsekvenser av planen for naturmangfoldet er basert på faglig skjønn ut fra kunnskap om naturmangfoldet og tiltakets omfang og art.

Det er gjort en vurdering av ikke-prissatte virkninger av tiltaket på naturmangfold iht. metode i håndbok V712. Metoden har tre trinn, i denne analysen er de to første trinnene vurdert:

- > Trinn 1: Vurdering av konsekvens for delområder
- > Trinn 2: Vurdering av konsekvens for alternativer

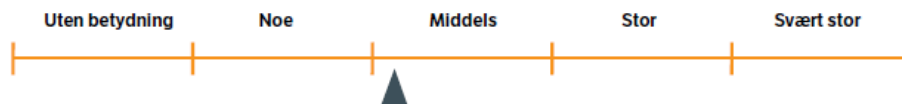
I trinn 3 skal den samlede konsekvensen for alle miljøtemaene/-fag vurderes.

### 3.3.1 Trinn 1: Vurdering av konsekvens for delområder

I analysen er det tre begreper som står sentralt:

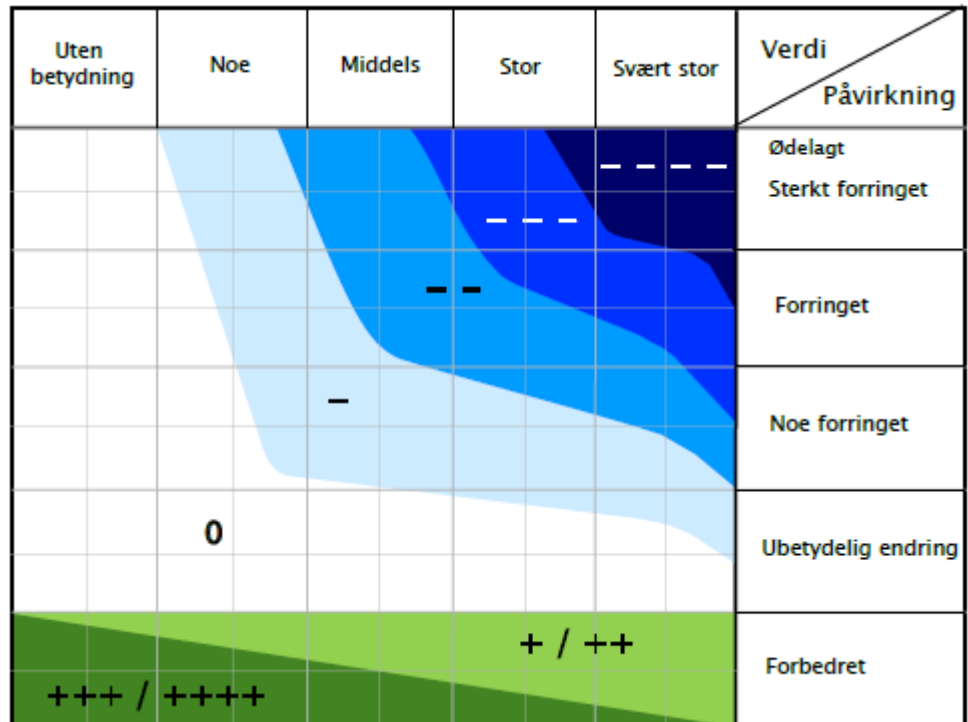
- 1 **Verdi** defineres som en vurdering av hvor stor betydning et område eller miljø har i nasjonalt perspektiv. På bakgrunn av et bredt datagrunnlag gjøres en vurdering av verdien for de avgrensede miljøene eller delområdene som kan bli berørt av aktuelle tiltak i områdeplanen.

Verdien av delområder er vurdert etter skjønn med bakgrunn i kriterier gitt i SVV Håndbok V712, se Figur 3. Det er verdiene i referansesituasjonen som legges til grunn for verdivurderingen. Linjalen i Figur 3 finnes igjen på x-aksen i konsekvensvifta under, Figur 4. Verdikriterier for fagtema naturmangfold er gitt i Tabell 2.



Figur 3: Skala for vurdering av verdi. Linjalen er glidende der pilen flyttes for å nyansere verdivurderingen. (Statens vegvesen, 2018)

- 2 **Påvirkning** defineres som vurdering av hvordan det samme delområdet påvirkes som følge av et definert tiltak. Påvirkning vurderes i forhold til referansesituasjonen (referansealternativet, 0-alternativet). Skalaen som brukes går fra sterkt forringet til forbedret og sammenfaller med Y-aksen i konsekvensvifta, Figur 4.
- 3 **Konsekvens** framkommer ved sammenstilling av verdi og påvirkning i henhold til konsekvensvifta i Figur 4. Her vektet konsekvensene etter en trinnløs skala fra liten til stor virkning. Konsekvensen er en vurdering av om et definert tiltak vil medføre forbedring eller forringelse av et område.



Figur 4: Konsekvensvifta. Konsekvensen for et delområde framkommer ved å sammenholde grad av verdi i x-aksen med grad av påvirkning i y-aksen. De to skalaene er glidende (Statens vegvesen, 2018).

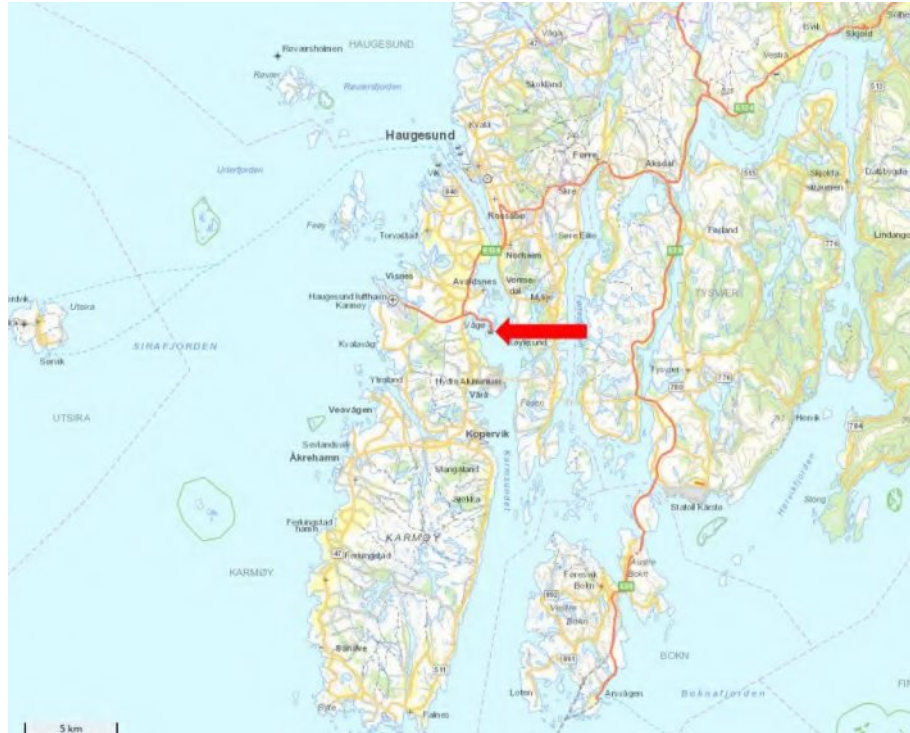
### 3.3.2 Trinn 2: Konsekvens av alternativer

Når konsekvensen for hvert delområdet er utredet, gjøres det en samlet konsekvensutredning av hvert alternativ. Denne konsekvensvurderingen er gjort ut fra hvilke effekter realisering av reguleringsplan (alternativ 1) vil ha på eksisterende og fremtidig naturmangfold, kontra dagens situasjon (0-alternativet).

Det er vektlagt å beskrive det naturmangfoldet som kan eller vil bli påvirket ved realisering av reguleringsplanen. Virkning er vurdert etter en trinnløs skala; fra forbedret til tap/ødeleggelse av forekomst/lokalitet. Det vurderes om virkning er varig eller reversibel.

## 4 Områdebeskrivelse, beskrivelse av tiltaket

Karmsund havn ligger på Husøy på vestsiden av Karmsundet i Karmøy kommune, Rogaland, se kart i Figur 5 under.



Figur 5: Lokalisering Karmsund havn markert med rød pil. Kart fra Kystinfo.no (Kystverket, 2018).

Husøy i Karmøy kommune er et stort industriområde på østsiden av Karmøy, i Karmsundet, ca. 3 km sør for Karmsund bru (se Figur 6). Store deler av havneområdet ved Husøy er drevet av Karmsund havn IKS.

Havna er en kombinert trafikkhavn og fiskerihavn. Kapasiteten på havna er i dag fullt utnyttet med dagens areal og Karmsund havn IKS ser det nødvendig å bygge ut for å imøtekomme markedet og framtidig vekst i godsmengde.



Figur 6: Oversiktskart over industri og havneområde (grønn sirkel). Havnen er planlagt utvidet sørover omkring og mellom holmene Flatskjer og Høgevarde (rød polygon). Kartgrunnlag fra Kartverket, (Kartverket, 2018) .

#### 4.1 Beskrivelse av tiltaket

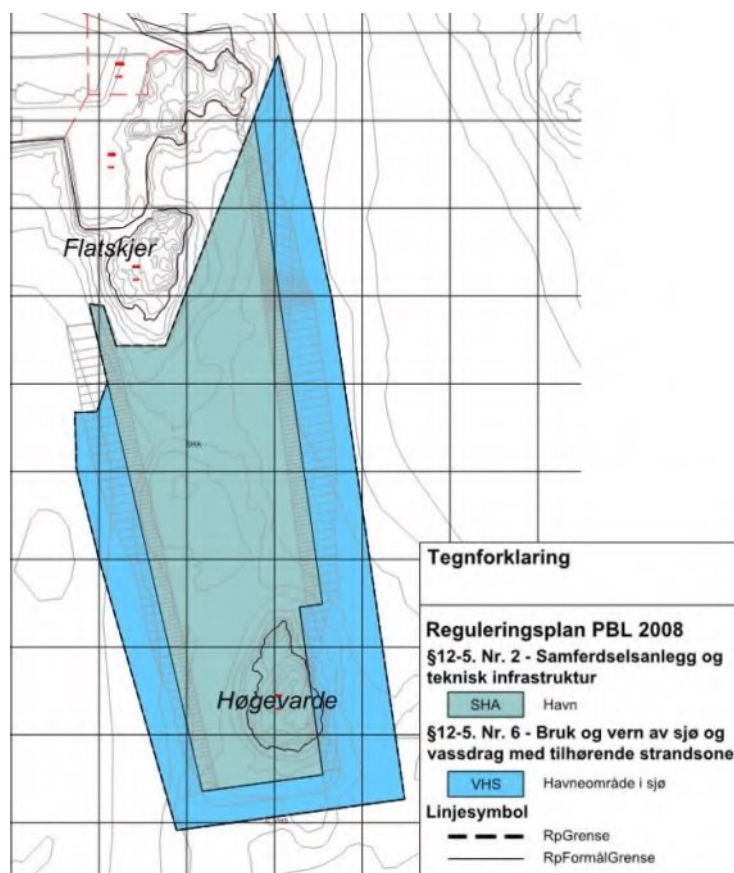
Den planlagte utvidelsen skal skje sørover fra nåværende havneområde, med utfylling i sjø mellom holmene Flatskjer og Høgevarde, også kjent som "Søre Flataskjeret" (Figur 8).

Planområdet utgjør totalt 190 000 m<sup>2</sup>, se kart i Figur 8. Utfylt areal til ny havn er beregnet til å utgjøre ca. 110 000 m<sup>2</sup>.

Planområdet ligger i gjeldende kommuneplan med formålet havn, fremtidig, og bruk og vern av sjø og vassdrag (Figur 7). Planområdet omfatter også areal utenfor det arealet som er avsatt til havn i kommuneplanen, og grenser til areal regulert til havneområde i nord/ nordvest.



Figur 7. Utsnitt av gjeldende kommuneplan (Fonnakart mars 2019)



Figur 8: Plankart utvidelse av Karmsund Havn Husøy (foreløpig utkast, 26.04.2018. Plantegning utarbeidet av COWI AS).

Det pågår høsten 2018 en utvidelse areal og kai på Flatskjer, i tråd med vedtatt reguleringsplan 488 – 3, se bilder under, Figur 9 og Figur 10. Arealet mellom havna (vist i Figur 6) og Flatskjer har alt blitt utfylt.



*Figur 9: Illustrasjon som viser planlagt utbygging av Husøy 2017, i tråd med vedtatt plan 488 – 3. Foto: Karmsund havn IKS.*



*Figur 10: Bilder tatt under feltarbeidet 3. oktober 2018 viser pågående utvidelse av areal og kai på Flatskjer, Husøy.*

## 5 Dagens situasjon

I dette kapitlet beskrives naturmangfold i og nær influensområdet, dvs. det areal som kan bli påvirket av tiltaket. Informasjon om naturmangfoldet er basert på eksisterende informasjon i offentlig tilgjengelige databaser og gjennomført feltregistrering.

Området Husøy med Flatskjer og Høgevarde består av bart fjell med stedvis tynt dekke (NGU, 2018). Bergarten i området er hovedsakelig vulkansk basaltisk metasandstein. Dette er en noe næringsrik bergart, som potensielt gir grunnlag for næringskrevende vegetasjon. Klimaet på Karmøy er oseanisk med milde, fuktige vintre og lave sommertemperaturer. Den ytre vestlandskysten tilhører

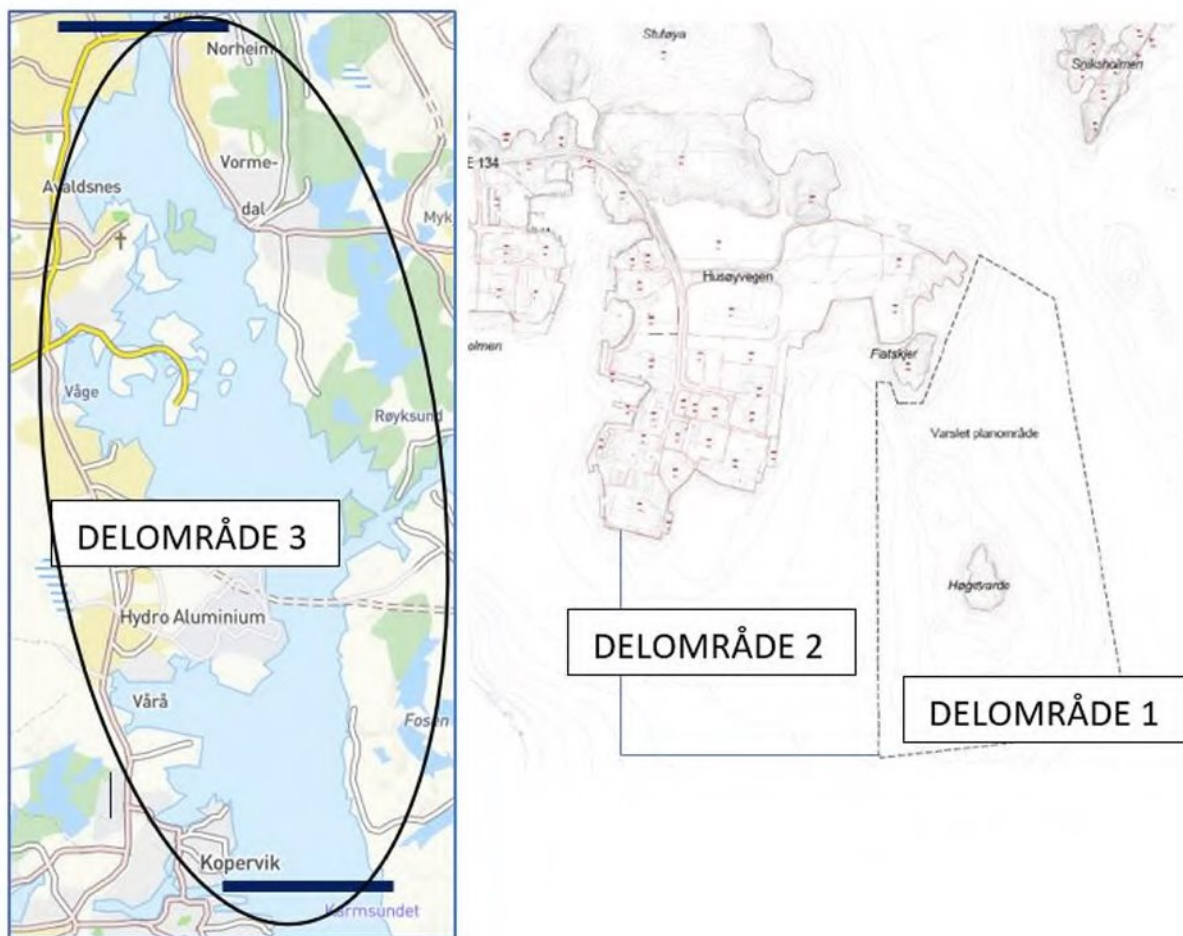


boreonemoral sone, som på Karmøy domineres av kystlynghei og jordbrukslandskap.

## 5.1 Delområder

Tiltaksområdet (planområdet) omfatter områdene som blir fysisk påvirket av tiltaket, mens influensområdet også inkluderer områder utenfor tiltaksområdet men som kan ha virkning på naturmangfold utenfor planområdet. Hvor store områder rundt som blir påvirket, vil variere både geografisk og i forhold til topografi og hvilke arter det er snakk om.

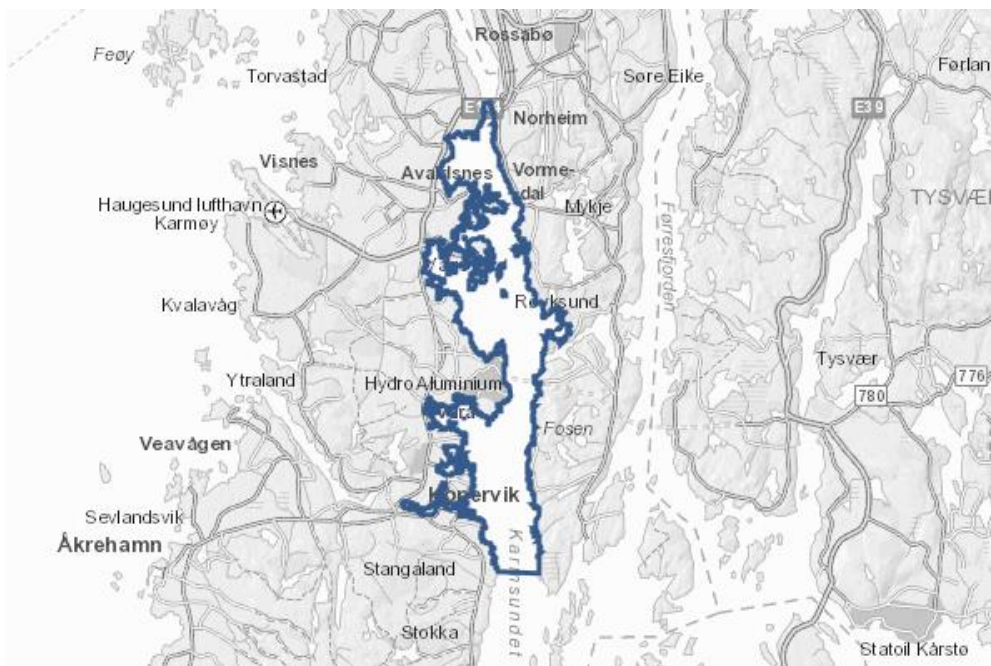
- > Influensområdet for tareskog omfatter selve arealbeslaget i sjø med noe sidekanteffekter og er avgrenset til planområdet (Delområde 1, se Figur 11). Det er noe usikkerhet knyttet til hvor stort andel av tareskogen i planområdet som vil bli berørt da volum av utfyllingsmasser foreløpig ikke er kjent.
- > Strømmodelleringer (se kap. 6.1) viser at tiltaket vil påvirke strøm- og vannutskifting i området i liten grad (COWI AS, 2018). Influensområdet for påvirkning av strømforhold er dermed relativt lite og er avgrenset til området rett vest for utfyllingen (Delområde 2, se Figur 11).
- > Influensområde for sjøfugl vurderes å utgjøre et større område i Karmsundet. Influensområdet benyttes til næringssøk, overvintring, hekking og under trekk, og er avgrenset til Karmsund bru i nord og Kopervik i sør (Delområde 3, se Figur 11).



