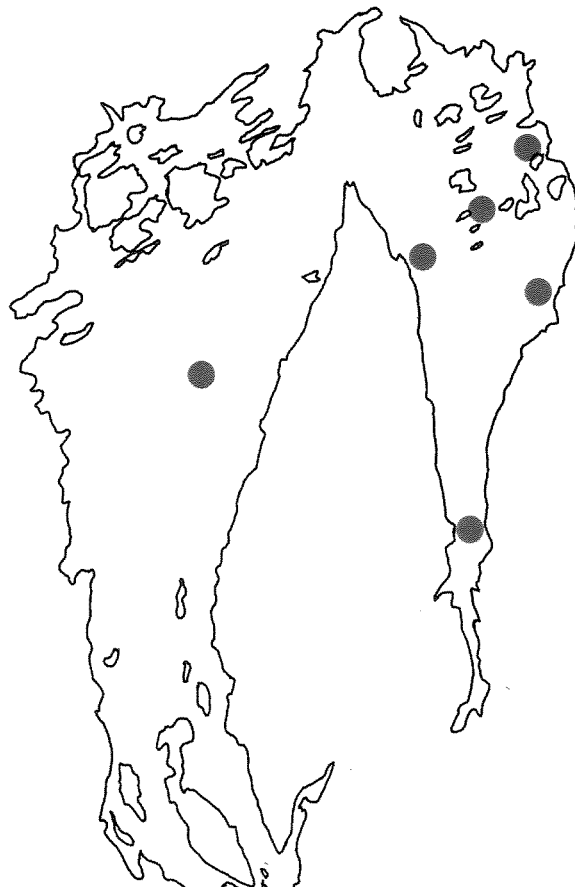


O-94206

# Vurdering av deponerings- lokaliteter i Indre Oslofjord



# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.:	Undernr.:
Løpenr.:	Begr. distrib.:
3221	

<b>Hovedkontor</b> Postboks 173, Kjelsås 0411 Oslo Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00	<b>Sørlandsavdelingen</b> Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47) 37 04 30 33 Telefax (47) 37 04 45 13	<b>Østlandsavdelingen</b> Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47) 62 57 64 00 Telefax (47) 62 57 66 53	<b>Vestlandsavdelingen</b> Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47) 55 32 56 40 Telefax (47) 55 32 88 33	<b>Akvaplan-NIVA A/S</b> Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47) 77 68 52 80 Telefax (47) 77 68 05 09
--	---	--	---	--

Rapportens tittel: Vurdering av faste deponeringslokaliteter i Indre Oslofjord.	Dato: 21.3.95	Trykket: NIVA 1995
	Faggruppe: Marinøkologisk	
Forfatter(e): Aud Helland	Geografisk område: Oslo	
	Antall sider: 37	Opplag:

Oppdragsgiver: Oslo Havnevesen	Oppdragsg. ref.:
-----------------------------------	------------------

## Ekstrakt:

Rapporten vurderer egnetheten hos seks lokaliteter i Indre Oslofjord som deponeringsplass fortrinnsvis for rene muddermasser. Faktorer som vanddyp, bunntopografi, volum kapasitet, strømhastighet, sjiktninger i vannmassen, karakterisering av bunnsedimentene, bunnfauna, om området er et potensielt gyte- og oppvekstområde for fisk og skalldyr og om det lever sjøpattedyr i området, danner grunnlaget for å vurdere ulike lokaliteter opp mot hverandre. Det var små forskjeller i egnetheten av de fleste lokalitetene i Indre Oslofjord. Lokalitetene lå svært nær hverandre geografisk. Bekkelagsbassenget ble vurdert til å være best egnet ut i fra områdets svært dårlige miljøkvalitet og derved store forbedringspotensiale.

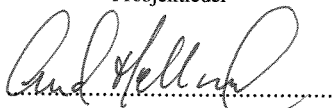
4 emneord, norske

1. Konsekvensvurdering
2. Dumping
3. Miljøgifter
4. Oslo havn

4 emneord, engelske

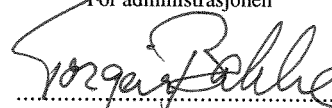
1. Impact assessment
2. Dumping
3. Environmental contaminants
4. Oslo harbour

Prosjektleder



Aud Helland

For administrasjonen



Torgeir Bakke

ISBN-82-577-2733-4

## Forord

*På oppdrag for Oslo Havnevesen (OHV) har Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Norges geotekniske institutt (NGI) og Aquateam A/S utført undersøkelser vedrørende utfylling av Grønlibukta.*

*Prosjektplan med beskrivelse av alle delprosjektene ble oversendt OHV 16.6.94. Audun Hauge (NGI) har vært koordinator for prosjektet og har vært kontaktperson mot OHV v/ Sjefsingeniør John Nilsen.*

*NIVAs oppgave har bestått av følgende tre delundersøkelser:*

- 1. Undersøkelser av forurensninger i Grønlibukta, Oslo Havn  
(v/ Roger Konieczny)*
- 2. Vurdering av lokaliteter for deponering av muddermasser i indre Oslofjord  
(v/ Aud Helland)*
- 3. Effekt av propellstrøm for oppvirvling av bunnsedimenter i Oslo Havn  
(v/ Jan Magnusson)*

*Foreliggende rapport omfatter delundersøkelse 2.*

*Oslo, mars 1995*

  
*Aud Helland*  
*prosjektleder*

# Innhold

Forord.....	2
Innhold.....	3
Sammendrag og konklusjoner.....	4
1. Innledning.....	5
2. Metode.....	7
2.1. Klassifisering av miljøkvalitet.....	7
2.2. Prosedyre for vurdering av deponeringslokaliteter.....	7
3. Vurdering av egnethet for deponering på utvalgte lokaliteter.....	13
3.1. Lokalitet 1: Nesodden vest - Fjellstrand.....	13
3.2. Lokalitet 2: Nesodden øst - Ursvik / Hellvik.....	16
3.3. Lokalitet 3: Langøya - Malmøykalven.....	20
3.4. Lokalitet 4: Bekkelagsbassenget.....	24
3.5. Lokalitet 5: Hvervenbukta - Fiskvollbukta.....	27
3.6. Lokalitet 6: Bunnefjorden.....	31
4. Samlet vurdering av alle lokaliteter.....	35
5. Referanser.....	37

## Sammendrag og konklusjoner

Det er utarbeidet et evalueringsskjema for vurdering av en lokalitets egnethet som deponeringsplass. Vurderingen har som grunnprinsipp å ta hensyn til miljøet. Vurderingsskjemaet er utarbeidet som hjelpemiddel for å utføre en mest mulig objektiv vurdering av ulike lokaliteter. Etter endt vurdering oppnår en lokalitet en poengsum som gjør det mulig å vurdere ulike lokaliteter opp mot hverandre. Det er ikke mulig å avgjøre hvor mange poeng en lokalitet må ha for å kunne sies å være egnet som deponeringsplass, vurderingen må sies å gi en grov førstehånds rangering av lokalitetene. Den endelige avgjørelsen for en lokalitets egnethet er basert på skjønn med basis i den forutgående vurderingen.

Ved vurdering av en lokalitet er det tatt hensyn til følgende faktorer: vanddyp, bunntopografi, volum kapasitet, strømhastighet, sjiktninger i vannmassen, karakterisering av bunnsedimentene, bunnfauna, om området er et potensielt gyte- og oppvekst-område for fisk og skalldyr, og om det lever sjøpattedyr i området.

Ved valg av lokaliteter i Indre Oslofjord ble det i utgangspunktet lagt vekt på vanddyp. Bassenger med stort vanddyp ble ukritisk plukket ut for videre vurdering vha. "vurderingsskjema for egnethet". Følgende lokaliteter ble vurdert:

- Lokalitet 1: Nesodden vest - Fjellstrand
- Lokalitet 2: Nesodden øst - Ursvik / Hellvik
- Lokalitet 3: Langøya - Malmøykalven
- Lokalitet 4: Bekkelagsbassenget
- Lokalitet 5: Hvervenbukta - Fiskvollbukta
- Lokalitet 6: Bunnefjorden.

