

---

RAPPORT

# Horten Karljohansvern

---

OPPDRAGSGIVER

Forsvarsbygg

EMNE

Strand sør og strand sør indre. Risikovurdering og tiltaksplan

DATO / REVISJON: 17. februar 2023/ 00

DOKUMENTKODE: 10228458-RIGm-RAP-002

---



Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

**Forsidefoto:** «Strand sør», foto: Multiconsult.

## RAPPORT

OPPDRAG	<b>Horten Karljohansvern</b>	DOKUMENTKODE	102258458-RIGm-RAP-002
EMNE	Strand sør og strand sør indre. Risikovurdering og tiltaksplan	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>Forsvarsbygg</b>	OPPDRAGSLEDER	Anne Kristine Søvik
KONTAKTPERSON	Tore Joranger, Bjørn Vegard Løkstad	UTARBEIDET AV	Gunnar Olstad/Anne Kristine Søvik
KOORDINATER	SONE: 32 ØST: 58470 NORD: 658900	ANSVARLIG ENHET	10233012 Vest Miljørådgivning
GNR./BNR./SNR.	124 / 4 / - / Horten		

## SAMMENDRAG

Forsvarsbygg ble i 2020 varslet om skrot på en strand ved Karljohansvern i Horten kommune. Innledende undersøkelser utført av Forsvarsbygg viste at massene var svært forurenset. Forurensningen stammer sannsynligvis fra deponering av masser/avfall etter opprydding av et nærliggende verft som ble bombet i 1945, men også trolig fra fyllmasser deponert i senere år.

Multiconsult er engasjert av Forsvarsbygg for å utføre miljøgeologiske grunnundersøkelser på flere aktuelle områder på Karljohansvern i Horten. Foreliggende rapport beskriver de utførte undersøkelsene på lokalitetene kalt «strand sør» og «strand sør indre», presenterer resultatene fra feltarbeidet og analyseresultatene, samt gir en vurdering av forurensningssituasjonen i henhold til Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009. Rapporten inneholder også en risikovurdering og tiltaksplan for graving i forurenset grunn. Det er tidligere gjort grunnundersøkelser (2020/21) og utført tiltak (2022) ved «strand nord» og «strand nord indre» som er lokalisert like nord for «strand sør» og «strand sør indre».

Det er tatt prøver fra totalt 102 prøvepunkt på området, hvorav 81 prøvepunkt er plassert på land og 21 prøvepunkt er plassert i sjø. På land ble det gravd sjakter med gravemaskin, mens sedimentprøvene ble tatt med sylindere som ble presset ned i sjøbunnen. Alle løsmasseprøvene er analysert for innhold av arsen og tungmetaller, mens et utvalg prøver i tillegg er analysert for innhold av olje (alifater), PAH<sub>16</sub>, PCB<sub>7</sub>, BTEX, samt TOC. Utvalgte sedimentprøver er analysert for de samme kjemiske parametrene. Det er også utført kornfordelingsanalyser på enkelte sedimentprøver. Det er også utført utlekkings tester på fire blandeprøver (løsmasseprøver) fra «strand sør indre», med konsentrasjon av bly tilsvarende hhv. tilstandsklasse 3, 4, 5 og >5. Det er utført både ristetest og kolonnetester. Alle de kjemiske analysene er utført av akkreditert laboratorium.

På det undersøkte området ble det observert fyllmasser av sand og grus med varierende innhold av teglsteinsrester og andre avfallsrester (mektighet opptil 4 m), over antatt stedegne masser av silt/leire, siltig sand eller finsand.

I massene er det påvist bly, kobber, sink, benzo(a)pyren og sum PAH<sub>16</sub> i tilstandsklasse 2 til >tilstandsklasse 5. Det er også påvist kvikksølv og sum PCB<sub>7</sub> i tilstandsklasse 2 til tilstandsklasse 5.

Basert på en stedsspesifikk risikovurdering, er det for overflatenære masser (0-1 m dyp) foreslått et akseptkriterium lik øvre grense av tilstandsklasse 3 for bly (300 mg/kg bly) både for «strand sør indre» og «strand sør». I dypereliggende masser (> 1 m dyp) er det foreslått et akseptkriterium lik øvre grense for tilstandsklasse 4 for bly (700 mg/kg bly), på begge områdene. Dette er tilsvarende det som ble søkt om, og som ble godkjent for «strand nord» og «strand nord indre».

Masser med konsentrasjoner over akseptkriteriene skal graves opp og leveres til godkjent deponi. På «strand sør indre» kan masser i tilstandsklasse 3 gjenbrukes som overflatenære og dypereliggende masser, samt at masser i tilstandsklasse 4 kan gjenbrukes som dypereliggende masser. På «strand sør» kan masser i tilstandsklasse 3 gjenbrukes som overflatenære masser.

Tiltaksplanen må godkjennes av Statsforvalteren i Vestfold og Telemark før gravearbeidet starter, og tiltaksplanen skal gjennomgås med entreprenør i et oppstartsmøte før oppstart. Miljøgeolog vil følge opp tiltaksplanen med kontrollprøvetaking. For å dokumentere hvordan massene er disponert, vil tiltakshaver utarbeide en slutt rapport som oversendes Statsforvalteren. Slutt rapport skal presentere resultater av kontrollprøver, samt dokumentere hvordan de forurensete løsmassene er disponert.

00	17.02.2023	Risikovurdering og tiltaksplan	Gunnar Olstad	Anne Kristine Søvik	Anne Kristine Søvik
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>Innledning .....</b>	<b>7</b>
1.1	Kvalitetssikring og standardkrav .....	7
1.2	Begrensninger .....	7
<b>2</b>	<b>Områdebeskrivelse .....</b>	<b>7</b>
2.1	Historie og lokalitetsbeskrivelse .....	7
2.2	Topografi, grunnforhold og naturgrunnlag .....	12
<b>3</b>	<b>Utført kartlegging av biologisk mangfold i området .....</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>Tidligere utførte undersøkelser av forurenset grunn .....</b>	<b>18</b>
<b>5</b>	<b>Nyere utførte undersøkelser .....</b>	<b>20</b>
5.1	Formål .....	20
5.2	Strategi for prøvetaking .....	21
5.2.1	«Strand sør» .....	21
5.2.2	«Strand sør indre» .....	21
5.3	Utført feltarbeid .....	22
5.3.1	Prøvetaking av løsmasser på stranden og området øst for gangveien – «strand sør» .....	23
5.3.2	Prøvetaking av sedimentprøver – «strand sør» .....	23
5.3.3	Prøvetaking av løsmasser på vegetasjonsdekket område – «strand sør indre» .....	24
5.3.4	Innmåling av prøvepunkter .....	24
5.4	Laboratoriearbeid .....	24
5.4.1	Løsmasseprøver .....	24
5.4.2	Sedimentprøver – «strand sør» .....	25
5.4.3	Utlekkingstester .....	25
<b>6</b>	<b>Resultater .....</b>	<b>25</b>
6.1	Terreng- og grunnforhold. Feltregistreringer .....	26
6.1.1	«Strand sør» .....	26
6.1.2	«Strand sør indre» .....	27
6.1.3	Hydrogeologi .....	28
6.1.4	Sedimentprøver .....	28
6.2	Resultater av kjemiske analyser - løsmasseprøver .....	28
6.3	Resultater av kjemiske analyser - sedimentprøver .....	50
6.4	Resultater av utlekkingsstester på blandeprøver fra «strand sør» .....	56
6.4.1	Ristetest .....	56
6.4.2	Kolonnetest .....	57
6.5	Oppsummering og vurdering av forurensningssituasjonen .....	57
6.6	Vurdering av datagrunnlaget .....	60
<b>7</b>	<b>Miljømål og arealbruk .....</b>	<b>61</b>
<b>8</b>	<b>Risikovurdering – forurenset grunn .....</b>	<b>62</b>
8.1	Nye beregningsverktøy .....	62
8.2	Beregning av normverdier og tilstandsklasser .....	63
8.3	Helsebaserte tilstandsklasser .....	63
8.4	Helsebasert risikovurdering .....	64
8.4.1	Arealbruk .....	64
8.4.2	Eksponeringsveier og -tider .....	65
8.4.3	Beregnete akseptkriterier – vurdering .....	66
8.5	Spredningsbasert risikovurdering .....	68
8.5.1	Spredning via støv .....	68
8.5.2	Spredning via lukt/gass .....	68
8.5.3	Spredning via overflateavrenning .....	68
8.5.4	Spredning via avrenning til grunnvann og sjø .....	69
8.6	Risikovurdering av sedimentforurensning .....	73
8.6.1	Økologisk risiko .....	73
8.6.2	Helsebasert risikovurdering for sedimenter .....	75
8.7	Konklusjon – risikovurdering forurenset grunn .....	75
8.7.1	Miljømål 1 .....	75
8.7.2	Miljømål 2 .....	76
8.7.3	Miljømål 3 .....	76
8.7.4	Miljømål 4 .....	76

8.7.5	Miljømål 5 .....	77
<b>9</b>	<b>Risikovurdering – infiserte masser og fremmede arter .....</b>	<b>77</b>
9.1	Miljømål 4 .....	78
<b>10</b>	<b>Tiltaksvurdering – forurenset grunn .....</b>	<b>79</b>
10.1	Overflatenære masser .....	79
10.2	Dypereliggende masser .....	79
10.3	Beregning av mengde forurensete gravemasser .....	80
10.4	Betydning av nye foreslåtte tilstandsklasser .....	81
<b>11</b>	<b>Tiltaksvurdering - infiserte masser og fremmede arter .....</b>	<b>82</b>
11.1	Infiserte masser .....	82
11.2	Fremmede arter .....	82
<b>12</b>	<b>Tiltaksplan .....</b>	<b>82</b>
12.1	Graveplaner og oppmerking av infiserte områder .....	83
12.2	Utføring av gravearbeider .....	83
12.3	Disponering av gravemasser .....	83
12.3.1	«Strand sør» .....	83
12.3.2	«Strand sør indre» .....	84
12.4	Kontrollprøver/-måling .....	84
12.4.1	Kontrollmålinger med XRF i løpet av saneringsarbeidet .....	84
12.4.2	Kontrollprøvetaking fra gravegroper .....	84
12.4.3	Kontrollprøvetaking av tilbakefyllingsmasser .....	84
12.4.4	Rumlefelt .....	84
12.4.5	Sedimenter .....	85
12.5	Mellomlagring .....	85
12.6	Utsortering av grove masser .....	87
12.7	Tiltak for å hindre spredning av forurensning i anleggsfasen .....	87
12.7.1	Vannbåren spredning .....	87
12.7.2	Vindbåren spredning .....	88
12.7.3	Spredning med kjøretøy .....	88
12.8	Tiltak for å hindre spredning av infiserte masser og fremmede arter i anleggsfasen .....	88
12.8.1	Generelt .....	88
12.8.2	Vegetasjon .....	89
12.8.3	Infiserte masser .....	90
12.9	Istandsetting .....	90
12.10	Beredskap ved spill/uhell .....	91
12.11	Kontroll og overvåkning .....	91
12.12	Sluttrapport .....	92
12.13	Oppsummering av tiltaksplan .....	92
<b>13</b>	<b>Forurensningssituasjonen etter utført tiltak .....</b>	<b>93</b>
<b>14</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>93</b>

**Tegninger**

10228458-RIGm-TEG-SS001	Situasjonsplan forurenset grunn – høyeste tilstandsklasse
10228458-RIGm-TEG-SS002	Situasjonsplan forurenset grunn – bly
10228458-RIGm-TEG-SS003	Situasjonsplan forurenset grunn – kobber
10228458-RIGm-TEG-SS004	Situasjonsplan forurenset grunn – kvikksølv
10228458-RIGm-TEG-SS005	Situasjonsplan forurenset grunn – sink
10228458-RIGm-TEG-SS006	Situasjonsplan forurenset grunn – sum PAH <sub>16</sub>
10228458-RIGm-TEG-SS007	Plan for tiltak – overflatenære masser (0–1 m)
10228458-RIGm-TEG-SS008	Plan for tiltak – dypereliggende masser (> 1 m)
10228458-RIGm-TEG-SN009	Graveplan – sjikt 0–0,5 m
10228458-RIGm-TEG-SN010	Graveplan – sjikt 0,5–1 m
10228458-RIGm-TEG-SN011	Graveplan – sjikt 1–1,5 m
10228458-RIGm-TEG-SN012	Graveplan – sjikt 1,5–2 m
10228458-RIGm-TEG-SN013	Graveplan – sjikt 2–3 m
10228458-RIGm-TEG-SN014	Plan for tiltak – saneringsområde
10228458-RIGm-TEG-SS60	Korngradering SSSP2
10228458-RIGm-TEG-SS61	Korngradering SSSP7
10228458-RIGm-TEG-SS62	Korngradering SSSP12

**Vedlegg**

Vedlegg A	Sjaktprofiler
Vedlegg B	Koordinatliste for alle prøvepunkter
Vedlegg C	Prøver fra «strand sør indre» der det er kjørt utlekkingsstest
Vedlegg D	Analyserapporter fra Eurofins – prøver fra «strand sør» tatt av Forsvarsbygg
Vedlegg E	Nåværende og foreslåtte nye normverdier og tilstandsklasser
Vedlegg F	Analyserapporter fra Eurofins – løsmasseprøver «strand sør»
Vedlegg G	Analyserapporter fra Eurofins – sedimentprøver «strand sør»
Vedlegg H	Analyserapporter fra Eurofins – løsmasseprøver «strand sør indre»
Vedlegg I	Analyserapporter fra Eurofins – utlekkingsstester «strand sør indre»
Vedlegg J	Analyseresultater sedimentprøver – klassifisert i tilstandsklasser for sediment
Vedlegg K	Estimering av fordelingskoeffisienter ( $K_d$ )
Vedlegg L	Beskrivelse av nytt beregningsverktøy for spredning
Vedlegg M	Helsebasert risikovurdering – utskrift fra beregningsverktøy
Vedlegg N	Spredningsmodell – «input»-verdier
Vedlegg O	Resultater fra spredningsvurderinger
Vedlegg P	Resultater fra helsebasert risikovurdering for sedimenter
Vedlegg Q	Beregning av mengde masser som skal saneres

## 1 Innledning

Forsvarsbygg ble i 2020 varslet om funn av avfall på en strand ved Karljohansvern i Horten kommune. Ved befaring utført av Forsvarsbygg ble det funnet metallklumper/slagg på og ved stranden, samt rester av tegl. Massene i området innenfor stranden var fyllmasser. Innledende undersøkelser utført av Forsvarsbygg har vist at fyllmassene og metallklumpene er svært forurenset. I tillegg ble det påvist noe forurensning på selve stranden. Forurensningen stammer sannsynligvis fra deponering av masser/avfall etter opprydding av et nærliggende verft som ble bombet i 1945 /1/, men også trolig fra fyllmasser deponert i senere år.

Multiconsult er engasjert av Forsvarsbygg for å utføre miljøgeologiske grunnundersøkelser i flere aktuelle områder på Karljohansvern i Horten. Det er tidligere gjort undersøkelser og tiltak på områdene like nord for det omsøkte området «strand nord» og «strand nord indre».

Foreliggende rapport beskriver de utførte undersøkelsene på lokalitetene «strand sør» og «strand sør indre» (se Figur 2.1 og Figur 2.3), presenterer resultatene fra feltarbeidet og analyseresultatene, samt gir en vurdering av forurensningssituasjonen i henhold til Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 *Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn* /2/. Rapporten inneholder også en risikovurdering og tiltaksplan for graving i forurenset grunn. Tiltaksplanen må sendes til Statsforvalteren i Vestfold og Telemark for godkjenning før oppstart av saneringsarbeider.

### 1.1 Kvalitetssikring og standardkrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet omfatter prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2015 /3/. Feltundersøkelsene er utført i henhold til NS-ISO 10381-5:2006 /4/, og Miljødirektoratets nye veileder for forurenset grunn.

### 1.2 Begrensninger

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

Denne rapporten 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.

## 2 Områdebeskrivelse

### 2.1 Historie og lokalitetsbeskrivelse

Karljohansvern ligger på halvøya som strekker seg nordover fra Horten by. Fra Karljohansvern går det en molo ut til øya Vealøs, som er et avstengt militært område (se Figur 2.1).

---

<https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/forurensning/forurenset-grunn/for-naringsliv/forurenset-grunn---kartlegge-risikovurdere-og-gjore-tiltak/>



Figur 2.1: Oversiktskart som viser Karljohansvern (kilde: [www.norgeskart.no](http://www.norgeskart.no)). Områdene «strand sør» og «strand sør indre» er vist med rød, stiplet linje. Eiendommen med gnr/bnr 124/4 er vist med gul skravering. Kanalen som skiller området fra fastlandet er vist med blå, heltrukket linje. I nord ligger øya Vealøs.

Følgende historiske opplysninger om Karljohansvern er hentet fra Wikipedia<sup>2</sup>:

Karljohansvern er en tidligere orlogsstasjon<sup>3</sup> og et nedlagt skipsverft i Horten i Vestfold.

Karljohansvern verft var marinens hovedverft fra 1850 til 1968, da det fortsatte som et sivilt verft

<sup>2</sup> <https://no.wikipedia.org/wiki/Karljohansvern>

<sup>3</sup> Orlogsstasjon er en base for en marine med havneanlegg og verksteder (<https://no.wikipedia.org/wiki/Orlogsstasjon>).



*under navnet Horten Verft A/S fram til det gikk konkurs i 1987. En utgravd kanal skiller området fra fastlandet og gjør det til en øy.*

*I 1818 ble det vedtatt å opprette en orlogsstasjon på gården Horten Gård og området rundt gården i prestegjeldet Borre og Nykirke sokn. Som senere ble til Borre formannskapsdistrikt fra 1837, og fra 1858 som Horten ladested og sist fra 1907 som Horten by. To år seinere i 1820 begynte anleggsarbeidene for et verft for bygging av orlogsskip. Det første skipet, en fregatt, ble sjøsatt 1828. Verftet het først Hortens verft, siden Marinens Hovedværft fram til kong Oscar I gav det navnet Karljohansvern værft i 1854. Fra 1850 hadde det da overtatt som hovedstasjon for marinen etter Fredriksvern i Stavern, en rolle det hadde helt fram til 1968. Da overtok staten verftet og døpte det om til Horten Verft A/S.*

*Horten verft ble lagt ned i 1987. Verftsområdet er gjort om til næringspark. Karljohansvern er nå åpnet for allmennheten. Forsvaret eier store områder og mye bygningsmasse, men kun Vealøs er militært, og avstengt for allmennheten.*

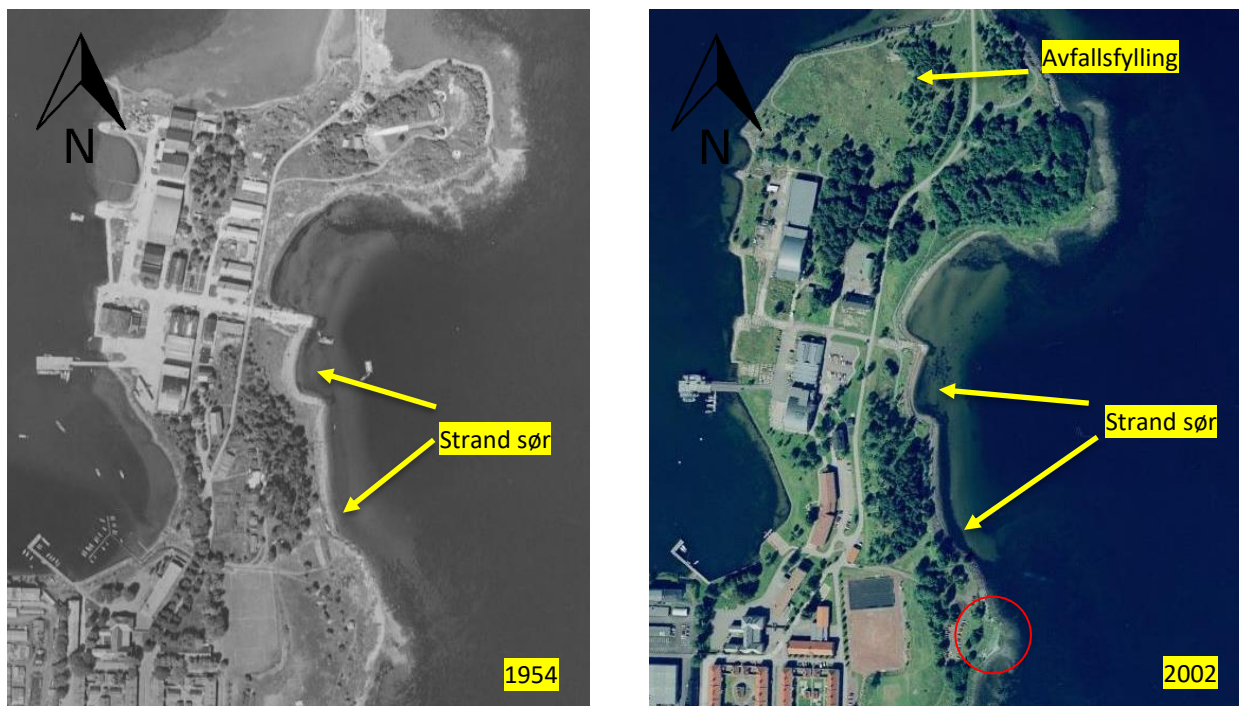
De aktuelle tiltaksområdene kalt «strand sør» og «strand sør indre» ligger på den nordøstlige delen av Karljohansvern, og er en del av Forsvarets eiendom med gnr./bnr. 124/4 (Figur 2.1 og Figur 2.3). Området «strand sør» omfatter selve stranden, et mindre område med vegetasjon mellom stranden og en gangvei i vest, samt sedimentene utover i bukten. Området «strand sør indre» omfatter det vegetasjonskledde området mellom gangveien og kjøreveien i vest. Sør på «strand sør indre» er det en parkeringsplass. Rett nord for parkeringsplassen er det en sløyfe på veien, nesten som en rundkjøring. Nord igjen for «rundkjøringen» ligger det en tidligere pistolbane.

Sørvest for «strand sør indre» er det en stor åpen idrettsplass/grusplass, kalt Sahara. Videre mot vest heller terrenget mot vest og næringseiendommer før det når Indre havn. Mot nord og sør er det strender og gresskledte områder. De aktuelle områdene vender ut mot Møringbukta i Oslofjorden.

I henhold til Horten kommunes arealplan (datert 09.04.2019) /12/ er de to områdene «strand sør» og «strand sør indre» satt av til LNFR-område<sup>4</sup>.

Det tidligste flyfotoet fra Karljohansvern er fra 1954<sup>5</sup>, og etter det er det et flyfoto som er oppgitt å være fra 1959-1979. Det er lite endringer av strandlinjen på «strand sør» fra 1954 til 1959-1979 (se Figur 2.2). Sammenligner man strandlinjen på flyfotoet fra 1959-1979 med flyfotoet fra 2002, ser det ut som det er fylt ut masser på neset sør på området (se Figur 2.2). Utført grunnundersøkelser bekrefter at det er fylt ut med masser og avfall her (se kap. 6.1.2).

<sup>4</sup> LNFR – landbruks-, natur-, friluftslivsområde  
<sup>5</sup> <https://www.norgebilder.no/>

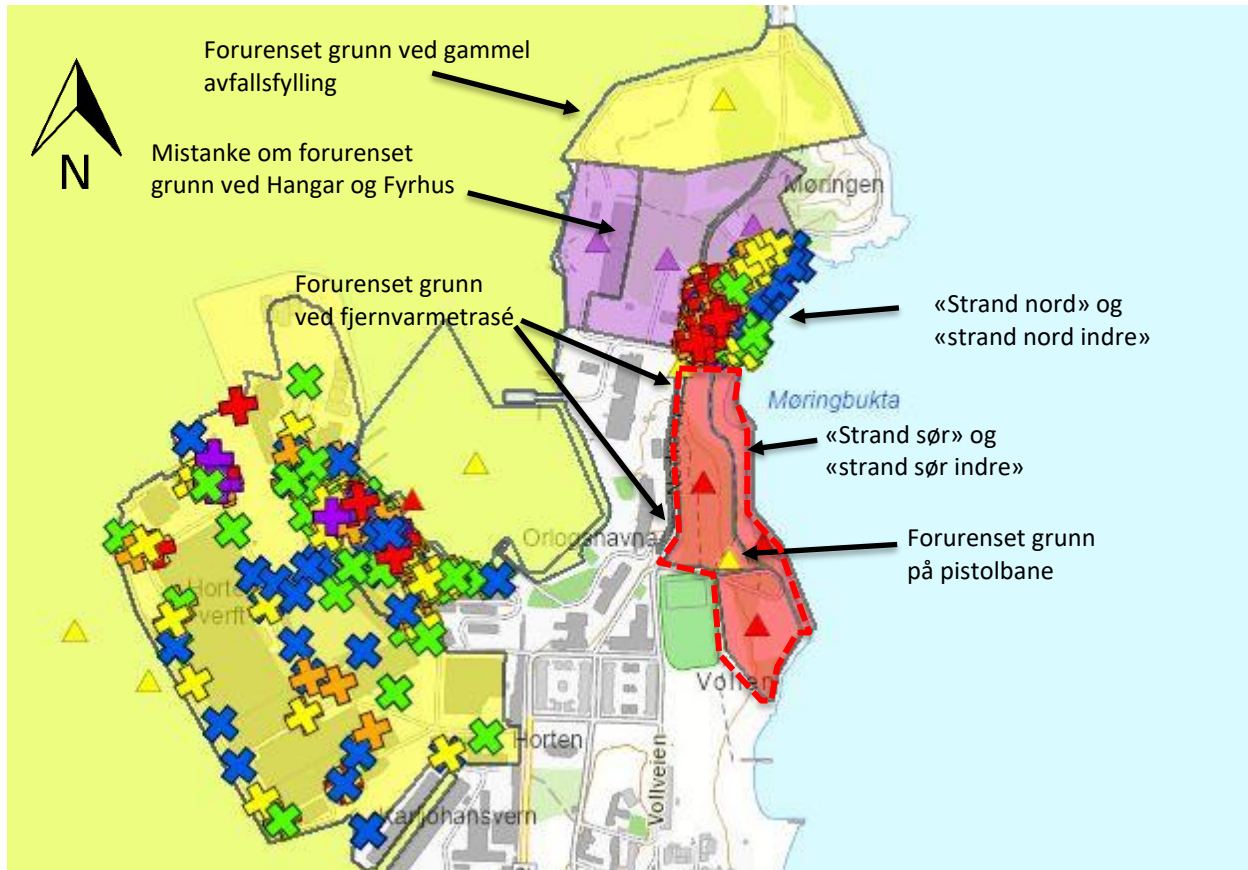


Figur 2.2: Flyfoto fra Karljohansvern i Horten. Bildet til venstre er fra 1954, mens bildet til høyre er tatt i 2002. Rød sirkel markerer området hvor det fra flyfoto ser ut til å være fylt ut masser. Kilde: <https://www.norgebilder.no/>.

«Strand sør» og «strand sør indre» er registrert som forurenset i Miljødirektoratets grunnforurensnings-database<sup>6</sup> med lokalitet ID 19046, der påvirkningsgrad er satt til 3 (ikke akseptabel tilstand og behov for tiltak). Innenfor tiltaksområdet for «strand sør indre» ligger en tidligere pistolbane (lokalitet ID 2681) med påvirkningsgrad 2 (akseptabel forurensning med dagens areal- og resipientbruk) (se Figur 2.3).

Nord på eiendommen med gnr./bnr. 124/4 ligger en gammel avfallsfylling som er fylt ut i sjøen. Flyfotoene på Figur 2.2 viser omfanget av denne fyllingen. Den gamle avfallsfyllingen er registrert i grunnforurensningsdatabasen med lokalitet ID 2684, der påvirkningsgrad er satt til 2. Sør for avfallsfyllingen ligger lokaliteten Hangar og Fyrhus med lokalitet ID 19048, der påvirkningsgraden er satt til X (mistanke/lite informasjon om forurensning eller deponering av avfall – oppfølging uavklart). «Strand nord» og «strand nord indre» hvor det nylig er utført tiltak/masseutskifting er også registrert i databasen med lokalitet ID 18981 (Figur 2.3). Det er også registrert forurenset grunn langs Møringa fjernvarmetrasé (lokalitet ID 12574), lokalisert vest for de to tiltaksområdene (påvirkningsgrad 2).

<sup>6</sup> <https://grunnforurensning.miljodirektoratet.no/>



Figur 2.3: Kart som viser lokaliteter med registrert grunnforurensning i området ved «strand sør» og «strand sør indre» (kilde: <https://grunnforurensning.miljodirektoratet.no/>). «Strand sør» og «strand sør indre» er vist med rød, stiplet linje.

Horten Karljohansvern er registret som kulturmiljø av nasjonal interesse (K234)<sup>7</sup> (se Figur 2.4). Rett nord for de to områdene «strand sør» og «strand sør indre» er det en gammel rampe for sjøfly, som er regulert vernet (se Figur 2.4). Den sørlige delen av «strand sør» og «strand sør indre» ligger innenfor et kulturminneområde.

I nordvest ligger to gamle kalkovner som er fredet.

<sup>7</sup> <https://www.kulturminnesok.no/kart/>



Figur 2.4: Horten Karljohansvern, der rød, heltrukket linje viser den nordlige delen av området som er registrert som kulturmiljø av nasjonal interesse. Omtrentlig utstrekning til tiltaksområdet «strand sør» og «strand sør indre» er vist med lilla, stiplet linje.

## 2.2 Topografi, grunnforhold og naturgrunnlag

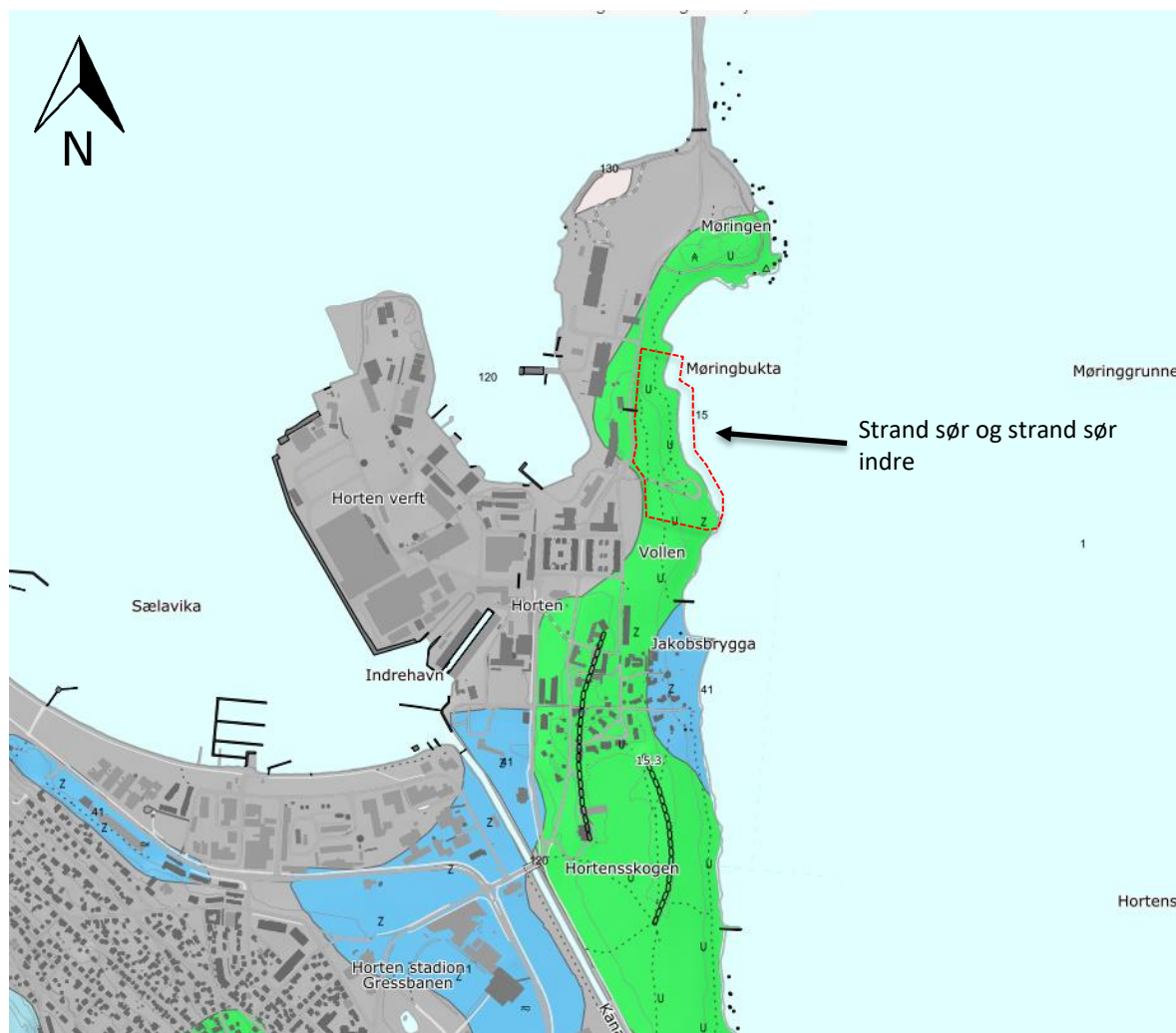
Vealøs og halvøyen med Karljohansvern er en del av raet, endemorenen som ble dannet under breens siste store fremstøt i perioden yngre dryas (12 800–11 500 år siden)<sup>8</sup>. Løsmassene på østsiden av halvøyen er i NGUs løsmassekart karakterisert som endemorene, mens løsmassene på vestsiden av halvøyen er karakterisert som antropogent materiale (fyllmasser)<sup>9</sup> (se Figur 2.5).

Det er tydelig spor av erosjon av kystlinjen langs «strand sør». Rundt odden der det er fylt ut masser (se Figur 2.2) er det lagt ut store steiner som erosjonssikring.

Terrenget i tiltaksområdet stiger fra havnivå i øst og opp til inntil 8 meter over havet i vest, (basert på høydeprofiler i [www.hoydedata.no](http://www.hoydedata.no)). Det er hovedsakelig vegetasjonsdekke i tiltaksområdene og i områdene rundt, og nedbøren vil infiltrere i grunnen. Grunnvannet fra høyden i vest vil sive ut i strandkanten ved «strand sør». På de ytre deler av stranden vil grunnvannet være påvirket av tidevannet. Normalnedbør (1991-2020) i området er 1029 mm (DNMI-målestasjon Horten II, stasjonsnr. 27160).

<sup>8</sup> <https://no.wikipedia.org/wiki/Raet>

<sup>9</sup> [http://geo.ngu.no/kart/losmasse\\_mobil/](http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/)



Figur 2.5: Områder der løsmassene består av endemorene er vist med grønn farge, områder der løsmassene består av marin strandavsetning er vist med blå farge, mens områder der løsmassene består av antropogent materiale (fyllmasser) er vist med grå farge. Bokstaven «u» indikerer innslag av marin strandavsetning, mens bokstaven «z» indikerer innslag av fyllmasser. «Strand sør» og «strand sør indre» er vist med rød, stiplet linje. Kartkilde: [https://geo.ngu.no/kart/losmasse\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/).

Iht. Artskart<sup>10</sup> er det per februar 2023 registrert flere fremmede, skadelige plantearter innenfor områdene «strand sør» og «strand sør indre»; kanagullris, hagelupin, parkslirekne, russekål, gravmyrt, gullregn og rynkerose (for lokalisering, se Figur 2.6). Alle disse fremmede artene er i risikokategori «svært høy risiko» (SE) iht. Artsdatabankens fremmedartliste. Flere av de registrert artene fører til at masser må håndteres som infisert.

<sup>10</sup> <https://artskart.artsdatabanken.no/>



Figur 2.6: Flyfoto over «strand sør» og «strand sør indre» med omtrentlig plassering av registrerte fremmede arter (kilde: <https://artskart.artsdatabanken.no/>).

Den nordligste delen av tiltaksområdene «strand sør» og «strand sør indre» er registrert som naturtype skrotemark<sup>11</sup> med verdi svært viktig<sup>12</sup> (Figur 2.7). Lokaliteten har flere rødlistede arter og ballastplanter<sup>13</sup>. Fagerrogn, lind (tre unge trær), ask (ett ungt tre), sølvasal og bukkebeinurt er registrert innenfor tiltaksområdet. Alle disse artene er nær truet (NT).

<sup>11</sup> Skrotemark er ugressdominert konstruert mark utenom landbruksområdene <http://www.naturtyper.artsdatabanken.no/#/Home/Ordliste/>.

<sup>12</sup> <https://kart.naturbase.no/>

<sup>13</sup> Ballastplanter er planter som har kommet til landet som frø eller levende røtter med ballast på seilskuter (<https://snl.no/ballastplanter>).

Det er også registrert totannkøllesnelg (sterkt truet-EN) innenfor tiltaksområdet /24/.

Ellers er det i området registrert de rødlistede fugleartene hettemåke (CR–kritisk truet), lomvi (CR–kritisk truet), nattergal (NT–nær truet), tjeld (NT–nær truet), ærfugl (VU–sårbar), (gulspurv (VU–sårbar), sjøorre (VU–sårbar), storspove (EN–sterkt truet), krykkje (EN–sterkt truet), makrellterne (EN–sterkt truet), alke (VU–sårbar), hønsehauk (VU–sårbar), svartand (VU–sårbar), samt rosenfink (NT–nær truet), alle registrert som arter av særlig stor forvaltningsinteresse<sup>14</sup>. Lenger nord ligger Vealøs naturreservat, for plassering se Figur 2.1. Reservatet består av et gruntvannsområde med et lite skjær, samt bukten sørøst på Vealøs med tilhørende strandarealer. Området er en regional viktig hekkeplass for sjøfugl, særlig hettemåke, fiskemåke og makrellterne<sup>12</sup>.

Møringbukta og sjøen utenfor «strand nord» er en del av vannforekomsten Hårfagrebåen – Hortenskrakken (vannforekomst ID: 0101020300-1-C)<sup>15</sup>. Vannkategorien er kystvann (moderat eksponert kyst). Den økologiske tilstanden er moderat (basert på maksdypindeks for makroalger og innhold av totalfosfor), mens den kjemiske tilstanden er dårlig (basert på innhold av tributyltinn (TBT) og antracen i sediment). Vannforekomsten er i liten grad påvirket av diffus langtransportert forurensning, og lite påvirket av diffus avrenning og punktutslipp fra jordbruk og industri. Tidevannsforskjellen er liten (< 1 m).

Miljømålet for vannforekomsten er satt til «god», dette gjelder både for økologisk og kjemisk tilstand. Ifølge vann-nett er nye tiltak nødvendig for å oppnå god miljøtilstand.

I Møringbukta og sjøen utenfor «strand sør» er det registrert to marine naturtyper; ålegrassamfunn og bløtbunnsområder i strandsonen<sup>16</sup> (Figur 2.7). Både lokaliteten med ålegrassamfunn og lokaliteten med bløtbunnsområde er registrert med verdi viktig. Lokaliteten med ålegrassamfunn er lokalisert i sjøen nordøst for «strand sør» (se Figur 2.7).

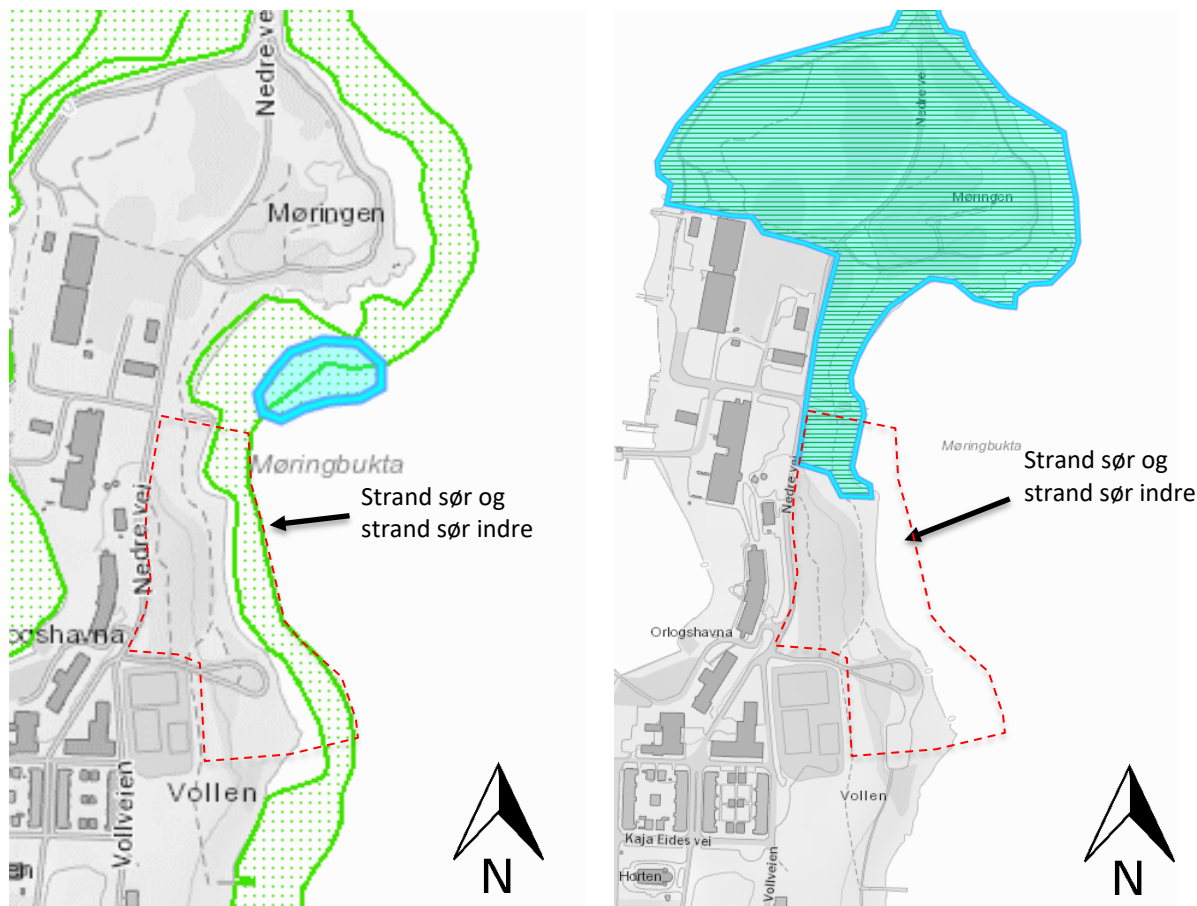
I fjorden utenfor Karljohansvern er det gytefelt for torsk. I dette området er det fiskeplasser for aktive redskaper.