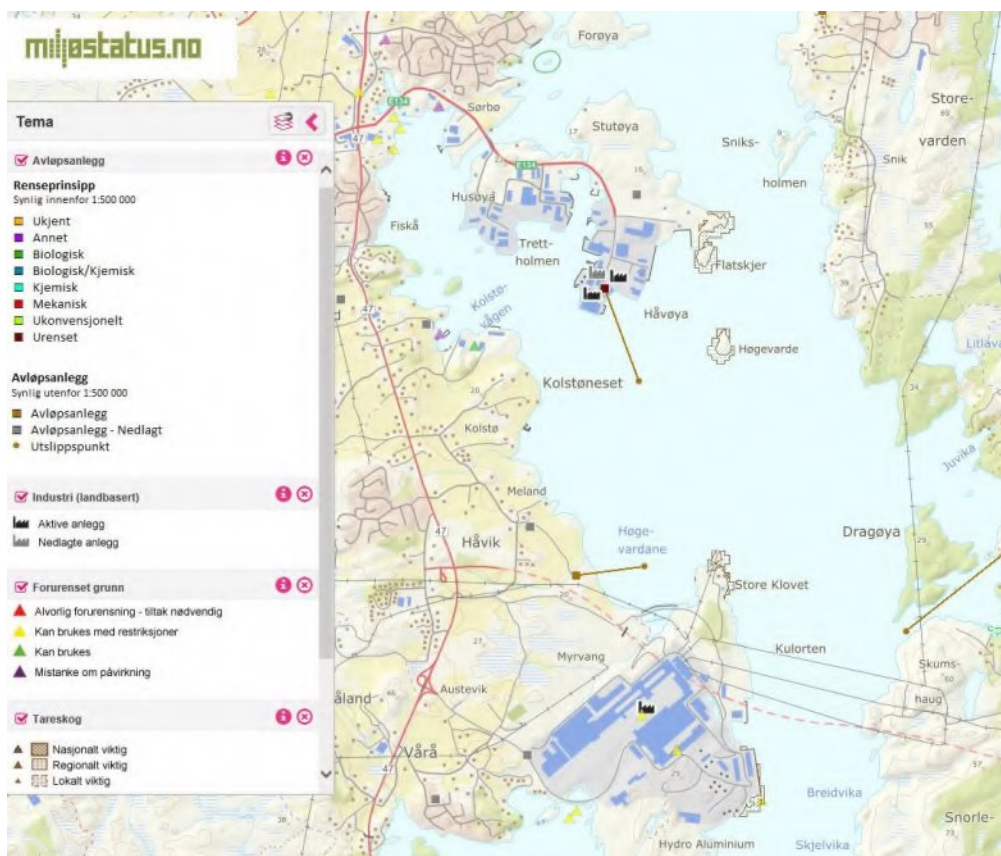
Figur 11. Influensområde for sjøfugl (Delområde 3) har størst utstrekning og strekker seg fra Karmsund bru i nord til Kopervik i sør (markert strek i kartet). Influensområdet for endrede strømforhold (Delområde 2) utgjør området rett vest for planområdet. Influensområdet for sukkertare utgjør planområdet (delområde 2). Arealbeslaget ligger Delområde 1

## 5.2 Vannforekomst Karmsundet-Kopervik

Karmsundet tilhører vannforekomst Karmsundet-Kopervik, ID 0242040102-C (Vann-nett, 2018), Figur 12. Vannforekomsten er beskrevet som beskyttet fjord/kyst som er beskyttet mht. bølgeeksponering, har liten tidevannsforskjell og moderat strømhastighet. Økologisk tilstand er satt til moderat, mens kjemisk tilstand er dårlig. Vannforekomsten er i stor grad påvirket av avrenning fra industri, renseanlegg, landbruk og ukjente kilder. Kartet fra Miljøstatus.no, Figur 13, viser registrerte forurensningskilder og utslipp i området. Industrien på Husøy, Hydro Aluminium og to utslipp fra kommunale avløpsanlegg (brune streker i kartet) er kilder til forurensning i området (Miljøstatus, 2018).



Figur 12: Vannforekomst Karmsundet-Kopervik, ID 0242040102-C. Kart hentet fra Vann-nett.



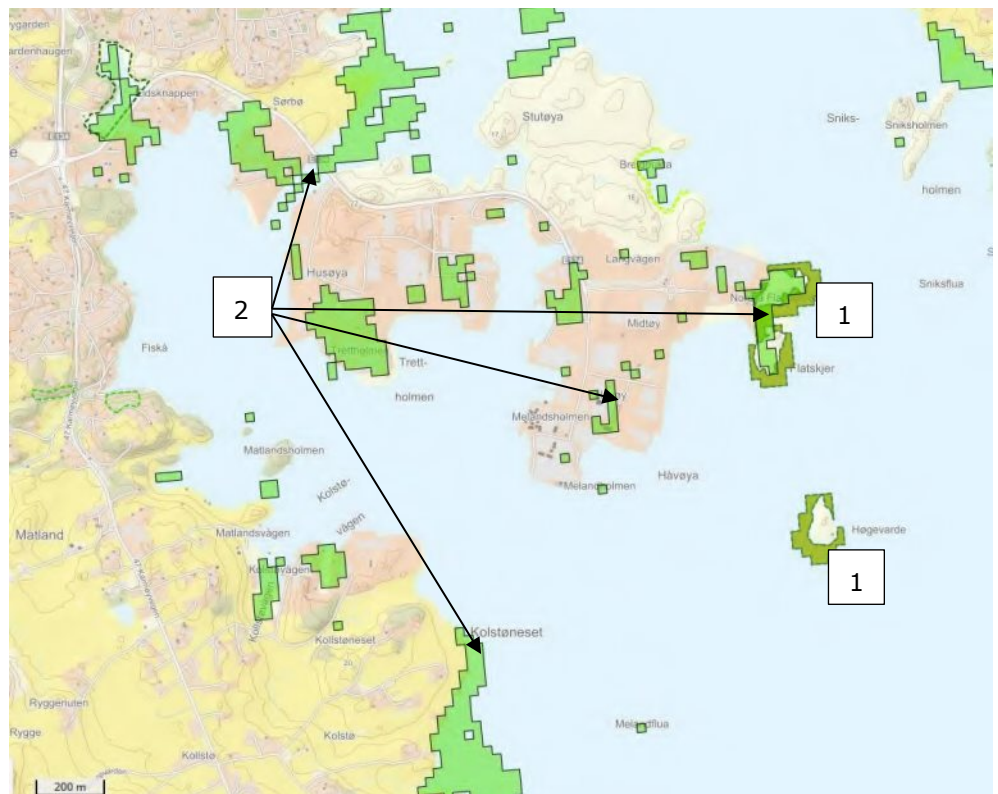
Figur 13: Kartutsnitt fra Miljøstatus.no viser utslipp og forureningskilder i området.

I Vann-nett er det listet tiltak for å bedre tilstanden i vannforekomsten. Stort sett går dette på forbedring av kunnskapsgrunnlaget. Utslipsreducerende tiltak knyttet til utslipp fra industri er igangsatt (Vann-nett, 2018).

### 5.3 Naturtyper

I Naturbase er det registrert en middels stor tareskogforekomst med potensiale for sukkertareskog, verdi B, ved Flatskjer og Høgevarde (Figur 14). I Temakart-Rogaland er det i tillegg lagt inn modellerte forekomster av ålegras (FMRO, 2018).

- 1 ID: BN00102153 Nordre-Søre Flatskjæret. Middels stor tareskogforekomst, verdi B, viktig. Potensiale for forekomst av sukkertareskog (sosi-kode I0103). Registrert av NIVA, 2015 (Naturbase, 2018).
- 2 Modellerte ålegrasforekomster (NIVA)



Figur 14: Kartgrunnlag fra Temakart-Rogaland viser viktige naturtyper inkludert modellerte ålegrasforekomster i området Husøy.

#### 5.3.1 Sukkertareskog

Tareskogen, inkludert sukkertareskog, er et tredimensjonalt system med stort artsmangfold av planter og dyr, og de er blant klodens mest produktive økosystemer. Sukkertare finner vi for det meste på hard bunn i bølgeskyttede områder. I rødliste for naturtyper 2018 (Artsdatabanken, 2018) er sukkertareskog i Nordsjøen og Skagerrak vurdert som sterkt truet, EN. Begrunnelse for denne vurderingen er gitt under:

*"Etter årtusenskiftet har tilstanden for sukkertare hatt en svak forbedring (e.g. Naustvoll m.fl. 2018, ØKOKYST Skagerrak rapporter). Men i et 50-års perspektiv har sukkertaren hatt en nedgang i utbredelse i sør, spesielt i Skagerrak. Dette skyldes mest sannsynlig økte temperaturer og mengder næringsalter, samt*

økte nivåer av partikler og humus, som påvirker veksten og rekrutteringen av sukkertare negativt. Områdene har gått over til en tilstand av dominans av fintrådige alger, også kalt lurv. Det største tapet har vært i Skagerrak rundt år 2000 (50-80 %), men tapet har også vært betydelig i Nordsjøen (50 %). På lengre sikt er det fare for at situasjonen vil forverre seg på grunn av ytterligere økte temperaturer og økt avrenning fra land som øker næringssaltnivået og mengde partikler i sjøen. Sukkertareskog i sør er gitt rødlistekategori truet (EN) etter kriterium A2a (reduksjon neste 50 år) og C2a etter som andel av totalareal forringet kommende 50 år er antatt å være > 50 % og grad av abiotisk forringelse vil være > 80 %."

## 5.4 Rødlistede arter

- > Det er registrert flatøsters *Ostrea edulis* (NT) i Breidbukta rett nord for planområdet (COWI 2015).
- > Det ble gjennomført et avgrenset søk i Artskart2 27.3.19. Søket ble avgrenset med følgende parametere (Figur 15):

Artsgruppe: Fugl

Rødliste- og fremmedkategori: Kritisk truet (CR), Sterk truet (EN), Sårbar (VU) og Nær truet (NT)

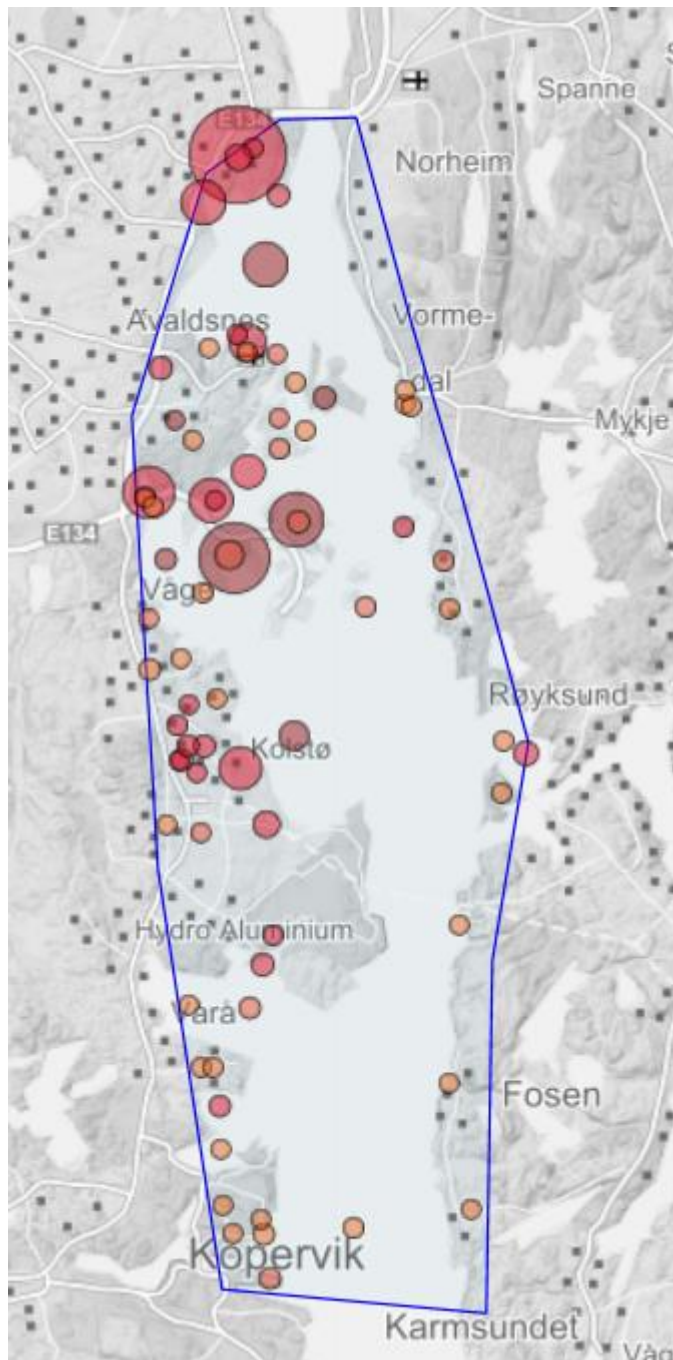
Årstall: 2015-2019

Søket ga 1007 treff. Mange av artene er registrert flere ganger. Innenfor avgrenset søk er det observert flere arter med status CR og de ulike artene er observert under næringsøk, hekking og flukt (Tabell 3).

Tabell 3. utdrag fra agrenset søk i Artskart. I tabellen inngår rødlistekategorier av sjøfugl innenfor influensområdet.

Art	Rødlistekategori	Lokalitet	Aktivitet
Bergand	VU	Husøy, Karmøy, Ro	Næringsøk
Bergirisk	NT	Husøy, Karmøy, Ro	
Fiskemåke	NT	Husøy, Karmøy, Ro	Næringsøk
Fiskeørn	NT	Avaldsnes prestegård, Bøvågen, Karmøy, Ro	Flukt
Havelle	NT	Husøy, Karmøy, Ro	Næringsøk
Hettemåke	VU	Husøy, Karmøy, Ro	Næringsøk
Horndykker	VU	Husøy, Karmøy, Ro	Næringsøk

Krykkje	EN	Bønvågen, Karmøy, Ro	Næringssøk
Lomvi	CR	Husøy, Karmøy, Ro	Næringssøk
Makrellterne	EN	Bygnesvågen, Bygnes, Karmøy, Ro	Mulig hekking
Polarsnipe	EN	Klaksholmodden Avaldsned, Karmøy, Ro	Næringssøk
Sivhøne	VU	Husøy, Karmøy, Ro	Næringssøk
Sjørørre	VU	Stutøy, Husøy, Karmøy, Ro	Næringssøk
Storspove	VU	Husøy, Karmøy, Ro	
Stær	NT	Husøy, Karmøy, Ro	
Svartand	NT	Husøy, Karmøy, Ro	Næringssøk
Svarthalespove	EN	Husøy, Karmøy, Ro	Næringssøk
Sædgås	VU	Håvik, Karmøy, Ro	Næringssøk
Teist	VU	Husøy, Karmøy, Ro	Næringssøk
Toppdykker	NT	Avaldsnes prestegård, Bønvågen, Karmøy, Ro	
Vipe	EN	Bønvågen, Karmøy, Ro	Mulig hekking
Ærfugl	NT	Husøy, Karmøy, Ro	Næringssøk
Ærfugl	NT	Bygnesvågen, Bygnes, Karmøy, Ro	Mulig hekking



Figur 15: Kart fra Artsdatabanken. Størrelsen på sirkelene i kartet symboliserer antall observasjoner i punktet. Fargen på sirkelen angir den høyeste kategorien i punktet, ikke antall observasjoner av arter i den høyeste kategorien.

## 5.5 Fremmede, uønskede arter

Det er ikke registrert fremmede arter inne i selve planområdet, men flere arter med stort spredningspotensial i nærområdet/på Husøy (Naturbase, 2018), (Artsdatabanken, 2018):

- > Mink: Arten er kategorisert til å utgjøre svært stor risiko (SE) på grunn av den landsdekkende utbredelsen, stort invasjonspotensial og sterke negative effekter på en rekke arter, hvorav flere rødlistet.
- > De marine algene japansk sjølyng og krokberer som begge er vurdert til å ha stort invasjonspotensiale, og høy økologisk effekt og er kategorisert som SE – svært høy risiko
- > Stillehavsosters: Basert på dens raske vekst, store spredningsevne og sine forholdsvis omfattende økologiske effekter, er stillehavsosters (Crassostrea gigas) vurdert til å utgjøre en svært høy risiko - SE.
- > Lærsekkyr – marint kappedyr (Lav risiko – LO)

## 5.6 Feltobservasjoner

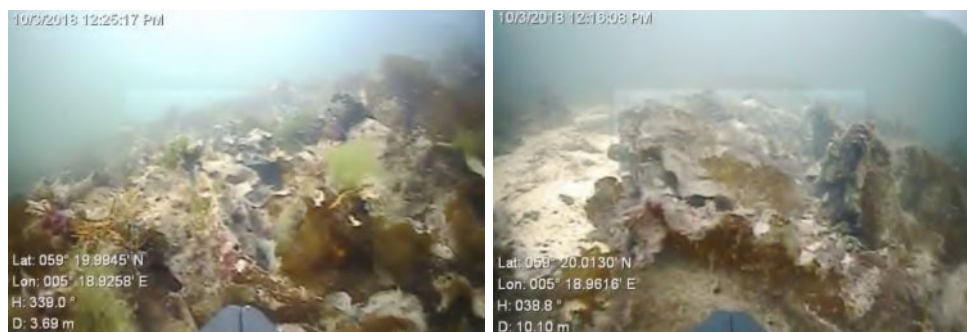
Sjøarealet i hele tiltaksområdet ble undersøkt og filmet med ROV. Det ble også gjort en liten befaring på land på Høgevarde.

### 5.6.1 ROV-filming i sjø

Det ble funnet tareskog i hele planområdet, også i området mellom Flatskjeret og Høgevarde. Generelt var sukkertare den dominerende algarten i det undersøkte området. Sukkertaren var i varierende kondisjon, delvis sterkt begrodd og nedslammet, se Figur 16 og Figur 17. Sukkertare dominerte fra ca. 3 m dyp ned til ca. 14 m dyp. Spredte individer ble observert ned til 21 m dyp.



Figur 16: Sukkertare med hvite "skorper" av mosdyr, delvis nedslammet.



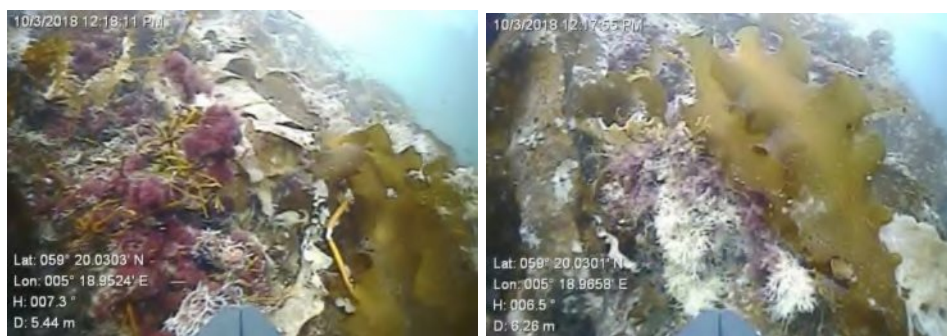
Figur 17: Sukkertare med mye begrøing.



På grunnere vann, 0-5 m, var det større variasjon i algearter, og på 0-3 meter dominerte fingertare (Figur 18). Det ble observert mange ulike algearter i dette beltet, bla. rødlo, skolmetang, svartkluft og krasing.



Figur 18: Typisk sjøbunn på grunnere vann, 0-3 meter, på nordre del av hhv. Flatskjer og Høgevarde. Fingertare dominerer. Mange andre algearter og mye småfisk.



Figur 19: Sukkertare og blant annet rødlo, svartkluft og krasing på 5-6 m dyp.