Lokalitetene ligger i et begrenset område, de er derfor relativt like. Generelt er det topografi og volum, sedimentkarakteristikk, grad av forurensning og avstand fra land som varierer på lokalitetene. Det vil alltid være en diskusjon om hvilke faktorer som skal vektlegges mest ved en vurdering. I vurderingsskjemaet ble f.eks. topografi og karakterisering av bunnsedimenter, i det ligger grad av forurensning, vurdert likt. Ved den endelige skjønnsmessige vurderingen av lokalitetene ble tyngden lagt på argumentet om at miljøkvaliteten ikke skal skades, men tvert om skal bedres ved deponering, grad av forurensning ble derfor utslagsgivende. Ut i fra dette ble Bekkelagsbassenget vurdert som den best egnede lokaliteten. Denne lokaliteten har den absolutt dårligste miljøkvaliteten, det vil derfor være liten eller ingen fare for ødeleggelse av eksisterende miljø og lokaliteten har derved et stort forbedringspotensiale.

# 1. Innledning

Oslo havnevesen har et behov for nye havnearealer. I den forbindelse har de planer om utfylling i Lohavna, Grønlibukta. Bunnsedimentene i bukta er, som sedimentene ellers i indre havn, sterkt forurenset (Konieczny, 1994 a, b).

For å hindre faren for spredning av forurensning fra Grønlibukta ønsker OHV å avskjære bukta med en steinsjeté. Bukta vil da fungere som et deponi for lokale masser samtidig som den kan ta i mot masser fra andre problemområder. Ved avsluttet utfylling vil OHV få nye arealer for ønsket havneutbygging.

For å komme fram til en løsning for Grønlibukta har det vært behov for et tverrfaglig samarbeid mellom NGI, NIVA og Aquateam A/S. Hvor NGI har stått for de geotekniske undersøkelsene i bukta samt dimensjonering av sjetéløsning. NIVA har undersøkt forurensningspotensialet i bukta og vurdert effektene ved oppvirvling av forurensede masser samt vurdert ulike andre lokaliteter for mottak av mindre eller ikke-forurensede masser. Aquateam A/S har undersøkt sedimentenes kondisjonerings-, sedimenterings- og fortykningsegenskaper samt forurensningsgrad av vannfasen som vil pumpe tilbake til sjøen ved en eventuell mudring.

*Målet med foreliggende rapport har vært å komme med forslag til lokaliteter i Indre Oslofjord som kan være egnet for deponering av muddermasser.*

I et havneområde vil det stadig være behov for mudring med påfølgende deponering av muddermassene. Dette kan være i forbindelse med opprettholdelse av tilfredstillende seilingsdyp, ved utbygginger o.l. En hovedregel i dag er at man bør tilstrebe å la masser som kommer i fra sjøen, forbli i sjøen. Hovedproblemet med dette er at massene, og da særlig i havneområder ofte er sterkt forurenset hvilket fører til spredning av forurensede partikler. Oppvirvling av partikler vil foregå både ved mudring og deponering, men i begge tilfeller være relativt kortvarig. For å hindre uønsket spredning fra disse prosessene kan f.eks. siltskjørt benyttes.

Oppvirvling av partikler vil også foregå som følge av båttrafikk og propellbruk (jfr. delundersøkelse 3). Eksperimentelle undersøkelser med sedimenter fra indre havneområde har vist at utløsning av kvikksølv og /eller små partikler som inneholder kvikksølv holder seg svevende i vannmassene lenge etter oppvirvling (Skei et al., 1994). De samme eksperimentene viste at organsimer som utsettes for slik oppvirvling akkumulerer miljøgifter som polyaromatiske hydrokarboner (PAH), polyklorerte bifenyler (PCB) og kvikksølv (Hg). Eksperimentene viste også at forurensede sedimenter som ikke utsettes for oppvirvling i liten grad frigir forurensning.

I lys av dette må det sees på som en fordel å fjerne eller dekke til forurensede sedimenter som stadig utsettes for oppvirvling, som f.eks. bunnsedimentene i Grønlibukta. Det planlagte deponiet i Grønlibukta vil kunne romme adskillig mer masse enn de som ligger på stedet. Et deponi her vil i så måte være en ressurs som i størst mulig grad bør benyttes til problemsedimenter.

Bunnsedimentene i endel av dypområdene i indre fjord er også sterkt forurenset (Konieczny, 1994 a). Som nevnt over vil disse i langt mindre grad frigi forurensning sammenlignet med masser i grunnområdene. Likevel vil massene i disse dypområdene ha et potensiale for forurensning. Ved tildekking av slike bunnsedimenter med rene masser vil man oppnå en bedret miljøkvalitet, samtidig som man får løst et deponeringsbehov.

I Norge har vi relativt liten erfaring med mudring og deponering i det marine miljø. Det finnes pr i dag ingen offisielle retningslinjer for hvordan dette skal gjøres. Statens forurensningstilsyn (SFT) har utarbeidet et forslag til kriterier "Retningslinjer vedrørende mudring, utfylling og dumping i marine områder" datert 8 juni 1994. Disse er til høring hos ulike instanser som kan ha behov for slike retningslinjer.

Land som Tyskland, Holland, Belgia og U.S.A. har større erfaring innen dette fagområdet. I U.S.A. har United States Army Corps of Engineers (USACE) og United States Environmental Protection Agency (EPA), begge i Washington bred erfaring med mudring og deponering på nasjonal basis og har utarbeidet retningslinjer for dette. Det er utarbeidet omfattende evalueringsrutiner ved mudring og deponering som blandt annet omfatter fysisk, kjemisk og biologisk karakteristikk av sedimentene (figur 1) (USACE/USEPA, 1992). Ved vurdering av potensielle miljøeffekter tas det hensyn til effekter i de frie vannmasser (pelagialen) og effekter på livet på bunnen (benthos). Forurensningspåvirkningen i vannmassene vurderes ut fra vannkvalitet (kjemisk) og ut fra giftighet (biologisk). Dette kan baseres på elutriattester og biotester. Påvirkning på bunnen vurderes ut fra giftighet og bioakkumulering. Ved valg av dumpelokalitet er det viktigste hensynet knyttet til effekter på biologiske ressurser og gyteområder (fisk og skalldyr). Det stilles også krav om overvåking på dumpestedet.

NIVA har tidligere på vegne av Elkem PEA, Porsgrunn Havnevesen og Hydro Porsgrunn gjort en evaluering av dagens kunnskap og miljøproblemer knyttet til mudring og deponering av forurensede masser i det marine miljø samt alternative mudrings- og deponeringsmetoder (Skei, 1991a) b), 1993). Dette arbeidet var basert på et litteraturstudium samt reiser i Tyskland, Holland, Belgia og U.S.A.

En videre oppdatering av dagens kunnskap innen mudring og deponering foregår i disse dager ved NIVA, NGI, Aquateam A/S og Det Norske Veritas Industry A/S. Instituttene arbeider i felleskap med en sammenfattende rapport basert på et internasjonalt symposium "Dredging 1994" som ble arrangert i Florida i november i år.

## 2. Metode

Ved vurdering av lokalitetene i Indre Oslofjord er forslaget til retningslinjer fra SFT lagt til grunn samt arbeidene nevnt under pkt. 1 og tilsvarende arbeider utført for Østfold Fylke, Miljøvern avdelingen (Helland, 1994).

Ved mudring og deponering i det marine miljø er det mange faktorer som må tas i betraktning. Et grunnleggende spørsmål er hvilken miljøkvalitet muddermassene og bunnsedimentene på henholdsvis mudrings- og deponeringslokalitetene har.

### 2.1. Klassifisering av miljøkvalitet

Før mudring eller deponering kan finne sted må lokalitetens miljøkvalitet være klarlagt. Denne er basert på sedimentkvalitetskriterier som er relatert til sedimentenes øvre lag (0-2 cm). Innholdet av metaller og organiske miljøgifter (i følge tabell 1) i overflatelaget vil klassifisere lokalitetens miljøkvalitet (Rygg og Thélin, 1993). Mudre- og dumpe-lokalitetens miljøkvalitet er viktig og begge typer lokalitet stiller krav til renhet på massene. Sedimenter i klasse 3 - 5 regnes som forurenset, dvs. sedimenter i disse klassene har ikke tilfredstillende miljøkvalitet.