Møringa og området med «strand sør» og «strand sør indre» er et kartlagt friluftsområde med områdeverdi satt til svært viktig. Området består av en kyststi og andre turstier, samt badeplasser, og brukes til turmål, rekreasjon og mosjon<sup>16</sup>.

<sup>14</sup> <https://kart.naturbase.no/> og <https://www.artsdatabanken.no/lister/rodlisteforarter/2021>

<sup>15</sup> [www.vann-nett.no](http://www.vann-nett.no)

<sup>16</sup> <https://kart.naturbase.no/>



Figur 2.7: På kartet til venstre er det vist viktige marine naturtyper (DN håndbok 19 /5/), dvs. bløtbunnsområde i strandsonen (vist med lysegrønn skravering) og ålegrassamfunn (vist med lyseblå skravering). På kartet til høyre er det vist viktige naturtyper på land (DN håndbok 13 /6/), dvs. skrotemark (vist med lyseblå skravering) (<https://kart.naturbase.no/>). «Strand sør» og «strand sør indre» er vist med stippet, rød linje på begge kartene.

### 3 Utført kartlegging av biologisk mangfold i området

I april 2021 utførte Forsvarsbyggs egen biolog en befaring til områdene «strand sør» og «strand sør indre» for å registrere forekomster av rødlistearter eller lokalt sjeldne arter, samt forekomster av fremmede arter /19/. Av fremmede arter ble det registrert rynkerose, russekål, gravmyrt og parkslirekne på områdene (se Figur 3.1). Jordflatbelg (LO-lav risiko) som også er vist på Figur 3.1 er ikke rødlistet, men anses som en kuriositet.

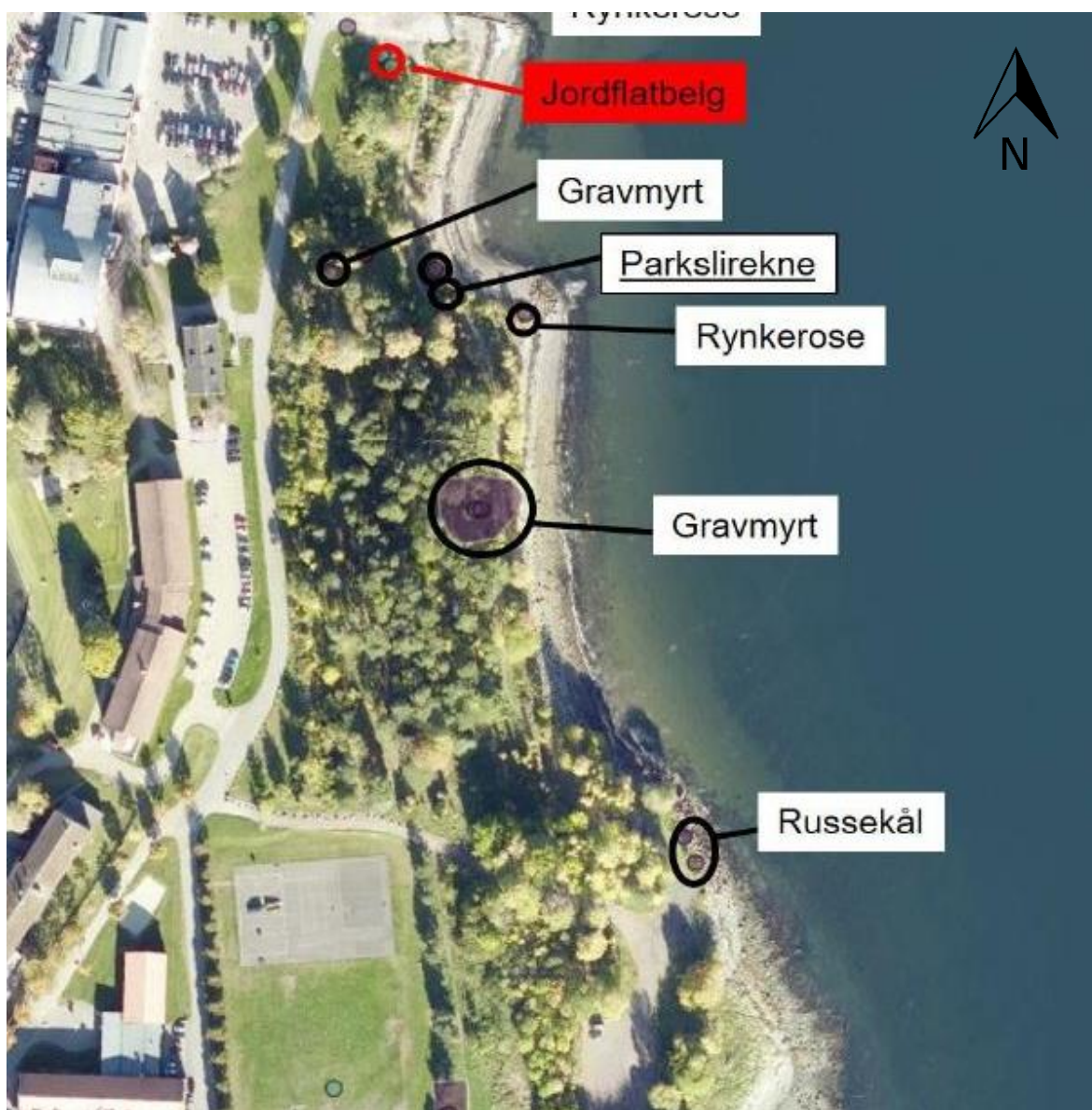
Bestander av fremmede arter på området er anbefalt fjernet i forbindelse med saneringstiltaket. Alle artene (med unntak av gullregn) fører til at masser må vurderes som infiserte, og ikke kan håndteres fritt.

Det er også registrert et stort tre (selje eller pil) helt i nordenden av tiltaksområdet, som er verdt å ta vare på (jm. e-post fra Forsvarsbygg, datert 30.03.22). Når det gjelder registrerte trær som fagerrogn, sølvasal, lind og ask (se kap. 2.2), så bør det vurderes å ev. flytte unge trær til «strand nord». Det er også mulig å se etter småplanter av disse treslagene på Møringa som kan flyttes til «strand sør indre» etter gjennomført tiltak (meddelt fra Forsvarsbygg per e-post 09.02.2023). Bukkebeinurt kan en også vurdere å så på området etter gjennomført tiltak.



Når det gjelder fugl, så er hovedvekten av fugl registrert ved fuglereservatet på Vealøs (se Figur 2.1). Planlagt saneringstiltak ved «strand sør» og «strand sør indre» antas derfor å ikke medføre vesentlige forstyrrelser for fuglelivet i området (meddelt fra Forsvarsbygg per e-post 14.02.2022).

Ålegressenger som er registret like nord for tiltaksområdet er i hovedsak truet av oppsetting av brygger som skygger, og oppankring der båter hiver ankeret midt i ålegressforekomsten. Bruken av området som badeplass er vurdert å utgjøre en liten risiko for forekomsten av ålegresseng (meddelt fra Forsvarsbygg per e-post 14.02.2022). Planlagt saneringstiltak noe sør for ålegressengen er vurdert til å kunne utgjøre en liten risiko ved at graving i strandsonen og ev. påfylling av nye masser vil kunne medføre partikkelspredning. Ålegressengen ligger ca. 200 m nord for nordlige del av tiltaksområdet og ligger således ikke i det forventede utstrømningsområdet.



Figur 3.1: Flyfoto som viser lokalisering av fremmede arter markert med svart, lokalt sjeldne arter er markert med rødt. Figuren er et utklipp av figur i notat mottatt fra Forsvarsbygg /19/.

## 4 Tidligere utførte undersøkelser av forurenset grunn

Forsvarsbygg har tidligere gjennomført enkelte undersøkelser av slagg og overflatenære løsmasser (jord/sand) på ulike lokaliteter på Karljohansvern. Det er både tatt ut prøver for kjemisk analyse og utført målinger med XRF-pistol.

I 2020 tok Forsvarsbygg prøver fra åtte prøvepunkt på «strand sør». Den 9. desember 2020 ble det tatt prøver (0-0,5 m) merket Strand 1 til Strand 4<sup>17</sup>, mens det den 10. august 2020 ble tatt prøver (0-0,5 og 0,5-1,5 m) merket Mør Sør 1 til Mør Sør 4 (for plassering se Figur 4.1). Prøvene kalt Strand 1 osv. er tatt av sanden på stranden, mens prøvene merket Mør Sør 1 osv. er tatt av fyllmassene ovenfor stranden.

Langs stranden sør for «strand sør» ble det i april 2021 tatt prøver (0-0,1 m) kalt Strand Vollene 1 til Strand Vollene 10 (for plassering, se Figur 4.2).

Prøvene Strand 1-4 er analysert for de vanligste uorganiske miljøgiftene (arsen (As), bly (Pb), kadmium (Cd), kobber (Cu), krom (Cr) (III og VI), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni) og sink (Zn)), samt olje (alifater), polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH<sub>16</sub>), polyklorerte bifenyl (PCB<sub>7</sub>), de monoaromatiske forbindelsene benzen, toluen, etylbenzen og xylener (BTEX), samt totalt organisk karbon (TOC) (beregnet fra glødetap).

Mør Sør 1-4 er analysert for arsen og syv tungmetaller, samt PAH.

Prøvene Strand Vollene 1-4 er analysert for arsen og syv tungmetaller, samt at et utvalg prøver i tillegg er analysert for alifater, PAH, PCB, BTEX og TOC.

Analysereporter fra Eurofins er vist i vedlegg D<sup>18</sup>.

<sup>17</sup> I analyserapportene fra Eurofins (vedlegg D) er prøvepunktene kalt «Mør\_Strand\_1» osv.

<sup>18</sup> Vedlegg D omfatter ikke analyserapporter for prøvene kalt Mør Sør 1-4.



Figur 4.1: Flyfoto over den nordøstlige delen av Karljohansvern med lokaliteter der Forsvarsbygg tidligere har tatt prøver, deriblant «strand sør». Ca. avgrensning av områdene «strand sør» og «strand sør indre» er vist med rød, stiplet linje. Sirklene viser punkter der det er tatt prøver for kjemisk analyse. Fargene viser tilstandsklasser for bly (se Tabell 6.1). Figuren er et utsnitt av en tegning tilsendt av Forsvarsbygg.



Figur 4.2: Flyfoto over stranden sør for «strand sør» der Forsvarsbygg tidligere har tatt prøver. Sirklene viser punkter der det er tatt prøver for kjemisk analyse. Fargene viser tilstandsklasser for bly. Figuren er et utsnitt av en tegning tilsendt av Forsvarsbygg.

## 5 Nyere utførte undersøkelser

### 5.1 Formål

Hensikten med de miljøgeologiske grunnundersøkelsene er å få en oversikt over forurensnings-situasjonen på «strand sør» og «strand sør indre», samt å skaffe tilstrekkelig informasjon om forurensningssituasjonen til å kunne utføre en risikovurdering samt utarbeide en tiltaksplan for opprydding av området.

## 5.2 Strategi for prøvetaking

### 5.2.1 «Strand sør»

Aktuelt undersøkelsesområde på «strand sør» består av selve stranden på østsiden av turveien/gangstien, samt området i sjøen ut til ca. 0,5 m dyp (se Figur 5.1). Området mellom stranden og gangstien er dekket av noe vegetasjon/busker/gress.

Arealet til lokalitet «strand sør» (inkludert arealet i sjøen ut til ca. 0,5 m dyp) er anslått til ca. 16 000 m<sup>2</sup>. Prøvetakingsprogrammet er utarbeidet med utgangspunkt i at arealbruken er grøntstruktur/park. I henhold til veileder TA-2553/2009 /2/ skal det da for et område med diffus forurensning tas prøver fra 32 prøvepunkt.

Det ble lagt opp til å plassere prøvepunktene slik at massene skulle undersøkes i parallelle linjer som følger dreneringsretningen for grunnvannet fra vegetasjonskledd område og ut i sjøen. Generelt skulle det da på hver linje være ett prøvepunkt på vegetert område, ett prøvepunkt på sandstranden, og ett prøvepunkt i strandsonen (sediment), se linjer med prøvepunkt på Figur 5.1.

Forsvarsbygg ønsket primært at det kun skulle utføres én omgang med prøvetaking, og at det da skulle tas nok prøver til å utarbeide en tiltaksplan. Det ble derfor besluttet å ta en ekstra rad med prøvepunkt for sedimentprøver lenger ute (ni ekstra prøvepunkt, SSSP13–SSSP21), der prøvene skulle fryses ned og kun analyseres hvis det ble påvist forurensning i sedimentprøvene innenfor (prøvepunkt SSSP1–SSSP12).

På området «strand sør» er det dermed tatt prøver fra totalt 41 prøvepunkt, hvorav 20 prøvepunkt plassert på land (SS1–SS20) og 21 prøvepunkt plassert i sjø (SSSP1–SSSP21)<sup>19</sup> (se Figur 5.1).

### 5.2.2 «Strand sør indre»

Lokalitet «strand sør indre» var opprinnelig avgrenset av bilvei i vest, gangstien i øst, samt «rundkjøringen» i sør. Området har svakt skrånende terreng mot øst, med større trær og mindre busker. Den opprinnelige lokaliteten har et areal på ca. 20 000 m<sup>2</sup>.

Prøvetakingsprogrammet er utarbeidet med utgangspunkt i at arealbruken er grøntstruktur/park. I henhold til Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 skal det da for diffus forurensning tas prøver i 36 prøvepunkt /2/.

Forsvarsbygg ønsket primært at det kun skulle utføres én omgang med prøvetaking, og at det da skulle tas nok prøver til å utarbeide en tiltaksplan. Deler av området i nord, sør og sørøst har med stor sannsynlighet blitt benyttet til dumping av avfall med mer i forbindelse med opprydding etter krigen og fra tidligere industrirelatert virksomhet. Multiconsult anbefalte derfor å øke prøvetettheten noe, slik at det på «strand sør indre» opprinnelig ble satt opp 42 prøvepunkter (SS11–SS142).

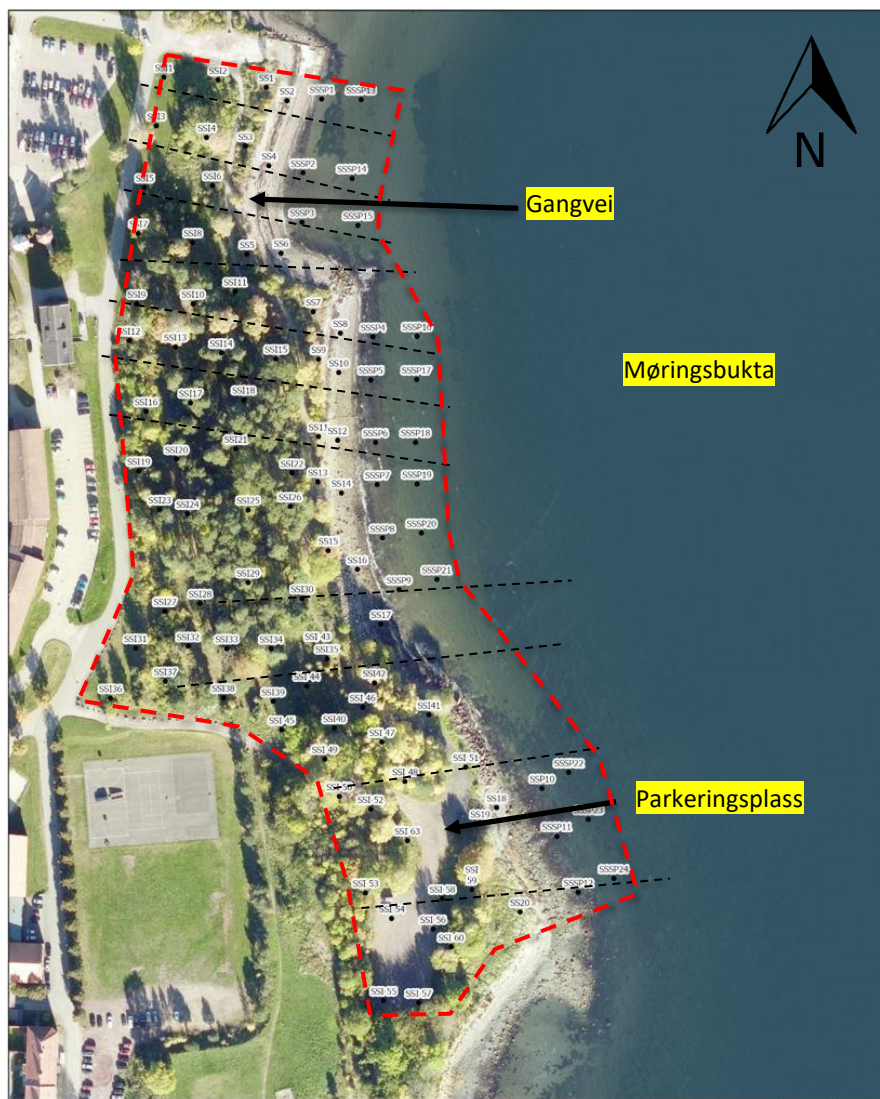
Da første runde med prøvetaking viste at forurensningen ikke var avgrenset i sør, samt at det var litt for få prøvepunkter i det mest forurensede området sørøst på «strand sør indre» ble det besluttet å ta prøver fra ytterligere 19 prøvepunkter i området ved «rundkjøringen»<sup>20</sup> og ved parkeringsplassen (SS143–SS160, og SS163). Tiltaksområdet ble da utvidet med ca. 7000 m<sup>2</sup>, (og iht. veilederen skal det da tas prøver i 20 prøvepunkter med arealbruk grøntstruktur/park).

<sup>19</sup> Det var opprinnelig planlagt 3 ekstra prøvepunkt for sedimenter i den ytterste raden (SSSP22–SSSP24). Disse ble imidlertid ikke tatt da sedimentprøvene fra prøvepunktene innenfor (dvs. SSSP10–SSSP12) var rene.

<sup>20</sup> Se Figur 2.6 for plassering av «rundkjøring».

På lokaliteten «strand sør indre» er prøvepunktene plassert noe mer spredt på den vestlige og sørvestlige delen av området, dette er fordi disse områdene preges av moreneavsetninger og kun i liten grad består av fyllmasser. Prøvegropene ble heller ikke plassert på gangveiene, dette for at veiene skal være intakte inntil saneringsarbeidet skal utføres.

På området «strand sør indre» er det dermed tatt prøver fra totalt 61 prøvepunkter (SSI1–SSI60 og SSI63).



Figur 5.1: Prøvepunkter på land og i sjø ved «strand sør» og «strand sør indre». Stiplede linjer viser antatte dreneringsretninger fra land til sjø. Stiplet, rød linje angir ca. avgrensning av undersøkt område.

### 5.3 Utført feltarbeid

Feltarbeidet ble utført i to omganger, hovedundersøkelsen ble utført i 2021 og supplerende undersøkelser sørøst på området (ved «rundkjøring» og parkeringsplass) ble utført høsten 2022. Hovedundersøkelsen omfattet prøvegraving med gravemaskin (Park og Anlegg AS, leid inn av Forsvarsbygg) på stranden («strand sør») samt i det vegetasjonskledde området på «strand sør indre». I tillegg ble det tatt sedimentprøver i strandsonen, der prøvene ble tatt med en håndholdt

corersamplere som ble trykket ned i sjøbunnen, til ønsket dybde. Det ble benyttet vader ved prøvetaking i strandsonen. Prøvetakingen på stranden og i strandsonen ble søkt utført ved fjære sjø.

Miljøgeolog Gunnar Olstad fra Multiconsult var ansvarlig for prøvetakingen på begge områdene. Mesteparten av prøvetakingen på området «strand sør» ble utført i mai 2021, mens den ekstra raden med sedimentprøver (SSSP13 – SSSP21) ble tatt i august 2021. Prøvetakingen på området «strand sør indre» ble utført i november 2021.

Den supplerende undersøkelsen i 2022 omfattet prøvegraving med gravemaskin (Sør Entreprenør AS, leid inn av Forsvarsbygg) i det mer åpne området ved tidligere pistolbane og avfallsfylling sørøst på «strand sør indre».

I de periodene da feltarbeidet ble utført var forskjellen mellom flo og fjære på 20-30 cm<sup>21</sup>.

### 5.3.1 Prøvetaking av løsmasser på stranden og området øst for gangveien – «strand sør»

Det ble tatt prøver fra totalt 20 prøvegroper på land (SS1–SS20), hhv. 15 groper på stranden og 5 groper på det vegeterte området rett vest for stranden (se Figur 5.1).

I hver prøvegrop ble det generelt tatt prøver fra følgende dybder: 0–0,2 m, 0,2–0,5 m, 0,5–1 m, 1–1,5 m, samt 1,5–2 m dyp under terreng<sup>22</sup>. Det ble gravd ned til antatt stede-gne masser eller til påtreff av vann.

Hver prøve bestod av 5-10 stikk fra aktuelt dybdeintervall. Prøvene ble pakket i luft- og diffusjonstette rilsanposer og oppbevart kjølig frem til de ble sendt til analyse.

Oppsummert ble det tatt 5 prøver fra 16 prøvegroper, 4 prøver fra 3 prøvegroper, og én prøve fra én prøvegrop, dvs. totalt 93 prøver fra 20 prøvegroper.

### 5.3.2 Prøvetaking av sedimentprøver – «strand sør»

Det ble tatt sedimentprøver fra totalt 21 prøvepunkter på sjø (SSSP1–SSSP21), der prøvepunktene er fordelt på 2 rekker med 12 prøvepunkt i den innerste rekken (SSSP1–SSSP12) og 9 prøvepunkt i den ytterste rekken (SSSP13–SSSP21) (se Figur 5.1).

I hvert prøvepunkt ble det tatt to til tre sedimentkjerner, som hver ble splittet i tre prøver, én prøve fra 0–0,1 m<sup>23</sup>, én prøve fra 0,1–0,2 m og én prøve fra 0,2–0,30/0,35/0,4/0,5 m dyp. For hvert dybdeintervall i hvert prøvepunkt ble det laget én blandeprøve bestående av de enkelte delprøvene fra de to eller tre sedimentkjernene.

Prøvene ble pakket i luft- og diffusjonstette rilsanposer, og fryst ned frem til de ble sendt til analyse. De 27 sedimentprøvene tatt fra den ytterste rekken ble tatt som tilleggsprøver som kun skulle analyseres hvis sedimentprøvene i rekken innenfor skulle være forurenset, og det skulle være ønske om å avgrense forurensningen.

Vanndybden der de tre rekkene med sedimentprøver ble tatt var ved fjære sjø på omtrent 0,2, 0,5 og 1,2 m.

Oppsummert ble det tatt 3 prøver fra hvert prøvetakingspunkt<sup>24</sup>, dvs. totalt 62 prøver fra 21 prøvetakingspunkt.

<sup>21</sup> <https://www.kartverket.no/til-sjos/se-havniva>

<sup>22</sup> I prøvepunkt SS17 ble det kun tatt én prøve ned til 0,2 m dyp., mens det i prøvegroperne SS6, SS16 og SS18 ble tatt fire prøver.

<sup>23</sup> I sedimentundersøkelser tas det ofte prøver fra de øverste 0,1 m (Miljødirektoratets veileder M-350|2015 /7/).

<sup>24</sup> Det ble kun tatt to prøver fra prøvepunktet SSSP11.

### 5.3.3 Prøvetaking av løsmasser på vegetasjonsdekket område – «strand sør indre»

Det ble tatt prøver fra totalt 61 prøvegroper på land (SSI1–SSI60 og SSI63).

I prøvegroperne ble det hovedsakelig tatt prøver fra følgende dybder: 0–0,5 m, 0,5–1 m, 1–1,5 m, samt 2–2,5 m dyp under terreng. I tre av prøvegroperne ble det gravd ned til 3 m og i 10 av prøvegroperne ble det gravd ned til 4 m. De dypere prøvegroperne er i hovedsak lokalisert sørøst på «strand sør indre». Prøvegravingen ble avsluttet ved påtreff av stedege masser eller ved innsig av vann.

Hver prøve bestod av 5–10 stikk fra aktuelt dybdeintervall. Prøvene ble pakket i luft- og diffusjonstette rilsanposer og oppbevart kjølig frem til de ble sendt til analyse.

Oppsummert ble det tatt totalt 213 prøver fra 61 prøvegroper.

### 5.3.4 Innmåling av prøvepunkter

Alle prøvepunktene på «strand sør» samt prøvepunktene SSI43–SSI60 og SSI63 er koordinatfestet med GPS av typen Leica Zeno GG04 plus Smart Antenna som har en nøyaktighet på  $\pm 2$  cm. Innmålingen er utført av Jakob Lindtorp fra Multiconsult. Koordinatsystem UTM sone 32N er benyttet. Det ble ikke målt inn kotehøyder til punktene.

Prøvepunktene SSI1–SSI42 er målt inn av entreprenør.

Forsvarsbygg har målt inn prøvepunktene der de har tatt prøver. Koordinatsystem UTM sone 33 ble benyttet. Koordinatene er omgjort til UTM sone 32 (vedlegg B).

Koordinater for alle prøvepunktene (både løsmasser og sedimentprøver) er vist i vedlegg B.

## 5.4 Laboratoriearbeid

Alle analysene er utført av laboratoriet Eurofins som er akkreditert for de aktuelle analysene.

### 5.4.1 Løsmasseprøver

#### «Strand sør»

Alle løsmasseprøvene (93 stk.) er analysert for de vanligste uorganiske miljøgiftene (arsen (As), bly (Pb), kadmium (Cd), kobber (Cu), krom (Cr) (III og VI), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni) og sink (Zn)).

I tillegg til tungmetallanalysene er 44 av disse prøvene analysert for olje (alifater), polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH<sub>16</sub>), polyklorete bifenyler (PCB<sub>7</sub>), de monoaromatiske forbindelsene benzen, toluen, etylbenzen og xylener (BTEX), samt totalt organisk karbon (TOC) (beregnet fra glødetap), samt at ytterligere 13 av prøvene er analysert for polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH<sub>16</sub>).

#### «Strand sør indre»

Alle løsmasseprøvene (213 stk.) er analysert for de vanligste uorganiske miljøgiftene (arsen, bly, kadmium, kobber, krom (III og VI), kvikksølv, nikkel og sink).

I tillegg er 158 prøver analysert for olje (alifater), PAH<sub>16</sub>, PCB<sub>7</sub>, BTEX, samt TOC (beregnet fra glødetap). samt at ytterligere 19 av prøvene er analysert for polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH<sub>16</sub>).



#### 5.4.2 Sedimentprøver – «strand sør»

Alle de 35<sup>25</sup> sedimentprøvene fra den innerste av de to rekkene er analysert for de vanligste uorganiske miljøgiftene (arsen, bly, kadmium, kobber, krom (III og VI), kvikksølv, nikkel og sink), mens 28 stk. i tillegg er analysert for olje (alifater), PAH<sub>16</sub>, PCB<sub>7</sub> og BTEX. TOC (beregnet fra glødetap) er bestemt i 24 prøver, mens det er utført kornfordelingsanalyse på 9 prøver.

På grunn av forhøyet konsentrasjon av bly i flere av prøvene i den innerste rekken av sedimentprøver SSSP1–SSSP9 (se Tabell 6.20 Tabell 6.20:), ble alle prøvene (27 stk.) fra SSSP13 – SSSP21 fra ytre rekke analysert for bly.

#### 5.4.3 Utlekkingstester

Det er kjørt utlekkingsstester på fire blandeprøver (løsmasseprøver) fra området «strand sør indre», én blandeprøve av prøver med konsentrasjon av bly tilsvarende tilstandsklasse 3, én blandeprøve av prøver med konsentrasjon av bly tilsvarende tilstandsklasse 4, én blandeprøve av prøver med konsentrasjon av bly tilsvarende tilstandsklasse 5, og én blandeprøve av prøver med konsentrasjon av bly tilsvarende tilstandsklasse >5. Prøvene er kalt hhv. «Blandeprøve 4», «Blandeprøve 3», «Blandeprøve 2» og «Blandeprøve 1». Bly er valgt som styrende parameter for utlekkingsstestene, da det er bly som er påvist i de høyeste konsentrasjonene på stranden (se kap. 6.2).

Det er kjørt både ristetest og kolonnetest på alle de fire blandeprøvene. I vedlegg C er det vist hvilke prøver som inngår i de fire blandeprøvene.

##### Ristettest

Det er utført en ett-trinns ristetest på de fire blandeprøvene (væske/fast stoff forhold på 10 l/kg, 24 timers risting med Milli-Q vann). Vannfasen (eluatet) filtreres (0,45 µm filter) før analyse. Ristetesten er utført etter standardmetode /8/.

Eluatet (utlekkingsvæsken) fra ristetestene er analysert for innhold av arsen (As), barium (Ba), kadmium (Cd), krom (Cr), kobber (Cu), kvikksølv (Hg), molybden (Mo), nikkel (Ni), bly (Pb), antimon (Sb), selen (Se), sink (Zn), klorid, fluorid, sulfat, fenolindeks og løst organisk karbon (DOC). pH og konduktiviteten i eluatet er også målt.

Ut fra eluatkonsentrasjonen beregnes deretter potensialet for totalt utlekket mengde fra materialet (angis som mg/kg).

##### Kolonnetest

Det er utført en «up-flow»<sup>26</sup> kolonnetest på de tre blandeprøvene (væske/fast stoff forhold på 0,1 l/kg, Mill-Q vann, ett eluat). Vannfasen (eluatet) filtreres (0,45 µm filter) før analyse. Kolonnetesten er utført etter standardmetode /9/.

Eluatet fra kolonnetestene er analysert for de samme parameterne som eluatet fra ristetestene, og det er i analyserapporten oppgitt konsentrasjoner av de enkelte parameterne i eluatet.

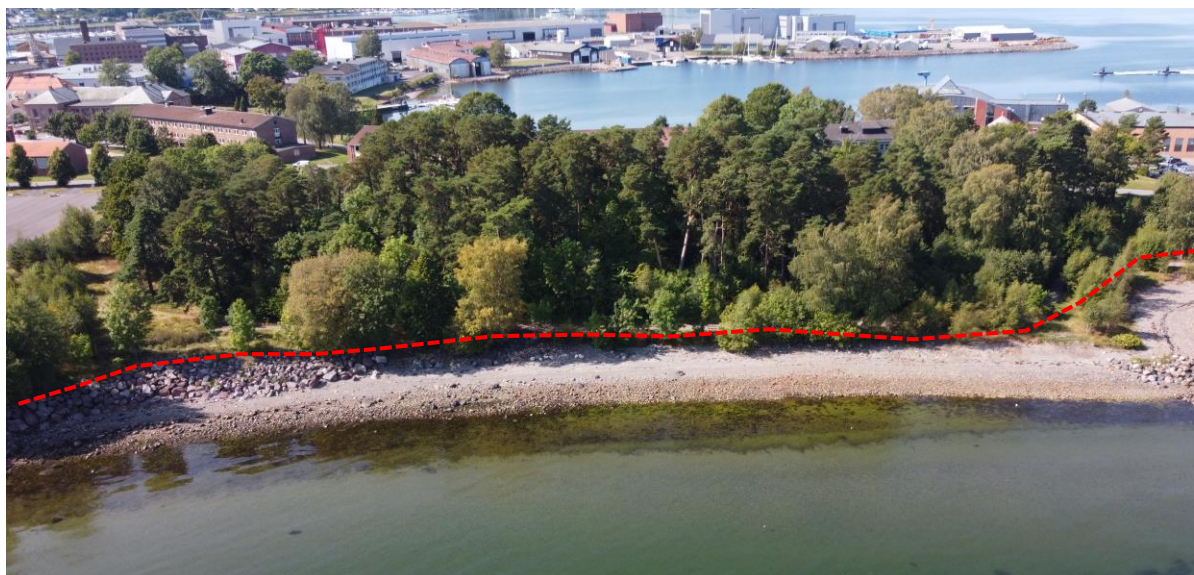
## 6 Resultater

Oversiktsbilde over de to områdene «strand sør» og «strand sør indre» er vist på Figur 6.1. Plassering av prøvepunkter på land og sjø er vist på tegning 10228458-RIGm-TEG-SS001. For beskrivelse av massene i alle prøvegroppene/sjaktene, samt oversikt over innsendte løsmasseprøver vises det til

<sup>25</sup> Fra prøvepunkt SSSP11 ble det kun tatt 2 stk. prøver.

<sup>26</sup> Væsken pumpes vertikalt oppover i kolonnen.

sjaktprofiler i vedlegg A. Koordinater til alle prøvepunktene er vist i vedlegg B. Fullstendige analyserapporter fra laboratoriet Eurofins med beskrivelser av metoder og deteksjonsgrenser for løsmasseprøver og sedimentprøver fra «strand sør» er vist i hhv. vedlegg F og G. Fullstendige analyserapporter fra laboratoriet Eurofins med beskrivelser av metoder og deteksjonsgrenser for løsmasseprøver fra «strand sør indre» er vist i vedlegg H, mens analyserapporter fra Eurofins for utlekkingstester for prøver fra «strand sør indre» er vist i vedlegg I.



Figur 6.1: Dronebilde viser deler av områdene «strand sør» (avgrenset med rød, stiplet linje) og «strand sør indre» (skogområdet i bakgrunnen på bildet). Bildet er tatt mot vest. Foto: Multiconsult.

## 6.1 Terreng- og grunnforhold. Feltregistreringer

### 6.1.1 «Strand sør»

Terrenget hvor prøvegroppene på «strand sør» er plassert ligger mellom kote 0,5 og 2<sup>27</sup>.

Massene på stranden består generelt av fyllmasser av sand og grus med varierende innhold av teglsteinsrester og andre avfallsrester (mektighet til fyllmasselaget varierer mellom 1 og 2 m), over antatt stedegne masser av silt/leire, siltig sand eller finsand. Det ble også observert klumper av smeltet metall i fyllmassene. I prøvegropp SS19 ble det observert mye metallskrap/avfall.

I prøvegropp SS20 ble det kun observert antatt stedlige masser av sand over finsand/silt.

Se eksempel på prøvegropp fra «strand sør» i Figur 6.2.

Prøvegravingen ble generelt avsluttet i antatt stedegne masser ved 1,5-2 m dyp.

Tørrstoff-innholdet i løsmasseprøvene varierer mellom 70,6 og 99,5 %. TOC-innholdet i massene er lavt og varierer generelt mellom 0,2 og 4,2 % TS, men er høyere i enkelte prøver (6,1-19,2 % TS) (se Tabell 6.2 til Tabell 6.4).

<sup>27</sup> <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>



Figur 6.2: Prøvegrop SS6, sør på området «strand sør». Foto: Multiconsult.

### 6.1.2 «Strand sør indre»

Terrenget langs bilveien varierer mellom kote 3 og kote 6,5, mens gangstien ligger på kote 1,4–4,6. Terrenget i området «strand sør indre» varierer mellom kote 1,4 og 8<sup>28</sup>.

Store deler av området i vest og sørvest er «urørte» morenemasser, mens det i nord, øst og sørøst stedvis ble observert fyllmasser av sand og grus med varierende innhold av teglsteinsrester og andre avfallsrester med mektighet på opptil 3,5 m, over antatt stedege masser av silt/leire, siltig sand eller finsand. Se eksempel på prøvegrøp fra «strand sør indre» i Figur 6.3.

Prøvegravingen ble avsluttet i antatt stedege masser.

Tørrstoff-innholdet i løsmasseprøvene varierer mellom 65,8 og 97,3 %. TOC-innholdet i massene er generelt lavt og varierer mellom 0,5 og 7,5 % TS, men er høyere i enkelte prøver (11,6-17 % TS) (se Tabell 6.7 til Tabell 6.12).



Figur 6.3: Prøvegrop SSI 51 på området «strand sør indre». Foto: Multiconsult.

<sup>28</sup> <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>

### 6.1.3 Hydrogeologi

Det ble observert vanninnsig i bunn av prøvegropene SS2, SS4, SS6, SS8, SS10, SS11 og SS12 (ved ca. 1,5-2 m dyp) på «strand sør» (se vedlegg A). Registrert dyp tilsvarer ca. kote 0 til kote -0,5. Vannet i bunn av prøvegropene er trolig en blanding av utstrømmende grunnvann og sjøvann.

Grunnvannstanden i prøvegropene er omtrentlig målt inn, og ble målt inn før grunnvannet i gropene hadde stabilisert seg. Dette anses å være årsaken til at registrert grunnvannstand stedvis er lavere enn havnivå. I området nærmest strandlinjen vil grunnvannstanden også være påvirket av tidevannet.

I området «strand sør indre» ble det observert vanninnsig i bunn av prøvegropene SSI 2, 6, 8, 11, 24, 30, 44, 53 og 59 (se vedlegg A). I SSI 44, 59, 11 og 53 var vanninnsiget ved hhv. ca. 1,3, 1,5, 1,7 og 1,7 meter under terreng. I de resterende prøvegropene var vanninnsiget ved ca. 2 meters dyp.

Prøvegropene SSI 2, 6, 8 og 11 er lokalisert like vest for gangstien (på den nordlige delen av «strand sør indre») på kote 2-2,5. SSI 59 er lokalisert like ved parkeringsplassen sør på området på ca. kote 2,5. Et vanninnsig på ca. 2 meters dyp i disse gropene indikerer at grunnvannet står på ca. kote 0,5.

Prøvegropene SSI 24, 30, 44 og 53 er lokalisert høyere i terrenget, på ca. hhv. kote 7,5, 4, 4 og 4,5. Det er mer usikkert om observert vann i disse gropene representerer grunnvannstanden i området.

Grunnvannstanden vil kunne variere noe i løpet av året, med høyere vannstand i perioder med mye nedbør.

### 6.1.4 Sedimentprøver

Det er utført kornfordelingsanalyse av sedimentene fra tre prøvepunkter (se korngraderingskurver for SSSP2, SSSP7 og SSSP12 på hhv. tegning 10228458-RIGm-TEG-SS60, -SS61 og -SS62).

Sedimentet i SSP1 og SSP7 (lokalisert utenfor hhv. den nordre og midtre del av stranden) består hovedsakelig av fin til medium sand med lavt innhold av finstoff (<63 µm) og leire (<2 µm).

Sedimentet i SSP12 (lokalisert utenfor den sørlige del av stranden) består av en blanding av leire (20–25 %), silt (20–25 %), sand (40–45 %) og grus (10-15 %).

Innholdet av TOC i sedimentene er lavt (0,2–1,2 % TS) (vedlegg J).

Det ble ikke observert avfallsrester i sedimentprøvene. Sedimentene består av antatt stedege masser.

## 6.2 Resultater av kjemiske analyser - løsmasseprøver

Resultatene for de kjemiske analysene er sammenstilt med forurensningsforskriftens normverdier (grenseverdi for «rene» masser) og klassifisert etter tilstandsklasser i henhold til Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 «Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn» /2/, se Tabell 6.1.

Tilstandsklassene er basert på risikovurderinger av helsekonsekvenser for mennesker ved eksponering for miljøgifter, og de gir uttrykk for hvilke nivåer av miljøgifter som kan aksepteres ved forskjellig arealbruk. Løsmasser med innhold av miljøgifter som overskrider verdiene for tilstandsklasse 5, ble tidligere kategorisert som farlig avfall og kan av den grunn ifølge veilederen ikke bli liggende igjen på tiltaksområdet. Når masser graves opp fra et område er de å regne som avfall, og det er avfallsforskriftens kapittel 11 som bestemmer hva som er farlig avfall /23/. Det er ingen sammenheng mellom tilstandsklasser og avfallsforskriften.

For BTEX-forbindelsene toluen, etylbenzen og xylener foreligger det ikke tilstandsklasser, kun normverdier.

Miljødirektoratet har nettopp sendt på høring forslag til nye normverdier og tilstandsklasser for en rekke stoffer /22/, se vedlegg E.