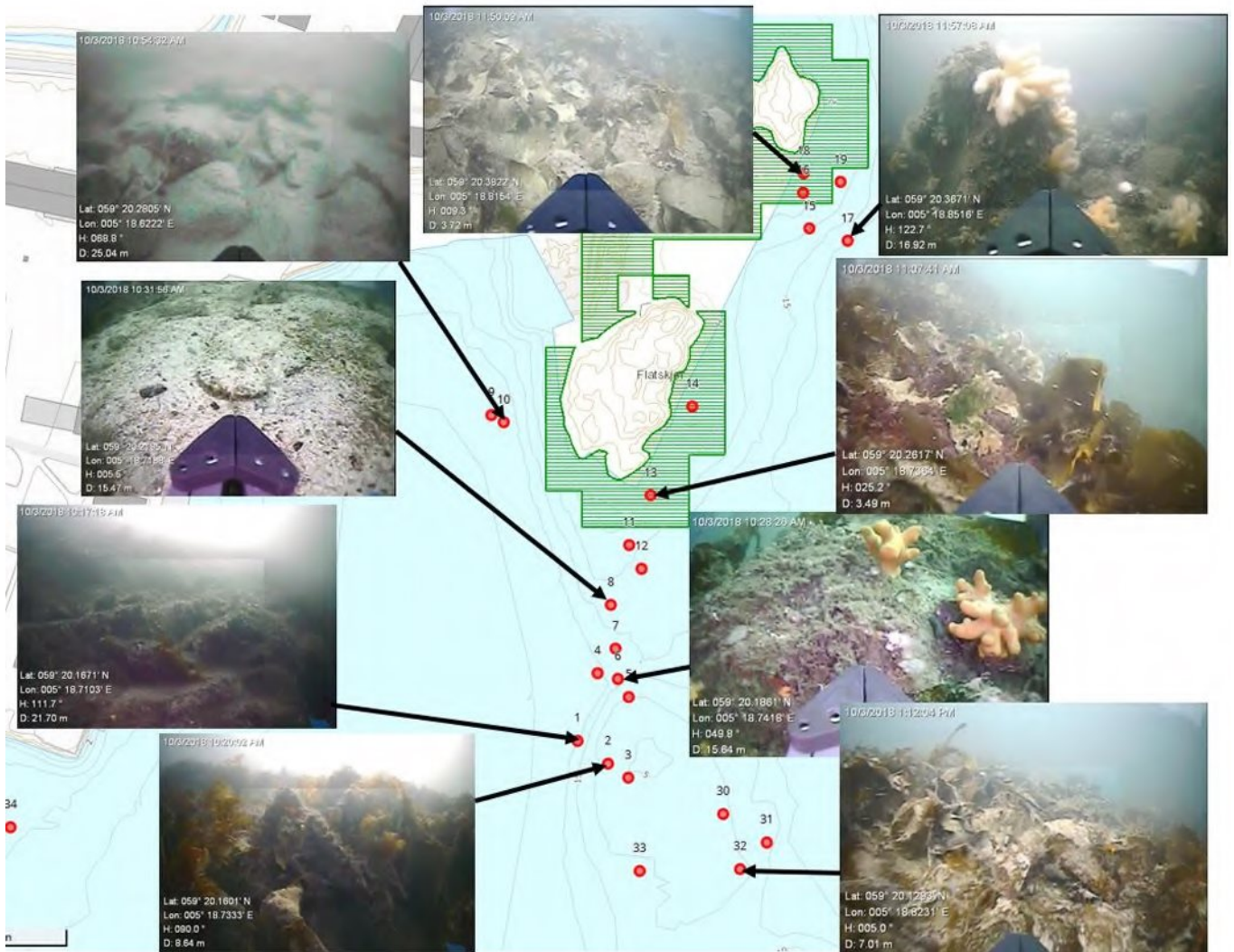
I lommer med skjellsand ble det observert kamskjell, mens det på steiner og i skråninger ble observert en del bløtkoraller, både hvite og oransje dødmannshånd (se bilde i Figur 20). I tareskogen var det mye småfisk og noen større fisk, blant annet torsk. Det ble observert flere hummerteiner, uten hummer, men noen med krabbe.



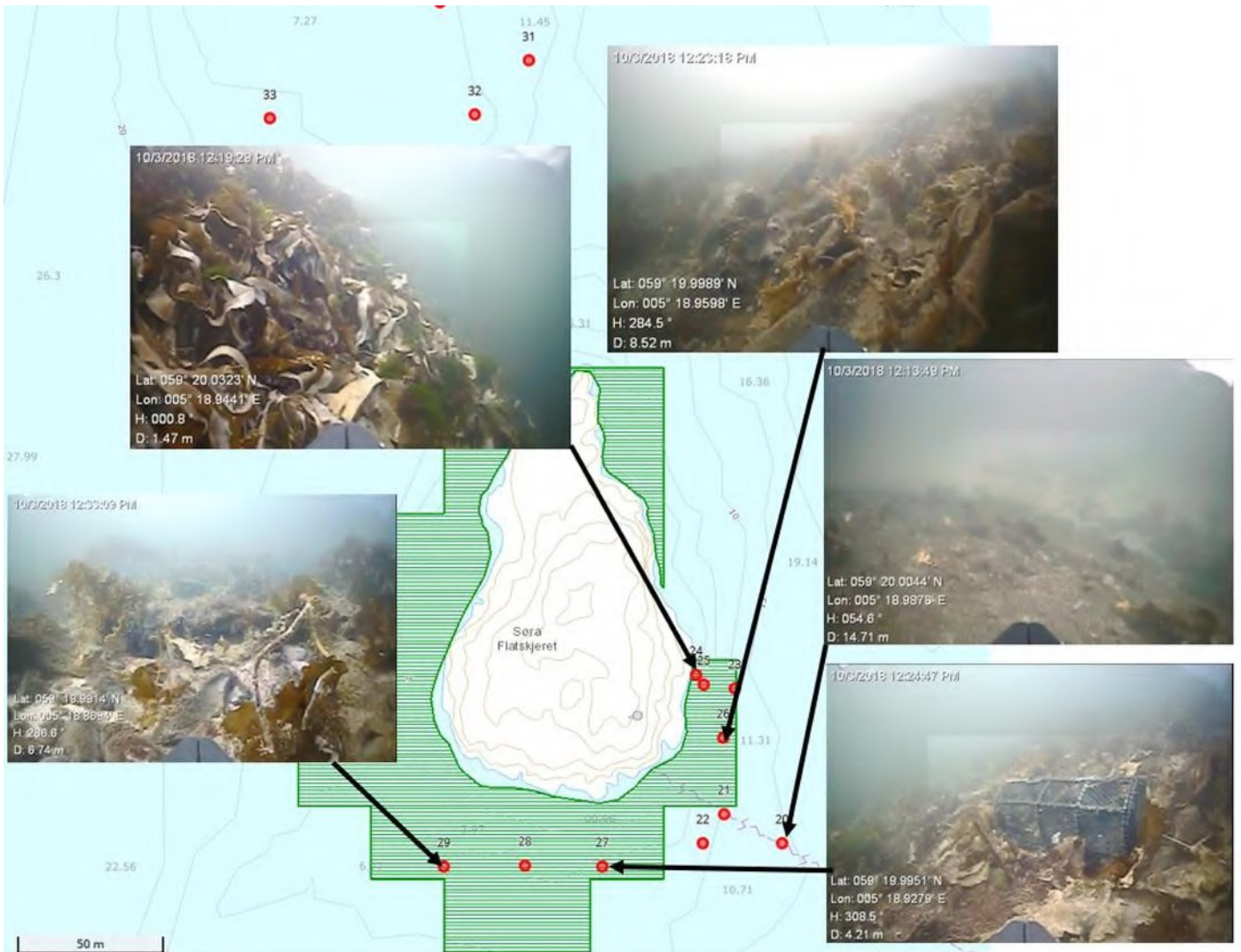
Figur 20: Bløtkorallen dødmannshånd, hvit fargevariant.

Figur 21 - Figur 23 viser noen stillbilder med typisk sjøbunn i ulike deler av planområdet.

Området utenfor Biomar og Mørenot ble vurdert som et influensområdet i sjø som vil være utsatt for nedslamming ved en utfylling i planområdet. For å kartlegge ev. forekomster av tareskog ble det filmet her, se oversikt i Figur 23. Også her ble det funnet hovedsakelig sukkertare med varierende grad av begroing og tilslamming. Lekkasje på en spill-ledning ble observert, noe kommunen skal være klar over fra tidligere (pers. medd. Magnar Sætre). Influensområdet er tilliggende område som kan bli påvirket av tiltaket



Figur 21: Stillbilder fra ROV-filmer fra området rundt Flatskjer. Bilder viser typisk sjøbunn ved utvalgte punkter og på ulike dyp. Kartgrunnlaget er fra Kystinfo.no.



Figur 22: Stillbilder fra ROV-filmer fra området rundt Høgevarde. Bilder viser typisk sjøbunn ved utvalgte punkter og på ulike dyp. Kartgrunnlaget er fra Kystinfo.no.



Figur 23: Stillbilder fra ROV-film fra influensområde i sjø/mulig tareskog. Bilder viser typisk sjøbunn ved utvalgte punkter og på ulike dyp. Kartgrunnlaget er fra Kystinfo.no.

### 5.6.2 Naturmangfold på land - Høgevarde/Søre Flataskjer

Hele holmen Høgevarde ligger innenfor delområde 1 og vil berøres av planlagt utbygging. På holmen er det bart berg med skrin vegetasjon dominert av gress, einer og lyng, det vil si "triviell natur". Det ble observert spor etter fugl på hele holmen, og skarv ble observert på nordenden (Figur 24 og Figur 25). Det er ikke registrert ressurser på holmen i NIBIOs arealressurskart (NIBIO, 2018).



*Figur 24: Skarv på nordenden og spor etter fugl (fjær, ekskrementer, matrester) på hele holmen.*



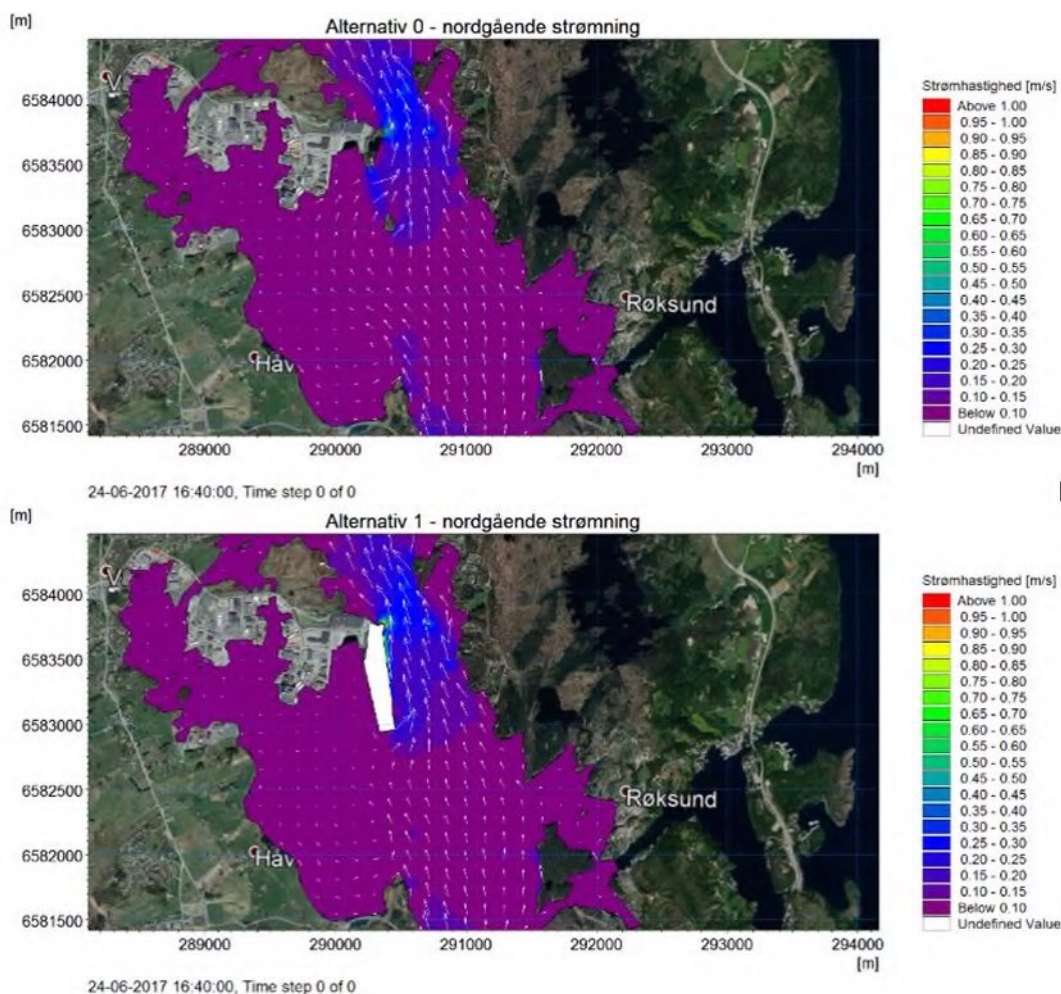
*Figur 25: Holmen Høgevarde består hovedsakelig av blankskurt berg og fjell med lavvokst vegetasjon som einerbusker og gress.*

## 6 Virkninger av tiltaket

### 6.1 Virkninger på strømforhold og vannutskifting

I forbindelse med utarbeidelse av reguleringsplan og konsekvensutredning er det utført en modellering av strømforholdene. Denne viser hvilke endringer i strømforhold og vannutskifting utfyllingen potensielt kan medføre (COWI AS, 2018). Modellen danner grunnlaget for vurdering av tiltakets effekt på naturmangfold i sjø, navigasjonsforhold og vannkvalitet. To alternativer er

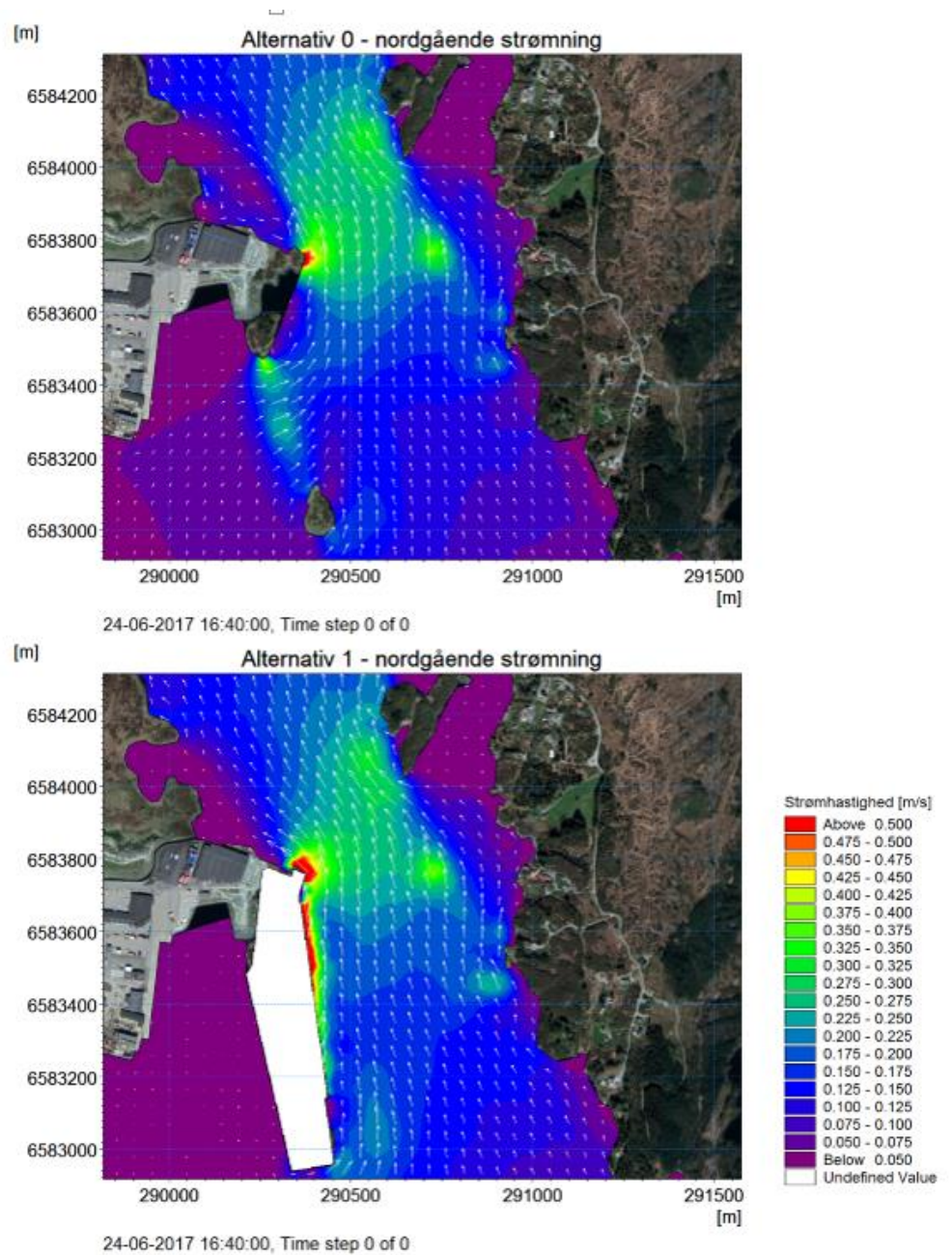
vurdert; dagens situasjon (alternativ 0) og utvidelse av kaiarealet/utfylling i sjø mellom Flatskjær og Høgevarde (alternativ 1).



Figur 26: Øyeblikksbilde av strømmen for en nordgående strøm. Øverst: Alternativ 0. Nederst: Alternativ 1. (COWI AS, 2018)

Modelleringen viser at strømhastighetene er like for de to alternativene i alle områder med unntak av området rett vest for utfyllingen i Alternativ 1 (se eksempler for nordgående strøm i Figur 26 og Figur 27). Her ses en liten reduksjon i strømhastighetene. Dette skyldes at utfyllingen blokkerer for strømmen mellom dette området og hovedstrømmen i sundet. Modelleringen viser at endringene alene er lokale og små. Ved det nordøstligste hjørnet av den pågående utbygningen av havnen er en liten økning av strømhastighetene. Økningen av den maksimale strømhastigheten her er i størrelsesordenen 10 %. Middels strømhastighet øker litt i samme område. Vannutskiftingen i områdene ser ikke ut til å bli påvirket på grunn av utfyllingen (Alternativ 1).

Influensområdet for strømpåvirkning, dvs. tilleggende område hvor strømforhold kan bli påvirket av tiltaket, ble definert etter resultatene i denne rapporten.



Figur 27: Øyeblikksbilde av strømmen for en nordgående strøm – zoomet til nærområdet for tiltaket. Merk at skalaen er endret fra Figur 26. Øverst: Alternativ 0. Nederst: Alternativ 1 (COWI AS, 2018).

Av Figur 27 ser en at det vest for utfyllingen vil bli litt redusert strømhastighet.

## 6.2 Virkninger på tareforekomst

Om lag 80 % av tareskogen i planområdet vil gå tapt som følge av utbyggingen. Influensområdet settes lik planområdet.



### 6.3 Virkninger på sjøfugl

Området som er planlagt utfylt er et viktig næringsområde, hekke- og trekkområde for sjøfugl i et større område. Influensområdet settes derfor til Karmsund bru i nord og til Kopervik i sør. Innenfor dette området er det flere viktige hekkeområder for truede sjøfugler. Området ugjør også viktige raste- og overvintringsområder, i tillegg til trekkerute for ulike arter av sjøfugl.

Direkte arealbeslag av tareskog vil påvirke beitende sjøfugl ettersom tareskog er viktige leveområder for en rekke arter som sjøfugl beiter på. Disse beiteområdene er viktige for sjøfugl innenfor influensområdet angitt i Figur 11.

Forstyrrelser i anleggsperioden vil også kunne påvirke bestander av sjøfugl negativt, spesielt innenfor hekkeperioden. Forstyrrelser i nærings- og trekkperioder bør også begrenses da det vil kunne medføre mindre reserver og igjen lavere overlevelse og senere hekkesuksess.

## 7 Konsekvensvurdering naturmangfold

En utvidelse av Karmsund havn vil medføre arealbeslag av ca. 110 000 m<sup>2</sup> sjøbunn og ca. 7700 m<sup>2</sup> landareal på holmen Høgevarde. Ca. 80 % av tareskogen med tilhørende naturmangfold i planområdet vil bli direkte berørt. Ved utfylling vil det være fare for nedslamming av tilgrensende tareskog samt spredning av forurensede sedimenter.

Hensikten med utvidelsen er å legge til rette for økt havneaktivitet, noe som også medfører fare for tilførsel av ny forurensning. Konsekvensvurderingen er gjort under forutsetning om at avbøtende tiltak blir gjennomført. Forslag til avbøtende tiltak under anlegg er gitt i kapittel 8.

### 7.1 Trinn 1: Vurdering av konsekvens for delområder

Basert på innsamlet informasjon er planområdet delt inn i tre delområder:

- > Delområde 1: Influensområdet for tareskog
- > Delområde 2: Influensområdet for påvirkning av strømforhold
- > Delområde 3: Influensområde for fugl

#### 7.1.1 Verdivurdering av naturmangfoldet

Verdivurdering av registrerte forekomster i og nær planområdet er sammenfattet i Tabell 4. Verdikriterier i Tabell 2 er brukt ved verdisseting. Verdisseting av tareskog er etter DN-håndbok 19 og Norsk Rødliste for naturtyper 2018.

Basert på observasjoner estimeres totalt areal med tareskog, hovedsakelig sukkertareskog, til å utgjøre ca. 100 000 m<sup>2</sup>. Verdien vurderes dermed som stor jfr DN -håndbok 19. Ca. 80 000 m<sup>2</sup> av tareskogen vil berøres direkte av tiltaket. Dette arealet er noe usikkert. Det er basert på måling av areal grunnere enn 15 meter i karttjenesten til Kystverket (Kystverket, 2018). Under befaring ble det funnet sukkertare i hele planområdet. Naturtypen sukkertareskog i

Rogaland er kategorisert som sterkt truet, EN (Artsdatabanken, 2018). Tareskogen vurderes derfor å ha svært stor verdi.