Potensialet for frigivelse av eventuelle miljøgifter vil være større fra selve dumpemassene enn fra sedimentene på dumpelokaliteten. Dette fordi en større mengde partikler bringes i suspensjon fra mudringsmassene under dumpingene enn fra bunnen som mottar massene. I begge tilfeller vil det imidlertid være nødvendig å vite lokalitetens miljøkvalitet. På mudringslokaliteten må man i tillegg vite det totale innholdet av miljøgifter. Avhengig av sedimentasjonshastigheten vil det i de fleste tilfeller være tilstrekkelig å analysere blandprøver av den øvre meteren av sedimentene på mudringsplassen.

Prosedyre for prøvetaking, krav til antall av prøver, krav til dumpe- og mudringsteknikker, transport m.v. er gitt i SFTs utkast til "Retningslinjer vedrørende mudring, utfylling og dumping i marine områder" av 8 juni 1994.

Retningslinjene skiller mellom obligatoriske og skjønnsmessige parametere som skal / bør analyseres. De obligatoriske metallene som må analyseres omfatter kvikksølv, bly og kadmium som i miljøsammenheng er de høyest prioriterte av SFT. Av organiske miljøgifter skal polyklorerte bifenyler (PCB) analyseres. PCB har prioritet før polycykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) på grunn av stoffgruppens giftighet. Støtteparametere som tørrstoff, kornfordeling og total organisk karbon er også obligatoriske. Disse er like viktige for både deponerings- og mudringslokaliteten.

### 2.2. Prosedyre ved vurdering av deponeringslokaliteter

Det største miljøproblemet knyttet til deponering av masser i det marine miljø er muligheten for bioakkumulering av miljøgifter i sedimentlevende dyr og næringskjedetransport til fisk og skalldyr. Påvirkning av selve vannmassen er relativt kortvarig, dvs. kun i den perioden dumpingene foregår og kort tid etter, til partiklene har sedimentert. Hvis massene er rene er det kun tilslamming som kan være problemet. Bunnfaunaen på dumpestedet vil bli midlertidig desimert som følge av stor sedimentering og overdekking. Forutsatt at dumpemassene er relativt like sedimentene på stedet vil ny fauna relativt raskt reetableres (ca. 1-2 år). Et hovedprinsipp ved mudring og dumping bør være at forholdene på stedet ikke forverres. Muligheten for akkumulering og transport av miljøgifter i næringskjeden er avhengig av flere forhold.



**Tabell 1.** Klassifisering av miljøkvalitet og forurensningsgrad i øvre lag av finkornige fjordsedimenter, alle verdier er på tørrvektsbasis (Rygg og Thélin, 1993)

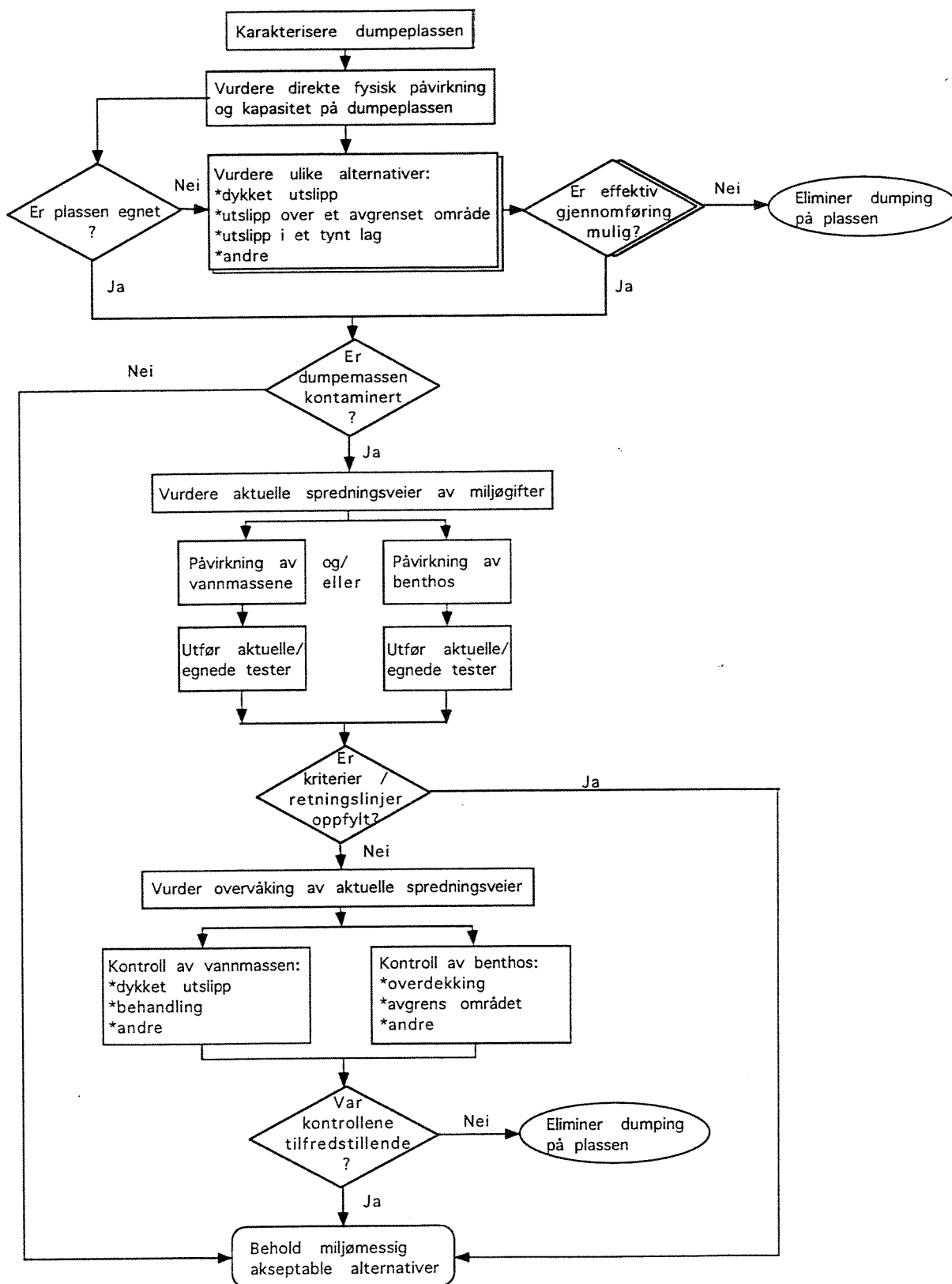
Parameter	Klasse I God	Klasse II Mindre God	Klasse III Nokså Dårlig	Klasse IV Dårlig	Klasse V Meget Dårlig
Arsen (mg As/kg)	<20	20-80	80-400	400-1000	>1000
Bly (mg Pb/kg)	<30	30-120	120-600	600-1500	>1500
Fluorid (mg F/kg)	<800	800-3000	3000-8000	8000-20000	>20000
Kadmium (mg Cd/kg)	<0.25	0.25-1	1-5	5-10	>10
Kobber (mg Cu /kg)	<35	35-150	150-700	700-1500	>1500
Krom (mg Cr/kg)	<70	70-300	300-1500	1500-5000	>5000
Kvikksølv (mg Hg/kg)	<0.15	0.15-0.6	0.6-3	3-5	>5
Nikkel (mg Ni/kg)	<30	30-130	130-600	600-1500	>1500
Sink (mg Zn/kg)	<150	150-700	700-3000	3000-10000	>10000
Sølv (mg Ag/kg)	<0.3	0.3-1.3	1.3-5	5-10	>10
PAH (µg/kg) <sup>1)</sup>	<300	300-2000	2000-6000	6000-20000	>20000
B(a)P (µg/kg) <sup>2)</sup>	<10	10-50	50-200	200-500	>500
HCB (µg/kg) <sup>3)</sup>	<0.5	0.5-2.5	2.5-10	10-50	>50
PCB (µg/kg) <sup>4)</sup>	<5	5-25	25-100	100-300	>300
EPOCl (µg/kg) <sup>5)</sup>	<100	100-500	500-2000	2000-15000	>15000
TCDD ekv. (µg/kg) <sup>6)</sup>	<0.03	0.03-0.12	0.12-0.6	0.6-1.5	>1.5
Forurensningsgrad	Grad 1 Lite	Grad 2 Moderat	Grad 3 Mærket	Grad 4 Sterk	Grad 5 Meget Sterk
Ca. Overkonsentrasjon	<1 x	1-4 x	4-20 x	20-80 x	>80 x