Resultatene for arsen og tungmetaller på «strand sør» er vist i Tabell 6.2 til Tabell 6.4, mens resultatene for alifater, BTEX, PAH og PCB er vist i Tabell 6.5 og Tabell 6.6.

Resultatene for prøvene tatt på «strand sør» av Forsvarsbygg i 2020 er vist i Tabell 6.2 og Tabell 6.6. Når det gjelder prøvene tatt på stranden sør for «strand sør» av Forsvarsbygg i 2021 ble det kun påvist forurensning i to prøver. Analyseresultatene for disse prøvene er vist i Tabell 6.2 og Tabell 6.6, for de resterende analyseresultatene henvises det til vedlegg D.

Resultatene for arsen og tungmetaller på «strand sør indre» er vist i Tabell 6.7 til Tabell 6.12, mens resultatene for alifater, BTEX, PAH og PCB er vist i Tabell 6.13 til Tabell 6.18.

Resultatene er også presentert på tegningene 10228458-RIGm-TEG-SS001 (høyeste tilstandsklasse), -SS002 (bly), -SS003 (kobber), -SS004 (kvikksølv), -SS005 (sink) og -SS006 (sum PAH<sub>16</sub>)<sup>29</sup>.

Tabell 6.1: Fargekoder og karakteristikk av tilstandsklassene for forurenset grunn (Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 «Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn» /2/).

Tilstandsklasse	1	2	3	4	5	>5
Beskrivelse	Meget god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig	Tidligere kalt farlig avfall
Øvre grense bestemmes av	Normverdi	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Gammel grense for farlig avfall	Ingen øvre grense

<sup>29</sup> Prøvene tatt av Forsvarsbygg i 2020 og 2021 er ikke vist på tegningene. Det henvises til Figur 4.1 og Figur 4.2.

Tabell 6.2: Prøvepunkt SS1–SS8 «strand sør» – Analyseresultater for arsen, tungmetaller, tørrstoff og TOC. Analyseresultatene er klassifisert iht. Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 /2/. Konsentrasjoner over normverdi er vist med **uthevet skrift**<sup>2</sup>.

Prøvepunkt	Dybde	Tørrstoff	TOC <sup>1</sup>	As	Pb	Cd	Cu	Cr III	Cr VI	Hg	Ni	Zn
	m	%	% TS	mg/kg Tørrstoff (TS)								
SS1	0-0,2	92,7	1,1	11	790	0,5	300	22	<0,2	3	29	770
SS1	0,2-0,5	92,7	1,8	15	1300	0,8	1100	28	i.a.	1,9	44	930
SS1	0,5-1	92,2	i.a.	18	1700	1,5	2700	29	<0,2	2	100	1600
SS1	1-1,5	87,4	i.a.	13	1100	0,6	530	35	i.a.	3	36	1100
SS1	1,5-2	75,6	i.a.	13	650	1,3	430	26	i.a.	6	81	2200
SS2	0-0,2	97,9	0,6	15	7200	0,4	7700	30	<0,2	0,95	67	1600
SS2	0,2-0,5	93,9	0,6	12	1400	0,2	1900	24	i.a.	0,98	37	650
SS2	0,5-1	88,2	i.a.	13	860	0,4	930	22	<0,2	1,4	40	840
SS2	1-1,5	85,9	i.a.	13	810	0,4	680	31	i.a.	3	48	770
SS2	1,5-2	79,0	i.a.	10	320	<0,2	150	13	i.a.	1,9	15	220
SS3	0-0,2	91,6	2	17	3800	1,1	5400	30	<0,2	3	62	1800
SS3	0,2-0,5	94,8	2	13	1100	0,6	1500	23	i.a.	2	39	920
SS3	0,5-1	93,4	i.a.	13	990	0,6	630	27	<0,2	1,6	39	870
SS3	1-1,5	93,2	i.a.	23	1300	1,8	930	510	i.a.	3,9	71	1100
SS3	1,5-2	80,1	i.a.	19	14 000	3,6	1000	32	i.a.	6	75	1800
SS4	0-0,2	97,7	0,5	11	3000	0,3	3200	19	<0,2	0,88	54	800
SS4	0,2-0,5	95,9	0,7	13	2700	0,4	2000	23	i.a.	2,4	96	1200
SS4	0,5-1	92,4	i.a.	11	1200	0,4	880	19	<0,2	2,3	36	720
SS4	1-1,5	92,2	i.a.	15	1100	0,4	910	44	i.a.	1,9	43	970
SS4	1,5-2	79,9	i.a.	2	3	<0,2	3	9	i.a.	0,04	6	15
SS5	0-0,2	90,3	1,3	7	620	0,4	580	12	<0,2	0,65	22	430
SS5	0,2-0,5	86,6	2,2	14	1400	1	1200	29	i.a.	3	53	1000
SS5	0,5-1	93,9	i.a.	12	930	0,9	1600	34	<0,2	1,7	70	1200
SS5	1-1,5	90,5	i.a.	22	2900	1,6	2100	88	i.a.	5	220	1900
SS5	1,5-2	86,3	i.a.	3	14	<0,2	11	11	i.a.	0,079	12	38
SS6	0-0,2	99,5	0,4	13	9900	<0,2	7400	20	<0,2	1,4	100	1300
SS6	0,2-0,5	96,2	0,5	22	1300	<0,2	4000	10	i.a.	0,4	27	320
SS6	0,5-1	87,1	i.a.	18	2900	0,4	2500	25	<0,2	3	43	820
SS6	1-1,5	84,6	i.a.	3	4	<0,2	5	10	i.a.	0,01	13	140
SS7	0-0,2	87,3	3,8	27	3400	4	3200	51	<0,2	3,7	180	2900
SS7	0,2-0,5	86,5	4,2	24	6800	5,6	4100	36	i.a.	5	100	5300
SS7	0,5-1	84,2	i.a.	19	2100	2	960	21	<0,2	9	55	1500
SS7	1-1,5	88,0	i.a.	18	3300	2,6	3000	30	i.a.	6	86	2700
SS7	1,5-1,8	86,6	i.a.	4	160	<0,2	41	9	i.a.	0,3	11	120
SS8	0-0,2	99,4	0,3	4	900	<0,2	670	13	<0,2	0,2	15	130
SS8	0,2-0,5	90,9	2,8	19	3400	0,6	3600	18	i.a.	1,8	230	1400
SS8	0,5-1	92,2	i.a.	10	3900	<0,2	5100	11	<0,2	0,82	28	740
SS8	1-1,5	89,9	i.a.	8	970	<0,2	1500	11	i.a.	0,60	18	430
SS8	1,5-1,8	88,2	i.a.	3	32	<0,2	56	13	i.a.	0,047	18	48
Tilstandsklasse 1 (Meget god) – normverdi				≤8	≤60	≤1,5	≤100	≤50	≤2	≤1	≤60	≤200
Tilstandsklasse 2 (God)				20	100	10	200	200	5	2	135	500
Tilstandsklasse 3 (Moderat)				50	300	15	1 000	500	20	4	200	1 000
Tilstandsklasse 4 (Dårlig)				600	700	30	8 500	2 800	80	10	1 200	5 000
Tilstandsklasse 5 (Svært dårlig)				1 000	2 500	1 000	25 000	25 000	1000	1 000	2 500	25 000
> Tilstandsklasse 5				>1 000	>2 500	>1 000	>25 000	>25 000	>1000	>1 000	>2 500	>25 000

i.a. – ikke analysert

<sup>1</sup> Beregnet verdi

<sup>2</sup> Forurensningsforskriften definerer masser som forurenset når normverdien overskrides, dvs. at når påvist konsentrasjon er lik normverdi er massene rene.

Tabell 6.3: *Prøvepunkt SS9–SS16 «strand sør» – Analyseresultater for arsen, tungmetaller, tørrstoff og TOC. Analyseresultatene er klassifisert iht. Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 /2/. Konsentrasjoner over normverdi er vist med **uthevet skrift**<sup>2</sup>.*

Prøvepunkt	Dybde	Tørrstoff	TOC <sup>1</sup>	As	Pb	Cd	Cu	Cr III	Cr VI	Hg	Ni	Zn
	m	%	% TS	mg/kg Tørrstoff (TS)								
SS9	0-0,2	77,8	7,6	24	3300	1,3	2600	15	<0,2	16	46	2000
SS9	0,2-0,5	70,6	8,3	24	5800	1,6	5100	15	i.a.	11	80	2500
SS9	0,5-1	93,9	i.a.	9	850	0,3	1700	14	<0,2	1,1	27	730
SS9	1-1,5	88,9	i.a.	8	1600	0,3	2800	10	i.a.	2	20	420
SS9	1,5-2	88,9	i.a.	4	200	<0,2	400	9	i.a.	0,53	14	120
SS10	0-0,2	96,5	0,8	12	35 000	23	120 000	18	<0,2	1,0	720	36 000
SS10	0,2-0,5	93,8	1,7	22	5700	<0,2	17 000	17	i.a.	4,1	79	2500
SS10	0,5-1	87,8	i.a.	3	98	<0,2	56	10	<0,2	0,33	12	98
SS10	1-1,5	89,9	i.a.	2	7	<0,2	9	9	i.a.	0,024	10	23
SS10	1,5-2	90,0	i.a.	4	95	<0,2	23	14	i.a.	0,055	17	45
SS11	0-0,2	94,1	3,6	8	7300	<0,2	6200	17	<0,2	0,73	31	740
SS11	0,2-0,5	94,1	1,6	4	850	<0,2	2800	7	i.a.	0,24	15	330
SS11	0,5-1	89,7	i.a.	3	36	<0,2	17	9	<0,2	0,048	11	60
SS11	1-1,5	89,4	i.a.	2	220	<0,2	11	10	i.a.	0,012	12	44
SS11	1,5-2	81,0	i.a.	4	10	<0,2	20	29	i.a.	<0,01	32	58
SS12	0-0,2	96,9	0,4	5	2000	<0,2	2200	10	<0,2	0,41	16	400
SS12	0,2-0,5	91,3	0,6	2	86	<0,2	700	9	i.a.	0,13	17	200
SS12	0,5-1	89,2	i.a.	3	5	<0,2	8	14	<0,2	0,015	16	90
SS12	1-1,5	86,3	i.a.	3	6	<0,2	16	10	i.a.	0,023	11	22
SS12	1,5-2	86,0	i.a.	3	7	<0,2	10	13	i.a.	0,01	14	30
SS13	0-0,2	91,1	1,6	8	2400	0,6	4200	12	<0,2	1,5	27	1600
SS13	0,2-0,5	95,6	0,5	4	490	<0,2	260	11	i.a.	0,4	16	330
SS13	0,5-1	90,5	i.a.	3	8	<0,2	13	13	<0,2	0,02	15	33
SS13	1-1,5	83,1	i.a.	5	10	<0,2	18	28	i.a.	0,04	30	52
SS13	1,5-2	81,8	i.a.	4	22	<0,2	60	27	i.a.	<0,01	29	54
SS14	0-0,2	97,4	0,3	3	41	<0,2	24	8	<0,2	0,024	8	56
SS14	0,2-0,5	91,0	0,2	3	1700	<0,2	58	8	i.a.	0,069	12	140
SS14	0,5-1	86,9	i.a.	2	9	<0,2	14	11	<0,2	0,024	11	63
SS14	1-1,5	88,3	i.a.	3	6	<0,2	13	13	i.a.	0,015	15	30
SS14	1,5-2	92,0	i.a.	5	5	<0,2	13	11	i.a.	0,013	14	29
SS15	0-0,2	78,8	19,2	26	7300	12	160 000	9	<0,2	3	70	70 000
SS15	0,2-0,5	94,1	1,1	6	700	0,3	690	10	<0,2	0,96	19	470
SS15	0,5-1	92,3	i.a.	3	84	<0,2	110	16	<0,2	0,095	19	150
SS15	1-1,5	90,7	i.a.	3	650	<0,2	82	19	<0,2	0,062	20	92
SS15	1,5-2	88,5	i.a.	1	5	<0,2	20	10	<0,2	<0,01	13	30
SS16	0-0,2	97,7	0,3	4	320	<0,2	120	12	<0,2	0,13	15	75
SS16	0,2-0,5	86,6	0,9	6	450	<0,2	200	10	i.a.	7	16	360
SS16	0,5-1	88,7	i.a.	3	1400	<0,2	32	13	<0,2	0,19	15	83
SS16	1-1,5	88,1	i.a.	2	8	<0,2	9	12	i.a.	0,04	13	26
Tilstandsklasse 1 (Meget god) – normverdi				≤8	≤60	≤1,5	≤100	≤50	≤2	≤1	≤60	≤200
Tilstandsklasse 2 (God)				20	100	10	200	200	5	2	135	500
Tilstandsklasse 3 (Moderat)				50	300	15	1 000	500	20	4	200	1 000
Tilstandsklasse 4 (Dårlig)				600	700	30	8 500	2 800	80	10	1 200	5 000
Tilstandsklasse 5 (Svært dårlig)				1 000	2 500	1 000	25 000	25 000	1000	1 000	2 500	25 000
> Tilstandsklasse 5				>1 000	>2 500	>1 000	>25 000	>25 000	>1000	>1 000	>2 500	>25 000

i.a. – ikke analysert

<sup>1</sup> Beregnet verdi

<sup>2</sup> Forurensningsforskriften definerer masser som forurenset når normverdien overskrides, dvs. at når påvist konsentrasjon er lik normverdi er massene rene.

Tabell 6.4: *Prøvepunkt SS17–SS20 «strand sør», samt prøver tatt av Forsvarsbygg i 2020 og 2021 – Analyseresultater for arsen, tungmetaller, tørrstoff og TOC. Analyseresultatene er klassifisert iht. Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 /2/. Konsentrasjoner over normverdi er vist med **uthevet skrift**<sup>2</sup>.*

Prøvepunkt	Dybde	Tørrstoff	TOC <sup>1</sup>	As	Pb	Cd	Cu	Cr III	Cr VI	Hg	Ni	Zn
	m	%	% TS	mg/kg Tørrstoff (TS)								
SS17	0-0,2	80,4	3,4	<b>36</b>	<b>4400</b>	1,4	<b>1500</b>	16	<0,2	<b>28</b>	<b>130</b>	<b>5100</b>
SS18	0-0,2	98,8	0,3	3	<b>310</b>	<0,2	<b>520</b>	10	<0,2	0,04	11	52
SS18	0,2-0,5	92,9	1,0	<b>16</b>	<b>2200</b>	<b>1,7</b>	<b>1600</b>	48	0,4	<b>1,2</b>	59	<b>1500</b>
SS18	0,5-0,8	85,0	i.a.	<b>14</b>	<b>3600</b>	1,4	<b>270</b>	15	<0,2	<b>5</b>	37	<b>2000</b>
SS18	0,8-1,5	79,7	i.a.	4	16	<0,2	24	28	<0,2	0,021	31	65
SS19	0-0,2	92,3	0,9	<b>16</b>	<b>3300</b>	1	<b>220</b>	<b>75</b>	<0,2	0,051	38	<b>770</b>
SS19	0,2-0,5	63,2	6,1	<b>94</b>	<b>14 000</b>	<b>6,8</b>	<b>1800</b>	<b>220</b>	<b>6</b>	0,51	<b>200</b>	<b>11 000</b>
SS19	0,5-1	84,8	i.a.	<b>27</b>	<b>3500</b>	<b>3,6</b>	<b>3500</b>	<b>83</b>	0,3	0,45	91	<b>4800</b>
SS19	1-1,5	82,4	i.a.	<b>15</b>	<b>3600</b>	1,5	<b>4600</b>	35	<0,2	<b>2,1</b>	<b>150</b>	<b>2800</b>
SS19	1,5-2	85,2	i.a.	<b>11</b>	<b>1200</b>	1,2	<b>4800</b>	22	<0,2	<b>3</b>	<b>110</b>	<b>1400</b>
SS20	0-0,2	99,7	0,3	3	18	<0,2	8	11	<0,2	0,022	10	40
SS20	0,2-0,5	96,2	0,3	3	18	<0,2	7	10	i.a.	0,028	8	37
SS20	0,5-1	94,4	i.a.	4	23	<0,2	27	10	1	0,094	10	130
SS20	1-1,5	94,2	i.a.	3	26	<0,2	24	11	i.a.	0,12	10	130
SS20	1,5-2	88,1	i.a.	6	8	<0,2	20	21	i.a.	0,021	24	45
<b>Prøver tatt av Forsvarsbygg i 2020 og 2021</b>												
Mør_sør 1	0-0,5	72,3	11,6	<b>110</b>	<b>3100</b>	<b>2,8</b>	<b>1100</b>	15	<0,2	<b>53</b>	49	<b>3600</b>
Mør_sør 1	0,5-1,5	71,6	11,6	<b>220</b>	<b>5900</b>	<b>25</b>	<b>530</b>	13	<0,2	<b>30</b>	<b>61</b>	<b>45 000</b>
Mør_sør 2	0-0,5	81,1	7	<b>33</b>	<b>7400</b>	<b>4,3</b>	<b>5100</b>	27	<0,2	<b>13</b>	<b>98</b>	<b>4500</b>
Mør_sør 2	0,5-1,5	72	9,1	<b>34</b>	<b>6300</b>	<b>4,3</b>	<b>3000</b>	23	<0,2	<b>11</b>	<b>80</b>	<b>5700</b>
Mør_sør 3	0-0,5	82,7	9,2	<b>28</b>	<b>9600</b>	<b>0,88</b>	<b>4300</b>	13	<0,2	<b>30</b>	51	<b>1800</b>
Mør_sør 4	0-0,5	94,6	2,5	<b>20</b>	<b>6900</b>	<b>1,5</b>	<b>6600</b>	32	<0,2	<b>1,4</b>	<b>89</b>	<b>2100</b>
Strand 1	0-0,05	93,1	0,2	2,4	28	<0,20	15	8	<0,2	0,053	7,9	40
Strand 2	0-0,05	86,9	0,2	2,2	<b>74</b>	<0,20	52	6,5	<0,2	0,044	6,8	53
Strand 4	0-0,05	91,7	0,2	3,9	<b>340</b>	<0,20	<b>710</b>	9	<0,2	0,22	11	200
Strand 1	0-0,05	92,7	0,3	1,6	<b>280</b>	<0,20	<b>400</b>	2,4	<0,2	0,081	3,6	92
Strand Vollene 1	0-0,1	98,9	0,2	3,1	<b>640</b>	<0,20	<b>400</b>	11	i.a.	0,018	18	140
Strand Vollene 5	0-0,1	88,4	4,3	3,7	<b>120</b>	0,21	31	18	<0,2	0,098	18	130
Tilstandsklasse 1 (Meget god) – normverdi				≤8	≤60	≤1,5	≤100	≤50	≤2	≤1	≤60	≤200
Tilstandsklasse 2 (God)				20	100	10	200	200	5	2	135	500
Tilstandsklasse 3 (Moderat)				50	300	15	1 000	500	20	4	200	1 000
Tilstandsklasse 4 (Dårlig)				600	700	30	8 500	2 800	80	10	1 200	5 000
Tilstandsklasse 5 (Svært dårlig)				1 000	2 500	1 000	25 000	25 000	1000	1 000	2 500	25 000
> Tilstandsklasse 5				>1 000	>2 500	>1 000	>25 000	>25 000	>1000	>1 000	>2 500	>25 000

i.a. – ikke analysert

<sup>1</sup> Beregnet verdi

<sup>2</sup> Forurensningsforskriften definerer masser som forurenset når normverdien overskrides, dvs. at når påvist konsentrasjon er lik normverdi er massene rene.

I prøvene fra «strand sør» er det påvist forurensning av bly i tilstandsklasse 5 eller > tilstandsklasse 5 i 19 av 20 prøvepunkt. Kobber, kvikksølv og sink er påvist i tilstandsklasse 5 eller >5 i to til fem prøvepunkt. Det er også påvist arsen, kadmium, krom(III) og nikkel i tilstandsklasse 2-4. Konsentrasjonen av krom(III) overskrider normverdien kun i fire prøvepunkt, mens krom(VI) er påvist i tilstandsklasse 3 i én prøve i ett punkt. Det er kun i prøvepunkt SS20 at det ikke er påvist konsentrasjoner over normverdiene av arsen og tungmetaller.

Det fremkommer ikke en tydelig trend på hvor de høyeste og laveste konsentrasjonene av forurensning er lokalisert på området. Det er påvist forurensning over tilstandsklasse 5 jevnt over det undersøkte området fra nord til sør, der de aller høyeste konsentrasjonene er påvist i SS10 og SS15. I de fleste prøvepunktene er de høyeste tungmetallkonsentrasjonene påvist i topplaget/de øverste



massene (<1 m), mens i noen prøvegroper er de høyeste konsentrasjonene påvist i dypere masser (>1 m). I flere prøvegroper er det høye konsentrasjoner både i øvre og dypere lag.

Bortsett fra i SS1-SS3 og SS19 som har bly i tilstandsklasse 5 eller høyere i alle analyserte lag (0-2 m), har de andre 16 prøvepunktene bly i tilstandsklasse 1-3 under 1 eller 1,5 m dybde (av disse 16 har seks prøvepunkt tilstandsklasse 1-3 under 0,5 m dybde). De høyeste bly-konsentrasjonene forekommer derfor i topplaget. Topplaget er forurenset i tilstandsklasse 5 eller høyere i alle prøvepunkt bortsett fra i SS20.

Blyforurensningen er ikke avgrenset i dybden i prøvepunktene SS1-SS3, SS7, SS9, SS17 og SS19. Selv om den nederste prøven ikke er ren, så er imidlertid konsentrasjonen generelt lavere enn i overliggende lag. I SS1-SS3 og SS19 er det påvist bly i tilstandsklasse 4 til >5 i den dypeste prøven ved 2 m dyp, mens det i SS7 og SS9 er påvist bly i tilstandsklasse 3 ved hhv. 1,8 og 2 m dyp. I SS17 er det kun resultater fra de øverste 0,2 m. I de resterende prøvegroperne er bly påvist i tilstandsklasse 1 eller 2 ved 1,5 og 2 m dyp, og forurensningen anses som avgrenset i dybden.

Konsentrasjonen av kobber og sink viser tilsvarende fordeling som bly med generelt høyest konsentrasjon i topplaget, selv om forurensningen er noe mer jevnt fordelt over hele profilet. Konsentrasjonen av kobber og sink er generelt lavere enn konsentrasjonen av bly, og er påvist i tilstandsklasse 3 og 4 der det er påvist tilstandsklasse 5 og høyere for bly. Kobber er påvist i tilstandsklasse 1 og 2 mellom 1,5 og 2 m dybde i 15 prøvepunkt, men er ikke avgrenset i dybden i fem prøvepunkt der dypeste prøve er i tilstandsklasse 3 eller 4. Sink er påvist i tilstandsklasse 1 og 2 mellom 1,5 og 2 m dybde i 16 prøvepunkt, men er ikke avgrenset i dybden i fire prøvepunkt der dypeste prøve er i tilstandsklasse 4 eller 5.

Kvikksølv har ikke en like tydelig trend som bly, kobber og sink (som generelt har høyest konsentrasjon i øverste lag). Konsentrasjonen av kvikksølv varierer mer, og er generelt påvist i lavere tilstandsklasser, selv om det er påvist tilstandsklasse 5 i to prøvepunkt. Kvikksølv er avgrenset i dybden i 16 prøvepunkt der dypeste prøve er i tilstandsklasse 1, men er ikke avgrenset i dybden i tre prøvepunkt der ett punkt er i tilstandsklasse 3 og to i tilstandsklasse 4.

Arsen, kadmium og krom(III) er påvist i tilstandsklasse 4 i én prøve i ett prøvepunkt hver, men forurensningen i hvert punkt er avgrenset i dybden med prøver i tilstandsklasse 1 og 2. Det er også påvist krom(III) og kadmium i tilstandsklasse 3 i ett prøvepunkt hver, men prøvene er avgrenset i dybden med prøver tilstandsklasse 1 og 2. Arsen er påvist i tilstandsklasse 3 i åtte prøvepunkt, men bortsett fra i SS17 som kun består av én prøve, er forurensningen avgrenset i dybden med dypeste prøve i tilstandsklasse 1 eller 2. Nikkel er påvist i tre prøvepunkt med én prøve i tilstandsklasse 4, men alle er avgrenset i dybden med prøver i tilstandsklasse 1 og 2. Det samme gjelder ett prøvepunkt med én prøve i tilstandsklasse 3.

Oppsummert: For arsen, kadmium, krom(III), krom(VI) og nikkel er all forurensning avgrenset i dybden med dypeste prøve i tilstandsklasse 1 eller 2.

Når det gjelder prøvene tatt av Forsvarsbygg på «strand sør» kalt Mør\_sør 1 osv. er disse svært forurenset, med bly >tilstandsklasse 5, kvikksølv i tilstandsklasse 5, samt at både arsen, kadmium, kobber og sink er påvist i tilstandsklasse 4 i én eller flere prøver. Disse prøvene er tatt av fyllmassene ovenfor selve stranden. Prøvene tatt på «strand sør» som er kalt Strand 1 osv. er mye mindre forurenset, her er bly påvist i tilstandsklasse 2-4 og kobber påvist i tilstandsklasse 3. Disse prøvene er tatt av sanden på selve stranden.

Av prøvene tatt av Forsvarsbygg på stranden sør for «strand sør», kalt Strand Vollane 1 osv., er to av prøvene forurenset av bly i tilstandsklasse 3 og 5.

Tabell 6.5: Prøvepunkt SS1– SS10 «strand sør» – Analyseresultater for alifater, BTEX, PAH-forbindelsen benzo(a)pyren (B(a)P), sum PAH<sub>16</sub> og sum PCB<sub>7</sub> (mg/kg tørrstoff). Analyseresultatene er klassifisert iht. Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 /2/ (der det er aktuelt). Konsentrasjoner over normverdi er vist med **uthevet skrift**<sup>2</sup>.

Prøvepunkt	Dybde m	Alifater >C8-C10	Alifater >C10-C12	Alifater >C12-C35	Benzen <sup>1</sup>	Toluen	Etyl- benzen	Xylener	B(a)P	Sum PAH <sub>16</sub>	Sum PCB <sub>7</sub>
SS1	0-0,2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,4	5	0,045
SS1	0,2-0,5	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,2	2,4	i.a.
SS1	0,5-1	<3	<5	26	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,6	9	0,02
SS1	1-1,5	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,8	10	i.a.
SS1	1,5-2	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	4,9	81	i.a.
SS2	0-0,2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,046	0,54	i.p.
SS2	0,5-1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,082	1,1	0,03
SS3	0-0,2	<3	<5	13	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	1,3	12	0,02
SS3	0,5-1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,063	0,88	0,02
SS4	0-0,2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,043	0,47	<0,007
SS4	0,5-1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,3	5	0,053
SS5	0-0,2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	1,9	30	i.p.
SS5	0,5-1	<3	<5	11	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,6	7	i.p.
SS6	0-0,2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	0,3	i.p.
SS6	0,5-1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,8	11	0,009
SS6	1-1,5	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<0,03	i.p.	i.a.
SS7	0-0,2	<3	<5	20	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	3,7	53	<0,007
SS7	0,5-1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	3,3	42	i.p.
SS7	1-1,5	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	3,1	41	i.a.
SS7	1,5-1,8	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,11	1,5	i.a.
SS8	0-0,2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	0,03	i.p.
SS8	0,5-1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,7	10	i.p.
SS8	1-1,5	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,05	0,66	i.a.
SS8	1,5-1,8	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<0,03	i.p.	i.a.
SS9	0-0,2	<3	<5	14	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	9,1	120	i.p.
SS9	0,5-1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,6	7	i.p.
SS9	1-1,5	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,2	3	i.a.
SS9	1,5-2	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<0,03	i.p.	i.a.
SS10	0-0,2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	0,3	i.p.
SS10	0,5-1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.
Tilstandsklasse 1 - normverdi		≤10	≤50	≤100	≤0,01	≤0,3	≤0,2	≤0,2	≤0,1	≤2	≤0,01
Tilstandsklasse 2		10	60	300	0,015	-	-	-	0,5	8	0,5
Tilstandsklasse 3		40	130	600	0,04	-	-	-	5	50	1
Tilstandsklasse 4		50	300	2 000	0,05	-	-	-	15	150	5
Tilstandsklasse 5		20 000	20 000	20 000	1 000	-	-	-	100	2 500	50

i.a. – ikke analysert

i.p. – ikke påvist

<sup>1</sup> Av BTEX-forbindelsene er det kun tilstandsklasser for benzen.

<sup>2</sup> Forurensningsforskriften definerer masser som forurenset når normverdien overskrides, dvs. at når påvist konsentrasjon er lik normverdi er massene rene.

Tabell 6.6: *Prøvepunkt SS11– SS20 «strand sør», samt prøver tatt av Forsvarsbygg i 2020 og 2021 – Analyseresultater for alifater, BTEX, PAH-forbindelsen benzo(a)pyren (B(a)P), sum PAH<sub>16</sub>, sum PCB<sub>7</sub> og THC (mg/kg tørrstoff). Analyseresultatene er klassifisert iht. Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 /2/ (der det er aktuelt). Konsentrasjoner over normverdi er vist med **uthevet skrift**<sup>2</sup>.*

Prøvepunkt	Dybde	Alifater >C8-C10	Alifater >C10-C12	Alifater >C12-C35	Benzen <sup>1</sup>	Toluen	Etyl-benzen	Xylener	B(a)P	Sum PAH <sub>16</sub>	Sum PCB <sub>7</sub>	THC <sup>3</sup>
	m	mg/kg Tørrstoff										
SS11	0-0,2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>0,3</b>	<b>3</b>	i.p.	i.a.
SS11	0,5-1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SS12	0-0,2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	1	i.p.	i.a.
SS12	0,5-1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SS13	0-0,2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>2,3</b>	<b>19</b>	i.p.	i.a.
SS13	0,5-1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SS14	0-0,2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	<0,007	i.a.
SS14	0,5-1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,04	0,3	i.p.	i.a.
SS15 <sup>4</sup>	0-0,2	i.a.	<b>170</b>	<b>6700</b>	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<b>160</b>	<b>2700</b>	i.p.	67 000
SS15	0,2-0,5	<3	<5	10	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>0,6</b>	<b>5</b>	i.p.	180
SS15	0,5-1	5	44	<b>1000</b>	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<b>3</b>	i.p.	5300
SS15	1-1,5	<3	<5	16	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	1	i.p.	110
SS15	1,5-2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SS16	0-0,2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	0,1	i.p.	26
SS16	0,5-1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SS17	0-0,2	<3	<b>74</b>	<b>920</b>	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>3</b>	<b>43</b>	<b>5,3</b>	7800
SS18	0-0,2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SS18	0,2-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	1	<b>0,04</b>	44
SS18	0,5-0,8	<3	<5	42	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>1,5</b>	<b>17</b>	<b>0,06</b>	460
SS18	0,8-1,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SS19	0-0,2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SS19	0,2-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	0,3	<b>0,02</b>	44
SS19	0,5-1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,03	0,3	<b>0,05</b>	38
SS19 <sup>4</sup>	1-1,5	i.a.	<b>140</b>	<b>2600</b>	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<b>0,9</b>	<b>19</b>	<b>0,8</b>	18 000
SS19 <sup>4</sup>	1,5-2	i.a.	<b>120</b>	<b>1900</b>	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<b>1,7</b>	<b>26</b>	<b>0,7</b>	13 000
SS20	0-0,2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SS20	0,5-1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,03	0,4	i.p.	i.a.
Prøver tatt av Forsvarsbygg i 2020 og 2021												
Mør_sør 1		<3	<5	13	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>3,7</b>	<b>39</b>	i.p.	i.a.
Mør_sør 1		<3	<5	23	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>4,3</b>	<b>35</b>	i.p.	i.a.
Mør_sør 2		<3	<5	19	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>12</b>	<b>130</b>	<b>0,014</b>	i.a.
Mør_sør 2		<3	<5	28	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>4,3</b>	<b>62</b>	<b>0,044</b>	i.a.
Mør_sør 3		<3	<5	14	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>2,7</b>	<b>48</b>	i.p.	i.a.
Mør_sør 4		<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,12	1,3	<0,007	i.a.
Strand 1		<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
Strand 2		<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
Strand 4		<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
Strand 1		<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	0,12	i.p.	i.a.
Strand Vollane 1		<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,053	0,64	i.p.	i.a.
Tilstandskl. 1 - normverdi		≤10	≤50	≤100	≤0,01	≤0,3	≤0,2	≤0,2	≤0,1	≤2	≤0,01	-
Tilstandsklasse 2		10	60	300	0,015	-	-	-	0,5	8	0,5	-
Tilstandsklasse 3		40	130	600	0,04	-	-	-	5	50	1	-
Tilstandsklasse 4		50	300	2 000	0,05	-	-	-	15	150	5	-
Tilstandsklasse 5		20 000	20 000	20 000	1 000	-	-	-	100	2 500	50	-
>Tilstandsklasse 5		>20 000	>20 000	>20 000	>1 000	-	-	-	>100	>2 500	>50	-

i.a. – ikke analysert, i.p. – ikke påvist

<sup>1</sup> Av BTEX-forbindelsene er det kun tilstandsklasser for benzen.

<sup>2</sup> Forurensningsforskriften definerer masser som forurenset når normverdien overskrides, dvs. at når påvist konsentrasjon er lik normverdi er massene rene.

<sup>3</sup> Det foreligger ikke normverdi eller tilstandsklasser for THC (totale hydrokarboner)

<sup>4</sup> Alifater >C8-C10 og/eller BTEX utgår pga. prøven var overmettet av olje

I prøvene fra «strand sør» er det påvist forurensning av benzo(a)pyren og sum PAH<sub>16</sub> i tilstandsklasse 2 til >5 i 14 av 20 prøvepunkt. Det er også påvist sum PCB<sub>7</sub> i tilstandsklasse 2 til 5 i syv prøvepunkt og alifater i tilstandsklasse 3 til 5 i tre prøvepunkt. Det er ikke påvist forurensning av BTEX i noen prøver, og det er i fem prøvepunkt (SS10, SS12, SS14, SS16 og SS20) ikke påvist forurensning av alifater, sum PAH<sub>16</sub> og sum PCB<sub>7</sub> over normverdiene.

For benzo(a)pyren og sum PAH<sub>16</sub> er forurensning over normverdi påvist i prøvepunkt jevnt fordelt langs stranden. Det er ingen tydelig trend på fordeling og lokalisering av høyere og lavere konsentrasjoner. Det er påvist klart høyest konsentrasjon av benzo(a)pyren og sum PAH<sub>16</sub> i SS15 med konsentrasjoner over tilstandsklasse 5 i prøven fra 0-0,2 m dyp. Prøvepunktet er lokalisert på stranden ca. midt mellom nordligste og sørligste prøvepunkt. Forurensningen er avgrenset i dybden med flere prøver i tilstandsklasse 1 og 2.

Benzo(a)pyren og sum PAH<sub>16</sub> er også påvist i tilstandsklasse 4 i hhv. ett og tre prøvepunkt (SS1, SS7 og SS9). I SS1 er sum PAH<sub>16</sub> i tilstandsklasse 4 i dypeste prøve (1,5-2 m) der konsentrasjonen øker fra tilstandsklasse 2 øverst til tilstandsklasse 4 i dybden. I SS7 og SS9 blir forurensningen avgrenset i dybden med prøver i tilstandsklasse 1. Utover prøvepunktene med benzo(a)pyren og sum PAH<sub>16</sub> i tilstandsklasse 4 til >5, er stoffene også påvist i tilstandsklasse 3 i åtte prøvepunkt. I disse er forurensningen avgrenset i dybden med prøver i tilstandsklasse 1 og 2 i fem prøvepunkt, mens forurensningen ikke er avgrenset i dybden i tre prøvepunkt.

Sum PCB<sub>7</sub> er påvist over normverdi i syv prøvepunkt med én prøve i ett prøvepunkt i tilstandsklasse 5 (SS17), og ellers prøver i tilstandsklasse 2 og 3. Sum PCB<sub>7</sub> er påvist lengst nord (SS1-SS4) og lengst sør (SS17-SS19) med varierende konsentrasjoner i øvre og nedre lag. Forurensningen i tilstandsklasse 5 er ikke avgrenset i dybden da det kun er tatt én prøve fra 0-0,2 m i SS17. I SS19 er sum PCB<sub>7</sub> påvist i tilstandsklasse 3 i dypeste prøve og er heller ikke avgrenset i dybden.

Det er påvist alifater i tilstandsklasse 3 til 5 i prøvepunktene SS15, SS17 og SS19. I SS17 er alifater påvist i de øverste 0-0,2 m i tilstandsklasse 3 og 4, og er ikke avgrenset i dybden da det kun er tatt én prøve i SS17. I SS15 er forurensningen avgrenset i dybden med prøver i tilstandsklasse 1, mens det i SS19 er massene mellom 1 og 2 m som har påvist alifater i tilstandsklasse 3-5. Forurensningen er dermed ikke avgrenset i dybden i SS19.

Når det gjelder prøvene tatt av Forsvarsbygg på «strand sør» kalt Mør\_sør 1 osv. er disse forurenset av benzo(a)pyren og sum PAH<sub>16</sub> i tilstandsklasse 3-4 (5 av 6 prøver), samt av PCB<sub>7</sub> i tilstandsklasse 2 (to prøver). Prøvene tatt på «strand sør» som er kalt Strand 1 osv. er ikke forurenset av PAH og PCB, dette gjelder også prøvene fra stranden sør for «strand sør», kalt Strand Vollane 1 osv.

Tabell 6.7: *Prøvepunkt SSI1– SSI8 «strand sør indre» – Analyseresultater for arsen, tungmetaller, tørrstoff og TOC. Analyseresultatene er klassifisert iht. Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 /2/. Konsentrasjoner over normverdi er vist med **uthevet skrift**<sup>2</sup>.*

Prøvepunkt	Dybde	Tørrstoff	TOC <sup>1</sup>	As	Pb	Cd	Cu	Cr III	Cr VI	Hg	Ni	Zn
	m	%	% TS	mg/kg Tørrstoff (TS)								
SSI 1	0-0,5	88,8	1,2	4	63	0,3	28	16	<0,2	0,1	16	160
SSI 1	0,5-1	93,7	i.a.	4	140	0,7	160	9	i.a.	0,4	11	200
SSI 1	1-1,5	92,1	i.a.	15	1600	1,3	1200	16	i.a.	1,4	44	1300
SSI 1	1,5-3	90,4	2,1	16	1200	1,2	620	24	<0,2	1,8	50	940
SSI 1	3-4	-	i.a.	13	1300	0,99	1600	15	i.a.	6,6	23	1300
SSI 2	0-0,5	84,7	1,0	4	13	<0,2	19	29	<0,2	0,01	31	67
SSI 2	0,5-1	82,9	i.a.	5	14	<0,2	23	33	i.a.	0,02	35	70
SSI 2	1-1,5	83,2	i.a.	25	1600	1,3	1200	51	i.a.	4,4	54	1600
SSI 2	1,5-2	74,4	4,4	35	1200	0,5	260	23	<0,2	10	34	690
SSI 3	0-0,5	89,7	1,3	5	41	<0,2	30	28	<0,2	0,2	31	100
SSI 3	0,5-1	88,6	i.a.	4	77	<0,2	23	21	i.a.	0,1	19	120
SSI 3	1-1,5	88,7	i.a.	5	22	<0,2	21	27	i.a.	0,03	29	83
SSI 3	1,5-2	90,9	5,5	6	99	0,2	41	27	<0,2	0,62	32	120
SSI 3	2-2,5	91,3	v	11	1500	1,2	450	15	<0,2	6	25	920
SSI 4	0-0,5	90,2	0,9	4	13	<0,2	16	19	<0,2	0,04	18	71
SSI 4	0,5-1	88,3	i.a.	4	17	<0,2	17	22	i.a.	0,03	23	61
SSI 4	1-1,5	92,5	i.a.	19	2700	1,6	1900	36	i.a.	2,5	140	2200
SSI 4	1,5-2	88,4	5,8	24	2800	1,4	680	34	<0,23	5,1	87	1500
SSI 4	2-2,5	86	i.a.	4	15	<0,2	19	23	<0,2	0,02	25	54
SSI 5	0-0,5	90,9	1,3	4	120	0,2	84	15	<0,2	0,2	20	140
SSI 5	0,5-1	91,9	i.a.	5	56	<0,2	29	16	i.a.	0,2	16	87
SSI 5	1-1,5	88,0	i.a.	6	590	0,3	140	12	i.a.	0,8	15	360
SSI 5	1,5-2	91,4	1,4	6	49	<0,2	30	16	<0,2	0,1	17	65
SSI 5	2-2,5	69,7	i.a.	8	310	0,5	210	16	<0,2	1,2	21	490
SSI 6	0-0,5	88,0	1,0	4	16	<0,2	29	24	<0,2	0,03	24	65
SSI 6	0,5-1	84,5	i.a.	24	2000	2,3	1400	66	i.a.	6	130	2100
SSI 6	1-1,5	83,8	i.a.	38	3600	1	1200	230	i.a.	4	130	1900
SSI 6	1,5-2	76,0	4,8	12	760	0,7	270	36	<0,2	2,1	56	590
SSI 6	2-2,5	83,1	i.a.	5	140	<0,2	88	29	<0,2	0,3	31	150
SSI 6	2,5-3	-	i.a.	2,9	7,5	<0,2	17	19	<0,3	<0,01	20	41
SSI 7	0-0,5	85,1	1,4	6	43	<0,2	22	32	<0,2	0,2	31	95
SSI 7	0,5-1	86,1	i.a.	5	52	0,4	27	21	i.a.	0,2	22	210
SSI 7	1-1,5	90,2	i.a.	4	25	<0,2	20	17	i.a.	0,1	18	47
SSI 7	1,5-2	91,9	0,6	5	6	<0,2	16	14	<0,2	<0,01	15	34
SSI 7	2-2,5	92,9	i.a.	4	7	<0,2	22	18	<0,2	<0,01	20	38
SSI 8	0-0,5	90,7	1,0	4	250	0,3	58	18	<0,2	0,59	18	210
SSI 8	0,5-1	90,4	i.a.	5	290	0,2	240	16	i.a.	1,5	17	170
SSI 8	1-1,5	90,3	1,4	5	320	0,2	69	28	<0,2	1,0	21	180
SSI 8	1,5-2	83,8	i.a.	14	830	1	1800	14	<0,2	1,4	25	1200
Tilstandsklasse 1 (Meget god) – normverdi				≤8	≤60	≤1,5	≤100	≤50	≤2	≤1	≤60	≤200
Tilstandsklasse 2 (God)				20	100	10	200	200	5	2	135	500
Tilstandsklasse 3 (Moderat)				50	300	15	1 000	500	20	4	200	1 000
Tilstandsklasse 4 (Dårlig)				600	700	30	8 500	2 800	80	10	1 200	5 000
Tilstandsklasse 5 (Svært dårlig)				1 000	2 500	1 000	25 000	25 000	1000	1 000	2 500	25 000
> Tilstandsklasse 5				>1 000	>2 500	>1 000	>25 000	>25 000	>1000	>1 000	>2 500	>25 000

i.a. – ikke analysert

<sup>1</sup> Beregnet verdi

<sup>2</sup> Forurensningsforskriften definerer masser som forurenset når normverdien overskrides, dvs. at når påvist konsentrasjon er lik normverdi er massene rene.