Rødlistede fuglearter har svært stor verdi da flere av dem er sterkt truet.

Vannforekomsten er har moderat økologisk tilstand og dårlig kjemisk tilstand. Tiltak er nødvendig for å innfri miljømålene. Verdien er vurdert til middels.

Tabell 4: Verdivurdering av aktuelle forekomster. Artsforekomster omfatter ulike fulgearter.

Datasett	Kilde	Søk dato	Merknad	Verdi
Artsforekomster	Artsdatabanken/ artskart.no, feltregistrering	27.3.2019 og feltregistrering 03.10.2018	Flere rødlistede arter se Tabell 3	Svært stor
Vannforekomster	vann-nett.no, Vannmiljo.miljodirektoratet.no	26.10.2018	Moderat økologisk tilstand, dårlig kjemisk tilstand	Middels
Naturtyper	Naturbase.no, feltregistrering	15.11.2018 og feltregistrering 03.10.2018	Tareskog/sukkertareskog	Svært stor

### 7.1.2 Påvirkning

Vurderingen av påvirkning på naturmangfoldet er gjort med bakgrunn i oppslag i databaser og eksisterende informasjon, og supplert med befaring den 3. oktober 2018. Tabell 5 oppsummerer forekomster, verdi og påvirkning på naturmangfold ved gjennomføring av tiltaket.

Den største påvirkningen av tiltaket er arealbeslaget av sjøbunn og på land, og med dette tap av sukkertareskog. Arealbeslaget vil ødelegge ca. 80 % av sukkertareskogen. Nedslamming under anleggsarbeidet kan skade tareskog i influensområdet. Arealbeslaget av tareskogen og gruntområdet vil påvirke fulgebestandene ved at næringsfatet blir mindre. Forstyrrelse i anleggsperioden vil også påvirke negativt på fugl.

Strømningsmodellering viser ubetydelige endringer i strømforhold og vannutskifting som følge av tiltaket. Utfylling i sjø vil kunne spre partikler og spengsteinsmasser som spres i vannmassene. Avbøtende tiltak bør gjennomføres.

Karmsund Havn IKS er allerede et av Norges største havneområder og utvidelsen planlegges fordi trafikkmengden i havnen er økende. I en industrihavn vil det være fare for forurensning, både akutt og mer "jevn" forurensning i form av mindre utslipp fra skip, utlekking fra bunnstoff, søl fra lasting og lossing. Sedimentundersøkelsen som ble utført i 2018 viser at sedimentene i planområdet er forurenset av tungmetaller, PAH-forbindelser og TBT (COWI AS, 2018). Hele Karmsundet har kostholdsråd som fraråder konsumering av fisk og skalldyr pga. PCB- og PAH forurensning. Utfylling vil

medføre noe oppvirvling og spredning av forurensede, finkornige sedimenter. Påvirkningen vil være kortvarig, oppvirvlet masse vil igjen sedimentere til bunnen og ikke medføre varig skade. Avstanden til miljømålet om god økologisk og kjemisk tilstand vil derfor ikke endres som følge av tiltaket.

Tabell 5: Vurdering av tiltakets effekt på naturmangfold

Datasett	Beskrivelse	Verdi	Påvirkning
Arealbeslag	Arealbeslag av gruntområde med sukkertareskog og produksjon av fisk og næringsområde for fugl	Svært stor	Arealet dekket av sukkertare er betydelig større enn det som er registrert i Naturbase. Arealbeslaget vil ødelegge ca. 80 % av sukkertareskogen. Nedslamming under anleggsarbeidet kan skade tareskog i influensområdet.
Strømforhold	Området rett vest for fyllingen får noe endrede strømforhold	Noe	Endrede strømforhold vil kunne føre til endring i artssammensetning
Fortyrrelse	Forstyrrelse av fugl i anleggsperioden	Svært stor	Forstyrrelser i anleggsperioden vil kunne påvirke bestander av sjøfugl negativt, spesielt innenfor hekke- og trekkperioden
Forurensning	ID 0242040102-C Karmsundet-Kopervik	Middels	Liten negativ påvirkning i anleggsfase. Strømningsmodellering viser ubetydelige endringer i strømforhold og vannutskifting som følge av tiltaket.  Utfylling i sjø vil kunne spre partikler og sprengsteinsmasser inneholder ofte skyteledning og plastrester som spres i vannmassene. Avbøtende tiltak bør gjennomføres.
<b>Samlet vurdering for biologisk mangfold</b>	Tiltaket omfatter arealbeslag av 110 000 m <sup>2</sup> sjøbunn og ca. 7700 m <sup>2</sup> areal på land/holmen Høgevarde. Tiltaket vil medføre at ca. 80 % av den mer eller mindre sammenhengende forekomsten av sukkertare i området Flatskjer-Høgevarde blir ødelagt. Tareskog er viktig leveområde for en rekke arter. Området er viktig funksjonsområde for fugl, hvor flere arter er oppført på Norsk rødliste for arter.		

### 7.1.3 Konsekvens for delområder

Vurdering av konsekvenser for naturmangfold er gjort for utvidelse av kaianlegg og utfylling i sjø mellom Flataskjer og Høgevarde. Tiltaket medfører et arealbeslag av rundt 110 000 m<sup>2</sup> sjøbunn samt landarealet på Høgevarde som utgjør ca. 7700 m<sup>2</sup>. Konsekvensvifta i Figur 4 er brukt til vurdering av konsekvens og resultater for delområdene er oppsummert i Tabell 6.

Delområde 1 (Tabell 6): Verdien er knyttet til taeskogen som er sterkt truet i Norsk Rødliste for naturtyper. Om lag 80 % av forekomsten blir berørt av arealbeslag og ytterligere noe av forekomsten blir berørt ved oppvirvling og sedimentering i anleggsfasen. Påvirkning settes dermed til ødelagt (----) som dermed gir den mest alvorlige miljøskaden som kan oppnås for delområdet (----).

Delområde 2 (Tabell 6): Verdien er knyttet til et gruntområde med noe taeskog. Tiltaket vil redusere vannstrømmen her og virkingen vil kunne være endringer i artssammensetning. Usikkerheten ved virkingen gjør at konsekvensen settes til noe miljøskade (--).

Delområde 3 (Tabell 6): Verdien settes til svært stor da området er funksjonsområde for rødlistet fugl. Tiltaket vil redusere næringsområde innenfor delområdet. Da tiltaket utgjør en mindre del av delområdet, vektes konsekvensen til betydelig/alvorlig miljøskade (--/--).

Tabell 6: Oppsummering av konsekvens for delområder

Delområde	Verdi	Type påvirkning	Påvirkning	Konsekvens
Delområde 1	Svært stor	Arealbeslag, 80 % av taeskogen	Ødelagt(----)	Svært alvorlig miljøskade (----)
Delområde 2	Noe	Reduserer vannstrømmen	Foringet(--)	Noe miljøskade (--)
Delområde 3	Svært Stor	Direkte arealbeslag, forringelse av næringsområde, forstyrrelse i anleggsfasen	Foringet (--)	Alvorlig miljøskade (--/--)

## 7.2 Trinn 2: Konsekvens av alternativer

En sammenstilling av konsekvens for de ulike alternativene er gitt Tabell 7. Konsekvensvurderingen inkluderer både anleggs- og driftsfase og forutsetter at avbøtende tiltak i kap 8 blir gjennomført.

Tabell 7: Vurdering av de ulike alternativenes konsekvens for naturmangfold. Avbøtende tiltak er ikke tatt med i vurderingen.

Delområder	Alternativ 1	0- alternativet
Delområde 1	----	0
Delområde 2	--	0
Delområde 3	--/---	0
<b>Samlet vurdering</b>	<b>---</b>	<b>0</b>
Rangering	2	1

Samlet vurdering av konsekvenser for naturmangfold er vurdert å ha **alvorlig miljøskade (---)** for naturmangfold. Konsekvensutredningen er gjort under forutsetning om gjennomføring av avbøtende tiltak i kap 9. I denne vurderingen har vi lagt vekt på at funksjonsområdet for fugl blir negativt påvirket ut over planområdet. Vi har gitt lavere konsekvensgrad for delområdene samlet enn for Delområde 1 separat. Grunnen til dette er at Delområde 1 er av begrenset størrelse.

## 8 Avbøtende tiltak i anleggsfasen

Utfylling i sjø utløser krav om reguleringsplan med krav om tiltaksplan og overvåkningsplan etter forurensningsloven. Dette innebærer å ta hensyn til marine organismer i den grad det er mulig.

- > Anleggsperioden bør legges til perioden oktober-februar dvs. utenom hekke-/trekk perioden.
- > Sprengsteinmasser inneholder gjerne rester av skyteledning og plastrør. Plast har negativ innvirkning på organismene i sjøen og på fugl, da disse forveksler plasten med mat. Å redusere plastmengden i utfyllingsmassene før utfylling er utfordrende. Tiltak for å hindre spredning av plast til omgivelsene ved utfylling i sjø må vurderes, se Miljødirektoratets faktaark M-1085/2018 (Miljødirektoratet, 2018).
- > Det bør vurderes bruk av siltgardin eller boblegardin under utfylling i sjø for å beskytte tareforekomstene/influensområdet vest for tiltaket mot nedslamming, se Figur 23. Siltgardin kan by på praktiske utfordringer i forhold til feste og hinder for ferdsel på sjø.
- > Sjøbunnen i området er forurenset, og ved en utfylling i sjø vil det være fare for oppvirvling og spredning av forurenset sediment. Det bør iverksettes tiltak for å overvåke og hindre spredning av forurensete partikler.

- > Utarbeide miljøoppfølgingsplan (MOP) for de konkrete arbeidene som skal utføres. Hensyn til naturmangfold, avbøtende tiltak nevnt her, skal være et tema i MOP. Arbeid med MOP kan gjerne ta til så snart reguleringsplan er godkjent, og senest når prosjektering starter. I MOP skal det fremgå hvem som er ansvarlig for de ulike tiltakene.

## 9 Vurdering i henhold til naturmangfoldloven §§ 8-12

De miljømessige prinsippene i naturmangfoldloven §§ 8 – 12 skal legges til grunn ved utøvelse av offentlig myndighet for å vurdere om prosjektet kan gjennomføres. Lovens formål, § 1, sier:

*"at naturen med dens biologiske, landskapsmessige og geologiske mangfold og økologiske prosesser tas vare på ved bærekraftig bruk og vern, også slik at den gir grunnlag for menneskenes virksomhet, kultur, helse og trivsel, nå og i fremtiden, også som grunnlag for samisk kultur".*

### 9.1 Om kunnskapsgrunnlaget, § 8

*"Offentlige beslutninger som berører naturmangfoldet skal så langt det er rimelig bygge på vitenskapelig kunnskap om arters bestandssituasjon, naturtypers utbredelse og økologiske tilstand, samt effekten av påvirkninger. Kravet til kunnskapsgrunnlaget skal stå i et rimelig forhold til sakens karakter og risiko for skade på naturmangfoldet.*

*Myndighetene skal videre legge vekt på kunnskap som er basert på generasjoners erfaringer gjennom bruk av og samspill med naturen, herunder slik samisk bruk, og som kan bidra til bærekraftig bruk og vern av naturmangfoldet."*

Kunnskapsgrunnlaget er basert på eksisterende informasjon, sammensatt av opplysninger fra nasjonale databaser, offentlige rapporter og saksdokument. Kunnskapsgrunnlaget er supplert med feltobservasjoner.

- > Kunnskapsgrunnlaget vurderes som tilstrekkelig. Tiltaket innebærer et arealbeslag på ca. 110 000 m<sup>2</sup> sjøbunn og ca. 7 700 m<sup>2</sup> landareal på holmen Høgevarde.

### 9.2 Førre-var-prinsippet, § 9

*"Når det treffes en beslutning uten at det foreligger tilstrekkelig kunnskap om hvilke virkninger den kan ha for naturmiljøet, skal det tas sikte på å unngå mulig vesentlig skade på naturmangfoldet. Foreligger en risiko for alvorlig eller irreversibel skade på naturmangfoldet, skal ikke mangel på kunnskap brukes som begrunnelse for å utsette eller unnlate å treffe forvaltningstiltak."*

Dette prinsippet henger nært sammen med kunnskapsgrunnlaget. Er kunnskapsgrunnlaget svakt, skal førre-var prinsippet tillegges større vekt.

- > I dette tilfellet foreligger det tilstrekkelig kunnskap om naturmangfoldet og tiltakets virkninger på naturmangfoldet. Føre-var-prinsippet får dermed ikke anvendelse.

### 9.3 Økosystemtilnærming og samlet belastning, § 10

*"En påvirkning av et økosystem skal vurderes ut fra den samlede belastning som økosystemet er eller vil bli utsatt for."*

Det foregår allerede en utbygging med utfylling i sjø på Flatskjer, dette området er regulert til havn i gjeldende kommuneplan. Sjøarealet mellom Flatskjer og Høgevarde, som vil gå tapt ved utfylling i sjø er i kommuneplanen avsatt til "bruk og vern av sjø og vassdrag". Feltregistreringene viser at det er større tareskogforekomster enn tidligere registrert i dette området, og at tareskogen består hovedsakelig av den truede naturtypen "sukkertareskog".

Vannforekomsten Karmsundet-Kopervik, ID 0242040102-C, har moderat økologisk tilstand og dårlig kjemisk tilstand. Vannforekomsten er i stor grad påvirket av avrenning fra industri, avløpsrensaneanlegg og landbruk. Tareskogen i plan- og influensområdet er tydelig påvirket av tilførsler fra land, både partikler og næringsstoffer. Utfylling vil medføre risiko for oppvirvling og spredning av forurensede, finkornige sedimenter. Påvirkningen vil være kortvarig og ikke medføre varig skade. Avstanden til miljømålet om god økologisk og kjemisk tilstand vil derfor ikke endres som følge av tiltaket.

I anleggsfasen vil det være risiko for spredning av partikler fra utfyllingsmasse, og i oppvirvling av forurensede sedimenter på sjøbunnen. I sprengsteinmasser er det gjerne en del rester av sprengledning i plast, noe som kan medfører plastforurensning til sjø. Risikoen for spredning kan reduseres gjennom avbøtende tiltak.

- > Tiltaket vil utradere ca. 80 % av påvist sukkertareskog i planområdet. Det ble også påvist forekomst av sukkertare i influensområdet som kan bli negativt påvirket av tilslamming i anleggsfasen. Sukkertareskogen er et viktig økosystem langs kysten, blant annet fordi skogen er et viktig oppvekstområde for fisk og andre arter. I områder der sukkertareskogene blir borte, forsvinner også mange andre dyr på sjøbunnen og i vannet. Større fisk og sjøfugl får redusert tilgang på mat, og mange arter som for eksempel kysttorsk og krepsdyr mister sine oppvekst- og skjulesteder. Torsken er en art som lever i disse strandnære områdene gjennom sin første vinter, og som da trenger både mat og skjul for å overleve. I rødliste for naturtyper 2011 (Artsdatabanken, 2018) er sukkertareskog i Rogaland kategorisert som sårbar (VU). I den nye rødlistevurderingen for naturtyper er sukkertareskog i Nordsjøen og Skagerrak vurdert som sterkt truet (EN) (Artsdatabanken, 2018).

## 9.4 Kostnader ved miljøforringelse skal bæres av tiltakshaver, § 11

*"Tiltakshaveren skal dekke kostnadene ved å hindre eller begrense skade på naturmangfoldet som tiltaket volder, dersom dette ikke er urimelig ut fra tiltakets og skadens karakter."*

- > Det forutsettes at tiltakshaver dekker kostnader ved miljøforringelse.

## 9.5 Miljøforsvarlige teknikker og driftsmetoder, § 12

*"For å unngå eller begrense skader på naturmangfoldet skal det tas utgangspunkt i slike driftsmetoder og slik teknikk og lokalisering som, ut fra en samlet vurdering av tidligere, nåværende og framtidig bruk av naturmangfoldet, gir de beste samfunnsmessige resultater."*

- > Best mulig metode kan omfatte tidspunkt for aktivitet, redskapsbruk og avbøtende tiltak. Se kapittel 7.1 for forslag til avbøtende tiltak som kan bidra til å redusere skade på naturmangfoldet.

## 10 Referanser

- Artsdatabanken. (2018, 11). Hentet fra <https://database.artsdatabanken.no/RLN2018Innsyn/NaturTypeVurdering/NatureTypeAssessment/342>
- Artsdatabanken. (2018, 11). Hentet fra <https://www.artsdatabanken.no/Pages/259147>
- Artsdatabanken. (2018, 11 15). <https://artsdatabanken.no/>.
- COWI AS. (2018, 09). Konsekvenser på strømmingen af en opfyldning ved Karmsund Havn. .
- COWI AS. (2018). Sedimentundersøkelse, Husøy v/ Flatskjer. Karmsund havn IKS. RAP A095361 02.
- Direktoratet for naturforvaltning. (2001). Kartlegging av marint biologisk mangfold. DN-håndbok 19-2001 revidert 2007.
- Direktoratet for naturforvaltning. (2006). Kartlegging av naturtyper - verdisetting av biologisk mangfold. Håndbok 13 - 2. utgave 2006. Oppdatert 2007.
- FMRO. (2018, 11). <https://www.temakart-rogaland.no/>.
- Kartverket. (2018, 18). <https://www.norgeskart.no/>.
- Kystverket. (2018, 11 15). <https://kart.kystverket.no/>.
- Miljødirektoratet. (2015a). *Veileder M-409 | 2015 - Risikovurdering av forurenset sediment.*
- Miljødirektoratet. (2016). *Veileder M-608 | 2016 - Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota.*
- Miljøstatus. (2018, 11). <http://www.miljostatus.no/kart/>.
- Naturbase. (2018). Hentet fra <https://faktaark.naturbase.no/?id=BN00102153>
- NGU. (2018, 11). <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>.
- NIBIO. (2018, 11 21). Hentet fra [https://kilden.nibio.no/?X=6617375.45&Y=-49752.77&zoom=14&lang=nb&topic=arealinformasjon&bgLayer=graatone\\_cache&layers=ar50\\_areatype,verdiklasser\\_jordsmonnkart,verdiklass](https://kilden.nibio.no/?X=6617375.45&Y=-49752.77&zoom=14&lang=nb&topic=arealinformasjon&bgLayer=graatone_cache&layers=ar50_areatype,verdiklasser_jordsmonnkart,verdiklass)



er\_ar5dmk,verdiklasser\_dyrkbar,helling,ar50\_bonitet,ar50\_jordbruksare  
al,ar50\_skogbon

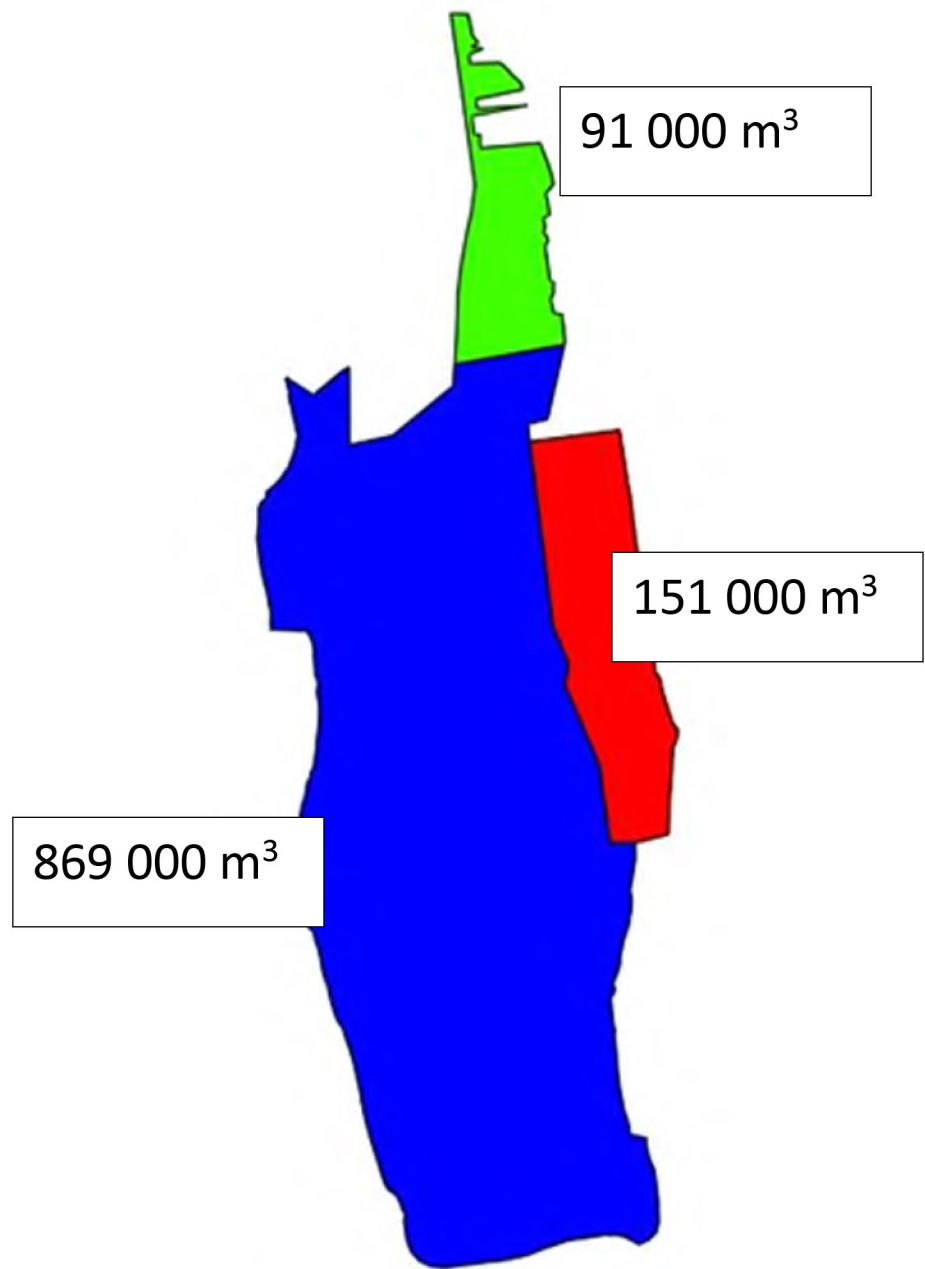
Statens vegvesen. (2018). Konsekvensanalyser. Håndbok V712.