<sup>1)</sup>Polysykliske aromatiske hydrokarboner  
<sup>2)</sup>Benzo(a)pyren (en av flere potensielt kreftfremkallende PAH-forbindelser)  
<sup>3)</sup>Heksaklorbenzen  
<sup>4)</sup>Polyklorerte bifenyler  
<sup>5)</sup>Ekstraherbart persistent organisk bundet klor  
<sup>6)</sup>Giftighetspotensialet for summen av polyklorerte dibenzofuraner / dioksiner, målt som ekvivalenter av den giftigste av disse forbindelsene (2,3,7,8-tetraklorodebenzo-p-dioksin)

En må ta følgende hovedpunkter i betraktning når et dumpeområde skal vurderes:

- karakterisering av dumpeplassen, biologiske og fysiske forhold
- dumpemassenes kjemiske og fysiske egenskaper
- direkte fysiske påvirkninger og dumpeområdets kapasitet
- mulige spredningsveier for forurensning
- behov for kontrollmålinger

Punktene refererer seg til flytdiagrammet i figur 1.



**Figur 1.** Skjematisk oversikt over arbeidsgangen ved vurdering av dumping i åpne marine farvann (etter USEPA/USACE,, 1992)

Det er nødvendig med detaljert kjennskap til en rekke forhold ved dumpeplassen for å kunne vurdere mulige påvirkninger eller konflikter som kan oppstå ved dumping. Følgende punkter er nødvendig å få belyst.

*\* Vanddyp*

Vanddyppet må være så stort at dumping av masse på bunnen ikke hindrer ferdsele i området. Nødvendige høringsinstanser må være underrettet.

*\* Topografi*

Naturlige fordypninger er egnet for deponering av masse. De danner en naturlig "fysisk" avgrensning til miljøet omkring. Slike basseng kan ha anoksiske forhold i perioder, med liten eller ingen bunnfauna og begrenset utskifting til omkringliggende miljø. Oppfyllingen må ikke overskride et eventuelt terskeldyp (aktuelt for fjorder). Skrånende bunn må unngås pga. muligheter for undersjøiske ras.

*\* Volummessig kapasitet på dumpeplassen*

Det må være sammenheng mellom ønsket volum dumpet og kapasiteten på dumpeplassen.

*\* Strømforhold*

I de fleste tilfeller ønsker man at massene som dumpes i et område blir liggende i ro på dumpeplassen, dvs. det må være akkumulasjonsbunn. Strømhastigheten må da ikke være større enn at dette kravet blir oppfylt. Grovheten på massene som skal dumpes og strømhastigheten på stedet må derfor stå i forhold til hverandre. Ved å vite sedimentasjonshastigheten kan man vurdere hvor fort området naturlig vil bli overdekket. I enkelte tilfeller hvor man har rene masser med stort organisk innhold kan det imidlertid være ønskelig å spre massene.

*\* Salinitet og temperatur*

Ved dumping må eventuelle sjiktninger i vannmassene være kjent. For å hindre partikkelspredning med brakkvannsjiktet kan massene ledes i dykket utslipp eller det benyttes siltskjørt som stikker under sprangsjiktet rundt dumpeplassen.

*\* Normale nivåer og fluktuasjoner av bakgrunnsturbiditet*

Ved våroppblomstring av plankton vil turbiditeten i vannmassene øke. Frigivelse av miljøgifter fra forurensede dumpemasser vil adsorberes til små partikler gjerne av organisk opprinnelse som f.eks. plankton. Slike partikler vil ofte være en del av nærings-grunnlaget for større organismer. Dagens retningslinjer forbyr dumping i tidsrommet 15.5. til 15.8. Dette er av hensyn til rekreasjon og friluftsliv. D.v.s. forbudet tar i hovedsak hensyn til det estetiske, men også det hygieniske, da mudring og dumping av masser kan føre til oppblomstring av uønskede bakterier. Det gunstigste tidspunktet for mudring og dumping vil være i høst / vintermånedene fra september til mars. Dette er også en periode med relativt lav biologisk aktivitet hvilket betyr lite partikler i vannmassene.

*\* Fysisk karakterisering av bunnsedimentene inkludert kornstørrelse, vanninnhold og organisk innhold*

Stabiliteten i bunnen må være kjent for å vite om massene som dumpes synker eller blir liggende som et dekke over eksisterende bunn. Bunnen kan bli ustabil med tid hvis et bunnsediment med høyt organisk innhold dekkes av tette masser. Gassutvikling vil kunne utvikle seg i sedimentene, denne må få anledning til å slippe ut. Kornstørrelse, vanninnhold og innholdet av organisk karbon i bunnsedimentene på dumpeplassen er parametere som inngår i denne vurderingen. Massene som dumpes bør ha tilnærmet samme kornstørrelse og sammensetning som de opprinnelige sedimentene på dumpeplassen. Dette både fordi man da er sikret at massene blir liggende i ro, og det er større muligheter for reetablering av opprinnelig fauna.

*\*Kjemisk karakterisering av bunnsedimentene*

Innholdet av eventuelle miljøgifter må være kjent (som skissert i pkt. 2) samt oksygenforholdene i bunnvannet. Oksygenforholdene har betydning for tilstandsformen og mobiliteten av tungmetaller fra sedimentene. Man kan også anta at de samme oksygenforholdene vil instille seg etter dumping forutsatt at massene har samme sammensetning. Eksempelvis krever en organisk rik dumpemasse mye oksygen for nedbrytning, og kan derved skape oksygensvikt. Ved dumping av forurensede masser er det ønskelig med anoksiske forhold fordi det da foregår begrenset utveksling av miljøgifter til miljøet omkring. Dumping av masse vil føre til oppvirvling av bunnsedimente på lokaliteten og kunne gi uønsket spredning av miljøgifter. Oppvirvlingen vil være av relativt mindre omfang enn suspensjonen av partikler fra selve massene som dumpes.

*\*Biologisk karakterisering av dumpeplassen og nærområdet*

Biologisk liv på dumpeplassen må være kjent, dette er nært knyttet til endel av de øvrige parameterene, særlig organisk belastning og oksygenforhold. Dette er viktig for å kunne vurdere dagens tilstand og rehabiliteringsevnen hos faunaen.

Dumpeplassen må ikke komme i konflikt med gyte- og oppvekstområder for fisk og skalldyr samt oppvekstområder for sjøpattedyr. Generelt regnes områder grunnere enn 100m som mulige gyte- og oppvekstområder.

Nærmeste kaste- og oppvekstområder for steinkobbe *Phoca vitulina vitulina* i Oslofjordområdet er ved Torbjørnskjær / Tisler. Det kan også sporadisk finnes sel på næringsøk andre steder i ytre fjordområde.

Det er viktig å sannsynliggjøre hvorvidt miljøgiftene i muddermassene er biotilgjengelig og om det vil foregå en bioakkumulering i sedimentlevende dyr. Hvis en slik bioakkumulering skjer, er muligheten for næringskjedetransport tilstede. Sedimentlevende dyr kan være føde for bunnfisk, og hvis næringsdyrene akkumulerer miljøgifter, vil oppkonsentreringen også til en viss grad skje i fisk. For å teste bioakkumulering har EPA i USA utarbeidet retningslinjer for hvordan slike tester skal utføres (USEPA, 1989). Slike tester er nå standard i USA og inngår som en del av beslutningsgrunnlaget i forbindelse med vurdering av deponering av forurensede masser. I Norge stilles ikke tilsvarende krav og vi mangler derfor tilsvarende metoder. Utvikling av metoder for biotesting på relevante sedimentlevende dyr er imidlertid under utvikling, bl.a. på NIVAs marine forskningstasjon ved Solbergstrand.