Tabell 6.8: Prøvepunkt SSI9– SSI19 «strand sør indre» – Analyseresultater for arsen, tungmetaller, tørrstoff og TOC. Analyseresultatene er klassifisert iht. Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 /2/. Konsentrasjoner over normverdi er vist med **uthevet skrift**<sup>2</sup>.

Prøvepunkt	Dybde	Tørrstoff	TOC <sup>1</sup>	As	Pb	Cd	Cu	Cr III	Cr VI	Hg	Ni	Zn
	m	%	% TS	mg/kg Tørrstoff (TS)								
SSI 9	0-0,5	87,8	2,5	4	39	<0,2	10	11	<0,2	0,1	12	50
SSI 9	0,5-1	92,3	i.a.	5	9	<0,2	7	11	i.a.	0,03	12	26
SSI 9	1-1,5	93,6	i.a.	4	18	<0,2	17	19	i.a.	0,1	21	44
SSI 9	1,5-2	94,8	i.a.	4	6	<0,2	16	16	<0,2	<0,01	17	33
SSI 10	0-0,5	88,5	2,2	4	38	<0,2	13	13	<0,2	0,1	12	44
SSI 10	0,5-1	87,9	i.a.	4	9	<0,2	19	22	i.a.	0,02	23	43
SSI 10	1-1,5	90,2	i.a.	4	8	<0,2	19	19	<0,2	0,02	22	44
SSI 11	0-0,5	77,9	4,8	13	850	0,7	530	31	<0,2	15	38	800
SSI 11	0,5-1	77,3	i.a.	23	20 000	1,5	1600	53	i.a.	23	41	3500
SSI 11	1-1,5	80,6	i.a.	25	6300	2,1	2500	17	i.a.	46	34	2900
SSI 11	1,5-2	97,3	i.a.	3	170	<0,2	31	8	0,2	0,45	8	110
SSI 12	0-0,5	84,4	3,0	3	22	<0,2	12	17	<0,2	0,1	15	43
SSI 12	0,5-1	91,1	i.a.	6	5	<0,2	6	14	i.a.	0,02	10	19
SSI 12	1-1,5	91,4	i.a.	3	6	<0,2	6	9	<0,2	0,01	10	21
SSI 13	0-0,5	91,9	0,9	5	33	<0,2	15	15	<0,2	0,1	17	44
SSI 13	0,5-1	87,8	i.a.	4	13	<0,2	18	20	i.a.	<0,01	23	48
SSI 13	1-1,5	89,0	i.a.	5	8,8	<0,2	27	27	<0,2	0,02	27	51
SSI 13	1,5-2	89,7	i.a.	4	10	<0,2	23	26	<0,2	0,01	30	54
SSI 14	0-0,5	86,3	2,6	6	110	0,3	23	21	<0,2	0,72	21	81
SSI 14	0,5-1	91,3	i.a.	4	11	<0,2	20	20	i.a.	<0,01	23	42
SSI 14	1-1,5	90,4	i.a.	4	18	<0,2	17	19	<0,2	0,1	21	46
SSI 15	0-0,5	90,7	1,7	6	46	<0,2	15	14	<0,2	0,1	16	50
SSI 15	0,5-1	94,1	i.a.	4	7	<0,2	14	12	i.a.	<0,01	18	33
SSI 15	1-1,5	93,7	i.a.	4	7	<0,2	24	19	i.a.	<0,01	18	39
SSI 15	1,5-2	92,3	0,5	3	5	<0,2	17	13	<0,2	0,02	15	34
SSI 15	2-2,5	92,8	0,5	3	7	<0,2	18	16	<0,2	<0,01	19	38
SSI 16	0-0,5	87,4	2,2	3	53	<0,2	21	14	<0,2	0,1	25	95
SSI 16	0,5-1	93,1	i.a.	5	5	<0,2	11	13	i.a.	<0,01	16	32
SSI 16	1-1,5	92,8	i.a.	3	3	<0,2	10	10	i.a.	<0,01	11	20
SSI 16	1,5-2	94	0,4	3	3	<0,2	11	9	<0,2	<0,01	9	18
SSI 17	0-0,5	88,8	2,5	4	74	0,3	21	16	<0,2	0,1	19	200
SSI 17	0,5-1	89,3	i.a.	5	77	0,2	94	16	i.a.	0,1	22	160
SSI 17	1-1,5	93,5	i.a.	4	11	<0,2	24	24	<0,2	0,02	25	54
SSI 18	0-0,5	89,8	2,1	4	17	<0,2	10	14	<0,2	0,1	15	45
SSI 18	0,5-1	90,0	i.a.	5	11	<0,2	24	30	i.a.	0,02	33	55
SSI 18	1-1,5	89,7	i.a.	5	11	<0,2	18	21	<0,2	0,02	24	50
SSI 19	0-0,5	86,5	2,8	13	450	0,6	53	13	<0,2	7,1	15	280
SSI 19	0,5-1	88,2	i.a.	11	10	<0,2	9	10	i.a.	0,2	11	40
SSI 19	1-1,5	94,7	i.a.	3	4	<0,2	6	11	<0,2	0,01	10	22
Tilstandsklasse 1 (Meget god) – normverdi				≤8	≤60	≤1,5	≤100	≤50	≤2	≤1	≤60	≤200
Tilstandsklasse 2 (God)				20	100	10	200	200	5	2	135	500
Tilstandsklasse 3 (Moderat)				50	300	15	1 000	500	20	4	200	1 000
Tilstandsklasse 4 (Dårlig)				600	700	30	8 500	2 800	80	10	1 200	5 000
Tilstandsklasse 5 (Svært dårlig)				1 000	2 500	1 000	25 000	25 000	1000	1 000	2 500	25 000
> Tilstandsklasse 5				>1 000	>2 500	>1 000	>25 000	>25 000	>1000	>1 000	>2 500	>25 000

i.a. – ikke analysert

<sup>1</sup> Beregnet verdi

<sup>2</sup> Forurensningsforskriften definerer masser som forurenset når normverdien overskrides, dvs. at når påvist konsentrasjon er lik normverdi er massene rene.

Tabell 6.9: *Prøvepunkt SSI20–SSI31 «strand sør indre» – Analyseresultater for arsen, tungmetaller, tørrstoff og TOC. Analyseresultatene er klassifisert iht. Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 /2/. Konsentrasjoner over normverdi er vist med **uthevet skrift**<sup>2</sup>.*

Prøvepunkt	Dybde	Tørrstoff	TOC <sup>1</sup>	As	Pb	Cd	Cu	Cr III	Cr VI	Hg	Ni	Zn
	m	%	% TS	mg/kg Tørrstoff (TS)								
SSI 20	0-0,5	91,3	1,5	7	1200	0,9	120	16	<0,2	0,5	16	410
SSI 20	0,5-1	90,4	i.a.	5	29	<0,2	17	13	i.a.	<0,01	17	62
SSI 20	1-1,5	92,3	i.a.	5	16	<0,2	18	17	i.a.	<0,01	18	50
SSI 20	1,5-2	94,5	i.a.	2	4	<0,2	9	10	<0,2	<0,01	10	22
SSI 21	0-0,5	82,3	4,2	12	370	0,5	57	30	<0,2	6,1	20	250
SSI 21	0,5-1	96,7	i.a.	4	38	<0,2	11	13	i.a.	0,4	13	57
SSI 21	1-1,5	94,0	i.a.	4	8	<0,2	23	18	<0,2	0,04	19	40
SSI 22	0-0,5	65,8	17,0	32	22 000	5,1	3600	18	<0,2	16	58	5600
SSI 22	0,5-1	88,9	i.a.	15	1500	0,3	50	13	i.a.	6	19	440
SSI 22	1-1,5	92,3	0,7	14	680	0,4	61	14	<0,2	10	20	540
SSI 22	1,5-2	91,3	0,6	2	6	<0,2	25	14	<0,2	0,1	21	38
SSI 23	0-0,5	89,7	1,3	6	85	0,4	31	17	<0,2	0,67	16	240
SSI 23	0,5-1	92,7	i.a.	6	5	<0,2	11	16	i.a.	<0,01	18	34
SSI 23	1-1,5	95,4	i.a.	3	6	<0,2	10	13	i.a.	0,04	15	31
SSI 23	1,5-2	97,7	i.a.	4	5	<0,2	11	14	<0,2	0,01	18	30
SSI 24	0-0,5	84,3	5,9	7	180	0,5	76	12	<0,2	0,3	17	440
SSI 24	0,5-1	95,5	i.a.	5	8	<0,2	14	16	i.a.	<0,01	19	36
SSI 24	1-1,5	95,0	i.a.	6	10	<0,2	14	17	<0,2	0,02	16	36
SSI 25	0-0,5	94,2	1,7	5	16	<0,2	10	14	<0,2	0,1	15	47
SSI 25	0,5-1	92,2	i.a.	4	18	<0,2	10	13	i.a.	0,07	14	49
SSI 25	1-1,5	89,7	i.a.	5	11	<0,2	21	26	<0,2	0,02	26	54
SSI 26	0-0,5	77,7	11,6	20	1900	0,8	1000	18	<0,26	7,6	37	1100
SSI 26	0,5-1	92,9	i.a.	6	18	<0,2	27	20	i.a.	0,1	23	49
SSI 26	1-1,5	94,8	0,5	3	10	<0,2	27	20	<0,2	0,02	24	45
SSI 26	1,5-2	93,5	i.a.	3	9	<0,2	23	15	<0,2	<0,01	18	35
SSI 27	0-0,5	88,3	2,3	4	30	<0,2	20	15	<0,2	0,1	13	90
SSI 27	0,5-1	94,7	i.a.	5	9	<0,2	15	19	i.a.	0,02	22	46
SSI 27	1-1,5	93,1	i.a.	4	9	<0,2	13	15	i.a.	0,02	22	39
SSI 27	1,5-2	94,6	i.a.	4	6	<0,2	12	14	<0,2	<0,01	17	33
SSI 28	0-0,5	95,7	0,6	2	5	<0,2	6	9	<0,2	<0,01	8	24
SSI 28	0,5-1	94,5	i.a.	3	9	<0,2	10	9	i.a.	<0,01	9	32
SSI 28	1-1,5	93,5	i.a.	4	6	<0,2	11	10	<0,2	<0,01	12	28
SSI 29	0-0,5	94,7	1,3	4	9	<0,2	13	20	<0,2	<0,01	25	35
SSI 29	0,5-0,8	92,9	i.a.	5	16	<0,2	18	27	i.a.	0,03	21	43
SSI 29	0,8-1	94,8	i.a.	2	5	<0,2	26	14	<0,2	<0,01	21	39
SSI 30	0-0,5	81,9	4,7	14	750	1,5	1200	14	<0,2	1,8	36	970
SSI 30	0,5-1	77,0	i.a.	13	850	0,7	7700	13	i.a.	3	31	1300
SSI 30	1-1,5	92,5	2,1	6	230	0,3	230	11	<0,2	1,3	25	500
SSI 30	1,5-2	89,9	i.a.	6	11	<0,2	22	26	<0,2	0,04	29	56
SSI 31	0-0,5	94,6	0,6	3	22	<0,2	76	9	<0,2	0,04	9	69
Tilstandsklasse 1 (Meget god) – normverdi				≤8	≤60	≤1,5	≤100	≤50	≤2	≤1	≤60	≤200
Tilstandsklasse 2 (God)				20	100	10	200	200	5	2	135	500
Tilstandsklasse 3 (Moderat)				50	300	15	1 000	500	20	4	200	1 000
Tilstandsklasse 4 (Dårlig)				600	700	30	8 500	2 800	80	10	1 200	5 000
Tilstandsklasse 5 (Svært dårlig)				1 000	2 500	1 000	25 000	25 000	1000	1 000	2 500	25 000
> Tilstandsklasse 5				>1 000	>2 500	>1 000	>25 000	>25 000	>1000	>1 000	>2 500	>25 000

i.a. – ikke analysert

<sup>1</sup> Beregnet verdi

<sup>2</sup> Forurensningsforskriften definerer masser som forurenset når normverdien overskrides, dvs. at når påvist konsentrasjon er lik normverdi er massene rene.

Tabell 6.10: *Prøvepunkt SSI32–SSI42 «strand sør indre» – Analyseresultater for arsen, tungmetaller, tørrstoff og TOC. Analyseresultatene er klassifisert iht. Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 /2/. Konsentrasjoner over normverdi er vist med **uthevet skrift**<sup>2</sup>.*

Prøvepunkt	Dybde	Tørrstoff	TOC <sup>1</sup>	As	Pb	Cd	Cu	Cr III	Cr VI	Hg	Ni	Zn
	m	%	% TS	mg/kg Tørrstoff (TS)								
SSI 32	0-0,5	92,7	1,5	4	14	<0,2	9	14	<0,2	0,03	14	44
SSI 32	0,5-1	93,5	i.a.	4	10	<0,2	11	13	i.a.	<0,01	16	38
SSI 32	1-1,5	93,3	i.a.	5	6	<0,2	11	13	i.a.	<0,01	17	32
SSI 32	1,5-2	90,7	i.a.	5	8	<0,2	22	20	<0,2	<0,01	23	42
SSI 33	0-0,5	87,3	3,9	5	<b>220</b>	<0,2	37	12	<0,2	0,45	15	110
SSI 33	0,5-1,2	95,3	i.a.	4	15	<0,2	11	13	i.a.	0,03	16	42
SSI 33	1,2-2	89,8	i.a.	4	12	<0,2	23	22	<0,2	0,01	26	47
SSI 34	0-0,5	94,6	1,7	4	<b>100</b>	0,2	<b>140</b>	12	<0,2	0,2	14	140
SSI 34	0,5-1	95,3	i.a.	4	30	<0,2	31	13	i.a.	0,04	13	51
SSI 34	1-2	87,8	0,7	5	12	<0,2	24	30	<0,2	0,01	35	63
SSI 35	0-0,5	89,4	3,6	<b>13</b>	<b>1500</b>	0,7	<b>480</b>	11	<0,2	<b>4,8</b>	23	<b>730</b>
SSI 35	0,5-1	86,7	i.a.	<b>14</b>	<b>920</b>	0,8	<b>480</b>	11	i.a.	<b>9,6</b>	25	<b>850</b>
SSI 35	1-1,5	91,3	i.a.	4	<b>360</b>	0,3	<b>190</b>	11	i.a.	0,4	13	170
SSI 35	1,5-2	90,7	2,7	8	<b>260</b>	0,4	<b>150</b>	15	<0,2	0,4	14	<b>350</b>
SSI 35	2-4	93,3	3,3	<b>9</b>	<b>490</b>	0,2	<b>210</b>	11	<0,2	<b>2,9</b>	23	<b>310</b>
SSI 36	0-0,5	88,8	0,7	6	<b>180</b>	0,3	55	19	<0,2	0,7	23	200
SSI 36	0,5-1	92,7	i.a.	5	9	<0,2	10	13	i.a.	0,02	14	29
SSI 36	1-1,5	93,8	0,3	3	3	<0,2	8	11	<0,2	<0,01	11	20
SSI 37	0-0,5	94,6	0,9	4	11	<0,2	11	15	<0,2	<0,01	16	38
SSI 37	0,5-1	95,3	i.a.	5	6	<0,2	11	14	i.a.	<0,01	16	32
SSI 37	1-1,5	93,3	i.a.	4	6	<0,2	14	16	0,43	<0,01	18	31
SSI 38	0-0,5	96,0	0,6	3	7	<0,2	8	10	<0,2	0,02	10	43
SSI 38	0,5-1,2	95,8	i.a.	3	3	<0,2	7	10	i.a.	<0,01	11	25
SSI 38	1,2-2	90,4	i.a.	4	7	<0,2	20	20	<0,2	<0,01	21	40
SSI 39	0-0,5	93,5	0,6	2	50	<0,2	18	9	<0,2	<b>1,3</b>	9	55
SSI 39	0,5-1	95,1	i.a.	2	4	<0,2	5	9	i.a.	<0,01	8	21
SSI 39	1-1,5	94,5	i.a.	4	<b>360</b>	0,4	<b>180</b>	11	i.a.	0,4	12	<b>570</b>
SSI 39	1,5-2	91,5	i.a.	3	10	<0,2	18	20	<0,2	0,01	23	38
SSI 40	0-0,5	82,4	12,4	<b>12</b>	<b>1000</b>	1,1	<b>330</b>	8	<0,2	<b>1,2</b>	31	<b>840</b>
SSI 40	0,5-1	77,8	i.a.	<b>16</b>	<b>11000</b>	<b>4,6</b>	<b>1200</b>	20	i.a.	<b>3,9</b>	25	<b>4100</b>
SSI 40	1-1,5	83,9	i.a.	7	<b>1100</b>	1	<b>190</b>	11	<0,2	0,97	28	<b>1900</b>
SSI 40	1,5-2	95,8	1,6	3	<b>330</b>	<0,2	60	8	<0,2	0,3	9	110
SSI 41	0-0,5	84,5	3,4	<b>16</b>	<b>1700</b>	<b>2,6</b>	<b>750</b>	26	<0,2	<b>5,9</b>	30	<b>2300</b>
SSI 41	0,5-1	83,1	2,4	8	<b>490</b>	0,8	<b>190</b>	16	<0,2	<b>3,1</b>	14	<b>620</b>
SSI 41	1-2	89,0	4,2	<b>19</b>	<b>680</b>	1,2	<b>300</b>	17	<0,2	<b>7,8</b>	21	<b>770</b>
SSI 41	2-4	82,9	4,3	<b>15</b>	<b>670</b>	1,3	<b>380</b>	38	<0,2	<b>4,7</b>	30	<b>990</b>
SSI 42	0-0,5	77,7	6,8	<b>19</b>	<b>4000</b>	<b>2,9</b>	<b>390</b>	23	<0,26	<b>7,2</b>	36	<b>2500</b>
SSI 42	0,5-1	83,3	4,4	<b>14</b>	<b>3900</b>	0,9	<b>200</b>	12	<0,25	<b>3,2</b>	19	<b>820</b>
SSI 42	1-1,5	95,0	2,7	<b>12</b>	<b>1500</b>	1,2	<b>3000</b>	14	<0,2	<b>1,5</b>	48	<b>1400</b>
SSI 42	1,5-2,5	92,8	2,9	<b>16</b>	<b>850</b>	0,9	<b>160</b>	13	<0,2	0,78	28	<b>590</b>
SSI 42	2,5-4	90,6	9,7	<b>61</b>	<b>7500</b>	<b>2,7</b>	<b>3000</b>	15	<0,23	<b>42</b>	40	<b>2600</b>
Tilstandsklasse 1 (Meget god) – normverdi				≤8	≤60	≤1,5	≤100	≤50	≤2	≤1	≤60	≤200
Tilstandsklasse 2 (God)				20	100	10	200	200	5	2	135	500
Tilstandsklasse 3 (Moderat)				50	300	15	1 000	500	20	4	200	1 000
Tilstandsklasse 4 (Dårlig)				600	700	30	8 500	2 800	80	10	1 200	5 000
Tilstandsklasse 5 (Svært dårlig)				1 000	2 500	1 000	25 000	25 000	1000	1 000	2 500	25 000
> Tilstandsklasse 5				>1 000	>2 500	>1 000	>25 000	>25 000	>1000	>1 000	>2 500	>25 000

i.a. – ikke analysert

<sup>1</sup> Beregnet verdi

<sup>2</sup> Forurensningsforskriften definerer masser som forurenset når normverdien overskrides, dvs. at når påvist konsentrasjon er lik normverdi er massene rene.



Tabell 6.11: Prøvepunkt SSI43–SSI54 «strand sør indre» – Analyseresultater for arsen, tungmetaller, tørrstoff og TOC. Analyseresultatene er klassifisert iht. Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 /2/. Konsentrasjoner over normverdi er vist med **uthevet skrift**<sup>2</sup>.

Prøvepunkt	Dybde	Tørrstoff	TOC <sup>1</sup>	As	Pb	Cd	Cu	Cr III	Cr VI	Hg	Ni	Zn
	m	%	% TS	mg/kg Tørrstoff (TS)								
SSI 43	0-1	72,8	6,1	17	400	0,56	270	9,8	< 0,28	6,9	23	1300
SSI 43	1-2	96,4	2,3	8,9	710	< 0,19	1900	11	< 0,21	0,24	29	560
SSI 43	2-3	84,5	i.a.	8,6	3000	0,73	500	14	< 0,24	1,6	32	1300
SSI 43	3-4	88,4	i.a.	4,0	27	< 0,21	46	21	< 0,23	0,046	25	57
SSI 44	0-1	82,3	7,6	8,8	860	0,56	1200	13	< 0,25	1,3	26	760
SSI 44	1-2	82,0	i.a.	9,6	1500	1,7	1200	12	< 0,25	1,0	32	4300
SSI 44	2-3	85,7	i.a.	4,2	220	0,23	180	9,6	< 0,24	0,41	14	280
SSI 44	3-4	90,6	i.a.	2,8	7,2	< 0,20	17	18	< 0,23	0,024	21	40
SSI 45	0-1	94,0	1,0	3,7	100	0,20	98	14	< 0,22	0,18	12	180
SSI 45	1-2	92,6	i.a.	3,4	74	< 0,20	44	12	< 0,22	0,082	15	92
SSI 45	2-3	90,7	0,5	3,3	6,6	< 0,20	18	20	< 0,23	0,021	24	44
SSI 46	0-1	83,0	5,5	14	3300	7,3	51 000	7,5	< 0,25	1,2	74	8900
SSI 46	1-2	81,5	i.a.	14	1400	42	310	14	< 0,25	1,6	35	20 000
SSI 46	2-3	82,0	5,5	15	1500	2,3	810	13	< 0,25	1,7	31	3300
SSI 46	3-4	93,3	i.a.	6,4	380	0,27	140	140	< 0,22	1,7	13	420
SSI 47	0-1	79,1	i.a.	15	3500	1,9	940	9,8	< 0,26	1,7	30	2600
SSI 47	1-2	89,9	6,4	33	1300	1,2	2100	11	< 0,23	13	39	1800
SSI 47	2-3	83,7	i.a.	20	8900	2,0	3700	12	< 0,24	7,1	29	2000
SSI 47	3-3,5	88,3	i.a.	11	720	0,76	200	12	< 0,23	2,4	17	580
SSI 47	3,5-4	86,2	i.a.	2,2	7,1	< 0,21	8,6	14	< 0,24	0,020	14	31
SSI 48	0-1	81,0	7,5	26	1700	1,8	540	13	< 0,25	19	50	1800
SSI 48	1-2	86,2	i.a.	42	820	2,9	310	11	< 0,24	7,4	42	1800
SSI 48	2-3	83,2	i.a.	6,9	380	1,1	160	8,4	< 0,25	2,7	16	820
SSI 48	3-4	82,2	i.a.	4,6	15	< 0,22	23	27	< 0,25	0,072	31	60
SSI 49	0-1	92,3	i.a.	8,0	320	0,39	78	11	< 0,22	2,2	16	330
SSI 49	1-2	94,1	i.a.	10	600	0,25	65	12	< 0,22	8,7	16	230
SSI 49	2-3	91,1	i.a.	3,2	9,6	< 0,20	21	20	< 0,22	0,059	25	51
SSI 50	0-1	94,8	i.a.	2,4	22	< 0,19	7,8	10	< 0,22	0,075	10	58
SSI 50	1-2	91,2	i.a.	4,2	16	< 0,20	24	22	< 0,22	0,063	26	58
SSI 51	0-1	81,0	i.a.	19	2000	7,4	1500	310	1,3	3,2	72	13 000
SSI 51	1-2	81,4	i.a.	32	5000	5,5	1200	47	0,25	4,2	60	6800
SSI 51	2-3	78,9	i.a.	31	4400	13	1600	75	< 0,26	14	110	14 000
SSI 51	3-4	79,2	i.a.	19	8200	1,8	4600	30	< 0,26	40	130	4000
SSI 52	0-1	94,1	i.a.	2,5	15	< 0,20	8,6	9,6	< 0,22	0,031	9,4	39
SSI 52	1-2	96,3	i.a.	3,1	150	0,28	300	9,0	< 0,21	0,13	26	320
SSI 52	2-2,5	86,3	i.a.	4,5	10	< 0,21	24	28	< 0,24	0,013	34	61
SSI 53	0-1	93,4	1,3	4,0	50	< 0,20	230	14	< 0,22	0,054	16	88
SSI 53	1-2	90,0	i.a.	3,9	7,7	< 0,20	25	20	< 0,23	< 0,010	24	48
SSI 54	0-1	90,4	i.a.	4,2	40	< 0,20	33	11	< 0,23	0,11	15	100
SSI 54	1-2	85,6	0,7	3,3	10	< 0,22	21	27	< 0,24	0,15	32	59
Tilstandsklasse 1 (Meget god) – normverdi				≤8	≤60	≤1,5	≤100	≤50	≤2	≤1	≤60	≤200
Tilstandsklasse 2 (God)				20	100	10	200	200	5	2	135	500
Tilstandsklasse 3 (Moderat)				50	300	15	1 000	500	20	4	200	1 000
Tilstandsklasse 4 (Dårlig)				600	700	30	8 500	2 800	80	10	1 200	5 000
Tilstandsklasse 5 (Svært dårlig)				1 000	2 500	1 000	25 000	25 000	1000	1 000	2 500	25 000
> Tilstandsklasse 5				>1 000	>2 500	>1 000	>25 000	>25 000	>1000	>1 000	>2 500	>25 000

i.a. – ikke analysert

<sup>1</sup> Beregnet verdi

<sup>2</sup> Forurensningsforskriften definerer masser som forurenset når normverdien overskrides, dvs. at når påvist konsentrasjon er lik normverdi er massene rene.

Tabell 6.12: Prøvepunkt SSI55–SSI60 og SSI63 «strand sør indre» – Analyseresultater for arsen, tungmetaller, tørrstoff og TOC. Analyseresultatene er klassifisert iht. Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009/2/. Konsentrasjoner over normverdi er vist med **uthevet skrift**<sup>2</sup>.

Prøvepunkt	Dybde	Tørrstoff	TOC <sup>1</sup>	As	Pb	Cd	Cu	Cr III	Cr VI	Hg	Ni	Zn
	m	%	% TS	mg/kg Tørrstoff (TS)								
SSI 55	0-1	85,6	1,5	4,3	10	< 0,22	23	29	0,27	0,014	33	64
SSI 55	1-2	85,0	i.a.	2,5	7,9	< 0,22	14	21	< 0,24	0,026	22	46
SSI 56	0-1	94,9	i.a.	2,6	9,2	< 0,19	8,3	8,7	< 0,22	0,016	9,2	30
SSI 56	1-2	96,7	i.a.	2,2	3,8	< 0,19	6,2	9,4	< 0,21	< 0,0094	8,8	27
SSI 57	0-1	86,4	3,9	5,0	60	< 0,21	72	17	< 0,24	0,25	18	84
SSI 57	1-2	89,7	i.a.	5,0	8,5	< 0,21	15	25	< 0,23	0,024	24	45
SSI 58	0-1	93,8	i.a.	4,5	410	0,36	67	11	< 0,22	0,44	12	210
SSI 58	1-2	91,9	1,7	5,8	91	< 0,20	25	11	< 0,22	0,23	13	120
SSI 58	2-2,5	86,3	i.a.	3,6	11	< 0,21	17	25	< 0,24	0,027	28	51
SSI 59	0-1	85,0	0,7	12	8700	4,6	260	22	< 0,24	11	25	3200
SSI 59	1-2	69,2	3,6	10	2600	0,65	810	9,7	< 0,29	4,3	16	910
SSI 59	2-2,5	83,9	i.a.	4,0	11	< 0,22	22	27	< 0,24	0,011	31	64
SSI 60	0-1	91,6	i.a.	3,2	21	< 0,20	14	8,4	< 0,22	0,053	12	120
SSI 60	1-2	84,8	2,7	4,2	11	< 0,22	21	29	< 0,24	< 0,011	33	58
SSI 63	0-1	89,9	3,3	9,8	2200	2,4	600	10	< 0,23	1,9	18	2600
SSI 63	1-2	92,2	0,7	3,0	570	< 0,20	18	13	< 0,22	0,096	14	170
SSI 63	2-2,5	82,1	i.a.	4,7	9,1	< 0,22	18	26	< 0,25	< 0,011	29	55
Tilstandsklasse 1 (Meget god) – normverdi				≤8	≤60	≤1,5	≤100	≤50	≤2	≤1	≤60	≤200
Tilstandsklasse 2 (God)				20	100	10	200	200	5	2	135	500
Tilstandsklasse 3 (Moderat)				50	300	15	1 000	500	20	4	200	1 000
Tilstandsklasse 4 (Dårlig)				600	700	30	8 500	2 800	80	10	1 200	5 000
Tilstandsklasse 5 (Svært dårlig)				1 000	2 500	1 000	25 000	25 000	1000	1 000	2 500	25 000
> Tilstandsklasse 5				>1 000	>2 500	>1 000	>25 000	>25 000	>1000	>1 000	>2 500	>25 000

i.a. – ikke analysert

<sup>1</sup> Beregnet verdi

<sup>2</sup> Forurensningsforskriften definerer masser som forurenset når normverdien overskrides, dvs. at når påvist konsentrasjon er lik normverdi er massene rene.

I prøvene fra «strand sør indre» er det påvist forurensning av bly og kobber i tilstandsklasse 2 til >5 (kun én prøve med kobber >tilstandsklasse 5), sink og kvikksølv i tilstandsklasse 2–5, arsen i tilstandsklasse 2–4 (med én prøve i tilstandsklasse 4), nikkel og krom i tilstandsklasse 2- 3, samt kadmium i tilstandsklasse 2 (med én prøve i tilstandsklasse 3 og én i tilstandsklasse 5). Det er ikke påvist konsentrasjoner av seksverdige krom over normverdi.

I enkelte prøvegroper er de høyeste tungmetallkonsentrasjonene påvist i de øverste massene, mens i andre prøvegroper er de høyeste konsentrasjonene påvist i dypereliggende masser.

Bly er påvist over normverdi i 40 av totalt 61 prøvepunkt, og av disse har 23 prøvepunkt konsentrasjoner av bly i tilstandsklasse 5 og >5. Det varierer om blykonsentrasjonen er høyest i topplaget <1 m eller i dypereliggende lag >1 m. Blyforurensningen er ikke avgrenset i dybden i prøvepunktene SSI1-SSI3, SSI5, SSI8, SSI11, SSI35, SSI40-SSI42, SSI46 og SSI51, det vil si at i de dypeste prøvene fra disse prøvegroperne er bly påvist i tilstandsklasse 3–5. I de resterende prøvegroperne er bly påvist i tilstandsklasse 1 eller 2 i den dypeste prøven, og blyforurensningen anses som avgrenset i dybden.

Konsentrasjonen av kobber og sink er påvist i lavere tilstandsklasser enn bly, og er generelt påvist i tilstandsklasse 3 og 4 der det er påvist tilstandsklasse 5 og høyere for bly. Kobber er ikke avgrenset i dybden i ni prøvepunkt der dypeste prøve er i tilstandsklasse 3 eller 4. Sink er ikke avgrenset i dybden i syv prøvepunkt der dypeste prøve er i tilstandsklasse 3 eller 4.

Konsentrasjonen av kvikksølv varierer mer og er generelt påvist i lavere tilstandsklasser, selv om det er påvist kvikksølv i tilstandsklasse 5 i syv prøvepunkt. De sju prøvepunktene med konsentrasjoner av kvikksølv i tilstandsklasse 5 sammenfaller med prøvepunktene der konsentrasjonen av bly er påvist i tilstandsklasse 5 og >5. Konsentrasjonen av kvikksølv er ikke avgrenset i dybden i seks prøvepunkt der fire punkt er i tilstandsklasse 4 og to punkt i tilstandsklasse 5.

Konsentrasjonen av arsen og tungmetaller er høyest i prøvepunktene plassert lengst nord på området (åtte stk.: SSI1-SSI6, SSI8 og SSI11) og sørøst i de utfylte områdene nærmere sjøen (13 stk.: SSI30, SSI35, SSI40-SSI44, SSI46-SSI48, SSI51, SSI59 og SSI63). Lengst nord og sør er det påvist høye konsentrasjoner både i topplaget <1 m og i dypere liggende masser >1 m. Prøvepunktet SSI22 har også svært høye konsentrasjoner, og er også det prøvepunktet som ligger nærmest stranden av de punktene som ligger mer midt på området. I den mer vegeterte delen mot vest er forurensning av arsen og tungmetaller over normverdi kun påvist i topplaget. Av disse 25 prøvepunktene er det ikke påvist arsen og tungmetaller over normverdi i 13 prøvepunkt. Også helt i sørøst er det flere prøveprober hvor det ikke er påvist forurensning av arsen og tungmetaller over normverdi, og utbredelsen av det forurensede området er dermed avgrenset mot sør.

Tabell 6.13: *Prøvepunkt SSI 1– SSI 11 «strand sør indre» – Analyseresultater for alifater, BTEX, PAH-forbindelsen benzo(a)pyren (B(a)P), sum PAH<sub>16</sub> og sum PCB<sub>7</sub> (mg/kg tørrstoff). Analyseresultatene er klassifisert iht. Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 /2/ (der det er aktuelt). Konsentrasjoner over normverdi er vist med uthevet skrift<sup>2</sup>.*

Prøvepunkt	Dybde	Alifater C8-C10	Alifater >C10-C12	Alifater >C12-C35	Benzen <sup>1</sup>	Toluen	Etyl-benzen	Xylener	B(a)P	Sum PAH <sub>16</sub>	Sum PCB <sub>7</sub>
	m	mg/kg Tørrstoff									
SSI 1	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,071	0,66	i.p.
SSI 1	0,5-1	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,26	2,7	i.a.
SSI 1	1,5-3	<3	<5	11	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	3,6	33	i.p.
SSI 1	3-4	<3	<5	10	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	3	38	i.p.
SSI 2	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.
SSI 2	0,5-1	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<0,03	i.p.	i.a.
SSI 2	1,5-2	<3	12	25	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	8,8	110	i.p.
SSI 3	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,084	0,88	i.p.
SSI 3	0,5-1	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<0,03	0,1	i.a.
SSI 3	1-1,5	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,039	0,47	i.a.
SSI 3	1,5-2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	4	33	i.p.
SSI 3	2-2,5	<3	<5	14	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	10	100	i.p.
SSI 4	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,049	0,64	i.p.
SSI 4	0,5-1	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<0,03	i.p.	i.a.
SSI 4	1,5-2	<3	<5	23	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	8,2	96	i.p.
SSI 4	2-2,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.
SSI 5	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	1,1	6,7	i.p.
SSI 5	0,5-1	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,45	3,4	i.a.
SSI 5	1,5-2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,8	4,7	i.p.
SSI 5	2-2,5	<3	<5	15	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	4,3	31	<0,007
SSI 6	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.
SSI 6	1,5-2	<3	<5	15	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	2,4	31	i.p.
SSI 6	2-2,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,9	14	i.p.
SSI 6	2,5-3	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.
SSI 7	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	2,1	i.p.
SSI 7	1,5-2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.
SSI 7	2-2,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.
SSI 8	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,4	4,1	i.p.
SSI 8	0,5-1	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	1,2	13	i.a.
SSI 8	1-1,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,4	3,5	i.p.
SSI 8	1,5-2	<3	<5	13	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	3,4	54	i.p.
SSI 9	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,07	1,0	i.p.
SSI 9	1,5-2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.
SSI 10	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,061	0,64	<0,007
SSI 10	1-1,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.
SSI 11	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	1,1	11	i.p.
SSI 11	1,5-2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,3	2,7	i.p.
Tilstandsklasse 1 - normverdi		≤10	≤50	≤100	≤0,01	≤0,3	≤0,2	≤0,2	≤0,1	≤2	≤0,01
Tilstandsklasse 2		10	60	300	0,015	-	-	-	0,5	8	0,5
Tilstandsklasse 3		40	130	600	0,04	-	-	-	5	50	1
Tilstandsklasse 4		50	300	2 000	0,05	-	-	-	15	150	5
Tilstandsklasse 5		20 000	20 000	20 000	1 000	-	-	-	100	2 500	50

i.a. – ikke analysert, i.p. – ikke påvist

<sup>1</sup> Av BTEX-forbindelsene er det kun tilstandsklasser for benzen.

<sup>2</sup> Forurensningsforskriften definerer masser som forurenset når normverdien overskrides, dvs. at når påvist konsentrasjon er lik normverdi er massene rene.

Tabell 6.14: *Prøvepunkt SSI 12– SSI 23 «strand sør indre» – Analyseresultater for alifater, BTEX, PAH-forbindelsen benzo(a)pyren (B(a)P), sum PAH<sub>16</sub>, sum PCB<sub>7</sub> og THC (mg/kg tørrstoff). Analyseresultatene er klassifisert iht. Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 /2/ (der det er aktuelt). Konsentrasjoner over normverdi er vist med **uthevet skrift**<sup>2</sup>.*

Prøvepunkt	Dybde m	Alifater C8-C10	Alifater >C10-C12	Alifater >C12-C35	Benzen <sup>1</sup>	Toluen	Etyl- benzen	Xylener	B(a)P	Sum PAH <sub>16</sub>	Sum PCB <sub>7</sub>	THC <sup>3</sup>
		mg/kg Tørrstoff										
SSI 12	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,047	0,4	i.p.	i.a.
SSI 12	1-1,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SSI 13	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SSI 13	1-1,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SSI 13	1,5-2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SSI 14	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,049	0,67	<0,007	i.a.
SSI 14	1-1,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SSI 15	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	0,2	i.p.	i.a.
SSI 15	1,5-2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SSI 15	2-2,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SSI 16	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,078	0,88	i.p.	i.a.
SSI 16	1,5-2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SSI 17	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>0,3</b>	<b>4,6</b>	<b>0,01</b>	i.a.
SSI 17	1-1,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	0,14	i.p.	i.a.
SSI 18	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,084	1,1	i.p.	i.a.
SSI 18	1-1,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SSI 19	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>0,95</b>	<b>10</b>	<b>0,12</b>	i.a.
SSI 19	0,5-1	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<0,03	0,066	i.a.	i.a.
SSI 19	1-1,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SSI 20	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>1,1</b>	<b>13</b>	<b>0,04</b>	i.a.
SSI 20	0,5-1	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,060	0,72	i.a.	i.a.
SSI 20	1-1,5	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,037	0,28	i.a.	i.a.
SSI 20	1,5-2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SSI 21	0-0,5	<3	<5	11	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>0,3</b>	<b>4</b>	<b>0,01</b>	i.a.
SSI 21	1-1,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SSI 22	0-0,5	<3	<5	18	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>4</b>	<b>41</b>	i.p.	i.a.
SSI 22	1-1,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>0,2</b>	<b>1,3</b>	i.p.	i.a.
SSI 22	1,5-2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SSI 23	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>0,6</b>	<b>8</b>	<b>0,14</b>	i.a.
SSI 23	0,5-1	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<0,03	i.p.	i.a.	i.a.
SSI 23	1-1,5	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<0,03	i.p.	i.a.	i.a.
SSI 23	1,5-2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
Tilstandsklasse 1 - normverdi		≤10	≤50	≤100	≤0,01	≤0,3	≤0,2	≤0,2	≤0,1	≤2	≤0,01	-
Tilstandsklasse 2		10	60	300	0,015	-	-	-	0,5	8	0,5	-
Tilstandsklasse 3		40	130	600	0,04	-	-	-	5	50	1	-
Tilstandsklasse 4		50	300	2 000	0,05	-	-	-	15	150	5	-
Tilstandsklasse 5		20 000	20 000	20 000	1 000	-	-	-	100	2 500	50	-

i.a. – ikke analysert

i.p. – ikke påvist

<sup>1</sup> Av BTEX-forbindelsene er det kun tilstandsklasser for benzen.