Vann-nett. (2018, 10 26). Hentet fra <https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/0242040102-C>.

# VEDLEGG a



# VEDLEGG b

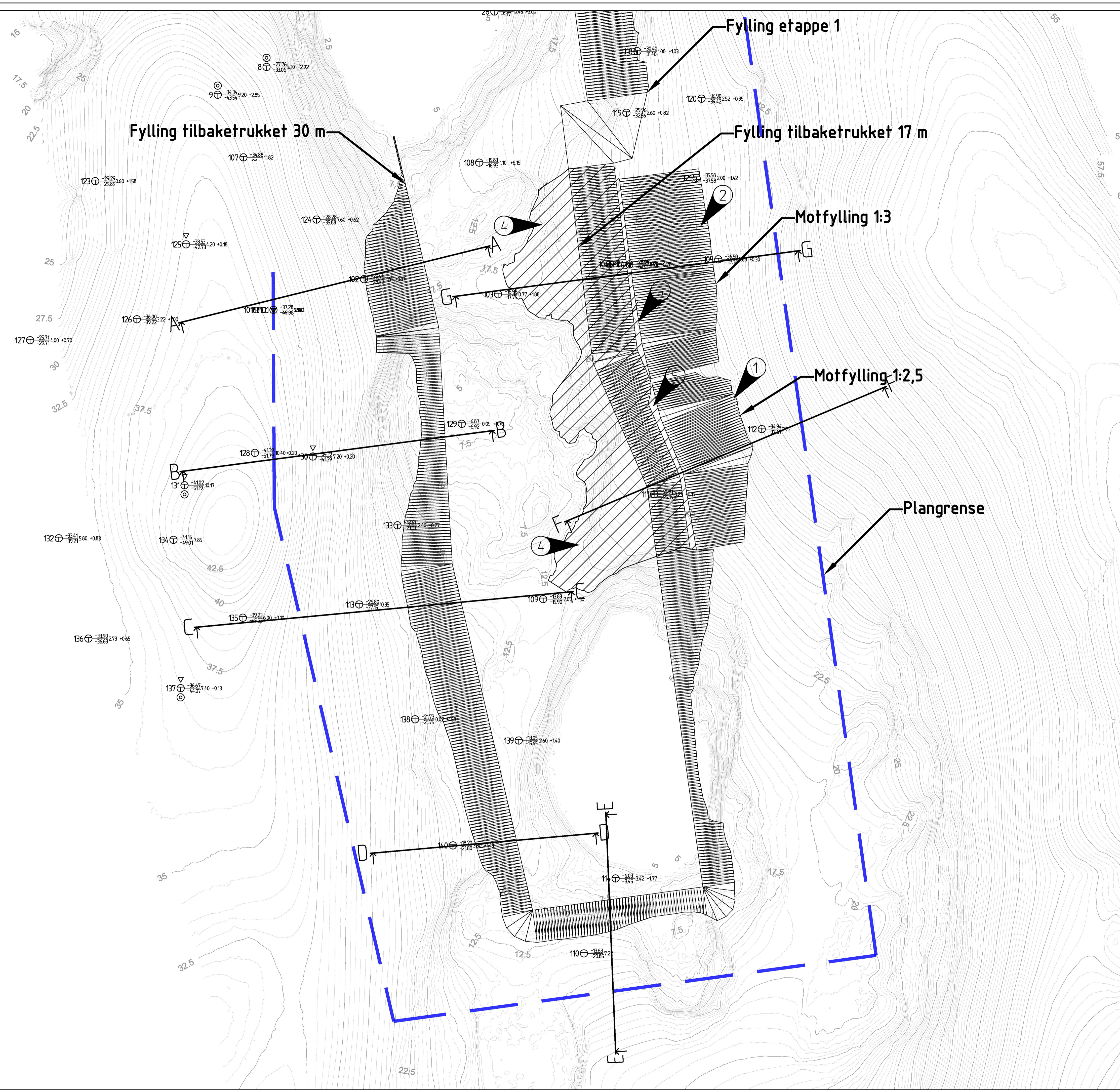


Grønt: gjenstår etappe 1 = 7 910m<sup>2</sup>

Blått: Hovedfylling = 88 080m<sup>2</sup>

Rødt: motfylling = 12 780m<sup>2</sup>

# VEDLEGG c



**Arbeidsrekkefølge:**

Faseplanen er hentet fra rapport A230392-RAP-RIG-01. Det vises til rapporten for komplett beskrivelse og forutsetninger, og til tegninger V02-V05 for geometri av tiltakene.

Fase 1: Tildekking av forurenset sjøbunn med et min. 10 cm tykt sandlag iht. tegning V02 Sandplan.

Fase 2: Utlegging av ca. 1 m tykt lag med grov stein (Ø 30 - 100 cm) under planlagt motfylling og hovedfylling fra lekter. Fyllingsarbeidet starter ved fyllingsfot og utvides innover, se tegninger V03-V05. Store steiner prioriteres under motfylling i snitt G-G, se tegning V05.

Fase 3: Utlegging av steinmasser som motfylling fra lekter til kote -17 i snitt G-G og til kote -12 i snitt F-F, se tegning V05. Motfyllingen legges fra fyllingsfot og utvides innover trinnvis, hvert trinn legges maksimalt 5 m høyt. Fyllingshelning skal være i henhold til arbeidstegninger V05 og skal kontrolleres for hver 5. m fyllingshøyde. Motfyllingen skal ligge i minst ett år for konsolidering.

Fase 4: Det legges steinfylling fra lekter til kote -4 eller -3 for hele området. Fyllingshelningen på 1:1,5 kontrolleres for hver 5. meter fyllingshøyde. Utfylling gjøres fra nord til sør.

Fase 5: Det legges steinfylling fra endetipp til kote +2,0 for hele området. Det forutsettes at utleggingen til kote +2,0 vil ta ca. et år.

Fase 6: Faste setningsmålingspunkter etableres på kote +2 og måler setninger månedlig de første fire månedene, deretter annenhver måned til totalt ni målinger er utført.

Fase 7: Behov for dypkomprimering vurderes på bakgrunn av resultater fra setningsmålinger. Detaljplan for dypkomprimering utarbeides av entreprenør og godkjennes av prosjekterende.

Fase 8: Plastring og erosjonssikring utarbeides på øst-, vest- og sørsiden av fyllingen iht. anbefalinger fra kaiprojektering og A230392-RAP-RIG-01.

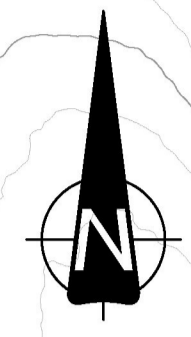
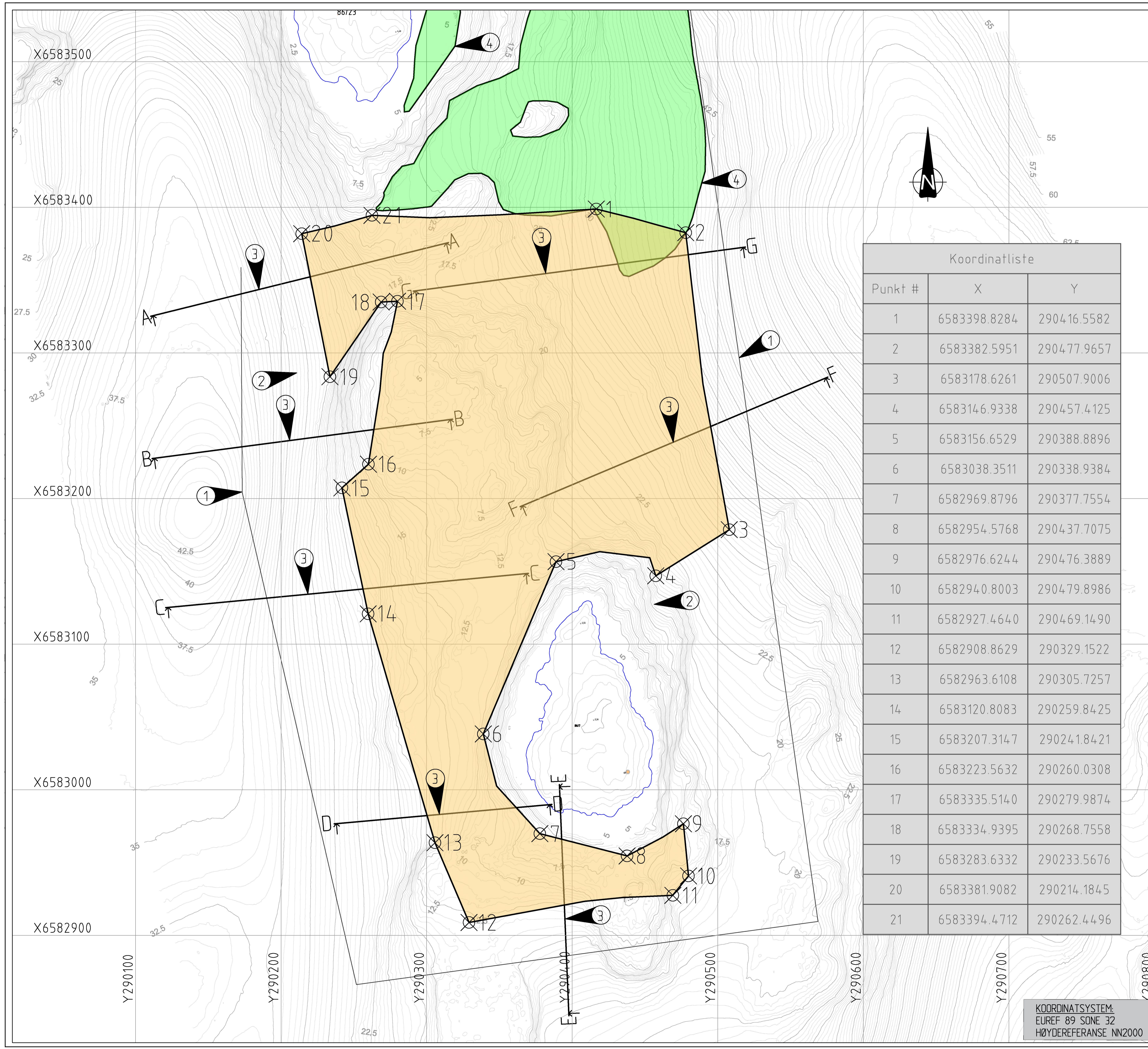
- ① Motfylling til kote -13, helning 1:2,5
- ② Motfylling til kote -17, helning 1:3,0
- ③ Overgangssone fra kote -18 til -13
- ④ Horizontal flate for motfylling
- ⑤ Min. 3 m hulle fra topp motfylling til fot hovedfylling

Det henvises generelt til tegninger V02 for sandplan og V03-V05 for tverrsnitt. Utførelse gjøres i tråd med A230392-RAP-RIG-01.

Rev.	Dato	Revideringen gjelder	Nr.	Saksb.	Sidem.k.	Oppdr.a.
Karmsund Havn IKS			Tegnet av	MCHG	Saksbehandler	MCHG
Rogfast masser til Husøy			Sidemannskont.	MDMR	Oppdragsansvarlig	MAGS
Fyllingsplan			Fag	RIG	Målestokk	1:1250 (A1)
Plassering av beregningsnitt			Dato	13.09.2021	Status	
Oppdragsnr. A230392			Status			
Tegning nr.			Rev.			
COWI			V01			

# VEDLEGG d





Koordinatliste		
Punkt #	X	Y
1	6583398.8284	290416.5582
2	6583382.5951	290477.9657
3	6583178.6261	290507.9006
4	6583146.9338	290457.4125
5	6583156.6529	290388.8896
6	6583038.3511	290338.9384
7	6582969.8796	290377.7554
8	6582954.5768	290437.7075
9	6582976.6244	290476.3889
10	6582940.8003	290479.8986
11	6582927.4640	290469.1490
12	6582908.8629	290329.1522
13	6582963.6108	290305.7257
14	6583120.8083	290259.8425
15	6583207.3147	290241.8421
16	6583223.5632	290260.0308
17	6583335.5140	290279.9874
18	6583334.9395	290268.7558
19	6583283.6332	290233.5676
20	6583381.9082	290214.1845
21	6583394.4712	290262.4496

**Utførelse:**  
 Sjøbunnen er forurenset med miljøgifter med maks. tilstandsklasse IV. For å forhindre spredning av forurensning skal sjøbunnen under fylling dekket med et minimum 10 cm sandlag som anvist. Det henvises til miljøteknisk notat A230392-NOT-RIM-01 for detaljert angivelse av forurensninger og tiltak. Det vises også til geoteknisk notat A230392-RAP-RIG-01 for overordnet beskrivelse tiltaket.

- ① Plangrense fra 2. gangs reguleringsplan mai 2019. Det må ikke tilføres eller deponeres masser utenfor angitt grense.
- ② Originalt planlagt utstrekning av fylling. Visning er are til illustrasjon, og skal ikke benyttes ifm. utfylling av sprengte masser til hovedfylling eller motfylling.
- ③ Snitt som viser prinsipp for anleggsutførelse, se V03, V04 og V05.
- ④ Angitt sandplan for etappe 1. Forutsatt utført.

**TEGNFORKLARING:**

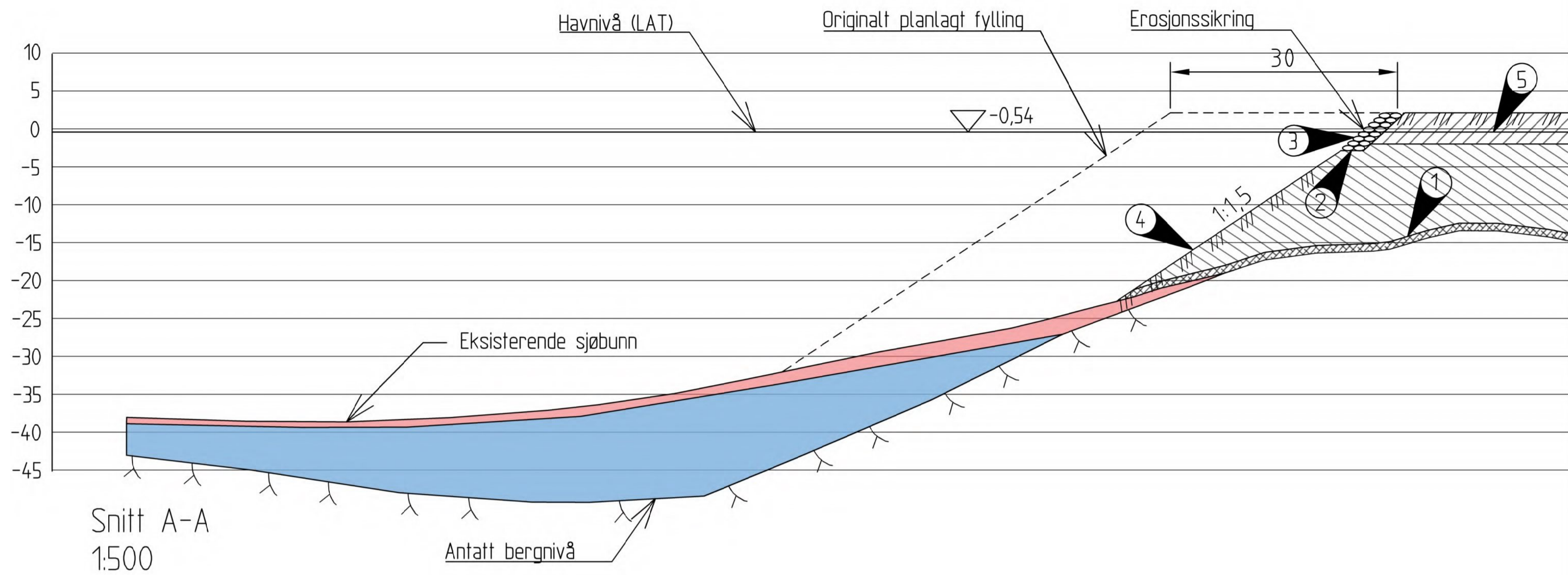
- Dekkes til med sand
- Område som allerede er tildekket ifm. utfylling fase 1

KOORDINATSYSTEM:  
 EUREF 89 SONE 32  
 HØYDEREFERANSE NN2000

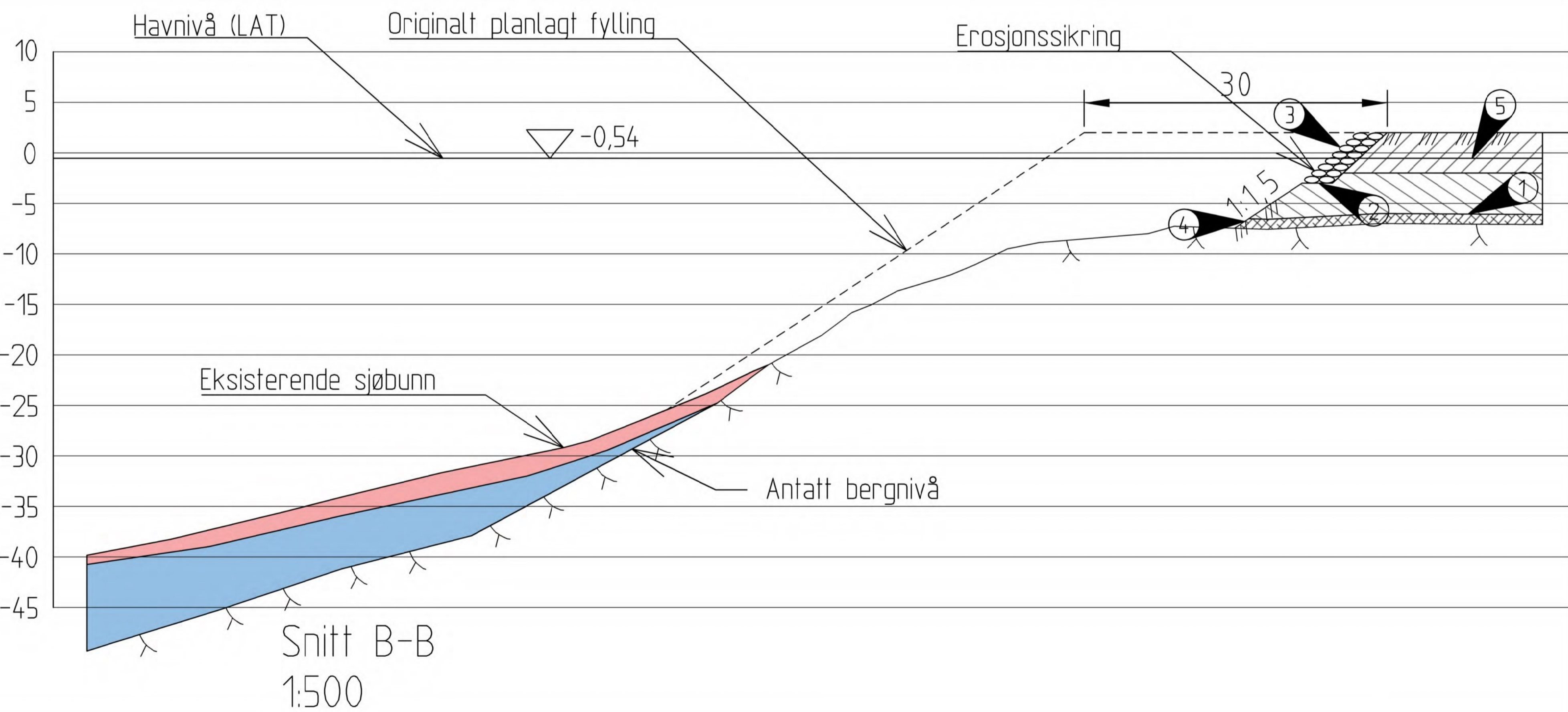
Rev.	Dato	Revisjonen gjelder	Nr.	Saksb.	Sidem.k.	Oppdr.a.
Karmsund Havn IKS			Tegnet av	MCHG	Saksbehandler	MCHG
Karmsund Havn - Rogfastmasser til Husøy			Sidemannskont.	MDMR	Oppdragsansvarlig	MAGS
Plan for utlegging av sandlag			Fag	RIG	Målestokk	1:1250 (A1)
Prinsipptegning			Dato	09.07.2021	Status	
Plan			Oppdragsnr.	A230392	Rev.	
			Tegning nr.		V02	0



VEDLEGG e



Snitt A-A  
1:500



Snitt B-B  
1:500

**Utførelse:**

Sjøbunnen er forurensset av TBT og PAH-forbindelser. Alt arbeid som kan virvle opp sjøbunnsmateriale må gjøres skånsomt. Før fyllingsarbeid starter skal sjøbunn tildekkes med sand slik angitt av tegning V02.