*\*Næringsinteresser i området*

Dumping av masser i det marine miljø kan komme i konflikt med ulike interesser som:

- yrkesfiske og sportsfiske
- skipsfart
- militær virksomhet
- verneverdige områder, fortidsminner, vitenskapelige arbeider
- rekreasjon.

Foruten at effekter på biologisk liv kan oppstå som følge av dumping av forurensede masser og derved skade selve næringsgrunnlaget for fiskeinteresser, kan også selve dumpemassene føre til skade på fiskeutstyr, f.eks. trål. Det er derfor viktig som nevnt tidligere at dumpemassen er tilnærmet lik sedimentene på stedet. Likedan kan en oppgrunning som følge av dumping komme i konflikt med skipsfart og militær aktivitet. Nødvendige høringsinstanser må være underrettet.

*\*Deponeringsutstyr*

Deponering av masse kan skje på ulike måter. Den vanligste metoden benyttet i marine områder i dag er deponering fra lekter eventuelt med et siltskjørt rundt deponeringsområdet. Den korte tiden det tar fra muddermasser plasseres i lekter til lasten tømmes antas ikke å ha noen stor kjemisk innvirkning på massene (Skei, 1993). Massene vil klumpe seg i

lekteren og falle til bunnen i store klumper. Avhengig av bl.a. hvor kohesivt sedimentet er vil det falle i en større eller mindre strøm (figur 2). Et annet alternativ er dykket utslipp via rør som vil gi mindre oppvirvling og fare for spredning av partikler sammenlignet med et utslipp eksempelvis i overflaten. Det mest gunstige er kortest mulig oppholdstid på partiklene i vannmassene før sedimentering. Valg av utstyr må baseres på resultatene fra vurderingen av de ovenfor nevnte punkter.

*\*Overvåking av deponeringsområdet*

Overvåking av deponeringen utføres slik at tekniske justeringer kan utføres hvis det skulle være behov for det. Slik overvåking kan bestå i måling av transmisjon for å fange opp eventuell partikkelflukt, eller f.eks. ROV (mini u-båt) for å sikre seg at massene havner der de skal.

Kontroll av dumpeområdet etter at dumping er utført kan gjøres for å få opplysninger om massene bl.a. havnet der de skulle og om området er rekolonisert av bunnlevende dyr. Dette kan gi nyttig informasjon til senere tilsvarende operasjoner. I Norge har det vært vanlig med overvåking av mudre- og eller deponeringsprosessen hvis det er snakk om forurensede masser. Det har da eksempelvis blitt målt turbiditet, partikkelmengde, metaller, salt og temperatur i vannmassene. I tillegg er aktuelle miljøgifter i blåskjell analysert. Med unntak av hydrografiske og optiske målinger foreligger slike resultater først etter at mudringen eller deponeringen er utført og har således kun historisk verdi (Skei, 1993).

Med bakgrunn i disse punktene er det utarbeidet et evalueringsskjema (tabell 2 - 7) som søker å vurdere de naturgitte sidene ved en lokalitet. Deponering på en lokalitet kan også skape samfunnsmessige konflikter. Det er derfor viktig at ulike interesseparter vedrørende yrkesfiske, sportsfiske, militær aktivitet, verneverdige områder og rekreasjon er underrettet.

Målet med evalueringsskjemaet har vært å sette subjektive kriterier i et system for å få et mest mulig objektivt sammenligningsgrunnlag. De ulike punktene i skjemaet er vektlagt etter hvor stor viktighet de er bedømt til å ha. Stor viktighet er satt til 6, mindre er satt til 3 og liten er satt til 1. Svarene på de ulike spørsmålene under hvert punkt gir grunnlag for vurdere egnetheten av hvert enkelt hovedpunkt. Egnetheten er rangert i god, mindre god og dårlig, tilsvarende 3, 2 og 1. Ved å multiplisere viktighet med egnethet fåes et tall. Summen av disse tallene gir hver enkelt lokalitet en "score". Høyeste score er 141 og laveste "score" er 47.

Et slikt poengsystem er egnet til å vurdere ulike lokaliteter opp mot hverandre for å kunne avgjøre hvilke som er best egnet.

Det er imidlertid vanskelig å avgjøre hvor mange poeng en dumpeplass må ha for å kunne sies å være egnet. Generelt kan man si at hvis en lokalitet har et punkt med viktighet 6 som er dårlig egnet (dvs. 6 x 1 poeng), hvilket gir total "score" 129 kan området ikke uten videre sies å være egnet. Den endelige vurderingen vil i siste ledd være basert på skjønn. "Scoren" som oppnås er ofte gitt under visse forutsetninger. Disse er skissert under vurderingen av de ulike lokalitetene.

### 3. Vurdering av egnethet for dumping på utvalgte lokaliteter

Ved valg av lokaliteter i Indre Oslofjord er det i utgangspunktet lagt vekt på vanddyb. Bassenger med stort vanddyb er ukritisk plukket ut for videre vurdering i følge "skjema for vurdering av egnethet" (jfr. tabell 2 - 6). Lokalitetene ligger i et relativt begrenset område, slik at endel av besvarelsene på punktene i skjemaet er like for alle lokalitetene. Generelt er det topografi og volum, sedimentkarakteristikk, grad av forurensning og avstand til land som varierer på lokalitetene.

#### 3.1. Lokalitet 1: Nesodden vest - Fjellstrand

##### *Vanddyb*

Størst vanddyb på lokalitet 1 er 126 m (tabell 2 og figur 2). Deponering på så stort dyp vil ikke gi konflikter med ferdsel i området som følge av oppgrunning. Vanddypet er derfor godt egnet og gis 18 poeng.

##### *Topografi*

Området er et stort basseng med vanddyb varierende fra 100 - 126 m. Området danner derfor en naturlig avgrensning til omkrinliggende områder. Topografien er derfor godt egnet og gis 18 poeng.

##### *Volum*

Området har et areal på ca.  $1.8 \times 10^6 \text{m}^2$ . Med f.eks. en oppfylling på 10m vil fortsatt lokaliteten bevare sin topografi som et basseng. Lokaliteten har derfor svært stor kapasitet som deponeringssted og kan sies å være godt egnet, dette gir 3 poeng.

##### *Strømhastighet*

Strømmålinger er ikke utført på lokaliteten. Topografi og sedimentkarakteristikk indikerer imidlertid akkumulasjonsbunn. Selv finkornet materiale som silt og leire som eventuelt kan bli deponert her vil bli liggende i ro på lokaliteten. Strømhastigheten kan derfor antas å være godt egnet og gis 18 poeng.