<sup>2</sup> Forurensningsforskriften definerer masser som forurenset når normverdien overskrides, dvs. at når påvist konsentrasjon er lik normverdi er massene rene.

<sup>3</sup> Det foreligger ikke normverdi eller tilstandsklasser for THC (totale hydrokarboner)

Tabell 6.15: *Prøvepunkt SSI 24– SSI 36 «strand sør indre» – Analyseresultater for alifater, BTEX, PAH-forbindelsen benzo(a)pyren (B(a)P), sum PAH<sub>16</sub>, sum PCB<sub>7</sub> og THC (mg/kg tørrstoff). Analyseresultatene er klassifisert iht. Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 /2/ (der det er aktuelt). Konsentrasjoner over normverdi er vist med **uthevet skrift**<sup>2</sup>.*

Prøvepunkt	Dybde m	Alifater C8-C10	Alifater >C10-C12	Alifater >C12-C35	Benzen <sup>1</sup>	Toluen	Etylbenzen	Xylener	B(a)P	Sum PAH <sub>16</sub>	Sum PCB <sub>7</sub>	THC <sup>3</sup>
		mg/kg Tørrstoff										
SSI 24	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>3,4</b>	<b>48</b>	<b>0,25</b>	i.a.
SSI 24	0,5-1	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<0,03	0,1	i.a.	i.a.
SSI 24	1-1,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	0,14	i.p.	i.a.
SSI 25	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	0,17	i.p.	i.a.
SSI 25	1-1,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SSI 26	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>6,7</b>	<b>51</b>	i.p.	750
SSI 26	0,5-1	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<0,03	i.p.	i.a.	i.a.
SSI 26	1-1,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSI 26	1,5-2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSI 27	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>0,45</b>	<b>6,3</b>	i.p.	44
SSI 27	0,5-1	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,034	0,26	i.a.	i.a.
SSI 27	1-1,5	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,074	0,81	i.a.	i.a.
SSI 27	1,5-2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSI 28	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSI 28	1-1,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSI 29	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	21
SSI 29	0,8-1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSI 30	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>2,8</b>	<b>39</b>	i.p.	370
SSI 30	1-1,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>0,4</b>	<b>5</b>	i.p.	85
SSI 30	1,5-2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSI 31	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	0,3	i.p.	i.p.
SSI 32	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	0,1	i.p.	24
SSI 32	1,5-2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSI 33	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,08	<b>2,1</b>	i.p.	110
SSI 33	0,5-1,2	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<0,03	i.p.	i.a.	i.a.
SSI 33	1,2-2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSI 34	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>0,2</b>	<b>2,7</b>	i.p.	50
SSI 34	0,5-1	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,055	0,49	i.a.	i.a.
SSI 34	1-2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSI 35	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>2,7</b>	<b>23</b>	i.p.	230
SSI 35	1,5-2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>0,5</b>	<b>5</b>	i.p.	88
SSI 35	2-4	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>2,2</b>	<b>27</b>	i.p.	250
SSI 36	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>1,4</b>	<b>18</b>	i.p.	87
SSI 36	0,5-1	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<0,03	i.p.	i.a.	i.a.
SSI 36	1-1,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.p.
Tilstandsklasse 1 - normverdi		≤10	≤50	≤100	≤0,01	≤0,3	≤0,2	≤0,2	≤0,1	≤2	≤0,01	-
Tilstandsklasse 2		10	60	300	0,015	-	-	-	0,5	8	0,5	-
Tilstandsklasse 3		40	130	600	0,04	-	-	-	5	50	1	-
Tilstandsklasse 4		50	300	2 000	0,05	-	-	-	15	150	5	-
Tilstandsklasse 5		20 000	20 000	20 000	1 000	-	-	-	100	2 500	50	-

i.a. – ikke analysert, i.p. – ikke påvist

<sup>1</sup> Av BTEX-forbindelsene er det kun tilstandsklasser for benzen.

<sup>2</sup> Forurensningsforskriften definerer masser som forurenset når normverdien overskrides, dvs. at når påvist konsentrasjon er lik normverdi er massene rene

<sup>3</sup> Det foreligger ikke normverdi eller tilstandsklasser for THC (totale hydrokarboner)

Tabell 6.16: Prøvepunkt SSI 37– SSI 46 «strand sør indre» – Analyseresultater for alifater, BTEX, PAH-forbindelsen benzo(a)pyren (B(a)P), sum PAH<sub>16</sub>, sum PCB<sub>7</sub> og THC (mg/kg tørrstoff). Analyseresultatene er klassifisert iht. Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 /2/ (der det er aktuelt). Konsentrasjoner over normverdi er vist med **uthevet skrift**<sup>2</sup>.

Prøvepunkt	Dybde m	Alifater C8-C10	Alifater >C10-C12	Alifater >C12-C35	Benzen <sup>1</sup>	Toluen	Etyl- benzen	Xylener	B(a)P	Sum PAH <sub>16</sub>	Sum PCB <sub>7</sub>	THC <sup>3</sup>
SSI 37	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	22
SSI 37	1-1,5	<3	<5	11	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSI 38	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SSI 38	1,2-2	<3	<5	18	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SSI 39	0-0,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,07	0,92	i.p.	i.a.
SSI 39	0,5-1	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<0,03	i.p.	i.a.	i.a.
SSI 39	1,5-2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SSI 40	0-0,5	<3	5,2	43	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	1	15	i.p.	i.a.
SSI 40	1-1,5	<3	<5	11	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	3	24	i.p.	i.a.
SSI 40	1,5-2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,12	1,2	i.p.	i.a.
SSI 41	0-0,5	<3	<5	30	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	5,6	75	0,09	i.a.
SSI 41	0,5-1	<3	<5	25	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	1,3	14	0,08	i.a.
SSI 41	1-2	<3	<5	28	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	1,1	11	0,03	i.a.
SSI 41	2-4	<3	<5	33	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	1,2	14	0,05	i.a.
SSI 42	0-0,5	<3	<5	18	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	3,1	31	0,31	i.a.
SSI 42	0,5-1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	1,2	13	0,03	i.a.
SSI 42	1-1,5	<3	<5	16	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	1,8	18	i.p.	i.a.
SSI 42	1,5-2,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	4,8	42	i.p.	i.a.
SSI 42	2,5-4	<3	<5	26	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	4	48	0,29	i.a.
SSI 43	0-1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,10	<0,10	<0,10	2,8	29	i.p.	i.a.
SSI 43	1-2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,10	<0,10	<0,10	0,38	3,3	i.p.	i.a.
SSI 43	2-3	<3	<5	12	<0,0035	<0,10	<0,10	<0,10	1,3	15	i.p.	i.a.
SSI 43	3-4	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,10	<0,10	<0,10	<0,03	0,12	i.p.	i.a.
SSI 44	0-1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,10	<0,10	<0,10	4,2	27	i.p.	i.a.
SSI 44	1-2	<3	<5	12	<0,0035	<0,10	<0,10	<0,10	2,6	27	i.p.	i.a.
SSI 44	2-3	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,10	<0,10	<0,10	0,49	4,2	i.p.	i.a.
SSI 44	3-4	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,10	<0,10	<0,10	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SSI 45	0-1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,10	<0,10	<0,10	0,55	5,9	i.p.	i.a.
SSI 45	1-2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,10	<0,10	<0,10	0,083	0,69	i.p.	i.a.
SSI 45	2-3	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,10	<0,10	<0,10	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SSI 46	0-1	<3	<5	11	<0,0035	<0,10	<0,10	<0,10	4,0	45	i.p.	i.a.
SSI 46	1-2	<3	<5	13	<0,0035	<0,10	<0,10	<0,10	1,9	18	i.p.	i.a.
SSI 46	2-3	<3	<5	13	<0,0035	<0,10	<0,10	<0,10	4,7	35	i.p.	i.a.
SSI 46	3-4	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,10	<0,10	<0,10	4,7	77	i.p.	i.a.
Tilstandsklasse 1 - normverdi		≤10	≤50	≤100	≤0,01	≤0,3	≤0,2	≤0,2	≤0,1	≤2	≤0,01	-
Tilstandsklasse 2		10	60	300	0,015	-	-	-	0,5	8	0,5	-
Tilstandsklasse 3		40	130	600	0,04	-	-	-	5	50	1	-
Tilstandsklasse 4		50	300	2 000	0,05	-	-	-	15	150	5	-
Tilstandsklasse 5		20 000	20 000	20 000	1 000	-	-	-	100	2 500	50	-

i.a. – ikke analysert

i.p. – ikke påvist

<sup>1</sup> Av BTEX-forbindelsene er det kun tilstandsklasser for benzen.

<sup>2</sup> Forurensningsforskriften definerer masser som forurenset når normverdien overskrides, dvs. at når påvist konsentrasjon er lik normverdi er massene rene

<sup>3</sup> Det foreligger ikke normverdi eller tilstandsklasser for THC (totale hydrokarboner)

Tabell 6.17: Prøvepunkt SSI 47– SSI 57 «strand sør indre» – Analyseresultater for alifater, BTEX, PAH-forbindelsen benzo(a)pyren (B(a)P), sum PAH<sub>16</sub>, sum PCB<sub>7</sub> og THC (mg/kg tørrstoff). Analyseresultatene er klassifisert iht. Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 /2/ (der det er aktuelt). Konsentrasjoner over normverdi er vist med **uthevet skrift**<sup>2</sup>.

Prøvepunkt	Dybde m	Alifater C8-C10	Alifater >C10-C12	Alifater >C12-C35	Benzen <sup>1</sup>	Toluen	Etylbenzen	Xylener	B(a)P	Sum PAH <sub>16</sub>	Sum PCB <sub>7</sub>	THC <sup>3</sup>
		mg/kg Tørrstoff										
SSI 47	0-1	<3	<5	23	< 0,0035	< 0,10	< 0,10	< 0,10	<b>3,3</b>	<b>32</b>	i.p.	230
SSI 47	1-2	<3	<5	12	< 0,0035	< 0,10	< 0,10	< 0,10	<b>2,4</b>	<b>24</b>	i.p.	160
SSI 47	2-3	<3	<5	<b>140</b>	< 0,0035	< 0,10	< 0,10	< 0,10	<b>12</b>	<b>110</b>	<b>6,3</b>	3000
SSI 47	3-3,5	<b>30</b>	<b>270</b>	<b>3000</b>	< 0,0035	< 0,10	< 0,10	< 0,10	<b>0,76</b>	<b>19</b>	<b>7,0</b>	12 000
SSI 47	3,5-4	<3	<5	i.p.	< 0,0035	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,03	0,099	<b>0,034</b>	47
SSI 48	0-1	<3	<5	35	< 0,0035	< 0,10	< 0,10	< 0,10	<b>3,8</b>	<b>46</b>	<b>0,047</b>	580
SSI 48	1-2	<3	16	<b>530</b>	< 0,0035	< 0,10	< 0,10	< 0,10	<b>1,6</b>	<b>20</b>	<b>1,3</b>	4100
SSI 48 <sup>4</sup>	2-3	i.a.	<b>920</b>	<b>8700</b>	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<b>1,8</b>	<b>99</b>	<b>8,2</b>	35 000
SSI 48	3-4	<3	<5	i.p.	< 0,0035	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,03	0,043	< 0,005	40
SSI 49	0-1	<3	<5	i.p.	< 0,0035	< 0,10	< 0,10	< 0,10	<b>0,20</b>	2,0	i.p.	i.a.
SSI 49	1-2	<3	<5	i.p.	< 0,0035	< 0,10	< 0,10	< 0,10	<b>0,20</b>	<b>2,2</b>	i.p.	i.a.
SSI 49	2-3	<3	<5	i.p.	< 0,0035	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SSI 50	0-1	<3	<5	i.p.	< 0,0035	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,046	0,60	i.p.	i.a.
SSI 50	1-2	<3	<5	i.p.	< 0,0035	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,031	0,37	i.p.	i.a.
SSI 51	0-1	<3	<5	18	< 0,0035	< 0,10	< 0,10	< 0,10	<b>3,1</b>	<b>25</b>	<b>0,29</b>	200
SSI 51	1-2	<3	<5	24	< 0,0035	< 0,10	< 0,10	< 0,10	<b>1,8</b>	<b>16</b>	<b>0,19</b>	220
SSI 51	2-3	<3	<5	57	< 0,0035	< 0,10	< 0,10	< 0,10	<b>1,5</b>	<b>16</b>	<b>0,48</b>	690
SSI 51 <sup>4</sup>	3-4	i.a.	<b>420</b>	<b>4200</b>	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<b>1,4</b>	<b>70</b>	<b>0,51</b>	16 800
SSI 52	0-1	<3	<5	i.p.	< 0,0035	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSI 52	1-2	<3	<5	i.p.	< 0,0035	< 0,1	< 0,1	< 0,1	<b>1,1</b>	<b>9,7</b>	i.p.	i.p.
SSI 52	2-2,5	<3	<5	i.p.	< 0,0035	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSI 53	0-1	<3	<5	i.p.	< 0,0035	< 0,1	< 0,1	< 0,1	<b>0,33</b>	<b>4,3</b>	i.p.	i.p.
SSI 53	1-2	<3	<5	i.p.	< 0,0035	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSI 54	0-1	<3	<5	i.p.	< 0,0035	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,062	0,45	i.p.	i.p.
SSI 54	1-2	<3	<5	i.p.	< 0,0035	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSI 55	0-1	<3	<5	i.p.	< 0,0035	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSI 55	1-2	<3	< 18	i.p.	< 0,0035	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,12 <sup>5</sup>	i.p.	i.p.	i.p.
SSI 56	0-1	<3	<5	i.p.	< 0,0035	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSI 56	1-2	<3	<5	i.p.	< 0,0035	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSI 57	0-1	<3	<5	i.p.	< 0,0035	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,098	0,85	i.p.	i.p.
SSI 57	1-2	<3	<5	i.p.	< 0,0035	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,03	i.p.	i.p.	i.p.
Tilstandsklasse 1 - normverdi		≤10	≤50	≤100	≤0,01	≤0,3	≤0,2	≤0,2	≤0,1	≤2	≤0,01	-
Tilstandsklasse 2		10	60	300	0,015	-	-	-	0,5	8	0,5	-
Tilstandsklasse 3		40	130	600	0,04	-	-	-	5	50	1	-
Tilstandsklasse 4		50	300	2 000	0,05	-	-	-	15	150	5	-
Tilstandsklasse 5		20 000	20 000	20 000	1 000	-	-	-	100	2 500	50	-

i.p. – ikke påvist, i.a. – ikke analysert

<sup>1</sup> Av BTEX-forbindelsene er det kun tilstandsklasser for benzen.

<sup>2</sup> Forurensningsforskriften definerer masser som forurenset når normverdien overskrides, dvs. at når påvist konsentrasjon er lik normverdi er massene rene.

<sup>3</sup> Det foreligger ikke normverdi eller tilstandsklasser for THC (totale hydrokarboner).

<sup>4</sup> Alifater >C8-C10 og/eller BTEX utgår pga. prøven var overmettet av olje.

<sup>5</sup> Kvantifiseringsgrensen er høyere enn grenseverdien mellom tilstandsklasse 1 og 2, dette er markert med lysegrønn farge.



Tabell 6.18: Prøvepunkt SSI 58– SSI 63 «strand sør indre» – Analyseresultater for alifater, BTEX, PAH-forbindelsen benzo(a)pyren (B(a)P), sum PAH<sub>16</sub>, sum PCB<sub>7</sub> og THC (mg/kg tørrstoff). Analyseresultatene er klassifisert iht. Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 /2/ (der det er aktuelt). Konsentrasjoner over normverdi er vist med **uthevet skrift**<sup>2</sup>.

Prøvepunkt	Dybde m	Alifater C8-C10	Alifater >C10-C12	Alifater >C12-C35	Benzen <sup>1</sup>	Toluen	Etylbenzen	Xylener	B(a)P	Sum PAH <sub>16</sub>	Sum PCB <sub>7</sub>	THC <sup>3</sup>
		mg/kg Tørrstoff										
SSI 58	0-1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>0,11</b>	1,1	<b>0,029</b>	i.p.
SSI 58	1-2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,063	0,53	i.p.	i.p.
SSI 58	2-2,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSI 59	0-1	<3	<5	52	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>2,3</b>	<b>22</b>	<b>0,27</b>	i.p.
SSI 59	1-2	<3	<5	<b>150</b>	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>17</b>	<b>250</b>	<b>3,1</b>	i.p.
SSI 59	2-2,5	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSI 60	0-1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSI 60	1-2	<3	<18	35	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,12 <sup>4</sup>	i.p.	i.p.	i.p.
SSI 63	0-1	<3	<5	13	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>2,6</b>	<b>24</b>	i.p.	i.p.
SSI 63	1-2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<b>0,12</b>	0,98	i.p.	i.p.
SSI 63	2-2,5	<3	<19	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,12 <sup>4</sup>	i.p.	i.p.	i.p.
Tilstandsklasse 1 - normverdi		≤10	≤50	≤100	≤0,01	≤0,3	≤0,2	≤0,2	≤0,1	≤2	≤0,01	-
Tilstandsklasse 2		10	60	300	0,015	-	-	-	0,5	8	0,5	-
Tilstandsklasse 3		40	130	600	0,04	-	-	-	5	50	1	-
Tilstandsklasse 4		50	300	2 000	0,05	-	-	-	15	150	5	-
Tilstandsklasse 5		20 000	20 000	20 000	1 000	-	-	-	100	2 500	50	-

i.p. – ikke påvist

<sup>1</sup> Av BTEX-forbindelsene er det kun tilstandsklasser for benzen.

<sup>2</sup> Forurensningsforskriften definerer masser som forurenset når normverdien overskrides, dvs. at når påvist konsentrasjon er lik normverdi er massene rene.

<sup>3</sup> Det foreligger ikke normverdi eller tilstandsklasser for THC (totale hydrokarboner)

<sup>4</sup> Kvantifiseringsgrensen er høyere enn grenseverdien mellom tilstandsklasse 1 og 2, dette er markert med lysegrønn farge.

I prøvene fra «strand sør indre» er det påvist forurensning av benzo(a)pyren og sum PAH<sub>16</sub> i tilstandsklasse 2 til 5 i 41 av 61 prøvepunkt (kun ett prøvepunkt med tilstandsklasse 5). Det er også påvist konsentrasjoner av sum PCB<sub>7</sub> i tilstandsklasse 2 til 5 i 11 prøvepunkt (kun to prøvepunkt med tilstandsklasse 5), samt alifater i tilstandsklasse 2 til 5 i fire prøvepunkt. Det er ikke påvist forurensning av BTEX i noen prøver.

Benzo(a)pyren og sum PAH<sub>16</sub> er påvist i tilstandsklasse 4 og 5 i hhv. ti og ett prøvepunkt (SSI59). I disse punktene er forurensningen avgrenset i dybden med prøver i tilstandsklasse 2 eller bedre i fem prøvepunkt, mens forurensningen ikke er avgrenset i dybden i fem prøvepunkt.

Sum PCB<sub>7</sub> er påvist over normverdi i 11 prøvepunkt, der to prøvepunkt har masser i tilstandsklasse 5 (SSI47 og SSI48), to prøvepunkt har masser i tilstandsklasse 4 (SSI48 og SSI59), og de resterende prøvepunktene har masser i tilstandsklasse 2 og 3. PCB-forurensningen er påvist lengst sør på området med varierende konsentrasjoner i øvre og nedre lag. Forurensningen i tilstandsklasse 4 og 5 er avgrenset i dybden.

Det er påvist konsentrasjon av alifater i tilstandsklasse 3 til 5 i prøvepunktene SSI47, SSI48 og SSI51. I SSI59 er det påvist konsentrasjon av alifater i tilstandsklasse 2 fra 1-2 m dyp. Med unntak av SSI51 er

forurensningen av alifater avgrenset i dybden. I SSI51 er det påvist alifater i tilstandsklasse 5 i den dypeste prøven fra 3-4 m.

### 6.3 Resultater av kjemiske analyser - sedimentprøver

Resultatene for arsen, tungmetaller, PAH og PCB er klassifisert etter tilstandsklasser for sediment i henhold til veileder M-608|2016 /10/. I henhold til veilederen vurderes sedimentene ut fra fem tilstandsklasser, gradert fra bakgrunn til svært dårlig med hensyn på forurensning (Tabell 6.19).

I Miljødirektoratets veileder for risikovurdering av forurenset sediment /11/ opereres det med grenseverdier for en trinn 1-risikovurdering. For nesten alle stoffer tilsvarende disse grenseverdiene grensen mellom tilstandsklasse II og III i veileder M-608|2016 /10/. Overholdes grenseverdiene for en trinn 1-risikovurdering bedømmes risikoen fra sedimentet som ubetydelig, og tiltak er ikke nødvendige. Dette gjelder imidlertid kun risiko for økologiske effekter, og ikke risiko for human helse.

I veileder M-608|2016 /10/ er det ikke tilstandsklasser for olje. Giftvirkningen av olje er ansett dekket gjennom vurderingen av PAH.

For enkelte av PAH-forbindelsene er laboratoriets LOQ ("limit of quantification" – kvantifiseringsgrensen) høyere enn grenseverdien mellom tilstandsklasse I og II i veileder M-608|2016 /10/. For PAH-forbindelsene naftalen, antracen og dibenzo(a,h)antracen er LOQ høyere enn grenseverdien mellom tilstandsklasse II og III. For disse stoffene der påvist konsentrasjon er lavere enn LOQ er det valgt å sette dem i tilstandsklasse II (og i tilstandsklasse III for naftalen, antracen og dibenzo(a,h)-antracen), selv om konsentrasjonene like godt kunne vært klassifisert som hhv. tilstandsklasse I eller II. Det er imidlertid i disse tilfellene brukt en lysere farge ved klassifiseringen.

Tabell 6.19: Betegnelse på tilstandsklasser for sediment i veileder M-608|2016 /10/.

Veileder	M-608 2016
<b>Tilstandsklasse I</b>	Bakgrunn
<b>Tilstandsklasse II</b>	God – ingen toksiske effekter (øvre grense = PNEC <sup>3</sup> , AA-EQS <sup>1</sup> )
<b>Tilstandsklasse III</b>	Moderat – kroniske effekter ved langtidseksponering (øvre grense = PNEC <sub>akutt</sub> , MAC-EQS <sup>2</sup> )
<b>Tilstandsklasse IV</b>	Dårlig – akutt toksiske effekter ved korttidseksponering (øvre grense = PNEC <sub>akutt</sub> *AF <sup>4</sup> )
<b>Tilstandsklasse V</b>	Svært dårlig - omfattende toksiske effekter

<sup>1</sup> AA-EQS - "annual average-environmental quality standard" - årlig gjennomsnitt miljøkvalitetsstandard. Satt for å beskytte mot negative effekter etter langtids (kronisk) eksponering.

<sup>2</sup> MAC-EQS - "maximum admissible (or allowable) concentration-environmental quality standard" - maksimal verdi miljøkvalitetsstandard. Satt for å beskytte mot negative effekter av korttids (akutt) periodevise eksponeringer.

<sup>3</sup> PNEC - "Predicted No Effect Concentration" - ingen påviste negative effekter ved konsentrasjoner under denne grenseverdien.

<sup>4</sup> AF - sikkerhetsfaktor

Tilstandsklasser for sediment gjelder kun for økologiske effekter, og ikke risiko for human helse. Da den aktuelle lokaliteten også inkluderer et område som kan brukes som badestrand er det ønskelig å også vurdere konsentrasjonene av miljøgifter i sedimentet i forhold til menneskelig helse. De kjemiske analyseresultatene for sedimentprøvene er dermed også klassifisert etter helsebaserte

tilstandsklasser for forurenset grunn i henhold til Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 /2/, se Tabell 6.1 i kap. 6.2.

I Tabell J.1 til Tabell J.4 i vedlegg J er de kjemiske analyseresultatene for sedimentprøvene klassifisert i tilstandsklasser for sediment iht. veileder M-608|2016 /10/<sup>30</sup>.

I Tabell 6.20 til Tabell 6.22 er de kjemiske analyseresultatene for sedimentprøvene sammenstilt med normverdier for forurenset grunn og klassifisert i helsebaserte tilstandsklasser iht. Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 /2/.

---

<sup>30</sup> I analyserapportene fra Eurofins er konsentrasjonene av benzo(b)fluoranten og benzo(k)fluoranten rapportert samlet, mens veileder M-608|2016 har egne tilstandsklasser for hver av de to stoffene. Da det ikke er mulig å vite hvor stor andel hver av de to stoffene utgjør av den samlede konsentrasjonen, er det den totale konsentrasjonen som er oppgitt både for benzo(b)fluoranten og benzo(k)fluoranten i tabellene i vedlegg J. Der samlet konsentrasjon tilsier en tilstandsklasse > I, kan dermed klassifiseringen for de to stoffene være for streng.

Tabell 6.20: Prøvepunkt SSSP1–SSSP12 – Analyseresultater for arsen, tungmetaller, tørrstoff og TOC. Analyseresultatene er klassifisert iht. Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 /2/. Konsentrasjoner over normverdi er vist med **uthevet skrift**<sup>2</sup>.

Prøvepunkt	Dybde	Tørrstoff	TOC <sup>1</sup>	As	Pb	Cd	Cu	Cr III	Cr VI	Hg	Ni	Zn
	m	%	% TS	mg/kg Tørrstoff (TS)								
SSSP 1	0-0,1	78,8	0,3	3,3	99	< 0,20	41	13	< 0,20	0,29	7,9	65
SSSP 1	0,1-0,2	80,1	0,3	4,1	160	0,60	61	11	i.a.	0,35	9,6	88
SSSP 1	0,2-0,35	78,6	i.a.	8,4	410	1,0	130	15	i.a.	0,76	16	250
SSSP 2	0-0,1	80,8	0,3	3,6	160	0,69	59	14	< 0,20	0,13	9,6	89
SSSP 2	0,1-0,2	81,6	0,4	3,9	160	0,48	56	11	< 0,20	0,23	9,9	100
SSSP 2	0,2-0,35	79,7	i.a.	5,6	250	1,7	80	12	< 0,20	0,58	12	360
SSSP 3	0-0,1	80,3	0,3	4,1	240	0,53	83	10	< 0,20	0,18	11	99
SSSP 3	0,1-0,2	82,2	0,4	4,4	280	0,85	140	11	< 0,20	0,44	12	140
SSSP 3	0,2-0,35	80,7	i.a.	3,9	200	0,41	83	11	< 0,20	0,17	9,8	120
SSSP 4	0-0,1	80,5	0,3	2,9	68	0,20	33	9,5	< 0,20	0,10	7,6	51
SSSP 4	0,1-0,2	80,9	0,4	2,4	55	0,21	22	8,2	< 0,20	0,10	5,7	35
SSSP 4	0,2-0,35	59,5	i.a.	16	190	1,0	63	16	i.a.	0,60	13	220
SSSP 5	0-0,1	82,0	0,3	2,6	77	< 0,20	24	13	< 0,20	0,074	7,5	43
SSSP 5	0,1-0,2	81,5	0,3	2,2	43	< 0,20	16	8,1	i.a.	0,076	6,3	33
SSSP 5	0,2-0,35	79,1	i.a.	1,8	34	< 0,20	12	7,2	i.a.	0,066	5,0	23
SSSP 6	0-0,1	81,7	0,3	2,7	75	< 0,20	18	12	< 0,20	0,086	7,0	41
SSSP 6	0,1-0,2	80,8	0,3	2,5	88	0,21	31	11	i.a.	0,22	7,9	44
SSSP 6	0,2-0,35	81,3	i.a.	1,8	43	< 0,20	14	7,6	i.a.	0,064	5,0	25
SSSP 7	0-0,1	82,3	0,3	3,0	110	0,26	33	10	< 0,20	0,13	8,2	48
SSSP 7	0,1-0,2	82,3	0,3	2,6	57	< 0,20	25	10	< 0,20	0,11	7,4	46
SSSP 7	0,2-0,35	79,9	i.a.	4,4	150	0,36	71	13	< 0,20	0,31	12	100
SSSP 8	0-0,1	82,2	0,2	2,9	66	< 0,20	20	11	0,64	0,076	7,2	38
SSSP 8	0,1-0,2	81,9	0,3	2,9	77	0,24	25	10	< 0,20	0,11	7,0	43
SSSP 8	0,2-0,35	81,3	i.a.	3,4	110	0,25	44	10	< 0,20	0,17	8,3	70
SSSP 9	0-0,1	81,1	0,3	2,5	39	< 0,20	19	8,3	0,22	0,080	6,8	33
SSSP 9	0,1-0,2	81,2	0,3	3,0	74	< 0,20	20	9,5	< 0,20	0,12	7,2	40
SSSP 9	0,2-0,35	80,8	i.a.	3,5	48	< 0,20	20	11	< 0,20	0,072	6,5	32
SSSP 10	0-0,1	82,4	0,6	6,1	9,3	< 0,20	14	20	< 0,20	0,011	21	42
SSSP 10	0,1-0,2	84,3	0,9	3,8	9,0	< 0,20	18	24	< 0,20	< 0,010	27	52
SSSP 10	0,2-0,35	86,2	i.a.	6,7	7,0	< 0,20	12	21	< 0,20	< 0,010	20	40
SSSP 11	0-0,1	77,8	1,0	3,7	10	< 0,20	19	28	< 0,20	< 0,010	32	55
SSSP 11	0,1-0,2	83,9	0,8	4,6	6,8	< 0,20	12	18	< 0,20	< 0,010	19	34
SSSP 12	0-0,1	82,0	0,9	3,2	7,8	< 0,20	14	22	< 0,20	< 0,010	26	41
SSSP 12	0,1-0,2	78,8	1,2	2,8	11	< 0,20	19	28	< 0,20	< 0,010	30	54
SSSP 12	0,2-0,35	79,5	i.a.	5,8	7,2	< 0,20	15	23	< 0,20	< 0,010	26	45
Tilstandsklasse 1 (Meget god) – normverdi				≤8	≤60	≤1,5	≤100	≤50	≤2	≤1	≤60	≤200
Tilstandsklasse 2 (God)				20	100	10	200	200	5	2	135	500
Tilstandsklasse 3 (Moderat)				50	300	15	1 000	500	20	4	200	1 000
Tilstandsklasse 4 (Dårlig)				600	700	30	8 500	2 800	80	10	1 200	5 000
Tilstandsklasse 5 (Svært dårlig)				1 000	2 500	1 000	25 000	25 000	1000	1 000	2 500	25 000

i.a. – ikke analysert

<sup>1</sup> Beregnet verdi

<sup>2</sup> Forurensningsforskriften definerer masser som forurenset når normverdien overskrides, dvs. at når påvist konsentrasjon er lik normverdi er massene rene.

Tabell 6.21: Prøvepunkt SSSP13–SSSP21 – Analyseresultater for tungmetallet bly og tørrstoff. Analyse-resultatene er klassifisert iht. Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 /2/. Konsentrasjoner over normverdi er vist med **uthevet skrift**<sup>1</sup>.

Prøve-punkt	Dybde	Tørrstoff	Pb
	m	%	mg/kg Tørrstoff (TS)
SSSP 13	0-0,1	79,4	59
SSSP 13	0,1-0,2	78,5	40
SSSP 13	0,2-0,35	80,5	56
SSSP 14	0-0,1	80,0	54
SSSP 14	0,1-0,2	79,7	76
SSSP 14	0,2-0,35	83,2	190
SSSP 15	0-0,1	77,0	55
SSSP 15	0,1-0,2	82,6	140
SSSP 15	0,2-0,35	79,7	11
SSSP 16	0-0,1	80,3	27
SSSP 16	0,1-0,2	79,6	39
SSSP 16	0,2-0,35	80,9	31
SSSP 17	0-0,1	80,7	28
SSSP 17	0,1-0,2	80,1	32
SSSP 17	0,2-0,35	82,2	29
SSSP 18	0-0,1	82,7	26
SSSP 18	0,1-0,2	79,8	30
SSSP 18	0,2-0,35	82,2	39
SSSP 19	0-0,1	81,2	33
SSSP 19	0,1-0,2	77,8	31
SSSP 19	0,2-0,35	81,1	23
SSSP 20	0-0,1	80,2	28
SSSP 20	0,1-0,2	81,9	33
SSSP 20	0,2-0,35	82,3	13
SSSP 21	0-0,1	82,9	32
SSSP 21	0,1-0,2	81,5	21
SSSP 21	0,2-0,35	80,7	29
Tilstandsklasse 1 (Meget god) – normverdi			≤60
Tilstandsklasse 2 (God)			100
Tilstandsklasse 3 (Moderat)			300
Tilstandsklasse 4 (Dårlig)			700
Tilstandsklasse 5 (Svært dårlig)			2 500

<sup>1</sup> Forurensningsforskriften definerer masser som forurenset når normverdien overskrides, dvs. at når påvist konsentrasjon er lik normverdi er massene rene.

Tabell 6.22: *Prøvepunkt SSSP1–SSSP12 – Analyseresultater for alifater, BTEX, PAH-forbindelsen benzo(a)pyren (B(a)P), sum PAH<sub>16</sub>, sum PCB<sub>7</sub> og THC (mg/kg tørrstoff). Analyseresultatene er klassifisert iht. Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 /2/ (der det er aktuelt). Konsentrasjoner over normverdi er vist med **uthevet skrift**<sup>2</sup>.*

Prøvepunkt	Dybde	Alifater >C8-C10	Alifater >C10-C12	Alifater >C12-C35	Benzen <sup>1</sup>	Toluen	Etylbenzen	Xylener	B(a)P	Sum PAH <sub>16</sub>	Sum PCB <sub>7</sub>	THC <sup>3</sup>
	m	mg/kg Tørrstoff										
SSSP 1	0-0,1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SSSP 2	0-0,1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SSSP 2	0,1-0,2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	0,14	i.p.	i.a.
SSSP 2	0,2-0,35	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	0,11	i.p.	i.a.
SSSP 3	0-0,1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	0,11	i.p.	i.a.
SSSP 3	0,1-0,2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,059	0,84	i.p.	i.a.
SSSP 3	0,2-0,35	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,061	0,98	i.p.	i.a.
SSSP 4	0-0,1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	0,03	i.p.	i.a.
SSSP 4	0,1-0,2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SSSP 5	0-0,1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SSSP 6	0-0,1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SSSP 7	0-0,1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SSSP 7	0,1-0,2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SSSP 7	0,2-0,35	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	0,051	1,2	i.p.	i.a.
SSSP 8	0-0,1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSSP 8	0,1-0,2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSSP 8	0,2-0,35	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSSP 9	0-0,1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSSP 9	0,1-0,2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSSP 9	0,2-0,35	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	0,15	i.p.	i.p.
SSSP 10	0-0,1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSSP 10	0,1-0,2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSSP 10	0,2-0,35	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSSP 11	0-0,1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSSP 11	0,1-0,2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.p.
SSSP 12	0-0,1	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SSSP 12	0,1-0,2	<3	<5	i.p.	<0,0035	<0,1	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
SSSP 12	0,2-0,35	<3	<5	i.p.	<0,0035	0,2	<0,1	<0,1	<0,03	i.p.	i.p.	i.a.
Tilstandsklasse 1 - normverdi		≤10	≤50	≤100	≤0,01	0,3	0,2	0,2	≤0,1	≤2	≤0,01	-
Tilstandsklasse 2		10	60	300	0,015	-	-	-	0,5	8	0,5	-
Tilstandsklasse 3		40	130	600	0,04	-	-	-	5	50	1	-
Tilstandsklasse 4		50	300	2 000	0,05	-	-	-	15	150	5	-
Tilstandsklasse 5		20 000	20 000	20 000	1 000	-	-	-	100	2 500	50	-

i.a. – ikke analysert

i.p. – ikke påvist

<sup>1</sup> Av BTEX-forbindelsene er det kun tilstandsklasser for benzen.

<sup>2</sup> Forurensningsforskriften definerer masser som forurenset når normverdien overskrides, dvs. at når påvist konsentrasjon er lik normverdi er massene rene.

<sup>3</sup> Det foreligger ikke normverdi eller tilstandsklasser for THC (totale hydrokarboner)

**Klassifisering i helsebaserte tilstandsklasser**

I sedimentprøvene er det primært konsentrasjonen av bly som er påvist over normverdi. I 22 av 62 analyserte prøver er bly påvist med konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 2–3. Det er kun én prøve med bly i tilstandsklasse 4.

Ellers er det påvist kadmium i tilstandsklasse 2 i én prøve, kobber i tilstandsklasse 2 i to prøver og sink i tilstandsklasse 2 i tre prøver.

Forurensningen er påvist i sedimentprøvene fra den nordlige halvdel av stranden. I rekken med prøvepunkter nærmest land er de høyeste konsentrasjonene generelt påvist i prøvene fra 0,2–0,35 m dyp,

I prøvepunktet SSSP1 nærmest land i nord, er det påvist blyforurensning i tilstandsklasse 4 ved 0,2–0,35 m dyp. I prøvepunktet lenger ute i sjøen, SSSP13 er det kun påvist bly i tilstandsklasse 1. I prøvepunktene SSSP2 og SSSP3 er det påvist bly i tilstandsklasse 3 i prøvene fra 0–0,35 m dyp. I punktene lenger ute i sjøen SSSP14 og SSSP15 er det også påvist bly i tilstandsklasse 3 i dypere lag (hhv. 0,2–0,35 m og 0,1–0,2 m). Blyforurensningen er dermed ikke avgrenset i horisontal retning i dette området.

I øvrige fire punkter hvor det ble påvist bly i tilstandsklasse 2 eller 3 i den innerste raden viser prøver tatt noe lenger ut at det ikke påvises bly over tilstandsklasse 1. Blyforurensningen i tilstandsklasse 2 og 3 er her avgrenset i horisontal retning.

**Klassifisering i tilstandsklasser for sediment**

Klassegrensene for sediment representerer en forventet økende grad av skade på organisme-samfunnet i sedimentet. Som nevnt i kap. 6.3 har Miljødirektoratets veileder for risikovurdering av forurenset sediment /11/ grenseverdier for en trinn 1-risikovurdering. For nesten alle stoffer tilsvarer disse grenseverdiene grensen mellom tilstandsklasse II og III i veileder M-608 | 2016 /10/. Overholdes grenseverdiene for en trinn 1-risikovurdering bedømmes risikoen fra sedimentet på organisme-samfunnet som ubetydelig.

Når det gjelder tungmetaller er de påviste konsentrasjonene i de aller fleste sedimentprøvene i tilstandsklasse I-II, altså lavere enn grenseverdier for en trinn 1-risikovurdering. Kun i enkelte prøver er det påvist konsentrasjoner som ligger over grenseverdi for en trinn 1-risikovurdering. I den innerste rekken med prøvepunkter er det i SSSP1 (0,2–0,35 m) påvist kobber og kvikksølv i tilstandsklasse IV, samt bly og sink i tilstandsklasse III. I SSSP2 er det påvist bly, sink og kvikksølv i tilstandsklasse III. I SSSP3 er det påvist kobber i tilstandsklasse i tilstandsklasse IV, samt bly og sink i tilstandsklasse III. I SSSP4 er det påvist bly, kvikksølv og sink i tilstandsklasse III. I den ytterste rekken er det kun i SSSP14 (lokalisert utenfor SSSP2) at det er påvist bly i tilstandsklasse III.

Det er kun i prøvepunktene SSSP3 og SSSP7 at det er påvist PAH-forbindelser med konsentrasjoner over grenseverdier for en trinn 1-risikovurdering. Det er i de dypeste prøvene i SSSP3 (0,1–0,2 og 0,2–0,35 m) at det er påvist PAH-forbindelser (pyren og benzo(b,k)fluoranten) i konsentrasjoner tilsvarende hhv. tilstandsklasse III-IV. I den øverste prøven (0–0,1 m) i SSSP3 er PAH-forbindelsene påvist i konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse I-II. I SSSP7 er konsentrasjonen av pyren påvist i tilstandsklasse III påvist i det dypeste sjiktet (0,2–0,35 m).

## 6.4 Resultater av utlekkings tester på blandprøver fra «strand sør»

### 6.4.1 Ristetest

Resultater fra ristetestene, vist som utlekket mengde per kg masse, er vist i Tabell 6.23 og Tabell 6.24. Opprinnelig total konsentrasjon av metallene bly, kvikksølv, kobber og sink i de fire blandprøvene<sup>31</sup> er også vist i tabellene. Det er også beregnet andel (%) av metallene i prøvene som potensielt kan lekke ut.

Tabell 6.23: Resultater fra ristetester for bly og kobber. Opprinnelig total konsentrasjon av metaller i blandprøvene er klassifisert i tilstandsklasser iht. Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 /2/.