Det henvises til geoteknisk rapport A230392-RAP-RIG-01 for detaljert beskrivelse av faseplan for utfyllingsarbeidet.

For å oppnå tilstrekkelig stabilitet må fyllingen ved snitt A-A og B-B trekkes noe tilbake. Det legges et 1 m tykt lag av grov stein i bunnen av hele fyllingsområdet vha. lekter. Dette er spesielt viktig i området ved fyllingsfot.

Fyllingen legges ut lagvis vha. lekter opp til kote -3. Fra kote -3 til kote +2 legges masser fra endetipp.

Innledningsvis bør arbeidet anses som en testfase hvor man blir kjent med hvordan sjøbunnen responderer på pålastninger med hensyn på oppvirvling og stabilitetsbrudd. Det skal derfor gjøres kontinuerlige scanninger av sjøbunnen underveis for å oppdage eventuelle brudd i grunn eller fylling.

All beskrivelse av anleggsutføringen gitt av rapport A230392-RAP-RIG-01 skal følges. Ved usikkerhet kontaktes prosjekterende.

- ① Store steiner prioriteres framfor mindre i bunnen av hele fyllingsfronten da disse gir best forankring. Det legges ut et 1 m tykt lag av grov stein med lekter .
- ② Det skal etableres en 3 m bred hylle for plassering av plastringsstein.
- ③ Plastringsstein legges fra kote -3 til topp fylling. Plastringsstein legges i 2 lag. Det vises til A230392-RAP-RIG-01.
- ④ Helning av fylling skal kontrolleres ved profilering, bunnscan eller vha. dykkere.
- ⑤ Komprimeres lagvis over vann, iht. A230392-RAP-RIG-01.

Det forutsettes at sprengsteinen som benyttes er av god kvalitet og ikke skifrig, flisete eller forvirret. Det skal gjennomføres tiltak for å unngå spredning av plastavfall fra sprengning og det skal føres tilsyn med vannoverflaten under fyllingsarbeidet. For videre miljøhensyn henvises til A230392-NOT-RIM-01

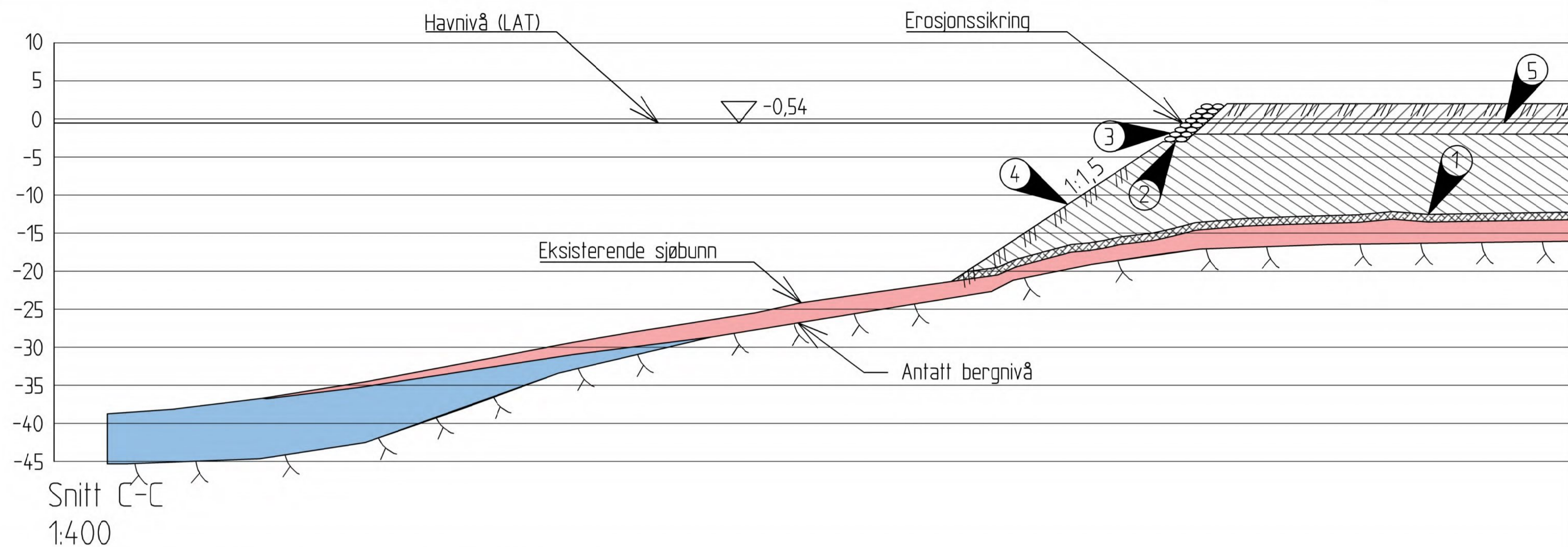
**TEGNFORKLARING:**

- Fylling etableres med tipping
- Fylling etableres fra lekter
- 1 m lag av grov stein legges fra lekter
- Siltig sandig gytje
- Siltig leire

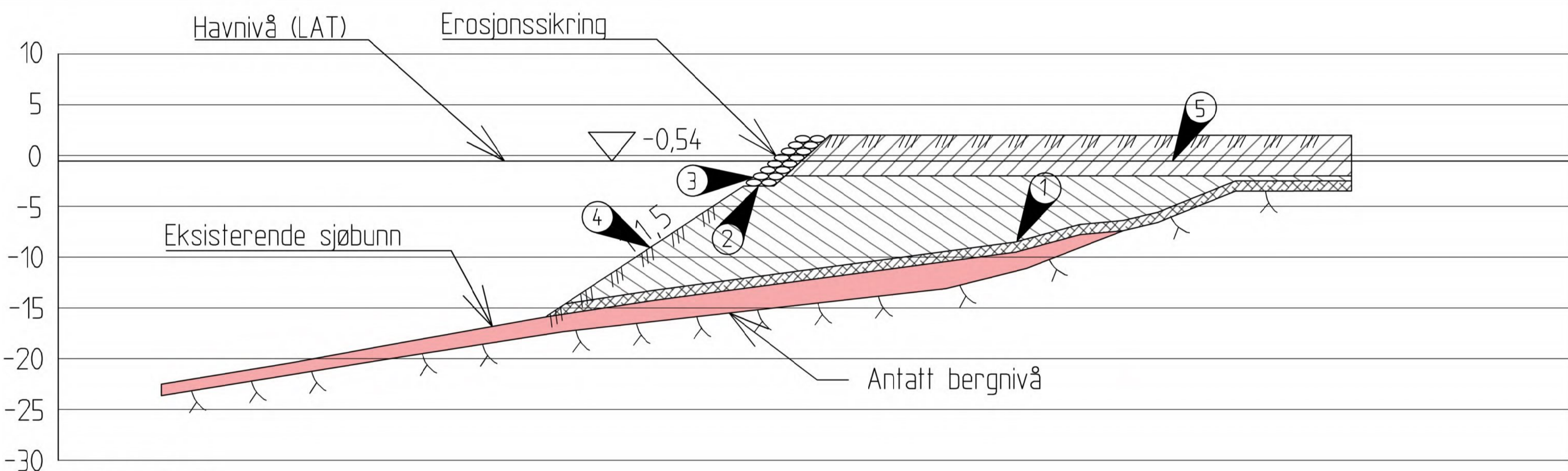
Rev.	Dato	Revideringen gjelder	Nr.	Saksb.	Sidem.k.	Oppdr.a.
Karmsund Havn IKS			Tegnet av	MCHG	Saksbehandler	MCHG
Utfylling i sjø, Etappe 2			Sidemanskont.	MDMR	Oppdragsansvarlig	MAGS
Geoteknisk prosjektering			Fag	RIG	Målestokk	1:500 (A1)
Prinsipptegning			Dato	13.09.2021	Målestokk	1:500 (A1)
Snitt A-A			Oppdrag.nr.	A230392	Status	
Snitt B-B			Tegning nr.		Rev.	
<b>COWI</b>					<b>V03</b>	

Filnavn: O:\A\110000\A\110651\Geoteknikk\CAD\ETAPPE 2\V-tegn\V03-05.dwg Xref: Snitt A-A.dwg

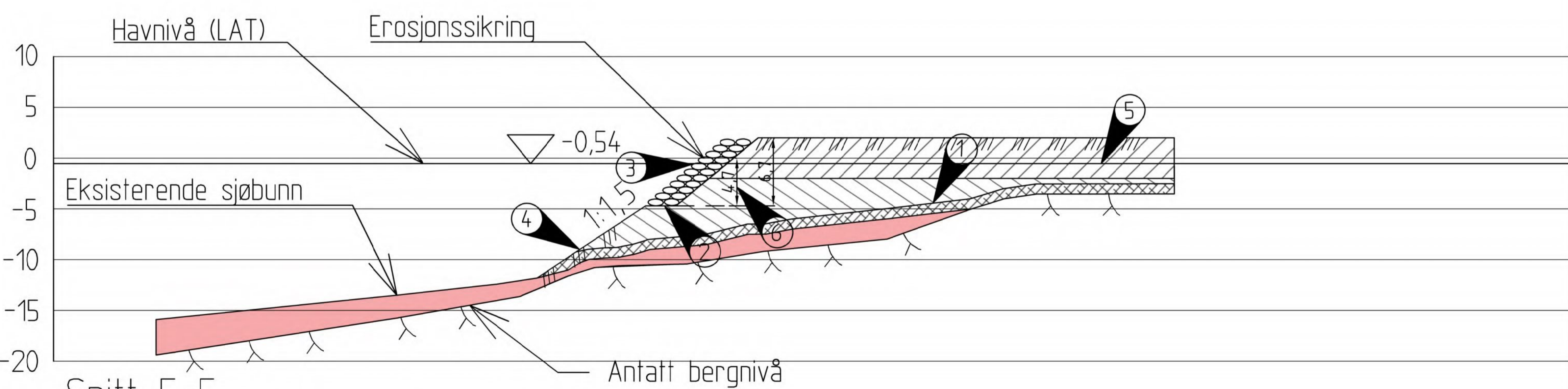
# VEDLEGG f



Snitt C-C  
1:400



Snitt D-D  
1:300



Snitt E-E  
1:300

**Utførelse:**

Sjøbunnen er forurenset av TBT og PAH-forbindelser. Alt arbeid som kan virvle opp sjøbunnsmateriale må gjøres skånsomt. Før fyllingsarbeid starter skal sjøbunn tildekkes med sand slik angitt av tegning V02.

Det henvises til geoteknisk rapport A230392-RAP-RIG-01 for detaljert beskrivelse av faseplan for utfyllingsarbeidet.

Det legges et 1 m tykt lag av grov stein i bunnen av hele fyllingsområdet vha. lekter. Dette er spesielt viktig i området ved fyllingsfot. Fyllingen legges ut lagvis vha. lekter opp til kote -3. Fra kote -3 til kote +2 legges masser fra endefipp.

Innledningsvis bør arbeidet anses som en testfase hvor man blir kjent med hvordan sjøbunnen responderer på pålastninger med hensyn på oppvirvling og stabilitetsbrudd. Det skal derfor gjøres kontinuerlige scanninger av sjøbunnen underveis for å oppdage eventuelle brudd i grunn eller fylling.

All beskrivelse av anleggsutføringen gitt av rapport A230392-RAP-RIG-01 skal følges. Ved usikkerhet kontaktes prosjekterende.

- ① Store steiner prioriteres framfor mindre i bunnen av hele fyllingsfronten da disse gir best forankring. Det legges ut et 1 m tykt lag av grov stein med lekter.
- ② Det skal etableres en 3 m bred hylle for plassering av plastringsten.
- ③ Plastringsten legges fra kote -3 til topp fylling. Plastringsten legges i 2 lag. Det vises til A230392-RAP-RIG-01.
- ④ Helning av fylling skal kontrolleres ved profilering, bunnscan eller vha. dykkere.
- ⑤ Komprimeres lagvis over vann, iht. A230392-RAP-RIG-01.
- ⑥ Plastringsten legges fra topp fylling til kote -4,7 langs fyllingens sørlige kant, se snitt E-E.

Det forutsettes at sprengsteinen som benyttes er av god kvalitet og ikke skifrig, flisete eller forvitret. Det skal gjennomføres tiltak for å unngå spredning av plastavfall fra sprengning og det skal føres tilsyn med vannoverflaten under fyllingsarbeidet. For videre miljøhensyn henvises til A230392-NOT-RIM-01.

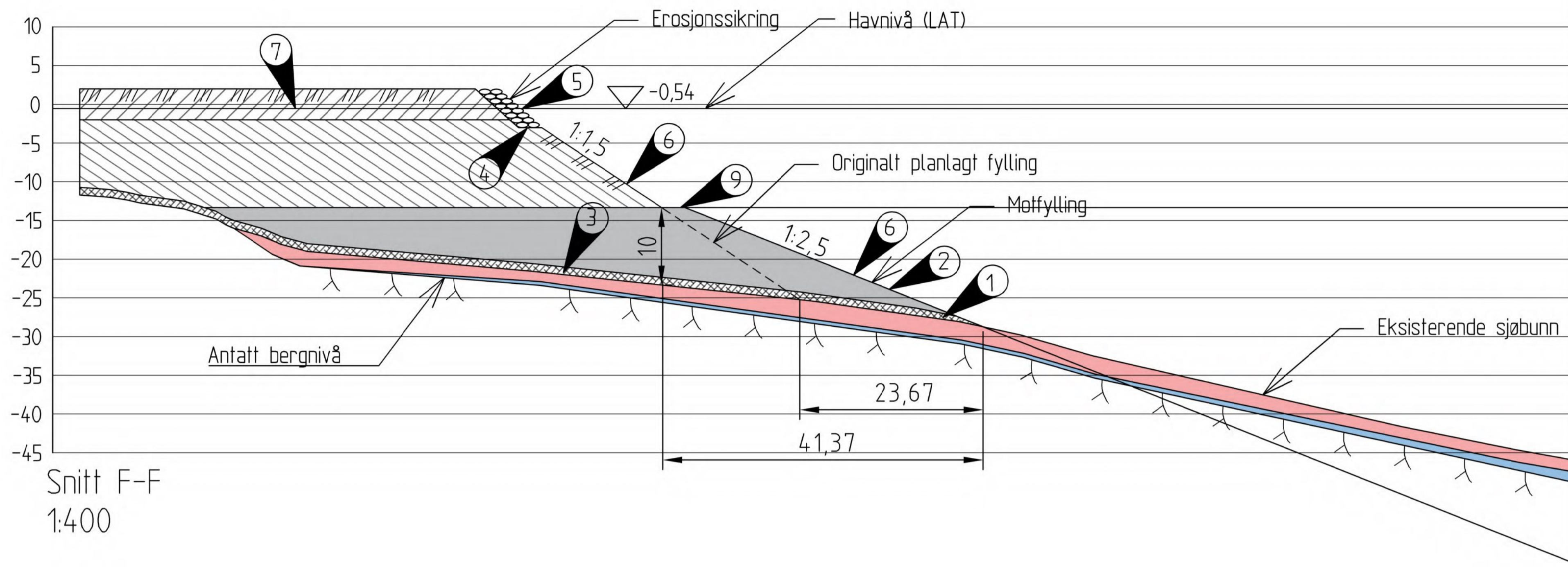
**TEGNFORKLARING:**

- Fylling etableres med tipping
- Fylling etableres fra lekter
- 1 m lag av grov stein legges fra lekter
- Siltig sandig gytje
- Siltig leire

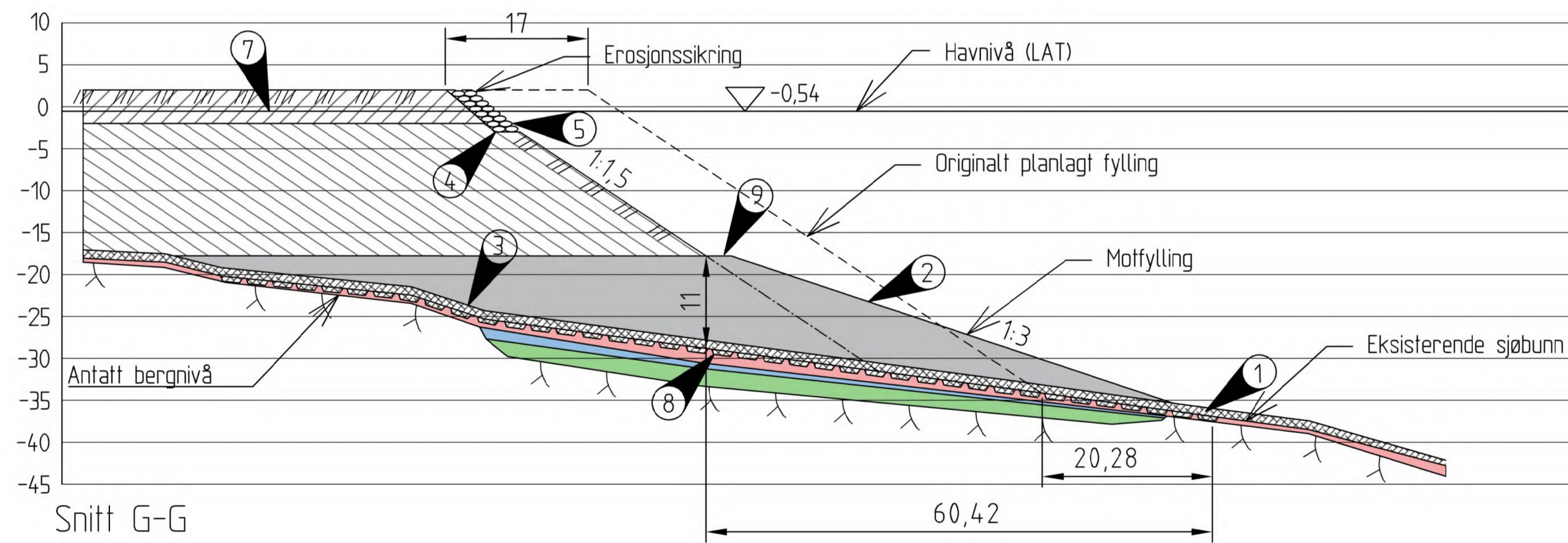
Rev.	Dato	Revideringen gjelder	Nr.	Saksb.	Sidem.k.	Oppdr.a.
Karmsund Havn IKS			Tegnet av	MCHG	Saksbehandler	MCHG
Utfylling i sjø, Etappe 2			Sidemanskont.	MDMR	Oppdragsansvarlig	MAGS
Geoteknisk prosjektering			Fag	RIG	Målestokk	1:400 (A1)
Prinsipptegning			Dato	13.09.2021	1:300 (A1)	1:300 (A1)
Snitt C-C, snitt D-D og snitt E-E			Oppdrag.nr.	A230392	Status	
Tegning nr.			COWI		RIG	V04
					Rev.	

Filnavn: O:\A\110000\A\110651\Geoteknikk\CAD\ETAPPE 2\V-tegn\V03-05.dwg Xref: Snitt A-A.dwg

VEDLEGG g



Snitt F-F  
1:400



Snitt G-G  
1:400

**Utførelse:**

Sjøbunnen er forurenset av TBT og PAH-forbindelser. Alt arbeid som kan virvle opp sjøbunnsmaterialet må gjøres skånsomt. Før fyllingsarbeid starter skal sjøbunn tildekkes med sand slik angitt av tegning V02.

Det henvises til geoteknisk rapport A230392-RAP-RIG-01 for detaljert beskrivelse av faseplan for utfyllingsarbeidet.