##### *Salinitet og temperatur*

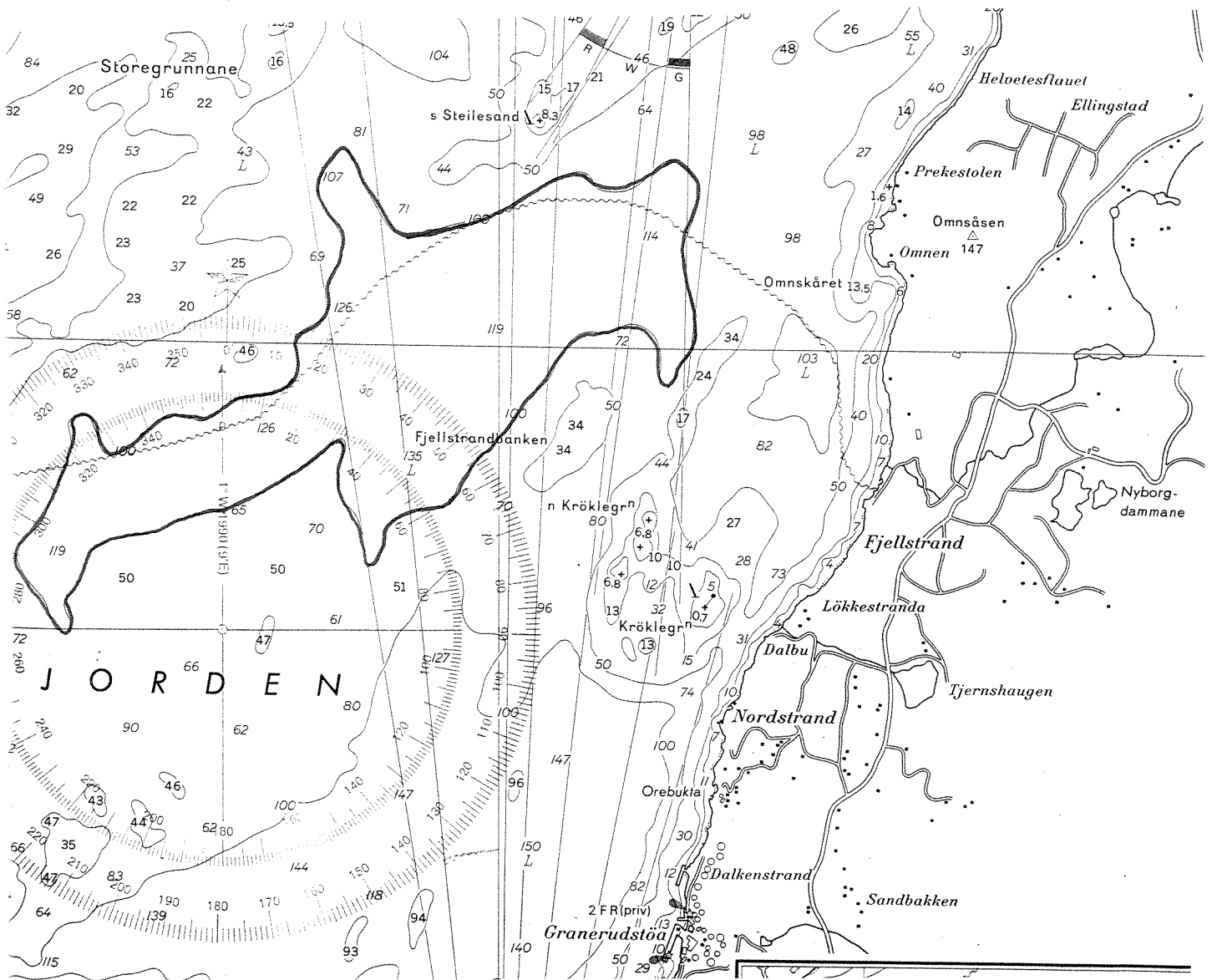
Det er sjiktninger i vannmassene i hele Oslofjorden. Disse vil variere gjennom året. Registreringer viser at sprangsjiktet ligger fra 10 til 20 m (Magnusson og Johnsen, 1994). Sjiktninger i vannmassene gjør at lokaliteten er mindre godt egnet og punktet gis 6 poeng. Hvis imidlertid deponeringen foregår under sprangsjiktet løser man dette problemet og punktet kan gis 9 poeng.

##### *Turbiditet i vannmassene*

Som for de andre lokalitetene anbefales en kortere dumpeperiode enn det som er retningslinjene i dag. Dette på bakgrunn av viten om planktonoppblomstring i vannmassene. I tillegg vil det forekomme dypvannutskifting i fjorden. Det er viktig at ikke deponering foregår under en utskiftingsperiode. I Vestfjorden vil det normalt foregå en utskifting hvert år. I Bunnefjorden kan det gå flere år mellom hver større utskifting. Utskiftingen i Vestfjorden foregår gjerne fra januar til april (Magnusson og Johnsen, 1994). Begrenser man dumping til perioden fra september til februar / mars, og klarlegger forut for deponering hvorvidt en utskifting av vannmassene foregår, er denne perioden vurdert til å være godt egnet, dvs. punktet er gitt 3 poeng. Deponeres masse utenom denne perioden er dette vurdert som mindre godt egnet og punktet gis da 2 poeng.

Tabell 2. Skjema for vurdering av egnethet for marine deponeringsplasser, lokalitet 1

Lokalitet 1: Nesodden vest - Fjellstrand		Viktighet	Egnethet	"Score"	"Score" avhengig av at
<b>Naturgitte kriterier</b>		Stor = 6	God = 3	141	følgende tilfredstilles
Vanddyb: 126 m		Mindre = 3	Mindre god = 2	94	
Vil redusert vanddyb føre til konflikt med ferdsel i området? -Nei- Høringsuttalelse:		Liten = 1	Dårlig = 1	47	
Ingen					
Er vanddypet egnet?		6	3	18	
<b>Topografi:</b>					
Type "terreng": Stort basseng med dyp varierende fra 100 - 126 m		6	3	18	
Er topografien egnet?					
<b>Volum: Areal et område er ca. 1,8*10E6 m3</b>					
Hva er behovet? ? m3		1	3	3	
Er volumet egnet?					
<b>Strømhastighet:</b>					
Hva slags bunnforhold indikerer dette: Akkumulasjon					
Hvor grovkornet må massene være for at de skal bli liggende i ro: Leire					
Er strømhastighetene egnet?		6	3	18	Dumpermasser må ledes under sprangsjiktet
<b>Safinitet og temperatur:</b>					
Er det sjiktninger i vannmassene: - Ja -					
Hvilket dyp ligger sprangsjiktet: 10 - 20 m					
Gir sjiktninger begrensninger på egnethet?		3	2 (3)	6 (9)	Massene må dumpes i vintermånedene
<b>Turbiditet i vannmassene:</b>					
Hvilke årstider er mest gunstige for dumping: September - Februar / Mars		1	2 (3)	2 (3)	Masser som skal dumpes må være rene ei. mindre forurenset enn massene på stedet
Er turbiditeten egnet?					
<b>Karakterisering av bunnsedimentene: (126 m dyp)</b>					
Er sedimentene forurenset - Ja -					
Hvilke komponenter (grad av forurensning): Cd (1), Pb (3), Hg (3), PCB (3)					
Vanninnhold: 74%					
Kornstørrelse: Andel sediment <63µm: 86 %					
Total organisk karbon: 2,7 %					
Er oksiske bunnforhold påvist? - Ja -					
Er bunnsedimentene egnet?		6	2 (3)	12 (18)	
<b>Bunntauna:</b>					
Er bunntauna påvist: - (Ja) / Nei -					
Tilstand: H' = 3-4 (Klasse: 1)					
Gir bunntauna begrensninger på egnethet?		6	1	12	Høringsuttalelser fra fiskeinteresser, vil avklare om det er noen konflikt
<b>Gytle / oppvekstområde for fisk og skalldyr:</b>					
Er området et gytle og oppvekstområde for fisk og skalldyr? - Nei -					
Avstand til nærmeste slikt område: <500 m					
Gir gytle / oppvekst av fisk og skalldyr begrensninger på egnethet?:		6	*1	*6	
<b>Sjøpattedyr:</b>					
Lever sjøpattedyr i område? - Nei -					
Avstand til nærmeste slikt område: > 100 km					
Gir oppvekst av sjøpattedyr begrensninger på egnethet?:		6	3	18	
<b>SUM</b>				107 (117)	



Figur 2. Posisjon for deponeringsklass 1



### *Karakterisering av bunnsedimentene*

Prøver av bunnsedimentene er tatt på 126 m dyp på lokaliteten (Koniczny, 1994b). Sedimentene var finkornet, i hovedsak leire / silt. De var markert forurensset av bly, kvikksølv og PCB, innholdet av organisk karbon var normalt. Ved deponering av masser over bunnsedimentene vil disse virvles opp og miljøgifter frigis til vannmassene. Bunnsedimentene er derfor mindre godt egnet for deponering av masse og gis 12 poeng. Oppvirvlingen vil imidlertid være relativt kortvarig. Hvis massene som deponeres er rene vil sedimentkvaliteten på lokaliteten bli bedre og punktet kan gis 18 poeng. Det er da en forutsetning at deponeringsmassene har samme organiske innhold som de på stedet samt samme kornstørrelse.