	Bly			Kobber		
	Total konsentrasjon	Utlekket konsentrasjon (ristetest – L/S = 10 <sup>1</sup> )		Total konsentrasjon <sup>2</sup>	Utlekket konsentrasjon (ristetest – L/S = 10 <sup>1</sup> )	
	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	%
Blandprøve 1	6 300	0,37	0,006	1 200	1,00	0,08
Blandprøve 2	880	0,11	0,012	510	0,58	0,11
Blandprøve 3	520	0,25	0,048	160	0,76	0,48
Blandprøve 4	260	<0,050	0	88	0,25	0,28

<sup>1</sup> L/S = forhold mellom væske (Liquid) og fast stoff (Solid).

Tabell 6.24: Resultater fra ristetester for kvikksølv og sink. Opprinnelig total konsentrasjon av metaller i blandprøvene er klassifisert i tilstandsklasser iht. Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 /2/.

	Kvikksølv			Sink		
	Total konsentrasjon	Utlekket konsentrasjon (ristetest – L/S = 10 <sup>1</sup> )		Total konsentrasjon <sup>2</sup>	Utlekket konsentrasjon (ristetest – L/S = 10 <sup>1</sup> )	
	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	%
Blandprøve 1	3,5	0,0025	0,071	2 300	<0,40	0
Blandprøve 2	2,7	0,0010	0,037	1 700	<0,40	0
Blandprøve 3	2,4	0,0012	0,05	480	<0,40	0
Blandprøve 4	0,57	<0,0010	0	220	<0,40	0

<sup>1</sup> L/S = forhold mellom væske (Liquid) og fast stoff (Solid).

Resultatene viser at metallene generelt er godt bundet til løsmassene. Kobber er noe mer mobilt enn bly og kvikksølv.

Det er ikke påvist utlekking av sink fra noen av prøvene, mens det for kvikksølv og bly ikke er utlekking fra prøven med lavest konsentrasjon.

Eluatet er filtrert før analyse, slik at oppgitt utlekket mengde er metaller løst i vann.

<sup>31</sup> I vedlegg C er det vist hvilke prøver som inngår i de fire blandprøvene.



### 6.4.2 Kolonnetest

Resultater fra kolonnetesten, oppgitt som konsentrasjon i eluatet (mg/l), er vist i Tabell 6.25. Total konsentrasjon av metallene bly, kobber, sink og kvikksølv i de fire blandeprøvene er også vist i tabellen.

I eluatet fra kolonnetesten er det ikke påvist bly, sink eller kvikksølv over LOQ<sup>32</sup>. Konsentrasjonen av kobber i eluatet varierer mellom 0,1 og 0,34 mg/l.

Eluatet er filtrert før analyse, slik at oppgitt konsentrasjon er metaller løst i vann.

Tabell 6.25: Resultater fra kolonnetester for bly, kobber, sink og kvikksølv, oppgitt som konsentrasjon i eluat fra kolonnene. Opprinnelig total konsentrasjon av metaller i blandeprøvene er klassifisert i tilstandsklasser iht. Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 /2/.

	Bly		Kobber		Sink		Kvikksølv	
	Total konsentrasjon	Konsentrasjon i eluat (kolonne-test, L/S = 0,1 <sup>1</sup> )	Total konsentrasjon	Konsentrasjon i eluat (kolonne-test, L/S = 0,1 <sup>1</sup> )	Total konsentrasjon	Konsentrasjon i eluat (kolonne-test, L/S = 0,1 <sup>1</sup> )	Total konsentrasjon	Konsentrasjon i eluat (kolonne-test, L/S = 0,1 <sup>1</sup> )
	mg/kg	mg/l	mg/kg	mg/l	mg/kg	mg/l	mg/kg	mg/l
Blandprøve 1	6 300	<0,050	1 200	<0,10	2 300	<0,50	3,5	<0,010
Blandprøve 2	880	<0,050	510	0,17	1 700	<0,50	2,7	<0,010
Blandprøve 3	520	<0,050	160	0,34	480	<0,50	2,4	<0,010
Blandprøve 4	260	<0,050	88	0,10	220	<0,50	0,57	<0,010

<sup>1</sup> L/S = forhold mellom væske (Liquid) og fast stoff (Solid).

## 6.5 Oppsummering og vurdering av forurensningssituasjonen

### «Strand sør indre»

På «strand sør indre» består store deler av området i vest og sørvest (vegetert område) av antatt stedeagne masser av silt, sand og grus, mens det i nord, øst og sørøst stedvis ble observert fyllmasser av sand og grus med varierende innhold av teglsteinsrester og andre avfallsrester (mektighet på fyllmasselaget var på opptil 3,5 m) over antatt stedeagne masser av silt/leire, siltig sand eller finsand.

Der mektigheten til fyllmasselaget på «strand sør indre» strekker seg ned til 3-4 m dyp, vil de dypeste delene av fyllmassene trolig stedvis ligge i grunnvannssonen.

I prøvene fra «strand sør indre» er det påvist forurensning av bly og kobber i tilstandsklasse 2 til >5, sink og kvikksølv i tilstandsklasse 2–5, arsen i tilstandsklasse 2–4, nikkel og krom i tilstandsklasse 2–3, samt kadmium i tilstandsklasse 2. Videre er det påvist forurensning av benzo(a)pyren og sum PAH<sub>16</sub> i tilstandsklasse 2 til >5, sum PCB<sub>7</sub> i tilstandsklasse 2 til 5, samt alifater i standsklasse 3 til 5. Det er ikke påvist forurensning av BTEX i noen av prøvene.

Konsentrasjonen av arsen og tungmetaller er høyest i prøvepunktene lokalisert lengst nord på området (SSI1-SSI6, SSI8 og SSI11) og sørøst i de utfylte områdene nærmere sjøen (SSI30, SSI35, SSI40-SSI44, SSI46-SSI48, SSI51, SSI59 og SSI63). dvs. der det ble observert fyllmasser med avfallsrester. Prøvepunktet SSI22 midt på området har også svært høye konsentrasjoner. I disse prøvepunktene er det påvist høye konsentrasjoner både i topplaget <1 m og i dypereliggende masser

<sup>32</sup> LOQ = limit of quantification (kvantifiseringsgrense)

>1 m. I den mer vegeterte delen mot vest er det stedvis påvist forurensning av arsen og tungmetaller over normverdi i topplaget.

Det er påvist forurensning av benzo(a)pyren og sum PAH<sub>16</sub> både i nord, midt på området, samt på den sørlige delen av området ved «rundkjøringen». I nord er PAH-forurensningen hovedsakelig påvist i de dypere massene, midt på området er forurensningen påvist i de øverste massene, mens i sør er det påvist PAH-forurensning både i topplaget og i dypere massene.

Sum PCB<sub>7</sub> er påvist lengst sør på området med varierende konsentrasjoner i øvre og nedre lag.

I massene i prøvegroperne helt i sørøst (SSI54-SSI57 og SSI60) ble det ikke påvist forurensning over normverdi, og utbredelsen av det forurensede området er dermed avgrenset mot sør.

Påvist forurensning av tungmetaller, PAH og PCB er ikke avgrenset i dybden i 12 av 61 prøvegroper (dvs. SSI1-SSI3, SSI5, SSI8, SSI11, SSI35, SSI40-SSI42, SSI46 og SSI50). I de resterende prøvegroperne er forurensningen påvist i tilstandsklasse 1 eller 2 i den dypeste prøven, og forurensningen anses som avgrenset i dybden.

#### «Strand sør»

Massene på «strand sør» består generelt av fyllmasser av sand og grus med varierende innhold av teglsteinsrester og andre avfallsrester (mektighet til fyllmasselaget varierer mellom 1 og 2 m), over antatt stedegne masser av silt/leire, siltig sand eller finsand. Det ble også observert klumper av smeltet metall i fyllmassene. I SS20 helt i sør, bestod massene av lys grå sand uten avfallsrester.

Gjennomsnittlig grunnvannstand på området anses å være omtrent på havnivå. Der laget med fyllmasser strekker seg ned til 2 m dyp, vil de dypeste fyllmassene ligge i grunnvannssonen.

I prøvene fra «strand sør» er det, med ett unntak, påvist forurensning i massene i alle prøvegroperne. Kun i SS20 der det ble observert sand uten avfallsrester, var massene rene.

På området er det påvist forurensning av bly i tilstandsklasse 5 til >tilstandsklasse 5 i 19 av 20 prøvepunkt. Kobber, kvikksølv og sink er påvist i tilstandsklasse 5 eller >5 i to til fem prøvepunkt. Det er også påvist arsen, kadmium, krom(III) og nikkel i tilstandsklasse 2-4. Krom(VI) er påvist i tilstandsklasse 3 i én prøve.

Det er også påvist forurensning av benzo(a)pyren og sum PAH<sub>16</sub> i tilstandsklasse 2 til >5 i 14 av 20 prøvepunkt, PCB<sub>7</sub> i tilstandsklasse 2 til 5 i åtte prøvepunkt, samt alifater i tilstandsklasse 3 til 5 i tre prøvepunkt. Det er ikke påvist forurensning av BTEX i noen av prøvene.

Det er påvist forurensning av bly over tilstandsklasse 5 jevnt over det undersøkte området, der de aller høyeste konsentrasjonene er påvist i massene i SS10 og SS15. I de fleste prøvegroperne er de høyeste tungmetallkonsentrasjonene påvist i de øverste massene (<1 m), mens i noen prøvegroper er de høyeste konsentrasjonene påvist i dypere masser (>1 m). I flere prøvegroper er det høye konsentrasjoner både i øvre og dypere lag.

Det er påvist forurensning av benzo(a)pyren og sum PAH<sub>16</sub> i prøvepunkt jevnt fordelt langs stranden. Det er ingen tydelig trend på fordeling og lokalisering av høye og lave konsentrasjoner. Det er påvist klart høyest konsentrasjon av benzo(a)pyren og sum PAH<sub>16</sub> i SS15 midt på stranden med konsentrasjoner over tilstandsklasse 5 i prøven fra 0-0,2 m dyp.

Det er påvist forurensning av sum PCB<sub>7</sub> lengst nord (SS1-SS4) og lengst sør (SS17-SS19) på stranden, med varierende konsentrasjoner i øvre og nedre lag av massene. Høyest konsentrasjon er påvist i SS17, der én prøve er i tilstandsklasse 5.

I massene i SS20 ble det ikke påvist forurensning over normverdi, og utbredelsen av det forurensete området anses dermed avgrenset mot sør. I prøvene tatt av Forsvarsbygg videre sørover (kalt Strand Vollene, se Figur 4.2) ble det påvist bly i tilstandsklasse 3 i ett prøvepunkt (Strand Vollene 5) rett sør for parkeringsplassen, ellers er alle prøvene tatt videre sørover rene. Det tas imidlertid forbehold om at prøvene tatt av Forsvarsbygg kun er fra overflatenære masser (0-0,1 m).

Påvist forurensning av tungmetaller, PAH og PCB er ikke avgrenset i dybden i 7 av 20 prøvegrøper (dvs. SS1-SS3, SS7, SS9, SS17 og SS19). Selv om den nederste prøven ikke er ren, så er imidlertid konsentrasjonen generelt lavere enn i overliggende lag. I de resterende prøvegrøpene er forurensningen påvist i tilstandsklasse 1 eller 2 i den dypeste prøven, og forurensningen anses som avgrenset i dybden.

#### Sedimenter utenfor «strand sør»

Sedimentet i SSP1 og SSP7 (lokalisert utenfor hhv. den nordre og midtre del av stranden) består hovedsakelig av fin til medium sand med lavt innhold av finstoff. Sedimentet i SSP12 (lokalisert utenfor den sørlige del av stranden) består av en blanding av leire (20–25 %), silt (20–25 %), sand (40–45 %) og grus (10-15 %). Innholdet av TOC i sedimentene er lavt. Det ble ikke observert avfallsrester i sedimentprøvene. Sedimentene består av antatt stedegne masser.

Forurensningen er påvist i sedimentprøvene fra den nordlige halvdel av stranden. I rekken med prøvepunkter nærmest land er de høyeste konsentrasjonene generelt påvist i prøvene fra 0,2–0,35 m dyp.

Det er primært konsentrasjonen av bly som er påvist over normverdi. I 22 av 62 analyserte prøver er bly påvist med konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 2–3. Det er kun én prøve med bly i tilstandsklasse 4. Ellers er det påvist kadmium i tilstandsklasse 2 i én prøve, kobber i tilstandsklasse 2 i to prøver og sink i tilstandsklasse 2 i tre prøver.

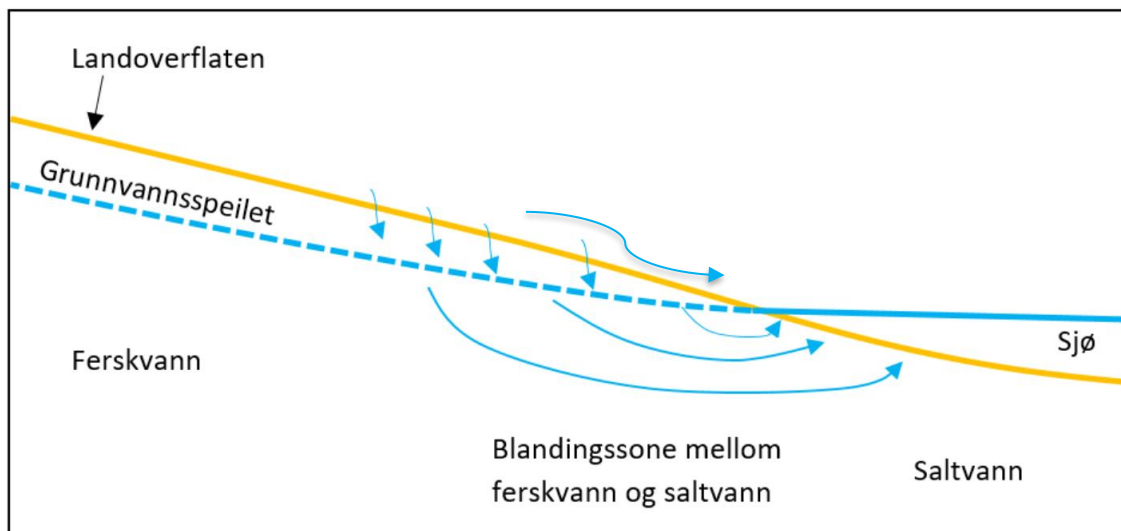
Det er påvist bly i prøver fra enkelte av prøvepunktene i ytterste rekke, og her er ikke blyforurensningen avgrenset i horisontal retning.

Spredning av forurensning fra fyllmasser på land til sedimenter i sjø kan enten foregå som avrenning/erosjon fra overflatelag ved kraftig nedbør eller ved at bølger slår inn mot land og graver i massene, eller ved at forurensning i de dypeste fyllmasselagene siver ned i grunnvannet og transporteres med grunnvannet ut i sjøen.

Figur 6.4 gir en begrepsmessig modell for området som viser hvordan en kan se for seg transport av forurensning gjennom umettet sone, ned i grunnvannssonen og ut i sjøen. Som modellen viser vil grunnvannet kunne sive ut i sjøen i et belte som strekker seg et stykke ut fra land. En slik modell vil imidlertid kun være gyldig for de områdene der påvist forurensning strekker seg ned i grunnvannssonen. Det er også mulig at utvasking av forurensete partikler med overflatevann og bølger er den viktigste spredningsprosessen. Bly har høy egenvekt, og ved at blypartikler synker ned i sanden kan dette være en forklaring på at høyeste grad av forurensning er påvist litt lenger ned i sedimentkjernene. Bølger kan også flytte på sedimenter i skvalpesonen, slik at de mest forurensete sedimentene er dekket av renere sedimenter.

Resultatene fra utlekkingsstestene viser at bly generelt er godt bundet til løsmassene, og at det er lite potensiale for utlekking. Det ble ikke påvist konsentrasjon av bly over LOQ i eluatet fra kolonne-testen. Utlekkingsstestene gjelder imidlertid for forurensningen slik den ligger per i dag. Blyforurensningen på området har ligget der i mange år, og forurensningen kan ha blitt bedre bundet til massene med tiden, og slik være mindre mobil i dag enn det den var i tiden rett etter deponering

av massene. Usikkerhet ved bruk av utlekkingstester for å vurdere spredning er nærmere diskutert i vedlegg K.



Figur 6.4: Begrepsmessig modell som viser hvordan en kan tenke seg transport av forurensning fra umettet sone (sonen over grunnvannsspeilet) ned i grunnvannssonen og videre ut i sjøen. Pilen på toppen av landoverflaten indikerer overflateavrenning.

## 6.6 Vurdering av datagrunnlaget

Formålet med de miljøgeologiske grunnundersøkelsene på lokalitetene «strand sør» og «strand sør indre» har vært å avklare forurensningssituasjonen i massene, for slik å vurdere om det vil være nødvendig å utføre saneringsarbeider på aktuelle områder.

Miljøgeolog var til stede i felt for å vurdere grunn- og forurensningsforholdene, samt sikre at prøvetaking og håndtering av prøver ble utført iht. retningslinjer for miljøgeologiske grunnundersøkelser (NS-ISO 10381-5 /4/).

Aktuelt undersøkelsesområde på «strand sør» består av selve stranden, området mellom stranden og gangveien i vest, samt området i sjøen ut til ca. 0,5 m dyp. Arealet til undersøkelsesområdet er anslått til ca. 16 000 m<sup>2</sup>. Prøvetakingsprogrammet er utarbeidet med utgangspunkt i at arealbruken er grøntstruktur/park. I henhold til veileder TA-2553/2009 /2/ skal det da for et område med diffus forurensning tas prøver fra 32 prøvepunkt. Det er tatt prøver fra totalt 41 prøvepunkt, hvorav 20 prøvepunkt er plassert på land (SS1–SS20) og 21 prøvepunkt er plassert i sjø (SSSP1–SSSP21) (se også kap. 5.3.1 og 5.3.2).

Aktuelt undersøkelsesområde på «strand sør indre» består av området avgrenset av bilveien i vest (Nedre vei) og gangveien i øst. Arealet til undersøkelsesområdet er på ca. 27 000 m<sup>2</sup>. Prøvetakingsprogrammet er utarbeidet med utgangspunkt i at arealbruken er grøntstruktur/park. I henhold til veileder TA-2553/2009 /2/ skal det da for et område med diffus forurensning tas prøver i 43 prøvepunkt. Det er tatt prøver fra totalt 61 prøvepunkter (SSI1–SSI60 og SSSI63) (se også kap. 5.3.3).

Antall prøvepunkter på begge de to områdene er høyere enn anbefalingene i veileder TA-2553/2009, og datagrunnlaget anses som godt nok til at det kan utarbeides en tiltaksplan.

På «strand sør» ble det tatt 5 prøver fra 16 prøvegroper, 4 prøver fra 3 prøvegroper, og én prøve fra én prøvegrop, dvs. totalt 93 prøver fra 20 prøvegroper. På «strand sør indre» ble det tatt totalt 213 prøver fra 61 prøvegroper.

Det ble tatt tre prøver fra hvert sedimentprøvetakingspunkt inntil 0,3-0,5 m dyp, dvs. totalt 62 prøver fra 21 prøvetakingspunkt.

I tillegg har Forsvarsbygg tidligere tatt prøver fra åtte prøvepunkter på «strand sør».

Alle løsmasseprøvene fra både «strand sør» og «strand sør indre» (93 + 213 stk.) ble analysert for de vanligste uorganiske miljøgiftene (arsen, bly, kadmium, kobber, krom (III og VI), kvikksølv, nikkel og sink). Fra «strand sør» er i tillegg 44 prøver analysert for olje (alifater), PAH<sub>16</sub>, PCB<sub>7</sub>, BTEX, samt TOC, mens ti prøver i tillegg er analysert for kun PAH<sub>16</sub>. Fra «strand sør indre» er i tillegg 158 av prøvene analysert for olje (alifater), BTEX, PAH<sub>16</sub>, PCB<sub>7</sub> og TOC, mens 19 prøver i tillegg kun er analysert for PAH<sub>16</sub>.

Alle de 35 sedimentprøvene fra den innerste rekken med prøvepunkt er analysert for de vanligste uorganiske miljøgiftene, mens 28 stk. i tillegg er analysert for olje (alifater), PAH<sub>16</sub>, PCB<sub>7</sub> og BTEX. I den ytre rekken med sedimentprøver ble 27 prøver analysert for bly.

Det er kjørt utlekkingsstester på fire blandeprøver fra «strand sør indre», hhv. én blandeprøve med konsentrasjon av bly tilsvarende tilstandsklasse 3, én blandeprøve med konsentrasjon av bly tilsvarende tilstandsklasse 4, én blandeprøve med konsentrasjon av bly tilsvarende tilstandsklasse 5, samt én blandeprøve med konsentrasjon av bly tilsvarende >tilstandsklasse 5. Det er kjørt både ristetest og kolonnetest på alle de fire blandeprøvene. Eluatet (utlekkingsvæsken) fra riste-/kolonnetestene er analysert for innhold av arsen, barium, kadmium, krom, kobber, kvikksølv, molybden, nikkel, bly, antimon, selen, sink, klorid, fluorid, sulfat, fenolindeks og løst organisk karbon (DOC). pH og konduktiviteten i eluatet er også målt.

Alle de kjemiske analysene er utført av akkreditert laboratorium.

Det understrekes at den utførte undersøkelsen er basert på stikkprøver. Det kan ikke utelukkes at det finnes områder med lokalt høyere konsentrasjoner enn det som er påvist i undersøkelsen.

## 7 Miljømål og arealbruk

Det undersøkte området på Karljohansvern er et militært område som er åpnet for allmennheten. Aktuelt tiltaksområde er i kommuneplanen regulert som LNFR-område /12/. Fremtidig bruk etter utført sanering vil for begge områdene fortsatt være LNFR-område. Planen for «strand sør indre» er at området skal revegeteres, og for «strand sør» vil det tilstrebes å gjenskape en mer steinbelagt strandsone, tilnærmet slik det fremstår før tiltak. Basert på denne arealbruken foreslås følgende miljømål for området:

1. Bruken av områdene «strand sør» og «strand sør indre» skal ikke medføre helsefare eller ha andre negative konsekvenser for brukere av områdene.
2. Det skal ikke forekomme spredning av forurensning fra områdene slik at det har miljøskadelige konsekvenser for omkringliggende områder eller nærmeste resipient (Oslofjorden).
3. Eksisterende forurensning i sedimentene utenfor «strand sør» skal ikke medføre helsefare eller ha andre negative konsekvenser for brukere av områdene, og heller ikke ha miljøskadelige konsekvenser for resipienten (Oslofjorden).

4. Forskrift om fremmede organismer /20/ og naturmangfoldloven § 6 /21/ regulerer håndtering av fremmede arter. Saneringsarbeid på området skal i tråd med forskriften ikke føre til spredning av fremmede arter som kan medføre uheldige følger for stedegent naturmangfold.
5. Saneringsarbeidene skal utføres på en slik måte at håndtering og disponering av massene ikke har negative helse- eller miljøkonsekvenser.

## 8 Risikovurdering – forurenset grunn

### 8.1 Nye beregningsverktøy

Risiko uttrykker sannsynligheten for at en mulig uønsket hendelse inntreffer og konsekvensen av at den skjer. I en grunnforurensningssak analyseres risikoen basert på eksisterende forurensning og mulige framtidige aktiviteter i influensområdet. Risikovurderingen består i at resultatene fra risikoanalysen sammenholdes med akseptkriterier.

Miljødirektoratet har nylig utarbeidet en ny nettbasert veileder for forurenset grunn, som blant annet gir føringer for utarbeidelse av risikovurderinger for forurenset grunn<sup>33</sup>. Dersom de utførte grunnundersøkelsene viser forurensning over normverdi, skal det gjennomføres en risikovurdering. Omfanget av risikovurderingen avhenger av grad av forurensning, arealbruk og miljømål.

Miljødirektoratets har også nylig utviklet nye risikovurderingsverktøy, med tilhørende veiledere, for å vurdere risiko både for menneskers helse fra forurenset grunn /14, 25/, og for å vurdere spredning fra forurenset grunn /15, 26/. De nye verktøyene erstatter risikovurderinger utført i henhold til veileder 99:01 /13/. På oppdrag for Miljødirektoratet har NGI oppdatert stoffdata for flere helse- og miljøfarlige stoffer gitt i veileder 99:01a /16/. De oppdaterte stoffdataene er lagt inn i de nye beregningsverktøyene.

Hensikten med det nye risikovurderingsverktøyet for human helse er å finne ut hvilke sprednings- og transportveier som bidrar til eksponering av mennesker på en konkret lokalitet, og er spesielt rettet mot: 1) vurdere risiko for human helse for stoffer det ikke er utarbeidet tilstandsklasser for, 2) vurdere risiko for human helse der grunnvann brukes som drikkevann eller det finnes andre eksponeringsscenarioer som ikke er forutsatt for tilstandsklassene og arealbrukskategoriene i TA-2553<sup>34</sup>, 3) vurdere risiko for human helse for arealbrukskategorier som ikke omfattes av TA-2553 og 4) vurdere stedsspesifikk eksponering for flyktige stoffer i områder med og uten bygg og kjeller.

En vurdering av risiko for spredning skal utføres i tilfeller der forurensningen i grunnen er i tilstandsklasse 4 eller høyere, og de forurensede massene ikke skal fjernes i forbindelse med planlagte gravearbeider. Videre vil det være nødvendig å utføre en vurdering av risiko for spredning hvis bl.a.: 1) forurensningen ligger i eller nær sårbare områder som for eksempel verneområder, Ramsarområder eller sårbare resipienter, 2) resipient har lav vannføring og/eller lang oppholdstid der forurensning kan oppkonsentreres, 3) det er påvist forhøyde konsentrasjoner i grunnen av miljøgifter, eller andre stoffer, som det ikke er utarbeidet normverdier/tilstandsklasser og 4) tilstedeværelse av tre eller flere stoffer tilsvarende tilstandsklasse 3. I vedlegg L er det gitt en kortfattet beskrivelse av det nye risikovurderingsverktøyet for spredning.

<sup>33</sup> <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/forurensning/forurenset-grunn/for-naringsliv/forurenset-grunn---kartlegge-risikovurdere-og-gjore-tiltak/>

<sup>34</sup> Ved fastsetting av grenseverdier for tilstandsklasse 2-4 er det forutsatt at fraksjon grunnvann fra areal og fisk fra nærliggende resipient er lik 0%. Fraksjon grønnsaker fra areal kan være 0 eller 30 % for tilstandsklasse 2, men er lik 0 % for klasse 3 og 4.

En risikovurdering starter normalt med å sammenligne påviste konsentrasjoner med normverdier, bakgrunnsverdier og tilstandsklasser for forurenset grunn. En vurderer da om påvist forurensning overskrider eller er innenfor tilstandsklassene som normalt aksepteres for gjeldende arealbruk på den aktuelle lokaliteten. Hvis noen av de ovenfor nevnte vilkårene er til stede, bør det videre utføres en stedsspesifikk risikovurdering av helse og spredning.

I henhold til veilederne skal det først, for både helse og spredning, utføres forenklete risikovurderinger (trinn 1), hvor det benyttes forhåndsdefinerte standardverdier for aktuelle parametere. En utvidet risikovurdering (trinn 2) tar utgangspunkt i aktuell arealbruk på aktuell lokalitet, og benytter mest mulig stedsspesifikke verdier for aktuelle feltparametere.

## 8.2 Beregning av normverdier og tilstandsklasser

Dagens normverdier er beregnet slik at de både beskytter mennesker og terrestrisk økosystem. De tar imidlertid ikke hensyn til spredning av forurensning eller til sekundær forgiftning (effekter høyere opp i næringskjeden for stoffer som hopper seg opp i organismer). Dagens tilstandsklasse 2-4 er derimot kun basert på en risikovurdering av human helse, de kalles derfor også for helsebaserte tilstandsklasser. Vurdering av risiko for terrestrisk økosystem er ikke ivaretatt i dagens tilstandsklassesystem. Dagens normverdier og tilstandsklasser ble beregnet ved hjelp av beregningsverktøyet tilhørende rapport 99:01 /16/ med den kunnskapen som da var tilgjengelig om de helse- og miljøfarlige stoffene (før 2009). I tillegg ble det gjort faglige vurderinger og justeringer av de beregnede klassegrensene, dette er nærmere beskrevet i /27/.

Miljødirektoratet har som allerede nevnt i kap. 6.2 nå foreslått nye tilstandsklasser og normverdier som tar hensyn til både risiko for human helse, økologisk risiko, samt spredningsrisiko /28, 29/. De nye risikovurderingsverktøyene for helse og spredning /25, 26/ (med oppdaterte stoff-data) danner grunnlaget for beregning av de nye normverdiene og tilstandsklassene.

I en mellomfase (før forskriften er oppdatert med de nye normverdiene) vil det for noen stoffer ikke være overensstemmelse mellom normverdi oppgitt i forurensningsforskriften kapittel 2, vedlegg 1, og beregnede akseptkriterier i det nye beregningsverktøyet for human helse.

## 8.3 Helsebaserte tilstandsklasser

Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 opererer med tre arealbrukskategorier: *boligområder, sentrumsområder med kontor og forretninger*, samt *industri og trafikkarealer* /2/. Arealbrukskategori *boligområder* omfatter også reguleringsformålene uteoppholdsanlegg, grøntstruktur og park /2/. Som beskrevet i kap. 5.2 er prøvetakingsprogrammene for «strand sør» og «strand sør indre» utarbeidet med utgangspunkt i at arealbruken er grøntstruktur/park. En oversikt over hva som kan aksepteres av forurensning på et område med denne typen arealbruk er vist i Tabell 8.1.

Tabell 8.1: Akseptable tilstandsklasser for arealbruk boligområde, jf. Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 /2/.

Arealbruk	Akseptable tilstandsklasser i overflatenære løsmasser (<1 m)	Akseptable tilstandsklasser i dypere-liggende løsmasser (>1 m)
Boligområde (grøntstruktur og park)	Tilstandsklasse 2 eller lavere.	Tilstandsklasse 3 eller lavere. Tilstandsklasse 4 kan aksepteres hvis det ved risikovurdering med hensyn på spredning og avgassing kan dokumenteres at risikoen er akseptabel.

Som det framgår av kapittel 6 inneholder løsmassene i områdene «strand sør» og «strand sør indre» konsentrasjoner av miljøgifter over gjeldende normverdier/tilstandsklasse 1. I de overflatenære massene (0-1 m dyp) er det påvist konsentrasjoner av miljøgifter (primært tungmetaller) i tilstandsklasse 2-5, samt >tilstandsklasse 5. I dypere-liggende masser (> 1 m dyp) er det også påvist konsentrasjoner av miljøgifter (primært tungmetaller) i tilstandsklasse 2-5 samt >tilstandsklasse 5.

Påviste tilstandsklasser i de overflatenære og dypere-liggende massene på begge de to områdene er høyere enn det som er akseptabelt for områder med bolig/grøntstruktur (iht. Tabell 8.1).

Arealbruk *boligområder* omfatter altså områder med grønntstruktur og park, men ikke friområder/tur-områder. Som nevnt i kap. 2.1 er områdene «strand sør» og «strand sør indre» regulert til LNFR-område, og som understreket i kap. 7 vil fortsatt arealbruk være LNFR. Påvist forurensningssituasjon er omfattende og komplisert ved at det både er påvist forurensning på land, samt i sedimentene i tilliggende sjøområder. Videre ligger forurensningen like ved en resipient der det er dokumentert en viktig marin naturtype, dvs. bløtbunnsområde i strandsonen. Nordøst for «strand sør» er det også registrert en forekomst av den marine naturtypen ålegrassamfunn (se Figur 2.7). Det bør derfor utføres en utvidet risikovurdering (trinn 2).

Helsebaserte risikovurderinger er presentert i kap. 8.4 mens spredningsvurderinger er presentert i kap. 8.5.

## 8.4 Helsebasert risikovurdering

Det er utført en helsebasert risikovurdering for områdene med «strand sør» og «strand sør indre», der det er sett på helserisikoen forbundet med både overflatenære masser (0-1 m dyp) og helserisikoen forbundet med dypere-liggende masser (> 1 m dyp).

Det nye beregningsverktøyet for risikovurdering av helse er benyttet. Beregningsverktøyet som er benyttet ble lastet ned fra Miljødirektoratet sine nettsider den 9. januar 2023, og er revisjon 2.

### 8.4.1 Arealbruk

Som nevnt i kap. 7 ligger de undersøkte områdene i et militært område som nå er åpnet for allmennheten. Fremtidig bruk etter utført sanering vil for «strand sør» fortsatt være turområde/friområde. Stranden er og vil bli lite egnet for bading og soling, grunnet mye stein. På grunn av erosjonsfare fra bølger vil det ikke være aktuelt å anlegge sandstrand her. Planen for «strand sør indre» er at området etter eventuelle tiltak skal revegeteres. Det er ingen bygg på tiltaksområdet i dag, og det er heller ikke planlagt å sette opp bygg på området i fremtiden.

Arealbrukskategorien for overflatenære masser (0-1 m dyp) vil være:



- Areal utendørs uten tildekking

Arealbrukskategorien for dypereliggende masser (> 1 m dyp) vil være:

- Areal utendørs med tildekking

#### 8.4.2 Eksponeringsveier og -tider

Generelt kan følgende spredningsveier føre til human eksponering:

- Oralt inntak av jord eller støv
- Hudkontakt med jord eller støv
- Innånding av støv eller gass
- Inntak av drikkevann
- Inntak av grønnsaker, frukt, bær og andre spiselige planter
- Inntak av fisk eller skalldyr fra nærliggende resipient

Eksponering via inntak av fisk forutsetter at det foregår spredning fra de forurensete massene til sjø. Resultatene fra utlekkingstestene for masser fra «strand sør indre» viser imidlertid at det er svært liten utlekking fra de forurensete massene (se kap. 6.4). Eksponering via inntak av fisk fra nærliggende fjord settes derfor til 0 %.

Det er ikke drikkevannsressurser i området med «strand sør» og «strand sør indre», og det dyrkes heller ikke grønnsaker på området. Disse eksponeringsveiene vil derfor utgå og settes lik 0 %.

Når det gjelder dypereliggende masser vil disse være utilgjengelige for mennesker, og det er ingen eksponering via hverken hudkontakt, oralt inntak eller innånding. Det er dermed ingen mulige eksponeringsveier for dypereliggende masser, og det er ikke utført noen helsebasert risikovurdering (ved bruk av beregningsverktøyet) for dypereliggende masser.

Mulige eksponeringsveier som kan inntreffe for overflatenære masser (0-1 m dyp) er:

- Eksponering via hudkontakt med forurenset jord/støv, oralt inntak av jord/støv, samt innånding av støv.

Det er utført beregninger for fire ulike oppholdstider; 1) 365 dager/år (området benyttes hver dag hele året), 2) 180 dager/år (området benyttes hver dag halve året), samt 3) 100 dager/år. Da området er i bruk som friluftsområde er den daglige oppholdstiden satt til 8 timer/dag for alle eksponeringsveier<sup>35</sup>. I tillegg er det sett på et fjerde alternativ med en oppholdstid på 100 dager/år, 5 timer/dag. Disse oppholdstidene anses som meget konservative i forhold til reell bruk, som antas å hovedsakelig være turgåing.

For eksponeringsvei *hudkontakt med jord* er det benyttet standard eksponeringstider (80 og 45 dager/år, 8 timer/dag, for hhv. barn og voksne<sup>36</sup>), for å ikke gjøre beregningene mer konservative enn det beregningsverktøyet legger opp til.

Aktuelle eksponeringsveier og -tider er oppsummert i Tabell 8.2.

<sup>35</sup> Disse tre oppholdstidene er de samme som opprinnelig ble brukt for «strand nord indre», da dette området var planlagt å ikke skulle brukes som oppholdsområde for mennesker (se rapport 10228458-RIGm-RAP-001\_Rev01).

<sup>36</sup> Med unntak for alternativ 4, der det også her er benyttet 5 timer per dag.

Tabell 8.2: Valg av eksponeringsparametre for helsebasert risikovurderinger for overflatenære masser (0-1 m dyp) på «strand sør» og «strand sør indre».

Eksponeringsveg	Enhet	Standard verdi	Anvendt verdi				Begrunnelse	
			Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4		
Eksponeringstid for oralt inntak (barn)	Dager/år	365	365	180	100	100	Området brukes kun på dagtid (5 t/dag for alternativ 4). Det er kjørt beregninger for bruk av området med 365, 180 og 100 dager/år.	
	Timer/dag	8	8	8	8	5		
Eksponeringstid for oralt inntak (voksne)	Dager/år	365	365	180	100	100		
	Timer/dag	8	8	8	8	5		
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (barn)	Dager/år	80	80	80	80	80		Det er beholdt standardverdier i beregningsverktøyet (med unntak av alternativ 4, der det er brukt 5 t/dag).
	Timer/dag	8	8	8	8	5		
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (voksne)	Dager/år	45	45	45	45	45		
	Timer/dag	8	8	8	8	5		
Oppholdstid utendørs (barn)	Dager/år	365	365	180	100	100	Området brukes kun på dagtid (5 t/dag for alternativ 4). Det er kjørt beregninger for bruk av området med 365, 180 og 100 dager/år.	
	Timer/dag	24	8	8	8	5		
Oppholdstid utendørs (voksne)	Dager/år	365	365	180	100	100	Området brukes kun på dagtid (5 t/dag for alternativ 4). Det er kjørt beregninger for bruk av området med 365, 180 og 100 dager/år.	
	Timer/dag	24	8	8	8	5		
Oppholdstid innendørs (barn)	Dager/år	365	0	0	0	0	Ingen bygg på området	
	Timer/dag	24	0	0	0	0		
Oppholdstid innendørs (voksne)	Dager/år	365	0	0	0	0		
	Timer/dag	24	0	0	0	0		
Fraksjon av grunnvann brukt som drikkevann	%	100	0	0	0	0	Det er ikke aktuelt å bruke grunnvann fra området som drikkevann	
Fraksjon av inntak av grønsaker dyrket på lokaliteten	%	30	0	0	0	0	Det dyrkes ikke grønsaker på området	
Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient	%	100	0	0	0	0	Svært liten utlekking fra de forurensete massene, se kap. 6.4.	

### 8.4.3 Beregnede akseptkriterier – vurdering

Tabell 8.3 viser beregnede akseptkriterier for aktuell arealbruk på de to områdene (alternativ 1, 2, 3 og 4). «In-put» verdier til verktøyet, samt utskrift av beregninger er vist i vedlegg M (der de to områdene «strand sør» og «strand sør indre» er sett på samlet). De beregnede akseptkriteriene gjelder for overflatenære masser (0-1 m dyp) på «strand sør» og «strand sør indre». Det er dermed kun analyseresultatene for prøver fra 0-1 m dyp som er lagt inn i risikovurderingsverktøyet.

I fanen for vurdering i det nye beregningsverktøyet vises ikke bare dagens normverdier, men også Miljødirektoratets forslag til nye normverdier. For bly, kvikksølv og sink er disse lavere enn dagens normverdier. For kobber, sum PCB<sub>7</sub>, benzo(a)pyren, sum PAH<sub>16</sub> og alifater (>C12-C35) er forslag til nye normverdier tilsvarende som dagens verdier. For alifater (>C10-C12) er forslag til ny normverdi høyere enn dagens verdi.

Tabell 8.3: Beregnede akseptkriterier for bly, kvikksølv, kobber, sink, benzo(a)pyren, sum PAH<sub>16</sub>, sum PCB<sub>7</sub>, samt alifater (>C10-C12 og >C12-C35) i overflatenære masser (0-1 m dyp) på «strand sør» og «strand sør indre». Påviste konsentrasjoner som overskrider akseptkriteriene er vist med rød, uthevet skrift. De to områdene «strand sør» og «strand sør indre» er vurdert samlet.

Stoff	Målt jordkonsentrasjon			Akseptkriterier for helse (mg/kg)				Normver. (mg/kg)	Forslag ny normverdi (mg/kg)
	Antall prøver	Max C <sub>s, max</sub> (mg/kg)	Middel C <sub>s, middel</sub> (mg/kg)	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4		
Bly	161	<b>35 000</b>	<b>1701</b>	50	101	181	290	60	25
Kvikksølv	161	28	2,0	52	96	151	241	1	0,2
Kobber	161	<b>160 000</b>	2962	5 790	9 820	14 100	22 500	100	100
Sink	161	<b>70 000<sup>1</sup></b>	1518	33 600	65 400	111 000	177 000	200	120
Sum PAH <sub>16</sub>	123	<b>2700</b>	<b>31</b>	6,9	11	14	23	2	2
Benzo(a)pyren	123	<b>160</b>	<b>2,1</b>	0,05	0,08	0,1	0,16	0,1	0,1
Sum PCB <sub>7</sub>	105	<b>5,3</b>	0,07	0,88	1,6	2,4	3,9	0,01	0,01
Alifater >C10-C12	99	170	2,9	24 000	32 500	38 000	60 700	50	100
Alifater >C12-C35	99	6700	88	41 000	71 200	1 040 000	1 660 000	100	100

<sup>1</sup> Overskridelse av akseptkriteriet for alternativ 1 og 2.

Akseptkriteriet for bly for alternativ 1 er lavere enn dagens normverdi, men høyere enn den nye foreslåtte normverdien. Dette viser noe av dilemmaet ved å bruke det nye verktøyet, nemlig at en kan beregne stedsspesifikke akseptkriterier som blir strengere enn de normverdiene som fremdeles er gjeldende.