For å oppnå tilstrekkelig stabilitet må det for snitt F-F og G-G etableres en henholdsvis 10 og 11 m høy motfylling vha. lekker. For snitt F-F skal motfyllingens tå strekke seg 20-25 m fra originalt plantlagt fyllingsfot og skal ha helning på min. 1:2,5. I snitt G-G skal motfyllingens tå strekke seg 20-25 m foran originalt plantlagt fyllingsfot og ha helning på min. 1:3.

Det legges et 1 m tykt lag av grov stein i bunnen av hele fyllingsområdet (under motfylling og fremtidig fylling). I snitt G-G er det spesielt viktig med bruk av store steiner for å trenge inn i det øverste løsmasselaget. Motfyllingen legges deretter lagvis med 1-2 m tykke lag. Motfyllingen skal konsolideres i minimum 1 år fra ferdig motfylling før resterende fyllingsarbeid.

Etter ferdig konsolidert motfylling legges resterende fylling ut vha. lekker opp til kote -3. Fra kote -3 til kote +2 legges masser fra endetipp.

Innledningsvis bør arbeidet anses som en testfase hvor man blir kjent med hvordan sjøbunnen responderer på pålastninger med hensyn på oppvirvling og stabilitetsbrudd. Det skal derfor gjøres kontinuerlige scanninger av sjøbunnen underveis for å oppdage eventuelle brudd i grunn eller fylling.

All beskrivelse av anleggsutføringen gitt av rapport A230392-RAP-RIG-01 skal følges. Ved usikkerhet kontaktes prosjekterende.

- ① Store steiner prioriteres framfor mindre i bunnen av hele fyllingsfronten da disse gir best forankring.
- ② Motfylling etableres med angitt utbredelse fra prosjektert fyllingsfot.
- ③ 1 m tykt lag av grov stein lagt med lekker.
- ④ Det skal etableres en 3 m bred hylle for plassering av plastringssten.
- ⑤ Plastringsstein legges fra kote -3 til topp fylling. Plastringsstein legges i 2 lag. Det henvises til A230392-RAP-RIG-01.
- ⑥ Helning av fylling skal kontrolleres ved profilering, bunnskan eller vha. dykkere.
- ⑦ Komprimeres lagvis over vann, iht. A230392-RAP-RIG-01
- ⑧ Store steiner prioriteres mot bunnen for å trenge inn i øverste løsmasselag (siltig, sandig gytje).
- ⑨ Det etableres en 3 m bred hylle mellom front av motfylling og hovedfylling

Det forutsettes at sprengsteinen som benyttes er av god kvalitet og ikke skifrig, flisete eller forvitret. Det skal gjennomføres tiltak for å unngå spredning av plastavfall fra sprengning og det skal føres tilsyn med vannoverflaten under fyllingsarbeidet. For videre miljøhensyn henvises til A230392-NOT-RIM-01

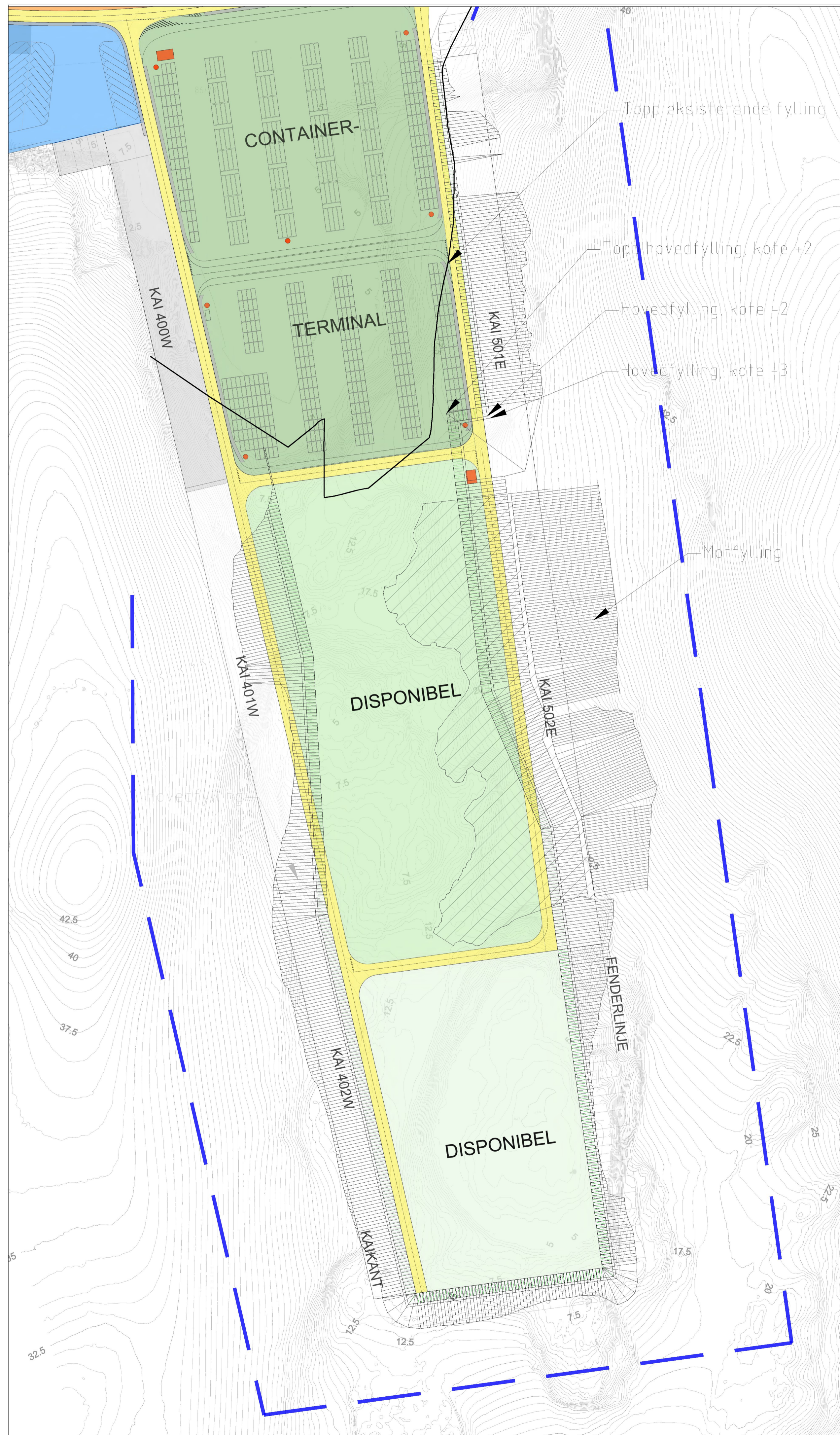
**TEGNFORKLARING:**

- Fylling etableres med tipping
- Fylling etableres fra lekker
- 1 m lag av grov stein legges fra lekker
- Siltig sandig gytje
- Leire
- Siltig leire
- Motfylling

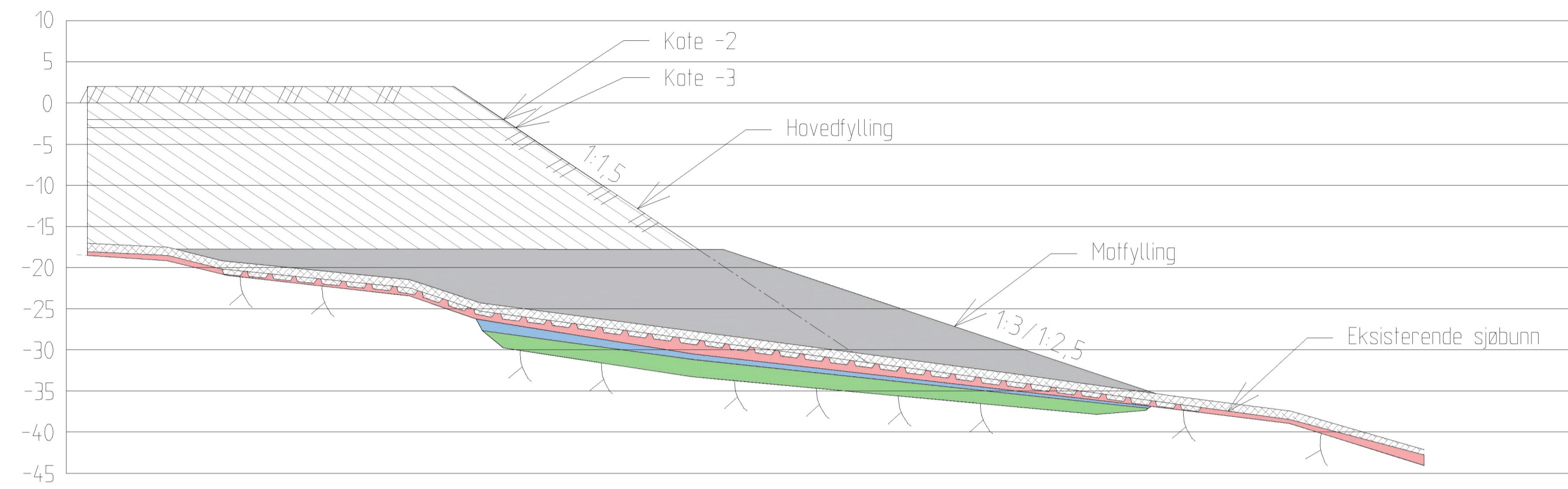
Rev.	Dato	Revideringen gjelder	Nr.	Saksb.	Sidem.k.	Oppdr.a.
Karmsund Havn IKS			Tegnet av	MCHG	Saksbehandler	MCHG
Utfylling i sjø, Etappe 2			Sidemannskont.	MDMR	Oppdragsansvarlig	MAGS
Geoteknisk prosjektering			Fag	RIG	Målestokk	1:400 (A1)
Prinsipp-tegning			Dato	15.09.2021		1:400 (A1)
Snitt F-F			Status			
Snitt G-G			Oppdragnr.	A230392	Tegning nr.	V05
			Rev.			

# VEDLEGG h





PRINSIPP SNITT MOTFYLLING/HOVEDFYLLING



Mengder fylling		
Navn	Mengde	Merknad
Sum fyllingsmengde	1 111 000 m <sup>3</sup>	
Hovedfylling	960 000 m <sup>3</sup>	
Motfylling	151 000 m <sup>3</sup>	
Rest fylling etappe 1	91 000 m <sup>3</sup>	Inkludert i hovedfylling
Kote +2 til -3	334 000 m <sup>3</sup>	Inkludert i hovedfylling

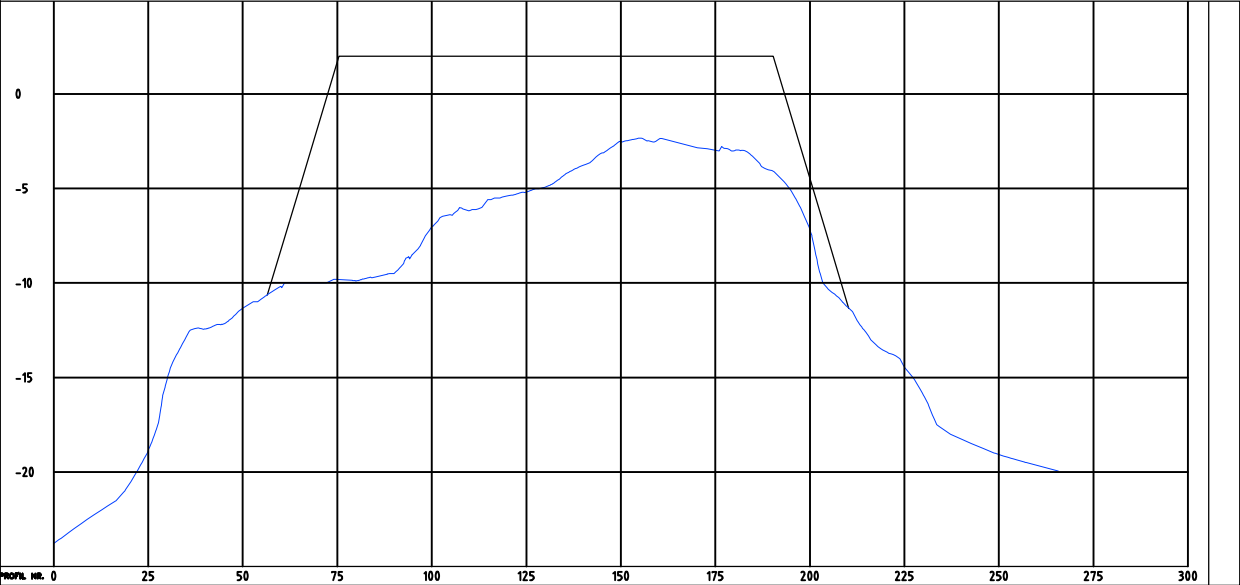
OVERSIKT MENGDER FYLLING	Tegning nr.	B02	Rev.	A
	Status	SKISSE		

Rev.	Dato	Oppdaterte masser etter ny beregning	Nr.	RHHU	MAGS	MAGS
		Revideringen gjelder				
KARMSUND HAVN IKS			Tegnet av	RHHU	Saksbehandler	
ROGFASTMASSER HUSØY			Sidemannskont.	MAGS	Oppdragsansvarlig	
OVERSIKT MENGDER FYLLING			Fag	Målestokk	1:1500 1:500	
			Dato	27.09.2021		
COWI			Oppdragsnr.	A110651	Status	SKISSE
			Tegning nr.		Rev.	B02 A

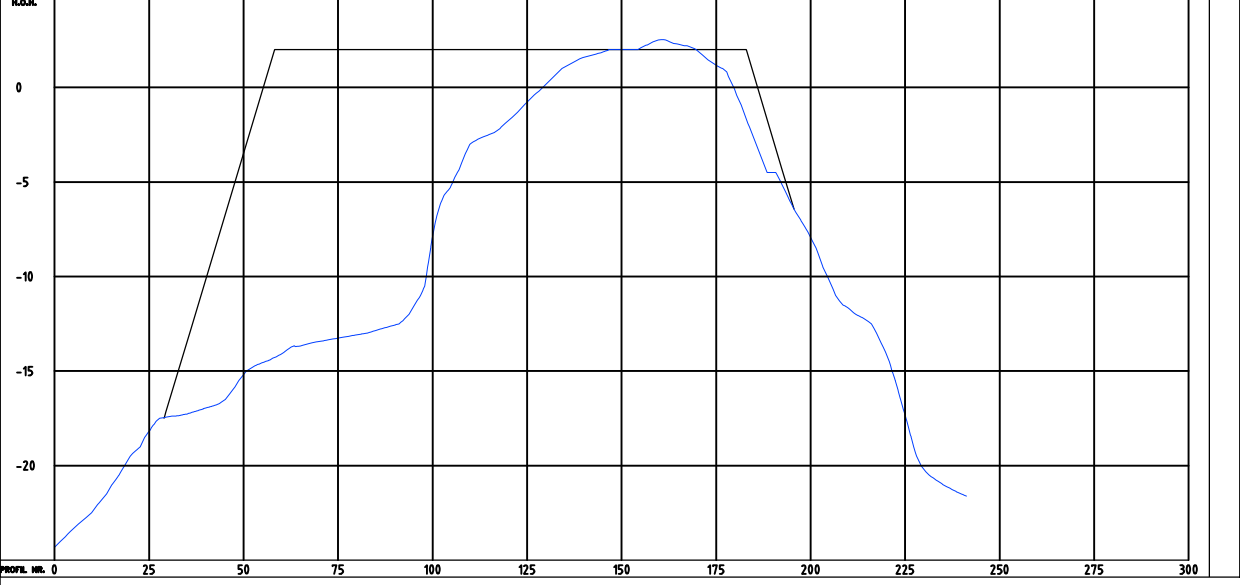
VEDLEGG i



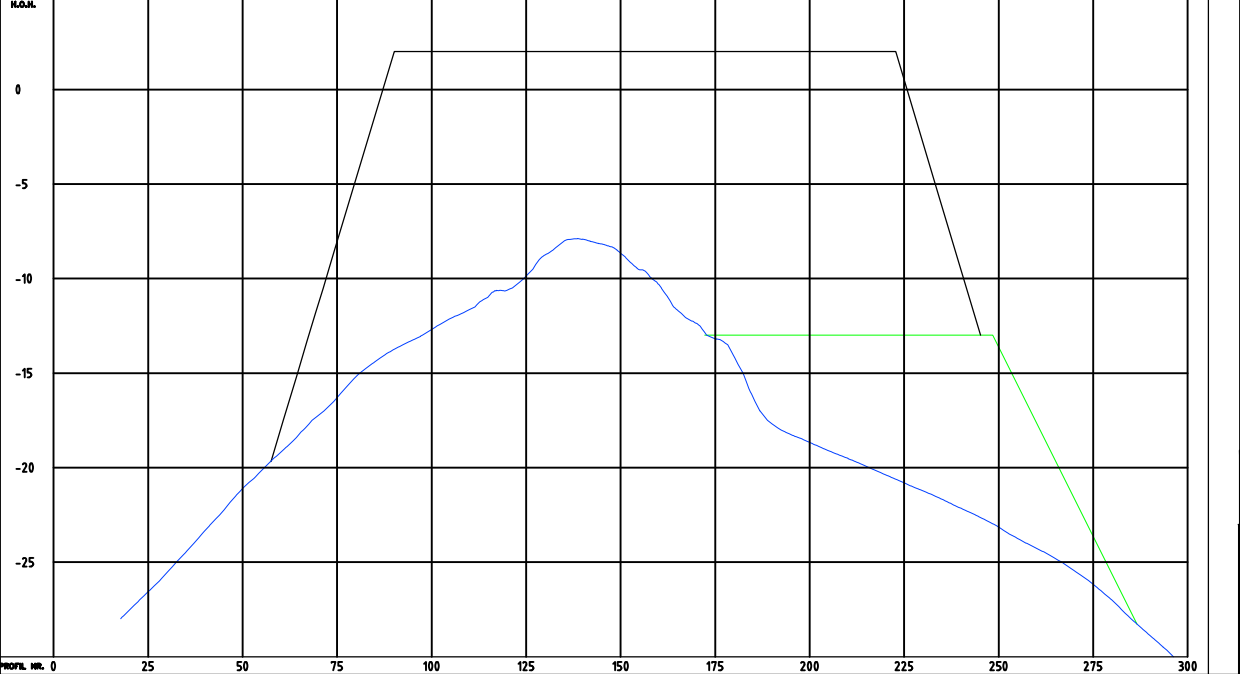
SNITT 1



SNITT 2



SNITT 3



TEGNFORKLARING

- HOVEDFYLLING —
- MOTFYLLING —
- SJØBUNN/TERRENGOVERFLATE —
- TIDLIGERE FYLLT —

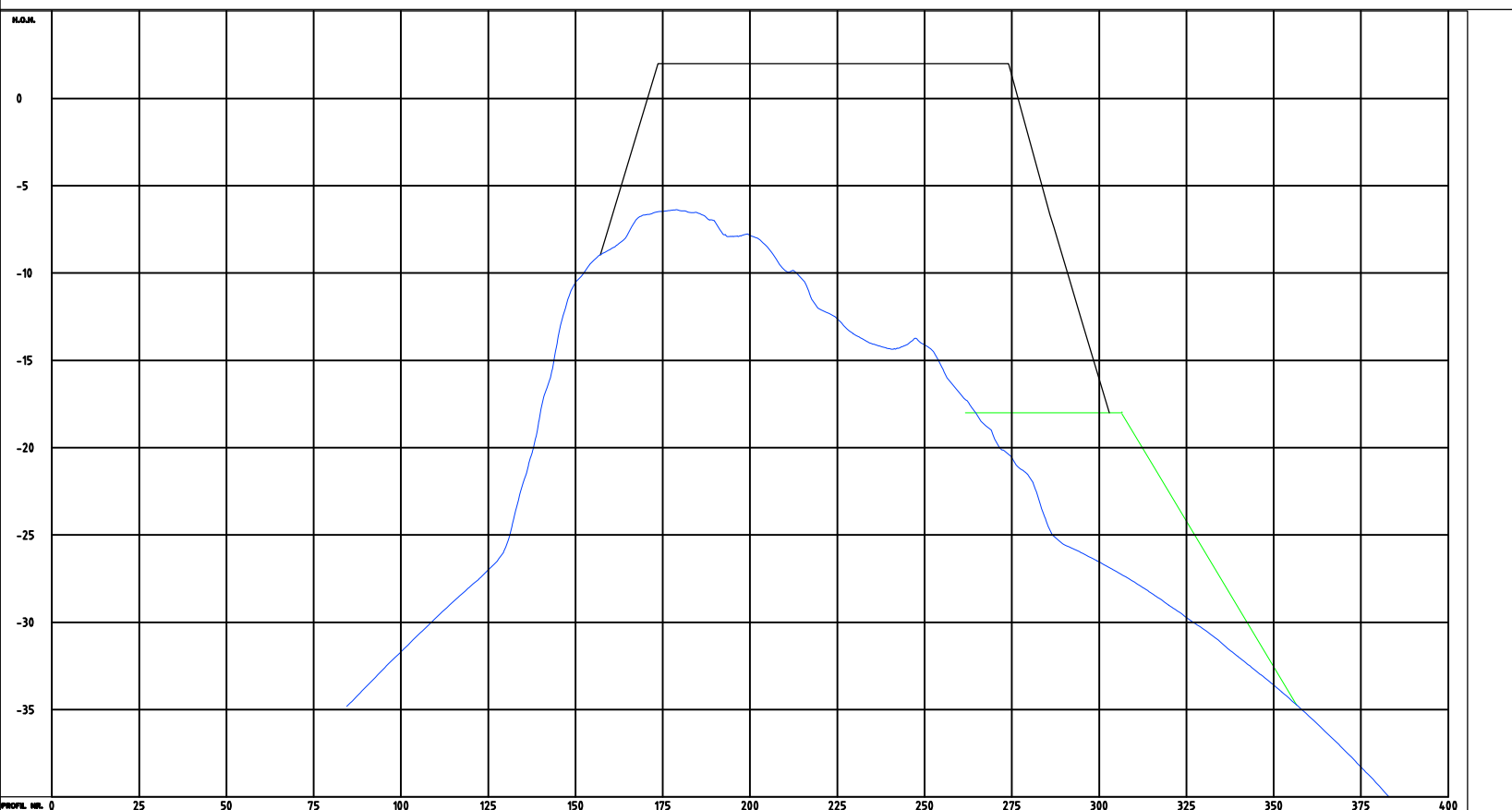
Rev.	Dato	Revideringen gjelder	Nr.	Saksb.	Sidem.k.	Oppdr.a.
KARMSUND HAVN IKS			Tegnet av		Saksbehandler	
MASTERPLAN OMRÅDE 5 OG 6			RHHU			
			Sidemannskont.		Oppdragsansvarlig	
			MAGS		MAGS	
			Fag		Målestokk	
					1:1000 (A1)	
			Dato			
			27.09.2021			
			Oppdragsnr.		Status	
			A117728		SKISSE	
			Tegning nr.		Rev.	