### *Bunnfauna*

Bunnfaunaen på lokaliteten var ikke forurensset (klasse 1) (Mirza og Gray, 1981). Ved deponering av masse vil bunnfaunaen bli utryddet for en periode. Hvis deponeringsmassene har samme kornstørrelse og organisk innhold som de på stedet vil imidlertid ny fauna reetableres relativt raskt. Bunnfaunaen er dårlig egnet og gis 6 poeng.

### *Gyte- og oppvekstområder for fisk og skalldyr*

Generelt regnes områder grunnere enn 100 m som potensielle gyte- og oppvekstområder. Nærmeste slike område ligger mindre enn 500 m unna. Deponeres massene etter gitte kriterier bør det ikke oppstå konflikt på dette området. Punktet gis 6 poeng inntil forholdet er avklart med fiskeinteresser i området.

### *Sjøpattedyr*

Nærmeste kaaste- og oppvekstområde for sjøpattedyr ligger i Ytre Oslofjord. Deponering av masse på lokaliteten vil derfor ikke komme i konflikt på dette området. Lokaliteten er derfor godt egnet på dette punktet og gis 18 poeng.

I følge evalueringskjema tabell 2 er lokaliteten gitt 107 poeng i "score". Lokaliteten kan gis 117 poeng under følgende forutsetninger:

- deponering må skje under sprangsjiktet som kan variere mellom 10 og 20 m
- deponering må foregå innenfor gitte tidsrestriksjoner, fortrinnsvis fra september til februar / mars
- masser som skal deponeres må være rene, det oppnås da en bedre miljøkvalitet på lokaliteten
- massene må ha samme organisk innhold og kornfordeling som sedimentene på stedet slik at ny bunnfauna reetableres raskest mulig
- nødvendige høringsinstanser som fiskeinteresser må være underrettet.

Selv under de gitte forutsetningen anbefales ikke området som deponeringslokalitet. Dette fordi området har ikke-forurensset bunnfauna, dvs. et av kriteriene med viktighet 6 hadde dårlig egnethet.

## **3.2. Lokalitet 2: Nesodden øst - Ursvik / Hellvik**

### *Vanndyp*

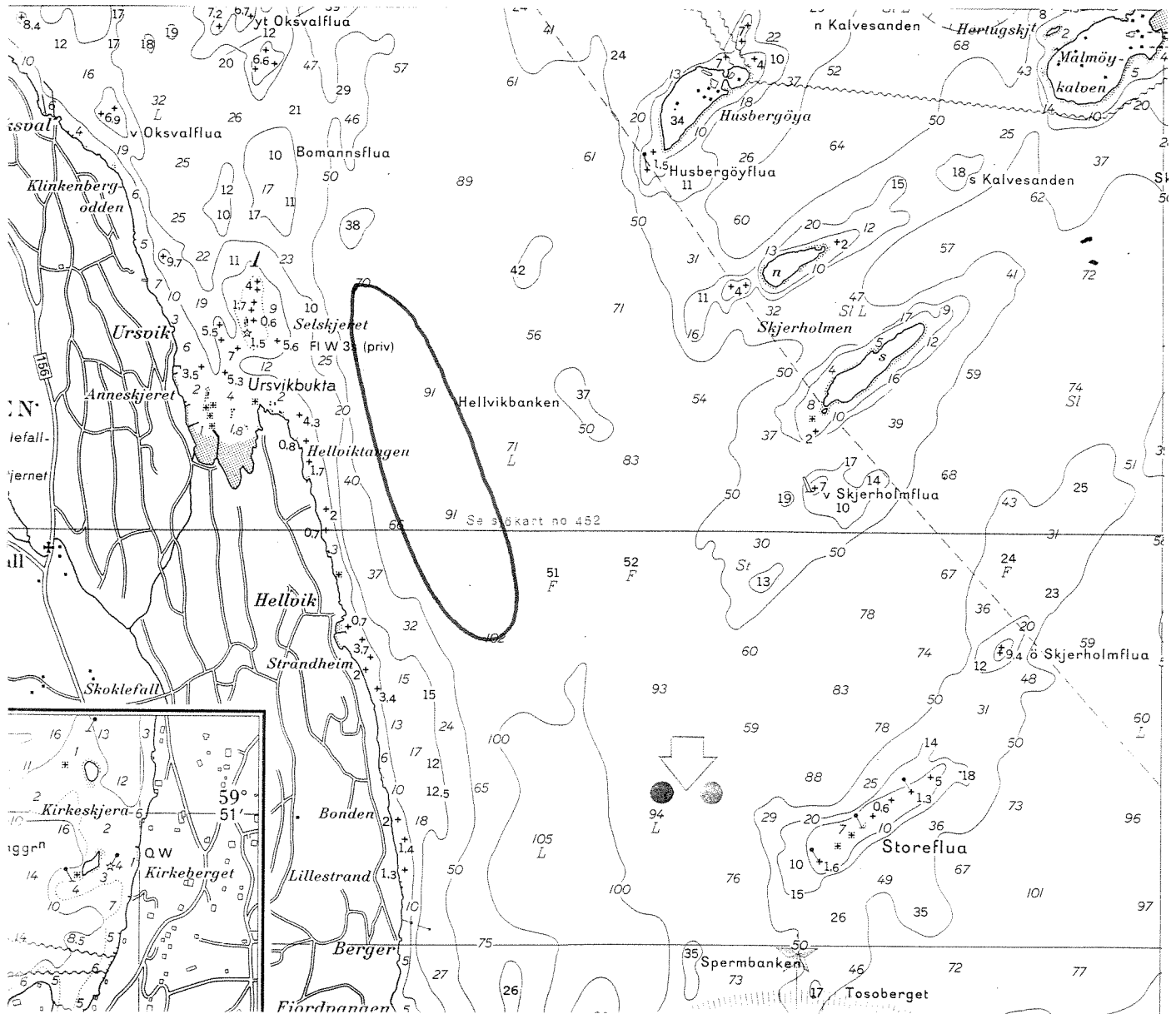
Størst vanddyp på lokalitet 2 er 102 m (tabell 3 og figur 3). Deponering på så stort dyp vil ikke gi konflikter med ferdsel i området som følge av oppgrunning. Vanddypet er derfor godt egnet og gis 18 poeng.

### *Topografi*

Området er endel av et større basseng med bunn som heller fra 70 til 102 m over ca. 1,7km. Området danner derfor ikke en klar avgrensning til omkringliggende område. Topografien er derfor mindre godt egnet for deponering og gis 12 poeng.

Tabell 3. Skjema for vurdering av egnethet for marine deponeringsplasser, lokalitet 2