Det nye verktøyet beregner også et akseptkriterium for benzo(a)pyren (for alternativ 1 og 2), som er lavere enn både dagens og foreslått ny normverdi (som er like). Dette kan ikke være riktig og akseptkriteriet for benzo(a)pyren vil ikke bli brukt videre. Helseisiko for benzo(a)pyren dekkes i stedet via akseptkriteriet for sum PAH<sub>16</sub>.

Akseptkriteriet for bly for alternativ 1 (50 mg/kg) ligger som allerede nevnt under dagens normverdi. Akseptkriteriet for bly for alternativ 2 (101 mg/kg) tilsvarer ca. den øvre grensen for dagens tilstandsklasse 2, akseptkriteriet for alternativ 3 (181 mg/kg) ligger ca. midt i konsentrasjonsintervallet til dagens tilstandsklasse 3, mens akseptkriteriet for alternativ 4 (290 mg/kg) tilsvarer ca. den øvre grensen for dagens tilstandsklasse 3.

«Strand sør» er en strand med mye stein og er i dag lite brukt til bading. Det er planlagt at etter en eventuell sanering så skal strandområdet tilbakeføres slik at området blir tilnærmet lik dagens uttrykk. Området «strand sør indre» skal revegeteres, og området vil dermed ikke bli brukt som oppholdssted, men vil kun være et område som folk passerer igjennom (på gangstien). Det foreslås derfor at akseptkriteriet for både området «strand sør» og «strand sør indre» baseres på eksponeringstider for alternativ 4. Det foreslås derfor at for område «strand sør» og «strand sør indre» settes et helsebasert akseptkriterium for bly på 300 mg/kg (= øvre grense for tilstandsklasse 3) i de overflatenære massene.

Både påvist maks- og middelkonsentrasjon av bly i de overflatenære massene på «strand sør» og «strand sør indre» overskrider det helsebaserte akseptkriteriet for bly på 300 mg/kg. Påvist forurensning av bly i overflatenære masser på de to områdene er dermed ikke akseptabel med aktuell arealbruk.

Påviste midlere konsentrasjoner av kvikksølv, kobber, sink og sum PCB<sub>7</sub> i de overflatenære massene overstiger ikke akseptkriteriene for noen av de fire alternativene. Påvist forurensning av disse stoffene i de overflatenære massene på begge områdene er da akseptabel for aktuell arealbruk for alle fire alternativer.

Påvist maks og midlere konsentrasjoner av alifater (>C10-C12 og >C12-C35) overstiger ikke akseptkriteriene for noen av de fire alternativene. Påvist forurensning av disse stoffene i de overflatenære massene på begge områdene er da akseptabel for aktuell arealbruk for alle fire alternativer.

Både påvist maks- og middelkonsentrasjon av sum PAH<sub>16</sub> overstiger det helsebaserte akseptkriteriet for alternativ 4. Påvist forurensning av PAH i overflatenære masser på de to områdene er dermed ikke akseptabel med aktuell arealbruk.

I prøvene med de høyeste påviste konsentrasjoner av kvikksølv, kobber, sink, PCB og PAH er det også påvist høye konsentrasjoner av bly.

Når det gjelder helserisiko vil dermed de påviste blykonsentrasjonene være styrende for tiltaksgjennomføringen med hensyn på de overflatenære massene.

## 8.5 Spredningsbasert risikovurdering

### 8.5.1 Spredning via støv

Deler av de forurensete massene på «strand sør» og «strand sør indre» ligger helt i terrengoverflaten. Sanden på stranden er for det meste fuktig, men spredning via støv kan ikke utelukkes, og er derfor tatt med som en eksponeringsvei i den helsebaserte risikovurderingen (se kap. 8.4).

### 8.5.2 Spredning via lukt/gass

Denne spredningsveien er i utgangspunktet kun aktuell for kvikksølv og PAH. Da det i aktuelt område ikke er bebyggelse, er spredning av kvikksølv og PAH via lukt/gass likevel ikke en aktuell spredningsvei.

### 8.5.3 Spredning via overflateavrenning

Som nevnt i kap. 2.2 er det tydelig spor av erosjon av kystlinjen langs «strand sør» (se Figur 8.1). Spredning via erosjon og overflateavrenning til sjø er derfor trolig en spredningsvei.



Figur 8.1: Bilde tatt på «strand sør» som viser erosjon i skråningen mellom selve stranden og terrenget ovenfor. Foto: Tore Joranger, Forsvarsbygg.

#### 8.5.4 Spredning via avrenning til grunnvann og sjø

##### Nytt beregningsverktøy – spredning via grunnvann

Det nye beregningsverktøyet for spredning tar for seg spredning via grunnvann til resipient /15/. Spredningsvurderingen tar utgangspunkt i forurensning lokalisert i umettet sone. Forurensning lekker ut fra massene til porevannet, som igjen fortynnes i grunnvannet. Grunnvannet fortynnes så i det det siver ut i resipienten. For å vurdere hvorvidt spredningen er akseptabel sammenlignes beregnede konsentrasjoner i resipienten med PNEC-verdier for kystvann. Det nye beregningsverktøyet gir også estimat på totale mengder av miljøgifter spredt med tid.

Beregningsverktøyet for spredning som er benyttet ble lastet ned fra Miljødirektoratet sine nettsider den 9. januar 2023, og er revisjon 2.

##### **Spredningsvurdering for «strand sør» og «strand sør indre» - «input»-verdier til modellen**

Foreliggende spredningsvurdering ser på spredning fra land til sjø for bly, kobber, kvikksølv, sink og benzo(a)pyren<sup>37</sup>. Spredningsvurderingen er utført for massene slik de ligger på «strand sør» og «strand sør indre» per i dag. Som nevnt i kap. 1 har i hvert fall deler av de forurensete massene trolig ligget på området siden andre verdenskrig (en tidsperiode på litt over 75 år), og forurensningens egenskaper kan ha forandret seg i løpet av denne tiden. Som beskrevet i kap. 6.5 viser påvist forurensning i sedimentene i sjøen utenfor «strand sør» at det i hvert fall tidligere har vært spredning fra land til sjø.

<sup>37</sup> Da det ikke er PNEC-verdi for sum PAH<sub>16</sub> i kystvann, er det kun beregnet spredning for benzo(a)pyren. Det er ikke sett på spredning av PCB og alifater, da disse stoffene kun er påvist i høye konsentrasjoner i enkelte prøvepunkt.

På det aktuelle området med «strand sør» og «strand sør indre» er det et lite nedbørsfelt, og mengde grunnvann produsert per år er beskjedent. Det ligger forurensete masser helt ned til sjøen, dermed vil potensialet for fortykning i grunnvannssonen nedstrøms forurensningen være begrenset.

Basert på resultatene fra riste-/kolonnetestene er det estimert maks- og middelkonsentrasjon for metallene i porevannet, samt beregnet stedsspesifikke verdier for  $K_d$  (se vedlegg K). Det er ikke analysert på PAH i eluatet fra riste-/kolonnetestene. Beregnet spredning av benzo(a)pyren baserer seg dermed på verktøyets sjablongverdi av  $K_d$ -verdien.

Fortynningsfaktor for sjø er lik mengde forurenset grunnvann som tilføres resipienten ( $m^3/år$ ) dividert med påvirket vannvolum i resipienten ( $m^3/år$ ). Mengde forurenset grunnvann som tilføres resipienten avhenger av mektigheten (dybden) til det forurensete området i grunnvannssonen. Jo mindre vertikal utstrekning den forurensete sonen i grunnvannet har, jo mindre mengde forurenset vann vil sive ut i sjøen, og jo større vil fortykningen bli. I beregningsverktøyet er mektigheten til forurenset grunnvannssone satt lik 5 m (sjablongverdi). Mektigheten til forurenset grunnvannssone ved «strand sør» er ikke kjent. Da det forurensete området ligger like ved sjøen, antas det at mektigheten til den forurensete grunnvannssonen er mindre enn 5 m, og den settes lik 2 m. Stedsspesifikke «input»-verdier til beregningsverktøyet for å beregne spredning av metaller og benzo(a)pyren fra «strand sør» og «strand sør indre» til fjorden utenfor er vist i Tabell 8.4 (se også vedlegg N).

### ***Spredningsvurdering med kolloidtransport***

Som nevnt i vedlegg L er det i det nye beregningsverktøyet muligheter for å legge til kolloidal transport.

Veilederen beskriver at andelen metaller som eventuelt transporteres med kolloider kan bestemmes ved å utføre en kolonnetest. Eluatet fra kolonnen filtreres, og det bestemmes konsentrasjon av metaller i filtrert og ufiltrert prøve /15/. I foreliggende undersøkelse er det imidlertid kun analysert på filtrerte prøver fra kolonnetestene (se kap. 6.4), og det er dermed ikke kjent hvorvidt kolloidtransport finner sted. De oppgitte porevannskonsentrasjonene i Tabell K.6 i vedlegg K viser dermed kun den løste konsentrasjonen av metallene.

For å sjekke hvordan eventuell kolloidtransport virker inn på spredning av metaller er det kjørt en simulering der fraksjon kolloidtransport settes til 0,05 (= foreslått sjablongverdi i verktøyet). Resultatene for bly, kvikksølv, kobber og sink er vist på hhv. side 1–4 i vedlegg O. Tidsutviklingen for konsentrasjon i løsmasser i umettet og mettet sone er vist på figuren til venstre, mens tidsutviklingen for konsentrasjon i porevann, grunnvann og resipient er vist på figuren til høyre. Kolloidtransporten bidrar til at konsentrasjonen av de ulike metallene i grunnvannet og resipienten stiger raskt, og når en maks-konsentrasjon i løpet av noen få år. Deretter avtar konsentrasjonen gradvis, og etter ca. 10 år er effekten av kolloidtransport borte, og videre spredning skjer som løste metaller. Grafene kan altså tolkes dit hen at kolloidtransport virker inn på spredning av metallene i løpet av de første 10 år etter avsatt forurensning (avhengig av metall) (se side 1-4 i vedlegg O).

Det kan ikke utelukkes at kolloidtransport bidro til spredning av metaller de første årene etter deponering av de forurensete massene. På områdene med «strand sør» og «strand sør indre» har deler av de forurensete massene ligget i ca. 75 år. Noe av forurensningen helt i sør er av nyere dato, men antatt over 30 år gammel. Spredning med kolloidtransport er trolig ikke lenger av stor betydning, men det kan heller ikke helt utelukkes avhengig av når massene ble avsatt.

Tabell 8.4: Stedsspesifikke «input»-verdier til beregningsverktøyet for å beregne spredning til resipienten (= sjøen utenfor «strand sør»).

Parameter	Verdi	Kommentar
Bredde forurenset område (på tvers av grunnvannsretning)	400 m	Målt på kart. Oppgitt mål er for bredden til «strand sør».
Lengde forurenset område (i grunnvannsretning)	50 m	Målt på kart. Oppgitt mål er for lengden til det forurensete området med både «strand sør indre» og «strand sør».
$f_{oc}$ (=TOC/100) (umettet sone/ mettet sone)	0,02/0,002	Gjennomsnitt av TOC-målinger på prøver fra området (=umettet sone), og sjablongverdi for mettet sone.
$K_d$ -verdier	120 936 l/kg – bly 1 450 l/kg – kobber 64 000 l/kg – sink <sup>1</sup> 16 490 l/kg – kvikksølv 8318 l/kg – benzo(a)pyren <sup>1</sup>	For beregninger, se Tabell K.6 i vedlegg K
Hydraulisk konduktivitet i mettet sone (k)	$7,4 \cdot 10^{-5}$ m/s	Det er kjørt kornfordeling på prøver fra sedimentene utenfor «strand sør». Det er antatt at massene i mettet sone på stranden er noenlunde lik massene i sedimentene i sjøen utenfor. Hydraulisk konduktivitet er beregnet ved Hazens formel ( $d_{60}/d_{10} = 2$ , dvs. $<5$ og forutsetninger for bruk av Hazens formel er oppfylt <sup>38</sup> ).
Gradient til grunnvannet	0,02 m/m	Det er benyttet samme gradient til grunnvannet som det som ble benyttet i spredningsberegningene for «strand nord» og «strand nord indre», se rapport 10228458-RIGm-RAP-001_Rev01.
Mektighet av forurenset grunn under grunnvannsspeilet	2 m	Sjablongverdi i beregningsverktøyet er på 5 m. En mer realistisk dybde for området ved «strand sør» og «strand sør indre» antas å være 2 m.
Vannvolum i resipient (sjøen utenfor «strand sør») <sup>39</sup>	62 500 m <sup>3</sup>	Areal i Møringbukta utenfor «strand sør», ut til ca. 5 m dybde er lik ca. 25 000 m <sup>2</sup> (målt på kart). Gjennomsnittlig dybde i dette området settes lik 2,5 m.
Vannets oppholdstid i resipient	0,02 år	Verdi hentet fra eksempel for fjord i vedlegg C til veileder /15/, tilsvarer at vannet i bukten skiftes ut 50 ganger per år. Anses som svært konservativt.
Årlig påvirket vannvolum i resipient	3 125 000 m <sup>3</sup> /år	Er lik volum i resipient / oppholdstid i resipient

<sup>1</sup> Sjablongverdi fra beregningsverktøyet.

<sup>38</sup> Hazens formel:  $k = 0,0116 \cdot d_{10}^2$ . Bruk av Hazens formel forutsetter at  $d_{60}/d_{10} < 5$ , dvs. en velsortert jordart /17/. For å estimere hydraulisk konduktivitet for massene på «strand sør» er det benyttet kornfordelingskurver for sedimentene i SSSP2 og SSSP7, som er velsorterte sedimenter tilsvarende fin til middels sand med  $d_{10} = 0,08$  (se tegninger 10228458-RIGm-TEG-SS60 og -TEG-SS61).

<sup>39</sup> Eksemplet for fjord i vedlegg C i det nye beregningsverktøyet er vannvolumet i resipienten satt til 500 000 m<sup>3</sup>. Det er ikke gitt noen forklaring på hvorfor akkurat dette volumet er valgt. Ved å velge volumet i Møringbukta som resipient er beregningene for spredning fra «strand nord» mer konservative enn det som er utført i eksemplet i /15/.

**Spredningsvurdering uten kolloidtransport**

For å vurdere spredning av metaller fra massene slik de ligger i dag, er det kjørt simuleringer uten kolloidtransport. Det er da antatt at den relativ høye utlekkingen som ofte foregår når forurensningen er «fersk», og som ifølge beregningsverktøyet kan foregå med kolloidtransport, er ferdig. Videre spredning vil da være via transport av metallioner løst i grunnvannet.

Beregnete konsentrasjoner ( $\mu\text{g/l}$ ) av metaller og benzo(a)pyren i resipienten og i grunnvannet etter 5, 20 og 100 år er vist i Tabell 8.5 og Tabell 8.6, mens beregnede mengder (kg) av metaller og benzo(a)pyren spredt til resipienten etter 5, 20 og 100 år er vist i Tabell 8.7. Resultatene er hentet fra side 5–9 i vedlegg O.

Beregningene viser at etter at kolloid-transporten er ferdig vil det være en langsom utlekking av metaller, der konsentrasjonen i resipienten stiger sakte mot en maks-konsentrasjon, for deretter å avta igjen. Maks konsentrasjon i resipienten for bly, kvikksølv, kobber, sink og benzo(a)pyren vil bli oppnådd etter hhv. 194 527, 26 524, 2332, 102 945 og 2989 år (se side 5–9 i vedlegg O).

Tabell 8.5: Beregnede konsentrasjoner ( $\mu\text{g/l}$ ) av bly, kvikksølv, kobber, sink og benzo(a)pyren i resipienten etter 5, 20 og 100 år. De beregnede konsentrasjonene er sammenlignet med PNEC for kystvann (hentet fra beregningsverktøyet).

	5 år	20 år	100 år	PNEC
	$\mu\text{g/l}$			
<b>Bly</b>	9,44E-09	5,67E-08	3,08E-07	1,3
<b>Kvikksølv</b>	8,48E-10	5,09E-09	2,76E-08	4,8E-02
<b>Kobber</b>	9,08E-05	5,41E-04	2,85E-03	2,6
<b>Sink</b>	3,08E-08	1,85E-07	1,00E-06	3,4
<b>Benzo(a)pyren</b>	6,63E-09	3,96E-08	2,10E-07	1,7*10-4

Tabell 8.6: Beregnede konsentrasjoner ( $\mu\text{g/l}$ ) av bly, kvikksølv, kobber, sink og benzo(a)pyren i grunnvannet etter 5, 20 og 100 år. De beregnede konsentrasjonene er sammenlignet med PNEC for kystvann (hentet fra beregningsverktøyet). Konsentrasjoner høyere enn PNEC er vist med **uthevet skrift**.

	5 år	20 år	100 år	PNEC
	$\mu\text{g/l}$			
<b>Bly</b>	5,27E-05	2,50E-04	1,30E-03	1,3
<b>Kvikksølv</b>	4,73E-06	2,25E-05	1,17E-04	4,8E-02
<b>Kobber</b>	5,06E-01	2,39E+00	<b>1,20E+01</b>	2,6
<b>Sink</b>	1,72E-04	8,16E-04	4,25E-03	3,4
<b>Benzo(a)pyren</b>	3,70E-05	<b>1,75E-04</b>	<b>8,86E-04</b>	1,7E-04



Tabell 8.7: Beregnede mengder (kg) av bly, kvikksølv, kobber, sink og benzo(a)pyren spredt til resipienten etter 5, 20 og 100 år.

	5 år	20 år	100 år
	kg		
<b>Bly</b>	1,23E-05	1,97E-04	4,92E-03
<b>Kvikksølv</b>	1,10E-06	1,77E-05	4,41E-04
<b>Kobber</b>	1,18E-01	1,89	46,3
<b>Sink</b>	4,01E-05	6,41E-04	1,60E-02
<b>Benzo(a)pyren</b>	8,64E-06	1,38E-04	3,40E-03

De beregnede konsentrasjonene av bly, kvikksølv, kobber, sink og benzo(a)pyren i resipienten (både etter 5, 20 og 100 år) er lavere enn de tilhørende PNEC-verdiene for kystvann<sup>40</sup> (se Tabell 8.5). Ifølge beregningene vil dermed ikke utlekking av disse miljøgiftene fra massene på land utgjøre en risiko for vannlevende organismer.

Det er mange usikkerheter heftet ved disse beregningene. To parametere som har stor betydning for beregningene er hvilket volum vann en antar at grunnvannet fortynnes i, samt utskiftningen av dette vannet. Jo større volum sjøvann, og med hyppige utskiftninger, jo lavere blir de beregnede konsentrasjonene. For området ved «strand sør» er det antatt at utlekket grunnvann fortynnes i et volum sjøvann på 62 500 m<sup>3</sup> (omfatter arealet utenfor «strand sør» ut til ca. 5 m dybde), og der oppholdstiden til vannet er på 0,02 år (1 uke, se Tabell 8.4). De beregnede konsentrasjonene er lavere enn PNEC, og dermed antas ålegrassamfunnet som ligger like nord for tiltaksområdet å ikke bli negativt påvirket.

I området der grunnvannet siver ut i sjøen vil konsentrasjonene være høyere. Beregnede konsentrasjoner i grunnvannet kan være et estimat på de høyeste konsentrasjonene som vannlevende organismer på sjøbunnen kan bli utsatt for. Som vist i Tabell 8.6 er konsentrasjonen av kobber og benzo(a)pyren i grunnvannet etter hhv. 100 og 20 år høyere enn de respektive PNEC-verdiene.

Som vist i Tabell J.1 (vedlegg J) er det også i det dypeste og nest dypeste sjiktet av sedimentet i hhv. SSSP1 og SSSP3 påvist kobber i tilstandsklasse IV (dårlig tilstand). I SSSP3 er det også påvist konsentrasjon av de to PAH-forbindelsene benzo(b)fluoranten og benzo(k)fluoranten i tilstandsklasse IV i det dypeste sjiktet. De øverste 0,1 m av sedimentet i disse to prøvetakingspunktene er imidlertid i tilstandsklasse II for kobber og PAH (se også kap. 8.6).

Oppsummert viser spredningsvurderinger (basert på resultatene fra utlekkingstestene) at det som lekker ut av miljøgifter fra massene på land via grunnvannet, fortynnes i tilstrekkelig grad i sjøen utenfor, og vurderes dermed generelt å ikke utgjøre en risiko for livet på sjøbunnen og i vannsøylen i sjøen utenfor «strand sør».

## 8.6 Risikovurdering av sedimentforurensning

### 8.6.1 Økologisk risiko

Ved risikovurdering av sediment anbefales det at prøvetakingen dekker de øvre 0,1 m /11/. Dette vil i de aller fleste tilfeller omfatte det bioaktive laget, ofte også noe av sedimentet under dette. Det bioaktive laget kan også være større enn 0,1 m.

<sup>40</sup> PNEC er lik grenseverdien mellom tilstandsklasse II og III, og er lik grenseverdi for kroniske effekter ved langtidseksponering /10/.

Ved risikovurdering av sediment utføres først en trinn 1–risikovurdering, som er en forenklet risikovurdering der miljøgiftkonsentrasjon og toksisitet av sedimentet sammenlignes med grenseverdier for økologiske effekter ved kontakt med sedimentet. Trinn 1 omhandler kun risiko for økologiske effekter, ikke risiko for human helse. Grenseverdiene i en trinn 1–risikovurdering er satt ut fra konservative antagelser om eksponeringsveier, biotilgjengelighet og sannsynligheten for spredning til andre deler av økosystemet /11/. Overholdes grenseverdiene bedømmes risikoen fra sedimentet som akseptabel og tiltak er ikke nødvendige.

Grenseverdiene for nesten alle stoffene i en trinn 1–risikovurdering tilsvarer grensen mellom tilstandsklasse II og III i veileder M-608 /10/.

I Tabell 8.8 er maks påvist konsentrasjon av tungmetaller samt de organiske miljøgiftene PCB og PAH i sedimentprøvene (hentet fra vedlegg J), sammenstilt med grenseverdier for en trinn 1–risikovurdering.

Tabell 8.8: Maks påvist konsentrasjon av uorganiske og organiske miljøgifter (mg/kg) i de øverste 10 cm av sedimenter utenfor «strand sør» (se tabeller i vedlegg I), sammenstilt med grenseverdier for en Trinn 1–risikovurdering /11/. Konsentrasjoner over grenseverdier er vist med **uthevet skrift**.

Parameter	Enhet	Maks påvist konsentrasjon i sedimentprøver fra 0-0,1 m	Grenseverdier for Trinn 1 (økologisk risiko)
As	mg/kg TS	6,0	18
Pb		240	150
Cd		0,7	2,5
Cu		83	84
Cr		28	620
Hg		0,29	0,52
Ni		32	42
Zn		99	139
∑PCB <sub>7</sub>		i.p.	0,0041
∑PAH <sub>16</sub> <sup>1</sup>		0,1	2
Naftalen		< 0,030	0,027
Acenaftalen		< 0,030	0,033
Acenaften		< 0,030	0,096
Fluoren		< 0,030	0,15
Fenantren		< 0,030	0,78
Antracen		< 0,030	0,0048
Fluoranten		0,043	0,4
Pyren		0,038	0,084
Benzo(a)antracen		<0,030	0,06
Krysen		<0,030	0,28
Benzo(b)fluoranten		<0,030	0,14
Benzo(k)fluoranten		<0,030	0,135
Benzo(a)pyren		<0,030	0,183
Indeno(1,2,3-cd)pyren		<0,030	0,063
Dibenzo(a,h)antracen		< 0,030	0,027
Benzo(ghi)perylene		<0,030	0,084

Som Tabell 8.8 viser er det kun konsentrasjonen av bly som er høyere enn grenseverdien for en trinn 1–risikovurdering (pluss tre PAH-forbindelser der kvantifiseringsgrensen er høyere enn trinn 1–

grenseverdien). For de resterende stoffene er maks påvist konsentrasjon i de øverste 0,1 m av sedimentkjernene under de respektive trinn 1-grenseverdiene.

Det er kun i to prøver (SSSP2, 0–0,1 m og SSSP3, 0–0,1 m) at bly er påvist tilsvarende tilstandsklasse III (over trinn 1-grenseverdien).

I prøvene rundt<sup>41</sup> SSSP2 OG SSSP3 er gjennomsnittskonsentrasjonen av bly i de øverste 0–0,1 m lik 67 mg/kg, som er lavere enn trinn 1-grenseverdien. Konsentrasjonen av bly i SSSP2 OG SSSP3 (0–0,1 m) er heller ikke høyere enn 2x grenseverdien for Trinn 1. Kravene for friskmelding av sedimentet mhp. bly iht. veilederen /11/ er da oppfylt.

Den økologiske risikoen av de påviste konsentrasjonene av arsen, tungmetaller, PCB og PAH i sedimentene i bukten utenfor «strand sør» anses dermed som akseptabel.

### 8.6.2 Helsebasert risikovurdering for sedimenter

Den helsebaserte risikovurderingen av sedimentene er utført basert på Miljødirektoratets risikovurderingsverktøy for sedimenter. I veileder M-409 /11/ er det for badeplasser antatt følgende eksponeringsveier; oralt inntak av sediment, overflatevann, partikulært materiale og fisk/skalldyr, samt hudkontakt med sediment og overflatevann. Tilsvarende som for den helsebaserte risikovurderingen for masser på land, settes inntak av fisk/skalldyr lik null. De andre eksponeringsveiene anses som relevante, selv om det ikke forventes mye bading i sjøen utenfor «strand sør».

I regnearket er det lagt inn areal og volum i sjøen utenfor «strand sør», samt gjennomsnitt for TOC (se hhv. Tabell 8.4 og vedlegg J). Ellers er det benyttet sjablongverdier for de andre «in-put» parameterne (ikke vist i egen tabell).

Det er kun lagt inn konsentrasjoner av bly, kvikksølv, kobber, sink og benzo(a)pyren i sedimentprøvene fra 0-1 m dyp. Det antas at det ikke vil bli mye bading i sjøen utenfor «strand sør», og dermed ikke lek og graving i strandsonen i dette området. Barnefamilier antas å ville oppholde seg på «strand nord» som nylig er blitt sanert og tilrettelagt for bading<sup>42</sup>. Voksne mennesker som kan tenkes å ville bade i sjøen utenfor «strand sør» vil kunne bli eksponert for det øvre laget av sedimenter når de vasser ut i sjøen.

Verktøyet beregner total livstidsdose og sammenligner dette med grenseverdier angitt som MTR/TDI (livslangt tolerabelt daglig/ukentlig inntak). Siden mennesker blir utsatt for miljøgifter på mange måter, er det for grenseverdiene lagt til grunn at ikke mer enn 10 % av den totale eksponeringen et menneske utsettes for, kommer fra sedimentene.

Resultatene fra beregningene viser at hverken maks eller midlere påvist konsentrasjon av bly, kvikksølv, kobber, sink eller benzo(a)pyren i sedimentene gir en livstidsdose som overstiger de respektive grenseverdiene (se resultater i vedlegg P).

## 8.7 Konklusjon – risikovurdering forurenset grunn

Konklusjonen av utført risikovurdering for bruk av tiltaksområdet som LNF område er som følger:

### 8.7.1 Miljømål 1

Miljømål 1 er at det ikke skal forekomme forurensning på aktuelt område som kan være helseskadelig for brukerne.

<sup>41</sup> Gjelder prøvene fra 0-0,1 m i SSSP1, SSSP13, SSSP14 og SSSP15.

<sup>42</sup> Se rapport 10228458-RIGm-RAP-001\_Rev01.

Basert på en risikovurdering er det foreslått et helsebasert akseptkriterium for bly på 300 mg/kg i de overflatenære massene (er lik øvre grense av tilstandsklasse 3) for både «strand sør» og «strand sør indre». Konsentrasjonen av bly vil være førende for håndteringen av de forurensete massene.

Både påvist maks og midlere konsentrasjon av bly i de overflatenære massene på «strand sør» og «strand sør indre» overskrider det foreslåtte akseptkriteriet. Påvist forurensning av bly i overflatenære masser på de to områdene er dermed ikke akseptabel med aktuell arealbruk.

Det er ingen eksponeringsmuligheter for de dypereliggende massene på «strand sør» og «strand sør indre», og påviste konsentrasjoner i disse massene vil dermed ikke utgjøre en helseserisiko for mennesker.

Med dagens situasjon vurderes miljømål 1 å ikke være oppfylt for overflatenære masser (0-1 m) på de to områdene.

### **8.7.2 Miljømål 2**

Miljømål 2 er at det ikke skal forekomme uakseptabel spredning av forurensning fra aktuelt område til nærliggende resipient (Oslofjorden). Som nevnt i kap. 8.5 antas det at spredning både kan skje via overflateavrenning og via transport med grunnvannet.

Utførte ristetester og kolonnetester viser at det er liten utlekking av metaller og benzo(a)pyren fra de forurensete massene. Det anses derfor å være liten risiko for utlekking fra massene til grunnvannet slik massene ligger i dag.

Utførte spredningsberegninger (mhp spredning via grunnvann) viser at beregnede konsentrasjoner av miljøgifter i sjøen utenfor «strand sør» er lavere enn de tilhørende PNEC-verdiene for kystvann. Risikovurdering av spredning via grunnvann konkluderer dermed med liten spredningsfare, slik massene ligger i dag.

På grunn av erosjon i fyllmassene langs «strand sør» er det imidlertid trolig pågående spredning med overflateavrenning til sjø.

Påvist forurensning i sedimentene utenfor «strand sør» viser at det i hvert fall tidligere har vært noe spredning fra de forurensete massene på stranden og ut i sjøen. Det kan dermed ikke utelukkes at det har vært/pågår spredning fra forurensete masser fra «strand sør» via erosjon og overflateavrenning eller via transport med grunnvann.

Samlet sett vurderes miljømål 2 som ikke oppfylt med dagens situasjon.

### **8.7.3 Miljømål 3**

Miljømål 3 er at eksisterende forurensning i sedimentene i bukten utenfor «strand sør» ikke skal medføre helsefare eller ha andre negative konsekvenser for brukere av områdene, og heller ikke ha miljøskadelige konsekvenser for resipienten (Oslofjorden).

Den økologiske og helsebaserte risikoen av påvist forurensning i sedimentene anses som akseptabel.

Miljømål 3 vurderes å være oppfylt med dagens situasjon.

### **8.7.4 Miljømål 4**

Se kap. 9 under.

### 8.7.5 Miljømål 5

Miljømål 5 er at saneringsarbeidene med håndtering av forurensede masser ikke skal føre til negative helse- eller miljøkonsekvenser.

Saneringsarbeidene skal utføres som beskrevet i tiltaksplanen under (kap. 12), og gravemassene håndteres og disponeres i samsvar med denne. Miljømål 5 vil da være oppfylt.

## 9 Risikovurdering – infiserte masser og fremmede arter

Det er påvist fremmede skadelige plantearter i deler av tiltaksområdet. Anleggsarbeid og terrenginngrep er en viktig årsak til spredning av fremmede arter. Løsmasser med fremmede arter som utgjør en økologisk risiko og der det er behov for tiltak ved massehåndtering, benevnes som infiserte masser. Dette utelukker da masser med fremmede arter som vurderes å ikke utgjøre en risiko for spredning. Kanadagullris, russekål, hagelupin, rynkerose, parkslirekne og gravmyrt fører alle til infiserte masser, men omfanget er noe ulikt.

Forskrift om fremmede organismer /20/ § 24 beskriver «krav om tiltak rettet mot mulige vektorer og spredningsveier for fremmede organismer». Anleggsarbeid med graving, håndtering og transport av løsmasser og vegetasjon utgjør en risiko for spredning. Det er gjennomført risikovurdering for den enkelte fremmede art som er påvist i de aktuelle områdene (se Figur 2.6). Dette består av en vurdering av hvordan arten sprer seg, og om den kan spre seg med masser, samt om den kan utgjøre en økologisk risiko for stedeegne arter og naturtyper dersom den spres. Risikovurderingen og aktuelle tiltak for hver art er vist i Tabell 9.1.

Tabell 9.1: Registrerte fremmede karplantearter i saneringsområde, med håndtering av plantemateriale, infiserte masser og aktuell gravedybde.

Art	Behandling av plantemateriale	Behandling av oppgravde jordmasser/ overskuddsmasser	Infiserte masser	Eventuelle andre tiltak
Rynkerose	Til forbrenning	Forsvarlig håndtering. Leveres godkjent behandlingsanlegg/mottak. Kan graves ned eller gjenbrukes	Masser i utstrekning inntil 1 m fra ytterste plante, til dybde 1,5 m under terreng eller til berg.	Bør kun kuttes rett før oppgraving av masser. Det må eventuelt graves dypere rett under planten dersom det observeres røtter.
Russekål	Til forbrenning	Forsvarlig håndtering. Leveres godkjent behandlingsanlegg/mottak. Kan graves ned eller gjenbrukes	Masser i utstrekning inntil 1 m fra ytterste plante, til dybde 2 m under terreng eller til berg, samt masser i utstrekning inntil 1,5 m fra ytterste plante, til dybde 0,2 m under terreng.	
Parkslirekne	Til forbrenning i tette sekker	Forsvarlig håndtering. Leveres godkjent behandlingsanlegg/mottak. Skal ikke graves ned eller gjenbrukes	Masser i utstrekning inntil 7 m fra ytterste plante, til dybde 3 m under terreng eller til berg	
Gravmyrt	Til forbrenning	Forsvarlig håndtering. Leveres godkjent behandlingsanlegg/mottak. Kan graves ned/gjenbrukes	Masser til dybde 0,3 m under terreng eller til berg	
Gullregn	Til forbrenning. Ved uten løv og frø kan håndteres fritt	Ikke behov for tiltak		
Kanadagullris	Til forbrenning	Forsvarlig håndtering. Leveres godkjent behandlingsanlegg/mottak. Kan graves ned eller gjenbrukes	Masser i utstrekning inntil 1,5 m fra ytterste plante, til dybde 0,5 m under terreng eller til berg.	
Hagelupin	Til forbrenning i tette sekker	Forsvarlig håndtering. Leveres godkjent behandlingsanlegg/mottak. Skal ikke graves ned eller gjenbrukes	Masser i utstrekning inntil 0,5 m fra ytterste plante, til dybde 0,3 m under terreng eller til berg	Kan lukes/klippes for å hindre spredning. Kan utvikle frø selv om den kuttes når den står i blomst

## 9.1 Miljøsmål 4

Miljøsmål 4 er at saneringsarbeidet på området ikke skal føre til spredning av fremmede arter som kan medføre uheldige følger for stedegent naturmangfold.

Saneringsarbeidene skal utføres som beskrevet i tiltaksplanen under (kap. 12), og gravemassene håndteres og disponeres i samsvar med denne. Miljøsmål 4 vil da være oppfylt.

## 10 Tiltaksvurdering – forurenset grunn

### 10.1 Overflatenære masser

Akseptkriteriet for den helsebaserte risikovurderingen er foreslått satt til 300 mg/kg bly for de overflatenære massene (0–1 m) på både «strand sør» og «strand sør indre». Dette tilsvarer øvre grense for dagens tilstandsklasse 3.

Overflatenære masser (0–1 m) på «strand sør» og «strand sør indre» med blykonsentrasjoner i tilstandsklasse 4 og høyere må graves opp og leveres til godkjent mottak.

Konsentrasjonen av bly vil være førende for tiltaksgjennomføringen for de overflatenære massene.

### 10.2 Dypereliggende masser

Påvist forurensning i sedimentene viser at det tidligere har vært/pågår spredning fra de forurensete massene på land til sjø. Spredning kan foregå både via grunnvannstransport og via overflateavrenning. De høyeste konsentrasjonene er påvist i sedimentene utenfor den nordlige delen av «strand sør» der det er påvist tilstandsklasse 5 og >5 for bly i dypereliggende masser på land. Utenfor området ved «rundkjøringen» der det også er påvist bly i tilstandsklasse 5 og >5 i masser på land, er det ikke tatt sedimentprøver pga. steinete bunn. Utenfor midtre deler og den sørligste delen av «strand sør» der det er lavere tilstandsklasser for bly i de dypereliggende massene på land, er det mindre forurensning i sedimentene.

Selv om ristetestene/kolonnetestene viser lav utlekking av bly (samt av kvikksølv, kobber, sink og benzo(a)pyren) fra de forurensete massene, kan det ikke utelukkes at det har vært/er spredning fra dypereliggende masser med tilstandsklasse 5 og >5.

Det anses derfor som akseptabelt at det ligger igjen forurensning i tilstandsklasse 4 og lavere i de dypereliggende massene på begge de to områdene (dette gjelder alle miljøgifter). I de aller fleste prøvepunktene med de høyest påviste konsentrasjonene av kvikksølv, kobber, sink, PCB, PAH og alifater, er det også påvist bly i tilstandsklasse 5 og >5. Det eneste unntaket er SSI 48 (2-3 m) der det er påvist alifater (>C10-C12 og >C12-C35) og sum PCB<sub>7</sub> i tilstandsklasse 5, mens bly er påvist i tilstandsklasse 4.

Det foreslås derfor et akseptkriterium for dypereliggende masser på 700 mg/kg bly (tilsvarende øvre grense av dagens tilstandsklasse 4). Dypereliggende masser med blyforurensning i tilstandsklasse 5 eller >5 må graves opp og fjernes. I tillegg må fyllmasselaget fra 2-3 m dyp i SSI 48 fjernes.

På selve strandflaten på «strand sør» fjernes ikke masser under grunnvannsnivå uansett forurensningsgrad.

I de fleste prøvegroper er forurensningen avgrenset til fyllmassene, og de underliggende antatt stedegne massene er rene. I noen prøvegroper er det imidlertid også påvist forurensning i tilstandsklasse 5 i de antatt stedegne massene. Generelt anbefales ikke graving i masser under grunnvannstanden, da dette kan medføre mobilisering av forurensning. Det er likevel mulig at en under saneringsarbeidene kan rekke å grave vekk masser dypere enn grunnvannsnivå, før grunnvannet fyller gravegropen, og slik fjerne masser som vanligvis ligger i grunnvannssonen.

Anbefalte tiltak med fjerning av dypereliggende masser i tilstandsklasse 5 og >5 omfatter derfor masser fra 1 m dyp og ned til grunnvannspeilet (ved den dybden det står under gravearbeidene).

### 10.3 Beregning av mengde forurensete gravemasser

Et estimat for mengde gravemasser i ulike tilstandsklasser i forbindelse med saneringen av «strand sør» og «strand sør indre» er vist i Tabell 10.1 (se beregninger i vedlegg Q).

Mengde gravemasser er beregnet med utgangspunkt i formel (1) som vist under:

$$M = A * d * \rho \quad (1)$$

der:

$M$  = mengde masser (kg)

$A$  = areal (m<sup>2</sup>)

$d$  = dybde (m)

$\rho$  = tørr densitet (kg/m<sup>3</sup>)

Beregningene bygger på følgende forutsetninger:

- Hvert prøvepunkt representerer et avgrenset delområde der grensene til nabo-delområdene er trukket midt mellom prøvepunktene. De to områdene «strand sør» og «strand sør indre» er imidlertid sett på hver for seg, slik at for delområder som grenser til gangstien er stien satt som grense.
- For hvert delområde er arealet multiplisert med aktuell dybde for å finne volum masse for en gitt forurensningsgrad. Ved beregning av volum masse er det forutsatt vertikal graveskråning.
- Forurensningen er festet til finstoffet i massene, og det er finstoffet i prøvene som tas ut for analyse av miljøgifter på laboratoriet. Ved sikting av masser med tanke på levering av finstoff til godkjent mottak, er ofte grensen satt til partikler med diameter < 25 mm. Massene på de to områdene består generelt av sand, og alle massene er dermed å anse som finstoff.
- Det er antatt en tørr densitet på 1,7 tonn/m<sup>3</sup> (tilsvarende som i beregningsverktøyet for spredning).

Gravemasser i tilstandsklasse 3 kan gjenbrukes som både overflatenære og dypereliggende masser på «strand sør» og «strand sør indre».

Erfaringsmessig er miljømyndighetene restriktive til å legge tilbake allerede oppgravde forurensete masser i tilstandsklasse 4, selv om en risikovurdering tilsier at risikoen er akseptabel. Det foreslås derfor at det kun er på området lengst vekk fra sjøen, dvs. på område «strand sør indre», at det blir aktuelt å gjenbruke masser i tilstandsklasse 4 som dypereliggende masser. Det foreslås at ved gjenbruk skal massene legges over grunnvannsspeilet. Dette anslås å ligge på dyp 1-2 m (ev. 2,5 m)<sup>43</sup> under terreng.

I Tabell 10.1 er det vist mengde masser i tilstandsklasse 3 som kan gjenbrukes som overflatenære og dypereliggende masser, samt mengde masser i tilstandsklasse 4 som kan gjenbrukes som dypereliggende masser i området «strand sør indre» fra 1-2 (2,5) m dyp.

Ved overskudd av gjenbruksmasser skal masser i tilstandsklasse 3 prioriteres fremfor masser i tilstandsklasse 4.

<sup>43</sup> Avhenger av hvor dypt grunnvannet står på de ulike delene av området.