**COWI**

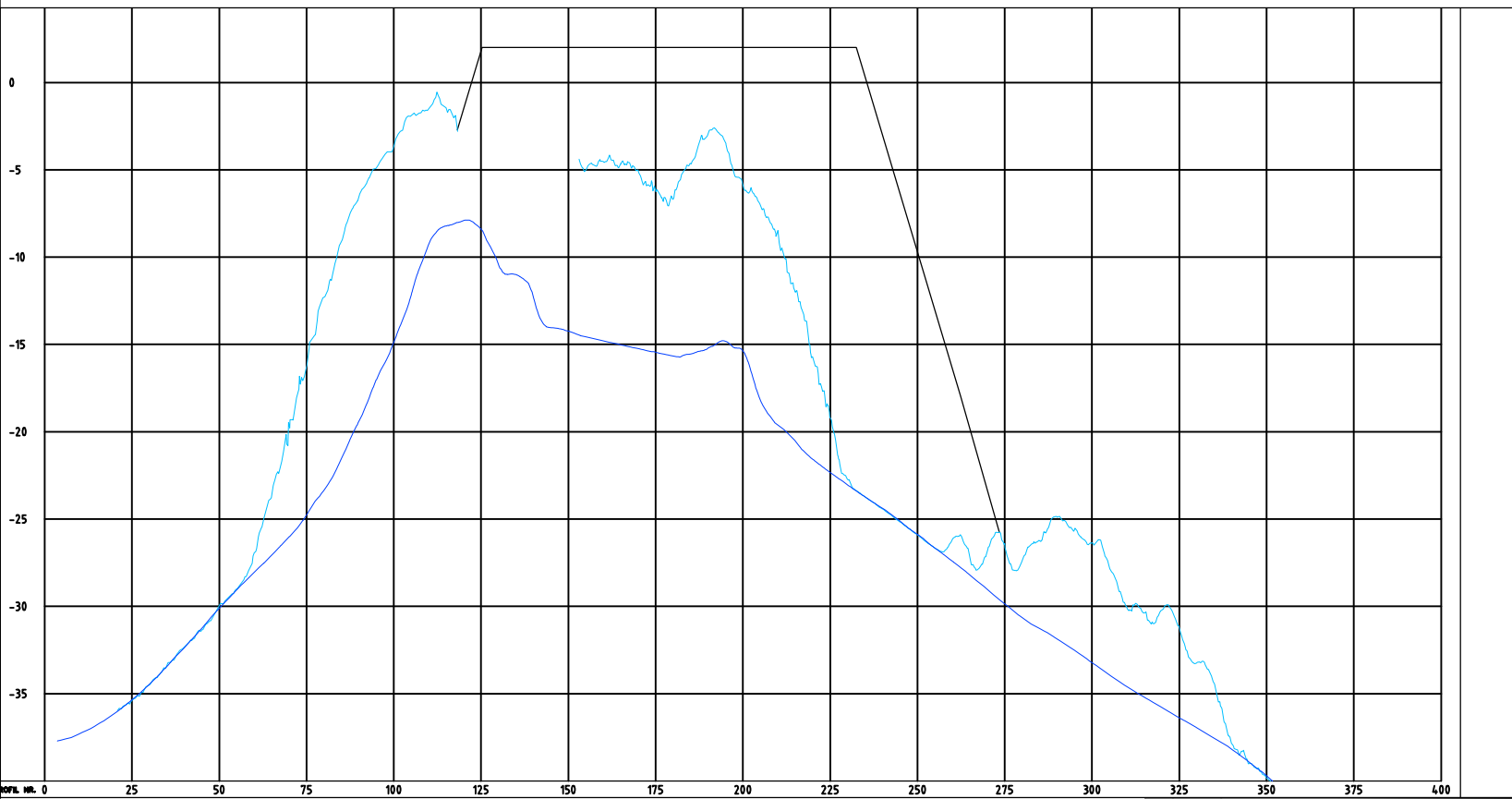
# VEDLEGG j



SNITT 4



SNITT 5



TEGNFORKLARING

- HOVEDFYLLING —————
- MOTFYLLING —————
- SJØBUNN/TERRENGOVERFLATE —————
- TIDLIGERE FYLLT —————

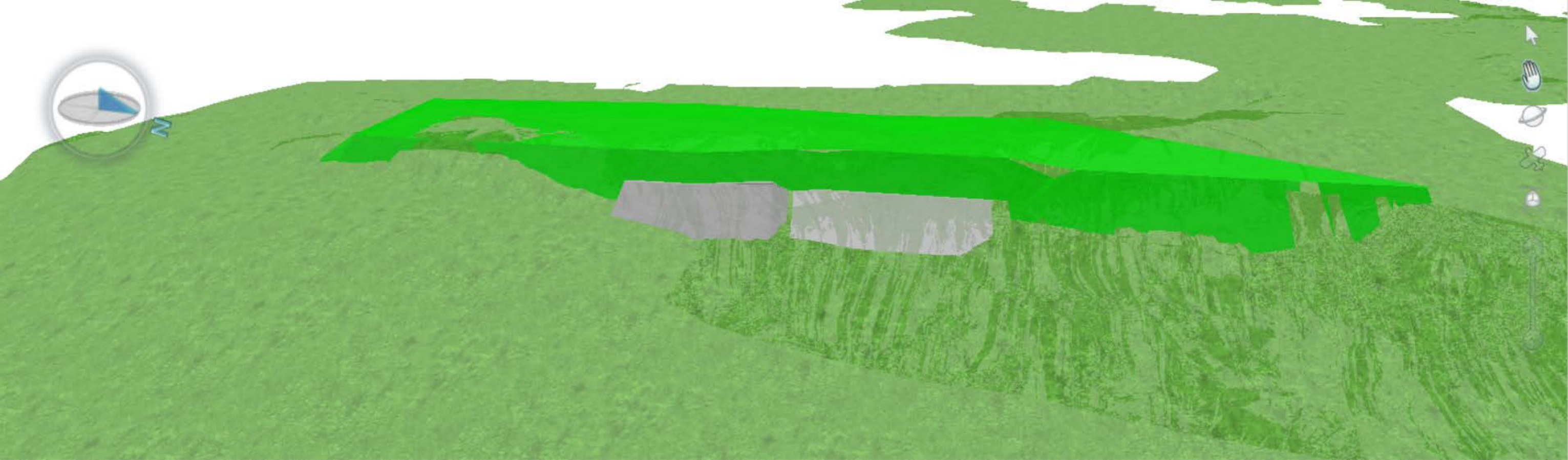
Rev.		Dato		Revideringen gjelder		Nr.	Saksb.	Sidem.k.	Oppdr.a.
KARMSUND HAVN IKS		RHU		Saksbehandler		Tegnet av		Saksbehandler	
MASTERPLAN OMRÅDE 5 OG 6		MAGS		Oppdragsansvarlig		MAGS		MAGS	
SNITT 4 og 5		MAGS		Målestokk		1:1000 (A1)		Målestokk	
FYLLING - SJØBUNN		27.09.2021		Dato		27.09.2021		Dato	
COWI		Oppdragsnr. A117728		Status		SKISSE		Rev.	
R03		1		Tegning nr.		R03		1	

# VEDLEGG k

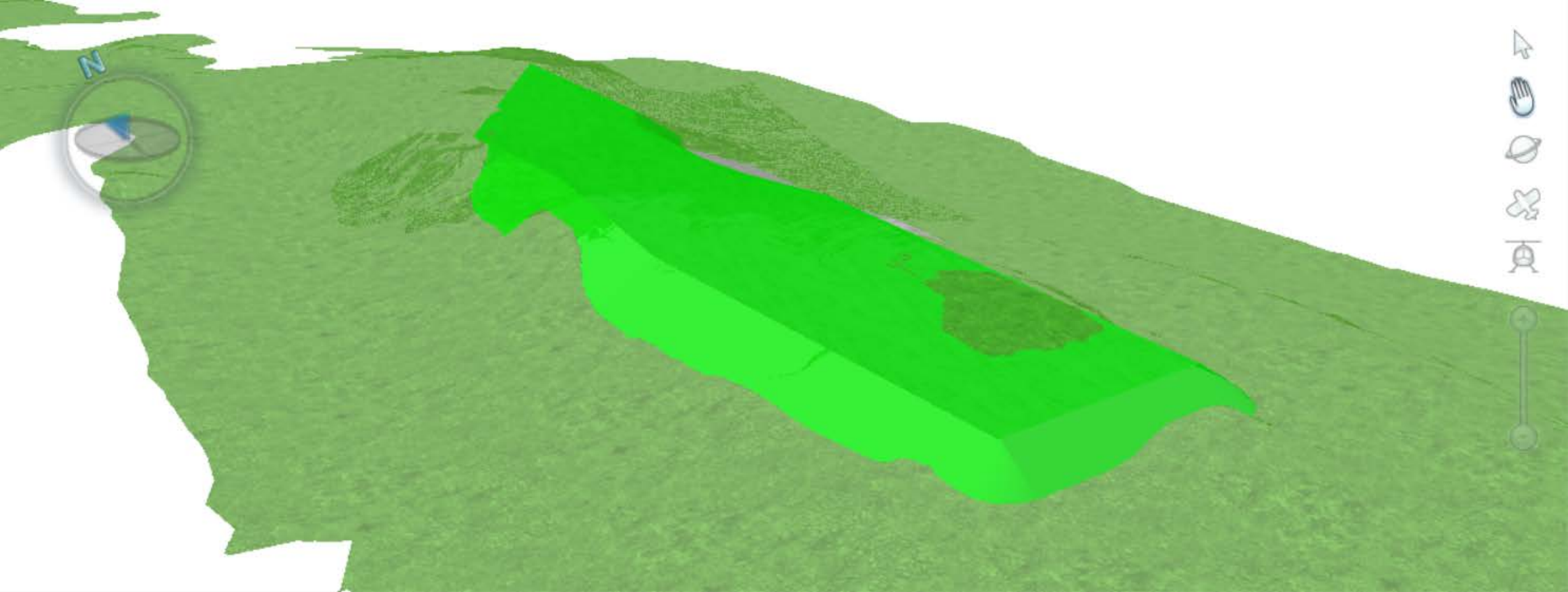


# VEDLEGG I

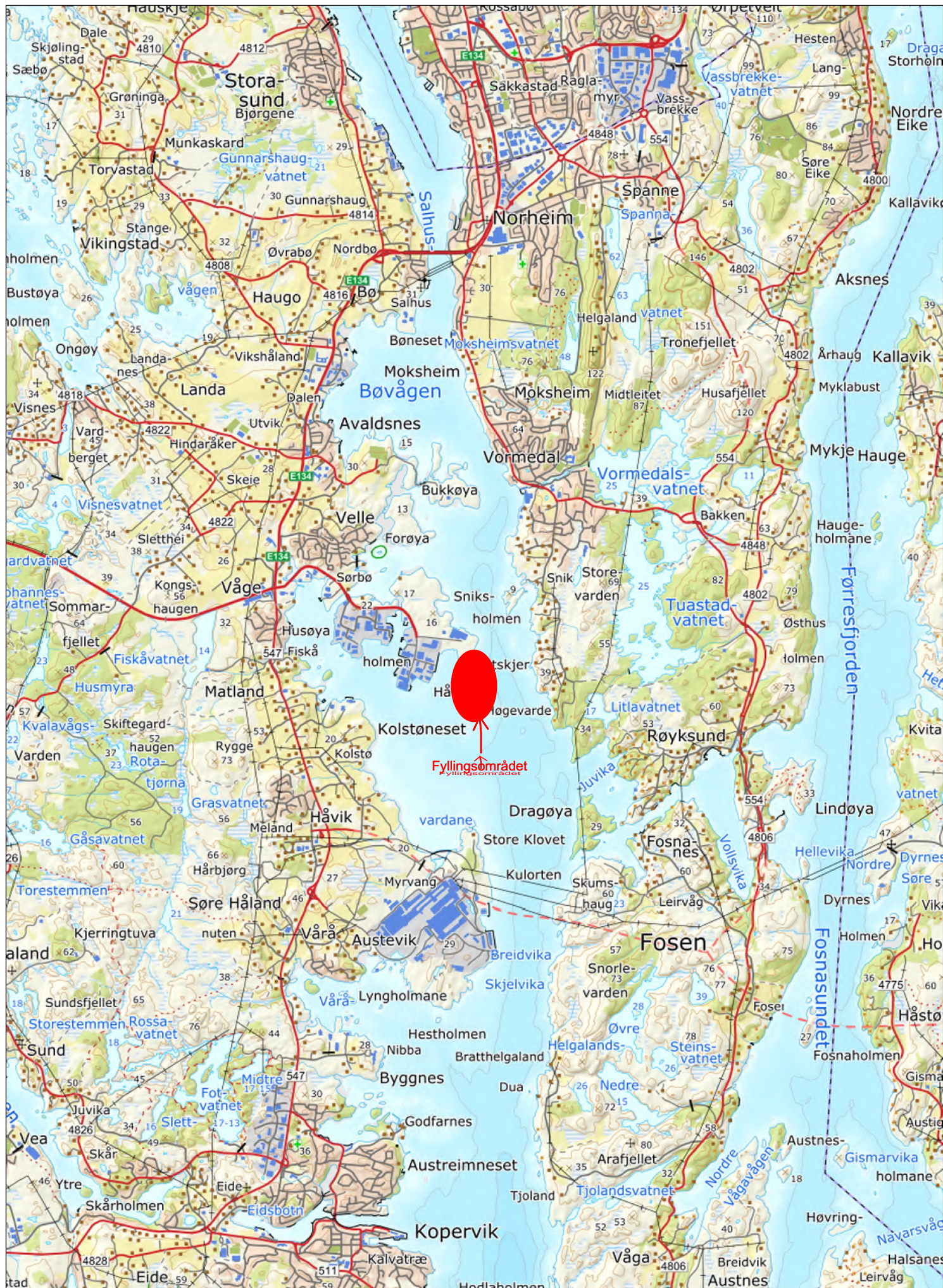




VEDLEGG m



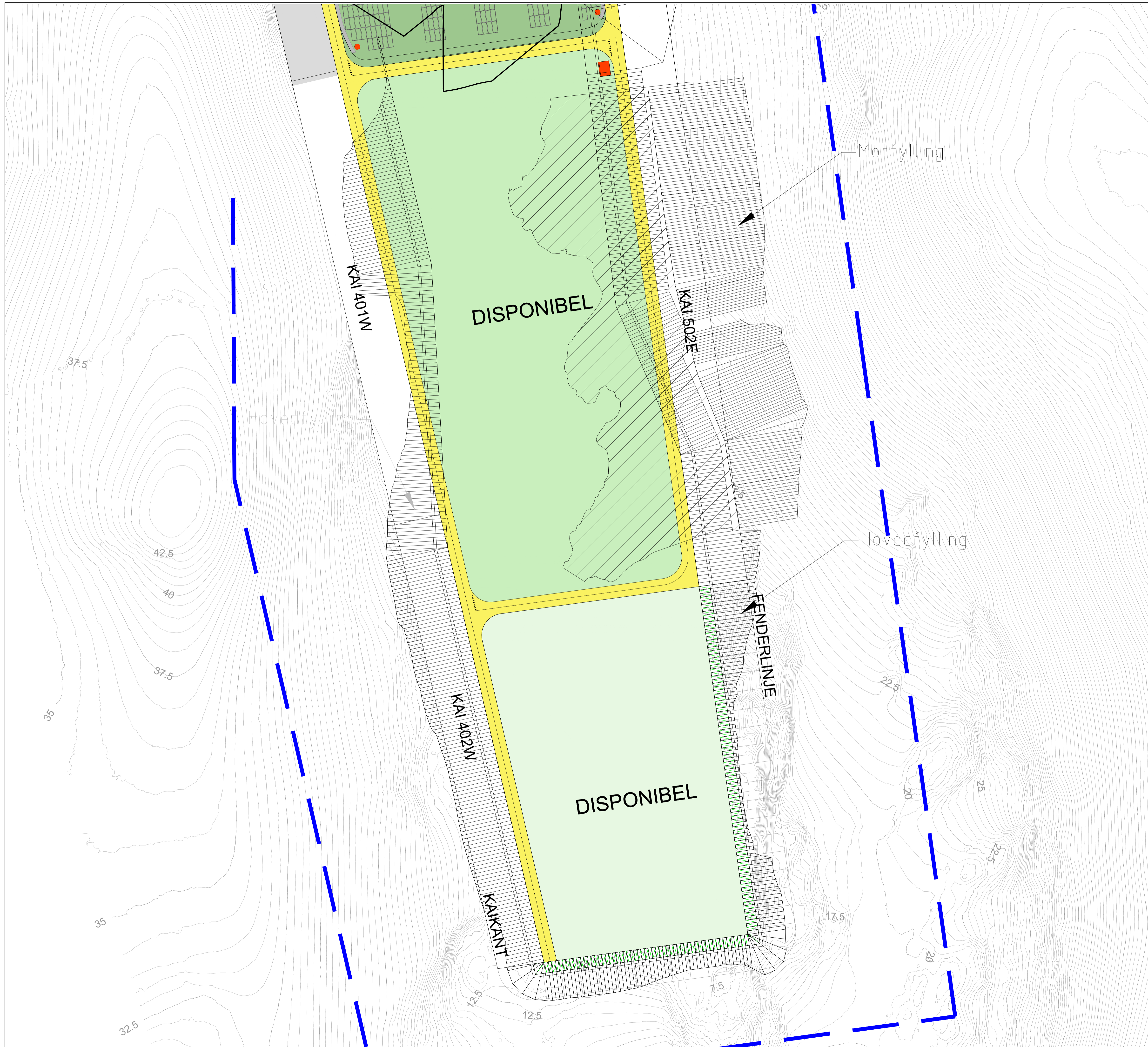
VEDLEGG n



Senterposisjon: -49780.93, 6617990.72  
Koordinatsystem: EPSG:25833  
Utskriftsdato: 27.10.2021

0 500 1000 1500 2000m

# VEDLEGG 0



OVERSIKT FYLLING 1:1000	Tegning nr.	B03	Rev.
	Status	SKISSE	

Rev.	Dato	Revideringen gjelder	Nr.	Saksb.	Sidem.k.	Oppdr.a.
KARMSUND HAVN IKS			Tegnet av	RHHU	Saksbehandler	
ROGFASTMASSER HUSØY			Sidemanskontr.	MAGS	Oppdragsansvarlig	MAGS
OVERSIKT FYLLING 1:1000			Fag	Målestokk	1:1500	1:500
			Dato	27.10.2021		
COWI			Oppdragsnr.	A110651	Status	SKISSE
			Tegning nr.		Rev.	B03