I Tabell 10.1 er det også vist mengde masser som må leveres til godkjent deponi som ordinært avfall og som farlig avfall.

Klassifisering av forurensete masser som farlig avfall er utført i henhold til veileder fra Norsk forening for farlig avfall og Forum for miljøkartlegging og -sanering /18/. Resterende gravemasser som skal leveres til deponi blir klassifisert som ordinært avfall.

I beregningen av mengde gravemasser, samt mengden masser som skal leveres til deponi er det ikke tatt høyde for at stranden skrår ned mot sjøen.

Tabell 10.1: Overslag over volum masser ( $m^3$ ) som vil bli gjenbrukt og volum masser ( $m^3$ ) som vil bli levert til godkjent deponi i forbindelse med sanering av «strand sør» og «strand sør indre». For masser som skal leveres til deponi er det også beregnet mengder i tonn. Se beregninger i vedlegg Q.

	Volum ( $m^3$ )	Mengde (tonn)	Mengde (tonn) (inkl. 20 % usikkerhet)
<b>Tilgjengelige forurensete gravemasser</b>			
Forurensete gravemasser fra overflatelag (0–1 m) – «strand sør»	4 884		
Forurensete gravemasser fra dypereliggende lag (>1 m) – «strand sør»	1 966		
Forurensete gravemasser fra overflatelag (0–1 m) – «strand sør indre»	10 481		
Forurensete gravemasser fra dypereliggende lag (>1 m) – «strand sør indre»	10 126		
Sum	27 457		
<b>Gjenbruk av gravemasser</b>			
Masser i tilstandsklasse 1, 2, 3 og 4	4 615		
<b>Levering av masser til godkjent mottak</b>			
Ordinært avfall	6 685	11 365	13 637
Farlig avfall	16 157	27 467	32 960
Sum	22 842	38 831	46 598
<b>Behov for tilkjørte rene masser</b>			
Tilkjørte rene masser	22 842	38 831	46 598

#### 10.4 Betydning av nye foreslåtte tilstandsklasser

Foreslått akseptkriterium på 300 mg/kg bly for overflatenære masser er basert på en helsebasert risikovurdering utført med det nye beregningsverktøyet.

Foreslått akseptkriterium på 700 mg/kg bly for dypereliggende masser er basert på Tabell 7 i veileder TA-2553/2009 som sier at tilstandsklasse 4 kan aksepteres i dypereliggende masser hvis en risikovurdering tilsier at risikoen for spredning er akseptabel.

Ny foreslått øvre grense for tilstandsklasse 4 er lik 200 mg/kg (se vedlegg E), dvs. lavere enn det som er foreslått som akseptkriterium for overflatenære masser. Hvis resonnetet i avsnittet over skulle følges, ville dette innebære at med de nye grenseverdiene så ville kun masser med bly <300 mg/kg kunne gjenbrukes.

Mengde gravemasser i tilstandsklasse 4 tilsvarer ca. 2400  $m^3$  (se vedlegg Q). Disse massene måtte da leveres godkjent mottak, slik at totalt ca. 24 800  $m^3$  masser måtte leveres til mottak.

## 11 Tiltaksvurdering - infiserte masser og fremmede arter

### 11.1 Infiserte masser

Det er kun nødvendig med tiltak i de tilfellene der fremmede arter eller masser som er infisert av fremmede arter blir direkte berørt ved f.eks. graving eller forstyrrelse av masser/planter. Det er ikke nødvendig å sette i verk tiltak mot spredning dersom vegetasjon og fremmede uønskede arter ikke blir berørt. Det er heller ikke nødvendig å fjerne infiserte masser i et større omfang enn det som er nødvendig iht. planer i prosjektet. Det oppfordres generelt til at det ikke utføres inngrep i områder med fremmede arter dersom det ikke er nødvendig. Det anbefales imidlertid likevel å vurdere å fjerne hele forekomsten dersom prosjektet kommer i kontakt med deler av en forekomst.

Gravemasser fra områdene med «strand sør» og «strand sør indre» vil enten bli omdisponert på området eller levert til godkjent deponi for forurensede masser. Det vil ikke være aktuelt å omdisponere gravemasser utenfor tiltaksområdet. Infiserte masser kan dekkes til eller graves ned på stedet eller innenfor anleggsområdet. Infiserte masser skal ikke dumpes på steder innenfor anleggsområdet der det ikke er påvist fremmede arter.

Masser infisert av parkslirekne eller lupiner skal ikke graves ned andre steder enn der de står i dag. Det anbefales at oppgravde masser infisert av parkslirekne eller lupiner leveres til godkjent mottak/behandlingsanlegg.

Ved nedgraving og/eller tildekking skal infiserte masser dekkes med ugjennomtrengelig duk og minst 0,5 m rene masser, eventuelt med 1 m rene uorganiske masser. Infiserte masser bør da skilles fra rene masser med fiberduk. Omfanget av infiserte masser, inkludert soner rundt selve plantene jmf. Tabell 9.1, bør avmerkes på kartskisser.

Tiltaksplanen for forurensede masser vil være gjeldende også for håndtering av infiserte masser. Ved levering av forurensede masser som også er infisert av fremmede arter skal mottak få informasjon om dette og om hvilke arter det gjelder.

### 11.2 Fremmede arter

Kartlegging av planter gir en beskrivelse av situasjonen kun for den perioden den blir utført. Planter er levende og har stor variasjon i vekstsesong og tidspunkt for blomstring. Enkelte planter kan være vanskelig å artsbestemme dersom de ikke er i blomst eller har frukt/frø. I tillegg kan det være variasjoner i vekstsesonger mellom ulike år grunnet klima og værforhold.

Resultatet av kartleggingen vil være gjeldende i en begrenset periode. Planter kan spre seg og det kan komme inn nye arter som ikke ble funnet under kartleggingen. En kartlegging vil likevel kunne gi et godt bilde av situasjonen slik at tiltak kan planlegges.

Kartlegging av fremmede arter på aktuelle tiltaksområder på «strand sør» og «strand sør indre» ble utført av Forsvarsbygg i april 2021. Dette var litt før vekstsesongen var skikkelig i gang. Forsvarsbyggs biolog bør vurdere å ta en ny kartlegging og innmåling av de fremmede artene like i forkant av planlagt saneringsarbeid. Forekomster av fremmede skadelige arter bør da merkes i felt.

## 12 Tiltaksplan

På «strand sør» og «strand sør indre» omfatter nødvendig tiltak oppgraving og fjerning av overflatenære masser (0-1 m) med bly i tilstandsklasse 4, 5 og >tilstandsklasse 5, samt eventuelt dypereliggende masser (masser fra 1 m dyp og ned til grunnvannsspeilet) med bly i tilstandsklasse 5 og >tilstandsklasse 5 (se tegninger 10228458-RIGm-TEG-SS007, -SS008 og -SS014).

Før oppstart av sanering må gravearbeidet planlegges i samarbeid med entreprenør. Gravingen bør trolig starte lengst vekk fra strandlinjen. Graving og tilbakefylling av rene masser i området «strand sør» bør i all hovedsak foregå ved fjære sjø.

Tiltaksplanen for forurenset grunn vil være førende for håndteringen av infiserte masser.

### 12.1 Graveplaner og oppmerking av infiserte områder

Saneringsarbeidet skal utføres etter vedlagte graveplaner (tegning 10228458-RIGm-TEG-SS009 til -TEG-SS013), som gir en oversikt over hvilke områder og hvilke sjikt innenfor hvert område som skal saneres.

Områdene med fremmede, skadelige plantearter må måles inn og merkes i felt før oppstart av saneringsarbeid.

### 12.2 Utføring av gravearbeider

Generelt gjelder følgende:

- I nord grenser de to områdene «strand sør» og «strand sør indre» mot en gammel rampe for sjøfly, som er regulert vernet. Planlagt tiltak vil ikke berøre den gamle rampen for sjøfly i nord. Den sørligste delen av «strand sør» og «strand sør indre» ligger innenfor et kulturminneområde. Før igangsetting av saneringsarbeidet må det foreligge en tillatelse fra kulturminnemyndighetene.
- Alt grunnarbeid skal skje forsiktig, slik at det ikke oppstår fare for spredning av forurensning.
- All graving skal utføres slik at forurensete masser ikke blandes med rene masser.
- Eventuelt avfall i massene skal sorteres ut og leveres godkjent mottak for de ulike fraksjonene.
- Dersom det i forbindelse med gravearbeidet påtreffes andre masser som er tydelig forurenset (ut over det som alt er påvist), for eksempel misfargede masser, masser med lukt av olje/tjære, skal arbeidet stanses inntil en miljøgeolog har vurdert situasjonen.

### 12.3 Disponering av gravemasser

#### 12.3.1 «Strand sør»

Overflatenære masser (0-1 m/eller ned til grunnvannsspeilet) med bly tilsvarende tilstandsklasse 4, 5 og >tilstandsklasse 5, samt eventuelle dypereliggende masser (fra 1 m dyp og ned til grunnvannsspeilet) med bly tilsvarende tilstandsklasse 5 og >tilstandsklasse 5 skal graves opp og fjernes.

Oppgravde masser med bly tilsvarende tilstandsklasse 4 kan gjenbrukes som dypereliggende masser på området «strand sør indre» (ved dyp 1–2,5 m) (se kap. 12.3.2). Eventuelle overskuddsmasser skal leveres til godkjent mottak som har tillatelse til å ta imot masser med aktuell forurensningsgrad.

Alle oppgravde masser i tilstandsklasse 5 og > tilstandsklasse 5 skal leveres til godkjent mottak som har tillatelse til å ta imot masser med aktuell forurensningsgrad.

All graving i det sjønære området på «strand sør» avsluttes på nivå med grunnvannsspeilet/havnivå. Masser under grunnvannet/havnivå kan bli liggende igjen på området.

Dypereliggende masser med bly i tilstandsklasse 4 eller bedre kan bli liggende igjen på området.

Overflatenære masser (0-1 m) med bly tilsvarende tilstandsklasse 1–3 kan bli liggende igjen på området.

### **12.3.2«Strand sør indre»**

Overflatenære masser (0–1 m) og dypereliggende masser (fra 1 m dyp og ned til grunnvannsspeilet) med bly tilsvarende tilstandsklasse 5 og > tilstandsklasse 5, skal graves opp og fjernes. Forurensede masser skal leveres til mottak som har tillatelse til å ta imot masser med aktuell forurensningsgrad.

Overflatenære masser (0-1 m) med bly tilsvarende tilstandsklasse 4 skal graves opp og fortrinnsvis omdisponeres som dypereliggende masser (1-2,5 m dyp) (massene skal ligge tørt over grunnvannsspeilet). Eventuelle overskuddsmasser skal leveres til godkjent mottak som har tillatelse til å ta imot masser med aktuell forurensningsgrad.

Dypereliggende masser med bly i tilstandsklasse 4 eller bedre kan bli liggende igjen på området.

Overflatenære masser (0-1 m) med bly tilsvarende tilstandsklasse 1–3 kan bli liggende igjen på området.

## **12.4 Kontrollprøver/-måling**

### **12.4.1 Kontrollmålinger med XRF i løpet av saneringsarbeidet**

Det bør vurderes om det vil være hensiktsmessig med løpende kontroll av forurensningsgrad i gravemassene ved bruk av XRF-pistol. I så fall må det etableres en korrelasjonsfaktor mellom blykonsentrasjon målt med XRF, og blykonsentrasjon målt med kjemisk analyse.

### **12.4.2 Kontrollprøvetaking fra gravegroper**

Ved gjennomføring av saneringsarbeidet skal det utføres kontrollprøvetaking for å kontrollere grad av forurensning i de gjenværende massene i grave-områdene.

Kontrollprøvene skal tas som blandeprøver fra veggene og bunn i grave-områdene.

Antall kontrollprøver avhenger av størrelsen på grave-områdene, og vil bli avgjort i felt.

Kontrollprøvene vil bli tatt som blandeprøver bestående av flere stikkprøver.

Hvis det viser seg at første runde med graving ikke har fjernet masser med konsentrasjoner > akseptkriteriene vil det bli nødvendig med flere kontrollprøver etter graverunde nummer to. Dette gjelder imidlertid kun hvis de gjenværende massene ligger over grunnvannsspeilet.

Kontrollprøvetakingen skal utføres av en miljøgeolog.

Prøvene skal analyseres for bly, kobber, kvikksølv, sink og PAH.

### **12.4.3 Kontrollprøvetaking av tilbakefyllingsmasser**

Gravemasser med konsentrasjoner av bly i tilstandsklasse 3 og 4 skal legges på egne separate mellomlagre i påvente av gjenbruk (se kap. 12.5). Det skal tas kontrollprøver av disse massene for å bekrefte forurensningsgrad før de benyttes som tilbakefyllingsmasser.

Kontrollprøvetakingen skal utføres av en miljøgeolog.

Prøvene skal analyseres for bly, kobber, kvikksølv, sink og PAH.

### **12.4.4 Rumlefelt**

Det skal tas kontrollprøver av finstoffet i rumlefeltet (se kap. 12.7.3) etter endt saneringsarbeid.

Ved påviste konsentrasjoner av bly > tilstandsklasse 3 skal finstoffet leveres til godkjent deponi. Finstoff i tilstandsklasse 2 og 3 kan omdisponeres som overflatemasser på hhv. «strand sør» og «strand sør indre».

Antall kontrollprøver avhenger av størrelsen på rumlefeltet, og vil bli avgjort i felt. Kontrollprøvene vil bli tatt som blandeprøver bestående av flere stikkprøver.

Kontrollprøvetakingen skal utføres av en miljøgeolog.

Prøvene skal analyseres for bly, kobber, kvikksølv, sink og PAH.

#### **12.4.5 Sedimenter**

For å kontrollere at utført saneringsarbeid ikke har medført spredning av forurensning til sedimentene i sjøen utenfor, skal det etter endt sanering tas kontrollprøver av de øverste 0,1 m av sedimentene langs stranden.

Kontrollprøvene bør tas i et belte langs stranden ut til 0,3- 0,5 m vanddyb. Kontrollprøvene vil bli tatt som blandeprøver bestående av flere stikkprøver. Antall kontrollprøver vil bli avgjort i felt.

Viser kontrollprøvene at konsentrasjoner > akseptkriteriet for overflatenære masser på «strand sør» (dvs. øvre grense for tilstandsklasse 3 for bly, se kap. 10.1), skal det skrapes av masser, og tas en ny runde med kontrollprøver.

Kontrollprøvetakingen skal utføres av en miljøgeolog.

Prøvene skal analyseres for bly, kobber, kvikksølv, sink og PAH.

### **12.5 Mellomlagring**

Det legges opp til å benytte samme mellomlager som ved saneringen av «strand nord» i 2022 (se Figur 12.1).

Denne plassen har tett dekke, det vil dermed ikke være nødvendig å ta prøver av området før eller etter bruk. Etter bruk skal mellomlageret kostes, og oppsop skal håndteres som forurensede masser og leveres godkjent mottak.



Figur 12.1: Flyfoto som viser de undersøkte områdene «strand sør» og «strand sør indre» (ca. avgrenset med rød, stiplet linje), samt området planlagt brukt som mellomlager (avgrenset med oransje, stiplet linje). Kilde: [www.norgebilder.no](http://www.norgebilder.no).

På mellomlageret skal følgende massetyper lagres separat:

1. Masser i tilstandsklasse 3 som skal omdisponeres<sup>44</sup>
2. Masser i tilstandsklasse 4 som skal omdisponeres<sup>44</sup>
3. Masser som skal leveres til deponi som ordinært avfall
4. Masser som skal leveres til deponi som farlig avfall
5. Rene masser som kjøres inn på området

Utlekkingstestene viser at det er svært liten utlekkning av metaller fra massene, det anses derfor å være akseptabelt å mellomlagre masser karakterisert som farlig avfall på området.

Mellomlagring av forurensede masser skal foregå på en slik måte at forurensning ikke spres. Det skal anlegges en lav voll av rene masser rundt de forurensede mellomlagrede massene. Massene skal overdekkes ved nedbør. Ved fare for spredning av forurensede masser med vind skal mellomlagrede masser fuktes eller dekkes til.

Se også kap. 12.8.3 for mellomlagring av infiserte masser.

Ingen forurensede masser skal mellomlagres lenger enn 1 år<sup>45</sup>.

## 12.6 Utsortering av grove masser

På «strand sør» er det stein på stranden. Steinen vil bli sortert ut, og gjenbrukt på stranden. Større slaggklumper vil bli levert til godkjent mottak.

Forurensningen sitter i finstoffet. Hvis aktuelt kan derfor gravemasser med kornstørrelse over 25 mm, uten synlig belegg av ev. olje/tjære, sorteres fra og disponeres som rene masser dersom dette anses som økonomisk gunstig. Masser med diameter på 25 mm er å anse som grus, og er ikke finstoff. Denne diameteren er satt som grense da det er praktisk mulig å sortere ut masser med denne kornstørrelsen i et jordsorteringsanlegg.

Eventuell sortering av forurensede gravemasser skal foregå på tiltaksområdet. Aktuelt område for eventuell sortering av forurensede masser skal avgjøres i forkant av gjennomføringen av tiltaket.

## 12.7 Tiltak for å hindre spredning av forurensning i anleggsfasen

### 12.7.1 Vannbåren spredning

Inne på land skal det ikke graves i forurensede løsmasser som står under grunnvannsspeilet. Skulle det likevel være våte gravemasser som skal kjøres til deponi, skal disse avvannes før de kjøres vekk. Dette gjøres ved at massene først løftes opp over vannstanden og legges på kanten av gravegropen slik at mest mulig av vannet kan renne tilbake i gropen, deretter lastes de på biler med tette lastekarmer og kjøres til godkjent deponi, eventuelt legges på mellomlager i påvente av uttransportering.

Det skal om nødvendig treffes tiltak som minimerer tilstrømming av overflatevann til gravegroper.

Sanering av massene bør utføres ved at en graver fra land mot sjøen, for å i lengst mulig grad beholde en barriere av sand mot sjøen.

<sup>44</sup> Hvis hensiktsmessig kan masser som skal omdisponeres på området prøvetas på stedet der de graves opp, og fraktes direkte til aktuelt sted for omplassering, uten at de lagres på mellomlageret. Denne arbeidsmetoden ble benyttet ved sanering av «strand nord» og «strand nord indre» og sparte en god del kjøring.

<sup>45</sup> Under saneringsarbeidet på «strand nord» og «strand nord indre» ble alle mellomlagrede forurensede masser forløpende kjørt til mottak, og alle masser var levert til godkjent mottak da saneringsarbeidet var avsluttet.

Ved gravearbeid lengst ned mot vannkanten («strand sør») bør en likevel tilstrebe å utføre dette ved fjære sjø og rolig vann. Det er liten tidevannsforskjell i området, men erfaringsmessig vil det ved arbeider i strandsonen vaskes ut finkornige masser både ved utgravingsarbeider og ved tilbakelegging av masser. For å forhindre utilsiktet spredning av finstoff til sjøen og tilstøtende ålegresseng bør det etableres siltskjørt i sjøen utenfor stranden. Det bør av hensyn til påvist oljeforurensning i masser sør på tiltaksområdet også legges ut både absorberende lense og skjørtelense i sjøen.

Siltgardin med utenforliggende skjørtelense vil mest sannsynlig stoppe ev. partikkelspredning og ev. oljesøl som når sjøen. Vi ser det ikke som hensiktsmessig med turbiditetsmålere i sjøen utenfor lensene/siltgardinen.

### **12.7.2 Vindbåren spredning**

Gravearbeidene skal utføres i et område som er vindutsatt. I perioder med tørt vær vil det muligens kunne oppstå støvutvikling fra områder der det pågår gravearbeider og mellomagring av masser, samt i forbindelse med transport. Ved graving i og håndtering av forurensede masser skal støvutvikling motvirkes gjennom følgende tiltak:

- Lett vanning i graveområder, baseres på en løpende vurdering og avveining av risikoen knyttet til støv, sammenholdt med risiko for utvasking og spredning til vann.
- Tildekking av masser under transport, etter behov. Vil være særlig aktuelt ved transport ut av området.
- Regelmessig feiing og oppsamling av støv fra veinett, etter behov.
- Tildekking av eventuelle mellomlagrede masser (se også kap. 12.5).

### **12.7.3 Spredning med kjøretøy**

Forurensede masser kan feste seg til hjul og andre deler av kjøretøy, og spres til omliggende veinett.

Det skal etableres et felt med grov puk (rumlefelt), som alle kjøretøy på vei ut av saneringsområdet må passere over. Feltet skal bygges opp i en lengde på minimum 20 m, bredde 5 m og mektighet 0,5 m.

Hensikten er at sand/jord på dekk og kjøretøy skal frigjøres, som følge av friksjon og vibrasjon. Pukken i feltet må inspiseres jevnlig, og skiftes ut ved behov. Alternativt kan avsatt finstoff siktes fra, og pukken gjenbrukes.

Finstoffet fra rumlefeltet skal leveres til godkjent deponi, så fremt ikke prøvetakingen av massene viser at de er rene eller kan gjenbrukes på området (se kap. 12.4.4).

## **12.8 Tiltak for å hindre spredning av infiserte masser og fremmede arter i anleggsfasen**

Forsvarsbygg har en egen prosedyre for håndtering av infiserte masser, som bl.a. stiller krav om dokumentasjon og arkivering for at infiserte masser skal kunne oppspores i etterkant.

### **12.8.1 Generelt**

- Maskiner og utstyr som benyttes til vegetasjonsrydding eller grunnarbeid i områder med fremmede arter eller infiserte masser skal rengjøres (minimum avbørsting) for planterester og jord før bruk utenfor anleggsområdet eller i områder der fremmede arter/infiserte masser ikke er påvist. Dette gjelder alle deler av maskinen/utstyret som kommer i kontakt med massene.



Masser som børstes av (oppsop), skal håndteres som infisert og i tråd med anbefalingene i rapporten.

- Ved rengjøring av maskiner og utstyr er det meget viktig at dette ikke blir utført i nærheten av resipienter. Spyling av utstyr med påfølgende utslipp til resipienter eller områder som ikke er infisert av fremmede arter er ikke tillatt.
- Transport av vegetasjon med fremmede skadelige arter/infiserte masser ut av anleggsområdet, må skje uten fare for at masser med frø, røtter eller plantedeler blåser/faller av lasteplan/container. Transporten bør derfor skje i lukket container eller på overdekket lasteplan. Før utkjøring fra det infiserte området skal kjøretøyets dekk børstes rene for masser som kan inneholde frø, stengel- eller rotfragmenter (se kulepunkt over).
- Dersom det er aktuelt å benytte områder med fremmede arter til riggområde, anleggsvei eller lignende, uten at det er planlagt å fjerne infiserte masser, skal det i disse områdene legges sterk duk over vegetasjon/infiserte masser for å hindre spredning. I tillegg bør man legge et lag med mineralske masser over duken for å unngå skade på duken og for å holde duken på plass. Plantemateriale (stengler/blad) av de fremmede artene bør fjernes før man legger duk på.
- Områder med parkslirekne som blir tildekket kan etter anleggsfasen forbli tildekket og eventuelt dekket med fyllmasser/vekstjord og beplantes/revegeteres. Området bør sprøytes før tildekking. Dette må avklares nærmere med byggherre. Det vises også til forskrift om plantevernmidler.
- Tildekkede områder må følges opp og tiltak iverksettes dersom det påvises fremmede skadelige arter på området.
- Områder med fremmede, skadelige arter skal følges opp jevnlig for å vurdere ev. videre spredning etter at den aktuelle aktiviteten/prosjektet er gjennomført. Slik oppfølging skal legges inn i prosjektplanen for gjennomføring av den aktuelle aktiviteten/prosjektet. Oppfølgingen skal dokumenteres og arkiveres /30/.

### 12.8.2 Vegetasjon

- Vegetasjon bestående av fremmede arter skal ikke håndteres fritt eller deponeres i naturen.
- Områder med fremmede arter merkes i terrenget før anleggsarbeidene starter. Fjerning av vegetasjon fra disse områdene bør utføres før øvrig vegetasjon fjernes.
- Plantemateriale av kanadagullris, hagelupin, rynkerose, parkslirekne, gravmyrt, gullregn og russekål skal leveres til forbrenning.
- Rynkerose bør kun kuttes rett før oppgraving av masser.
- Plantemateriale av hagelupin bør fjernes før blomstring og/eller frøsetting.
- Forekomster av parkslirekne kan sprøytes i flere omganger før anleggsperioden starter, og det bør i så fall også sprøytes rett før anleggsstart. Det anbefales å benytte damp/varmt vann. Merk at det kan være restriksjoner på bruk av kjemiske plantevernmidler, spesielt rett ved en vannforekomst. Det vises også til forskrift om plantevernmidler.
- Nedkuttet plantemateriale av fremmede arter kan mellomlagres i container eller på stedet der planten har stått. Plantemateriale av fremmede arter skal ikke mellomlagres på bakken i områder med rene masser eller områder som er sanert for fremmede arter. Mellomlagring av plantemateriale av fremmede arter på disse områdene kan skje på duk, tildekket.
- Plantemateriale av fremmede arter skal ikke deponeres eller mellomlagres i nærheten av resipienter.

- Plantemateriale med fremmede arter må transporteres uten fare for videre spredning, f.eks. i lukkede plastsekker eller containere.
- Plantemateriale av fremmede arter kan fjernes samtidig med infiserte masser dersom dette er hensiktsmessig, og ikke medfører økt risiko for spredning. Det må avklares med mottak om masser kan inneholde store mengder vegetasjon.
- Planter som ikke er av fremmede arter kan håndteres fritt innenfor gjeldende lovverk, eller i henhold til kontrakt. Ved usikkerhet skal plantene leveres til forbrenning.

### 12.8.3 Infiserte masser

- Håndtering av infiserte masser må ses i sammenheng med håndtering av forurensede masser. Dersom de infiserte massene er forurenset av miljøgifter vil tiltaksplan for forurenset grunn gjelde. Ved levering av forurensede masser som også er infisert av fremmede skadelige arter skal mottak få informasjon om dette og om hvilke arter det gjelder.
- Masser vurderes som infisert til de oppgitte dybdene, målt fra terrengoverflate ved anleggsstart. Infiserte løsmasser bør graves ut før øvrige løsmasser, og ikke blandes med disse da dette vil føre til at alle massene må håndteres som infisert. Dette gjelder ikke dersom masser er forurenset og skal leveres godkjent mottak, og det er iht. anbefalinger fra mottaket.
- Det skal ikke sorteres ut grove masser og stein fra infiserte masser.
- Det er ikke nødvendig å fjerne infiserte masser utover det som er nødvendig iht. planer i prosjektet. Gjenværende infiserte masser skal skilles fra rene masser med duk.
- Infiserte masser kan legges tilbake samme sted som de graves opp, fortrinnsvis som dypereliggende masser.
- All håndtering av infiserte masser skal utføres slik at det ikke er fare for spredning av fremmede skadelige arter til resipienter i området. Dersom infiserte masser kommer på avveie må det utføres en risikovurdering av om massene kan bli liggende der de er, samt vurderes hvilke tiltak som vil være hensiktsmessige. Eventuelt må masser graves opp og fjernes og håndteres iht. tiltak beskrevet.
- Mellomlagring av infiserte masser bør så langt som mulig unngås. Dersom mellomlagring er nødvendig, bør dette skje på egnet duk, og overdekket for å unngå at massene blandes med øvrige biologisk rene masser. Mellomlagrede masser må dekkes med tett duk. Området der infiserte masser blir mellomlagret eller omdisponert skal avmerkes med kart. Området må følges opp også etter anleggsslutt.
- Infiserte masser som skal fjernes fra området skal ikke kjøres til ordinær jordtipp, men leveres til mottak eller behandlingsanlegg som er godkjent for lagring/håndtering av slike masser. Det skal opplyses til anlegget/mottaket om hvilke fremmede skadelige arter løsmassene inneholder. Det bør på forhånd avklares hvilke(t) anlegg/mottak det er aktuelt å levere masser til, slik at håndteringen kan tilpasses anleggets/mottakets krav.

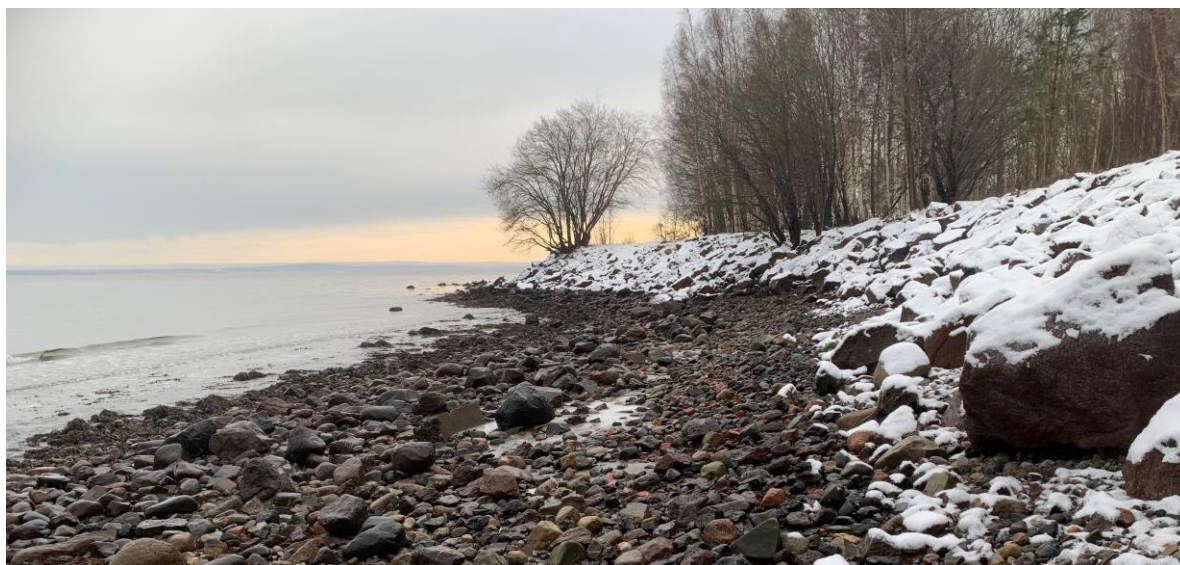
## 12.9 Istandsetting

Det legges opp til at terrenget i saneringsområdet skal tilbakeføres til tilsvarende nivåer som før oppstart av saneringsarbeidet., og det skal derfor fylles på med rene masser i saneringsområdene.

Tilførte masser skal tilfredsstillende normverdiene gitt i Forurensningsforskriftens kapittel 2. Tilførte masser skal ikke inneholde fremmede skadelige plantearter.

Ved reetablering av gangveien, stranden og terrenget må det innhentes råd fra geotekniker, både mhp typer masser og prosedyrer for utlegging av masser. Geotekniker må også rådføres angående bruk av egnet stein til plastring av terrenget mot sjøen for å unngå erosjon.

Stranden skal ikke tilrettelegges for bading, men skal tilbakeføres slik den fremtrer i dag, med et dekke av større og mindre rullestein (se Figur 12.2).



Figur 12.2: Bilde fra «strand sør». Bildet er tatt mot sør. Foto: Gunnar Olstad, Multiconsult.

Det bør være lite finstoff i de tilførte massene på stranden for å minimere utvasking av finstoff til sjøen. Dette vil være et tiltak for å forhindre tilslamming av forekomsten med ålegrasseng nordøst for «strand sør». Videre vil plastring av terrenget, som nevnt over, hindre utvasking av finstoff til sjøen.

Det bør fortrinnsvis benyttes knuste masser ved reetablering av terrenget og stranden. På området «strand sør indre» som skal tilbakeføres til vegetert område, må det også øverst legges på et lag av vekstjord. Mektigheten til vekstjordlaget, samt type vekstjord bør avgjøres av en anleggsgartner.

På området «strand sør indre» som er planlagt tilbakeført med gangvei og vegetasjon må det samarbeides med en natur-restaurerer for god istandsetting av arealene.

Når det gjelder revegetering så anbefaler Forsvarsbyggs biolog stedegne arter som allerede vokser i området.

### 12.10 Beredskap ved spill/uhell

Dersom det i løpet av saneringsarbeidet skulle oppstå en uventet forurensningssituasjon slik som f.eks. spill av olje skal følgende tiltak iverksettes:

- Tilsølte masser skal fjernes og leveres til godkjent mottak for forurensede masser
- Entreprenør skal ha nødvendig beredskap på stedet for å stanse akutt forurensning, samt fjerne og/eller begrense virkningen av den.
- Prøvetaking må utføres for å dokumentere at forurensningen er fjernet.

### 12.11 Kontroll og overvåkning

- Entreprenør skal ha ansvaret for oppfølging av tiltaksplanen.
- Entreprenør skal føre logg over sluttdisponering av berørte forurensede masser.

### 12.12 Sluttrapport

Tiltakshaver har ansvar for at det blir utarbeidet en sluttrapport med dokumentasjon på hvordan saneringsarbeidet er utført og hvordan gravemassene er disponert. Rapporten skal beskrive arbeid og tiltak som er gjennomført, resultater som er oppnådd og eventuelle avvik. Resultater av kontrollprøver legges ved sluttrapporten. Dokumentasjon på levering av forurensede masser skal skje i form av veielapper fra mottaker.

Sluttrapporten skal oversendes fra tiltakshaver til Statsforvalteren for Vestfold og Telemark etter at saneringsarbeidet er avsluttet.

Etter at tiltaket er utført skal tiltakshaver rapportere forurensningssituasjonen på området til Miljødirektoratets database Grunnforurensning.

### 12.13 Oppsummering av tiltaksplan

Forurensningsforskriftens kapittel 2 *Opprydding i forurenset grunn ved bygge- og gravearbeider* inneholder blant annet krav om at det skal utarbeides en tiltaksplan dersom normverdiene i vedlegg 1 til forurensningsforskriften er overskredet.

Tabell 12.1 presenterer de syv punktene som omfattes av § 2-6 *Krav til tiltaksplan*.

Tabell 12.1: Presentasjon av punktene som omfattes av §2-6 Krav til tiltaksplan.

Punkt i § 2-6	Kortfattet beskrivelse	Kapittel
Redegjørelse for undersøkelser som er foretatt	Det er utført miljøgeologiske grunnundersøkelser i tiltaksområdet, og det er påvist forurensning av uorganiske og organiske miljøgifter. Høyeste påviste tilstandsklasse av bly er > tilstandsklasse 5.	5 og 6
Redegjørelse for fastsatte akseptkriterier	Det er fastsatt akseptkriterier for bly i overflatenære og dypereliggende masser.	10
Vurdering av risiko for forurensningsspredning under arbeidet som følge av terrenngrepet	Risiko for spredning av forurensning som følge av grunnarbeidene er vurdert, og det er foreslått tiltak for å minimere risikoen.	12.7
Redegjørelse for hvilke tiltak som skal gjennomføres.	Tiltaksplanen redegjør for hvordan de forurensede gravemassene skal håndteres og disponeres.	12
Redegjørelse for hvordan forurenset masse skal disponeres	Alle masser med forurensning over fastsatte akseptkriterier skal leveres til mottak som har tillatelse til å ta imot masser med aktuell forurensningsgrad.	12.3
Redegjørelse for kontrolltiltak	Dersom det i forbindelse med saneringsarbeid påtreffes andre typer løsmasser enn det som er beskrevet i tiltaksplanen, eller andre masser som er tydelig forurenset, for eksempel masser med lukt av olje/tjære, skal arbeidet stanses inntil en miljøgeolog har vurdert situasjonen. Det skal tas kontrollprøver fra bunn av graveproper for å sikre at alle forurensede masser fjernes. Entreprenøren skal ha nødvendig beredskap på stedet for å stanse akutt forurensning, samt fjerne og/eller begrense virkningen av den. Entreprenør skal føre logg over sluttdisponering av berørte forurensede masser. Veiesedler skal tas vare på slik at dette kan dokumenteres i sluttrapporten.	12.2, 12.4, 12.10, 12.11 og 12.12
Dokumentasjon av at tiltaksgjennomføringen blir utført av godkjente foretak	Utførende entreprenør vil ha ansvaret for å håndtere forurensningen i henhold til tiltaksplanen og eventuelle vilkår stilt av myndighetene. For tiltak i forurenset grunn forutsettes det at entreprenøren skal kunne tilfredsstille kravene som følger av tiltaksklassen for eventuell ansvarsrett etter Plan- og bygningsloven eller andre krav som myndighetene eventuelt måtte stille.	

## 13 Forurensningssituasjonen etter utført tiltak

Sanering av forurensede masser vil medføre en forbedring i forurensningssituasjonen og miljøkvaliteten på området.

Miljømålene for området vil være oppfylt så lenge tiltaksplanen følges.

## 14 Referanser

- /1/ Forsvarsbygg, 2021. Bakgrunn: grunnundersøkelser KJV Horten. Notat.
- /2/ Statens forurensningstilsyn (SFT) (nå Miljødirektoratet), 2009. Veileder. Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn. TA-2553/2009.
- /3/ Standard Norge, «Systemer for kvalitetsstyring. Krav (ISO 9001:2015)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN ISO 9001:2015.

- /4/ Norsk Standard, 2006. Jordkvalitet. Prøvetaking. Del 5: Veiledning for fremgangsmåte for undersøkelse av grunnforurensning på urbane og industrielle lokaliteter. NS-ISO 10381-5.
- /5/ Direktoratet for naturforvaltning, 2001. Kartlegging av marint biologisk mangfold. DN-håndbok 19-2001 revidert 2007.
- /6/ Direktoratet for naturforvaltning, 2006. Kartlegging av naturtyper – verdisseting av biologisk mangfold. DN-håndbok 13, 2. utgave. (Oppdatert 2007).
- /7/ Miljødirektoratet, 2018. Veileder for håndtering av sediment – revidert 25. mai 2018. Veileder M-350 | 2015.
- /8/ EN 12457-2:2003-01. Characterization of waste - leaching - compliance test for leaching of granular and sludges - part 2: one stage batch test at a liquid to solid ratio of 10 l/kg with particle size below 4 mm (without or with size reduction).
- /9/ EN 14405:2017. Characterization of waste - leaching behaviour test - up-flow percolation test (under specified conditions).
- /10/ Miljødirektoratet, 2020. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota – revidert 30.10.2020. Veileder M-608 | 2016.
- /11/ Miljødirektoratet, 2015. Risikovurdering av forurenset sediment. Veileder M-409 | 2015.
- /12/ Horten kommune, 2019. Plankart.  
<https://www.horten.kommune.no/kommunalomrader/kultur-og-samfunnsutvikling/kommuneutvikling/kommuneplan/arealdelen/>
- /13/ Statens forurensningstilsyn (SFT) (nå Miljødirektoratet), 1999. Veiledning om risikovurdering av forurenset grunn. Veiledning 99:01a.
- /14/ Norges geotekniske institutt (NGI), 2020. Utvikling av nytt verktøy for risikovurdering av human helse på forurenset grunn i Norge. Dok. nr. 20180840-01-R.
- /15/ Norges geotekniske institutt (NGI), 2020. Spredningsveileder for forurenset grunn. Forslag til ny spredningsmodell – grunnlagsrapport til Miljødirektoratet. Dok. nr. 20170577-01-R.
- /16/ Norges geotekniske institutt (NGI), 2020. Oppdatering av stoffdata for forbindelser i forurenset grunn. Dok. nr. 20160648-04-R.
- /17/ Englund, J.-O., 1980. Generell hydrogeologi. ISBN 82-557-0091-9.
- /18/ Norsk forening for farlig avfall og Forum for miljøkartlegging og –sanering, 2020. Hva gjør avfall farlig? Versjon 4.0.
- /19/ Forsvarsbygg, 2021. Hensyn til biologisk mangfold ifm tiltak i forurensete områder på Møringa, Karljohansvern. Notat.
- /20/ Lovdata, 2015. Forskrift om fremmede organismer.
- /21/ Lovdata, 2009. Naturmangfoldloven.
- /22/ Miljødirektoratet, 2022. Høring av nye normverdier og tilstandsklasser for forurenset grunn. Vedlegg 1 – konsekvensvurdering av nye normverdier og tilstandsklasser for forurenset grunn.
- /23/ Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften). Kap. 11 Farlig avfall.
- /24/ BioFokus, 2019. Kartlegging av totannkøllesnegl, *Balea biplicata*, i Horten, Vestfold i 2019. BioFokus-notat 2019-66.

- /25/ M-2171 Verktøy for risiko menneskers helse.
- /26/ M-2173 Verktøy spredning fra forurenset grunn.
- /27/ NGU, 2007. Forslag til tilstandsklasser for jord. Rapport 2007.19.
- /28/ Miljødirektoratet, 2022. Høring av nye normverdier og tilstandsklasser for forurenset grunn. Vedlegg 1 – konsekvensvurdering av nye normverdier og tilstandsklasser for forurenset grunn.
- /29/ Norges geotekniske institutt (NGI), 2021. Grunnlagsrapport – Nye foreslåtte normverdier og tilstandsklasser for forurenset grunn. Rapport M-2169|2021. Dok.nr. 20200490-01-R. Rev.nr. 1 / 2022-09-08.
- /30/ Forsvarsbygg, 2022. Håndtering av masser som kan inneholde frø eller plantedeler fra fremmede arter. Dok.nr. FBKS-51-4848.