Lokalitet 2: Nesodden øst - Ursvik / Hellvik	Viktighet	Egnethet	"Score"	"Score" avhengig av at
<b>Naturgitte kriterier</b>	Stor = 6 Mindre = 3 Liten = 1	God = 3 Mindre god = 2 Dårlig = 1	141 94 47	følgende tilfredstilles
<b>Vanddyb: 102 m</b>				
Vil redusert vanddyb føre til konflikt med ferdsel i området? -Nei-				
Høringsuttalelse:				
Ingen				
Er vanddybet egnet?	6	3	18	
<b>Topografi:</b>				
Type "ferreng": Del av et større basseng, hellende fra 70 - 102 m	6	2	12	
Er topografien egnet?				
<b>Volum: Arealet av området er ca. 0.65*10E6 m3</b>				
Hva er behovet?	1	3	3	
Er volumet egnet?				
<b>Strømhastighet: - m/s</b>				
Hva slags bunnforhold indikerer dette: Akkumulasjon				
Hvor grovkornet må massene være for at de skal bli liggende i ro: Leire				
Er strømforholdene egnet?	6	3	18	Dumpemasser må ledes under sprangsjiktet
<b>Salinitet og temperatur:</b>				
Er det sjiktninger i vannmassene: - Ja -				
Hvilket dyp ligger sprangsjiktet: 10 - 20 m				
Gir sjiktninger begrensninger på egnethet?	3	2 (3)	6 (9)	Massene må dumpes i vintermånedene
<b>Turbiditet i vannmassene:</b>				
Hvilke årstider er mest gunstige for dumping: September - Februar / Mars				
Er turbiditeten egnet?	1	2 (3)	2 (3)	Masser som skal dumpes må være rene ei. mindre forurenset enn massene på stedet
<b>Karakterisering av bunnsedimentene: (90 m dyp)</b>				
Er sedimentene forurenset - Ja -				
Hvilke komponenter (grad av forurensning): Cd (3), Pb (3), Hg (3), PCB (4)				
Vanninnhold: 85 %				
Kornstørrelse: Andel sediment <63µm: 55 %				
Total organisk karbon: 5.5%				
Er oksiske bunnforhold påvist? - Nei -				
Er bunnsedimentene egnet?	6	2 (3)	12 (18)	
<b>Bunntauna: er ikke undersøkt på lok, men på 20 m dyp NØ for lok.</b>				
Er bunntauna påvist: - (Ja) / Nei -				
Tilstand: H <sup>+</sup> = 1,59 (Klasse: 4)				
Gir bunntauna begrensninger på egnethet?	6	3	18	Høringsuttalelser fra
<b>Gyte / oppvekstområde for fisk og skaldyr:</b>				fiskeinteresser, vil avklare om det er noen konflikt
Er området et gyte og oppvekstområde for fisk og skaldyr? - Nei -				
Avstand til nærmeste sikte område: <500 m				
Gir gyte / oppvekst av fisk og skaldyr begrensninger på egnethet?	6	*1	*6	
<b>Sjøpattedyr:</b>				
Lever sjøpattedyr i område? - Nei -				
Avstand til nærmeste sikte område: >100 km				
Gir oppvekst av sjøpattedyr begrensninger på egnethet?	6	3	18	
<b>SUM</b>			113 (123)	



Figur 3. Posisjon for deponeringsclass 2

### *Volum*

Området har et areal på ca.  $0,65 \times 10^6 \text{ m}^2$ . Med f.eks. en oppfylling på 10m vil fortsatt lokaliteten bevare sin topografi og være del av et større basseng. Lokaliteten har derfor svært stor kapasitet som deponeringssted og kan sies å være godt egnet, dette gir 3 poeng.

### *Strømhastighet*

Strømmålinger er ikke utført på lokaliteten. Topografi og sedimentkarakteristikk indikerer imidlertid akkumulasjonsbunn. Selv finkornet materiale som silt og leire som eventuelt kan bli deponert her vil bli liggende i ro på lokaliteten. Strømhastigheten kan derfor antas å være godt egnet og gis 18 poeng.

### *Salinitet og temperatur*

Det er sjiktninger i vannmassene i hele Oslofjorden. Disse vil variere gjennom året. Registreringer viser at sprangsjiktet ligger fra 10 til 20 m (Magnusson og Johnsen, 1994). Sjiktninger i vannmassene gjør at lokaliteten er mindre godt egnet og punktet gis 6 poeng. Hvis imidlertid deponeringen foregår under sprangsjiktet løser man dette problemet og punktet kan gis 9 poeng.

### *Turbiditet i vannmassene*

Som for de andre lokalitetene anbefales en kortere dumpeperiode enn det som er retningslinjene i dag. Dette på bakgrunn av viten om planktonoppblomstring i vannmassene. I tillegg vil det forekomme dypvannutskifting i fjorden. Det er viktig at ikke deponering foregår under en utskiftingsperiode. I Vestfjorden vil det normalt foregå en utskifting hvert år. I Bunnefjorden kan det gå flere år mellom hver større utskifting. Utskiftingen i Vestfjorden foregår gjerne fra januar til april (Magnusson og Johnsen, 1994). Begrenser man deponeringen til perioden fra september til februar / mars, og klarlegger forut for deponering hvorvidt det foregår en utskifting av vannmassene, er denne perioden vurdert til å være godt egnet, dvs. punktet er gitt 3 poeng. Deponeres masse utenom denne perioden er dette vurdert som mindre godt egnet og punktet gis da 2 poeng.

### *Karakterisering av bunnsedimentene*

Prøver av bunnsedimentene er tatt på 90 m dyp på lokaliteten (Koniczny, 1994 b). Sedimentene bestod av leire / silt og sand. Det antas at lokaliteten har akkumulasjonsbunn selv med det store innslaget av sand. Denne fordelingen kan forklares ved lokalitetens beliggenhet med direkte tilførsel av grovere materiale ned skråningen fra grunnområdet innunder land. Bunnsedimentene var markert forurensede av Cd, Hg og Pb (klasse 3) samt sterkt forurensede av PCB. Sedimentene hadde et relativt stort vanninnhold sett i lys av et så stort innslag av sand. Dette har sammenheng med relativt høyt organisk innhold og anoksiske forhold helt opp i sedimentoverflaten. Ved deponering av masser over bunnsedimentene vil disse virvles opp og miljøgifter frigis til vannmassene. Bunnsedimentene er forurensede og vil derfor være mindre godt egnet for deponering av masse og gis 12 poeng. Oppvirvlingen vil imidlertid være relativt kortvarig. Hvis massene som deponeres er rene vil sedimentkvaliteten på lokaliteten bli bedre og punktet kan gis 18 poeng. Det er da en forutsetning at deponeringsmassene har normalt organiske innhold samt samme kornstørrelse som lokalitetens sedimenter.

### *Bunnfauna*

Bunnfaunaen på lokaliteten var markert forurensede (klasse 3) (Olsgard, 1994). Deponering av masse på lokaliteten vil derfor relativt sett gjøre liten skade på faunaen. Bunnfaunaen er derfor godt egnet for deponering av masse og gis 18 poeng.

#### *Gyte- og oppvekstområder for fisk og skalldyr*

Generelt regnes områder grunnere enn 100 m som potensielle gyte- og oppvekstområder. Nærmeste slike område ligger mindre enn 500 m unna. Deponeres massene etter gitte kriterier bør det ikke oppstå konflikt på dette området. Punktet gis 6 poeng inntil forholdet er avklart med fiskeinteresser i området.

#### *Sjøpattedyr*

Nærmeste kaste- og oppvekstområde for sjøpattedyr ligger i Ytre Oslofjord. Deponering av masse på lokaliteten vil derfor ikke komme i konflikt på dette området. Lokaliteten er derfor godt egnet på dette punktet og gis 18 poeng.

I følge evalueringsskjema tabell 2 er lokaliteten gitt 113 poeng i "score". Lokaliteten kan gis 123 poeng under følgende forutsetninger:

- deponering må skje under sprangsjiktet som kan variere mellom 10 og 20 m
- deponering må foregå innenfor gitte tidsrestriksjoner, fortrinnsvis fra september til februar / mars
- masser som skal deponeres må være rene, det oppnås da en bedre miljøkvalitet på lokaliteten
- massene må ha et naturlig innhold av organisk karbon og samme kornfordeling som sedimentene på stedet slik at ny bunnfauna reetableres raskest mulig
- nødvendige høringsinstanser som fiskeinteresser må være underrettet.

### **3.3. Lokalitet 3: Langøya - Malmøykalven**

#### *Vannndyp*

Største vannndyp på lokaliteten er 73 m (tabell 4 og figur 4). Deponering på så stort dyp vil ikke gi konflikter med ferdsel i området som følge av oppgrunning. Vannndypet er derfor godt egnet og gis 18 poeng.

#### *Topografi*

Området er tidligere benyttet som dumpeområde og ligger sentralt i et større basseng som strekker seg videre NØ-over i bekkelagsbassenget. Dypet varierer fra ca. 50 til 70 m. Bassenget kunne med fordel vært mer avgrenset, topografien vurderes derfor til å være mindre godt egnet og gis 12 poeng.

#### *Volum*

Det tidligere dumpeområdet har et areal på ca.  $0,35 \times 10^6 \text{ m}^2$ . Selv med en oppfylling på f.eks. 10 m vil lokalitetene fortsatt bevare basseng topografien. Lokalitetene har derfor stor kapasitet som deponeringssted og kan sies å være godt egnet, dette gir 3 poeng.

#### *Strømhastighet*

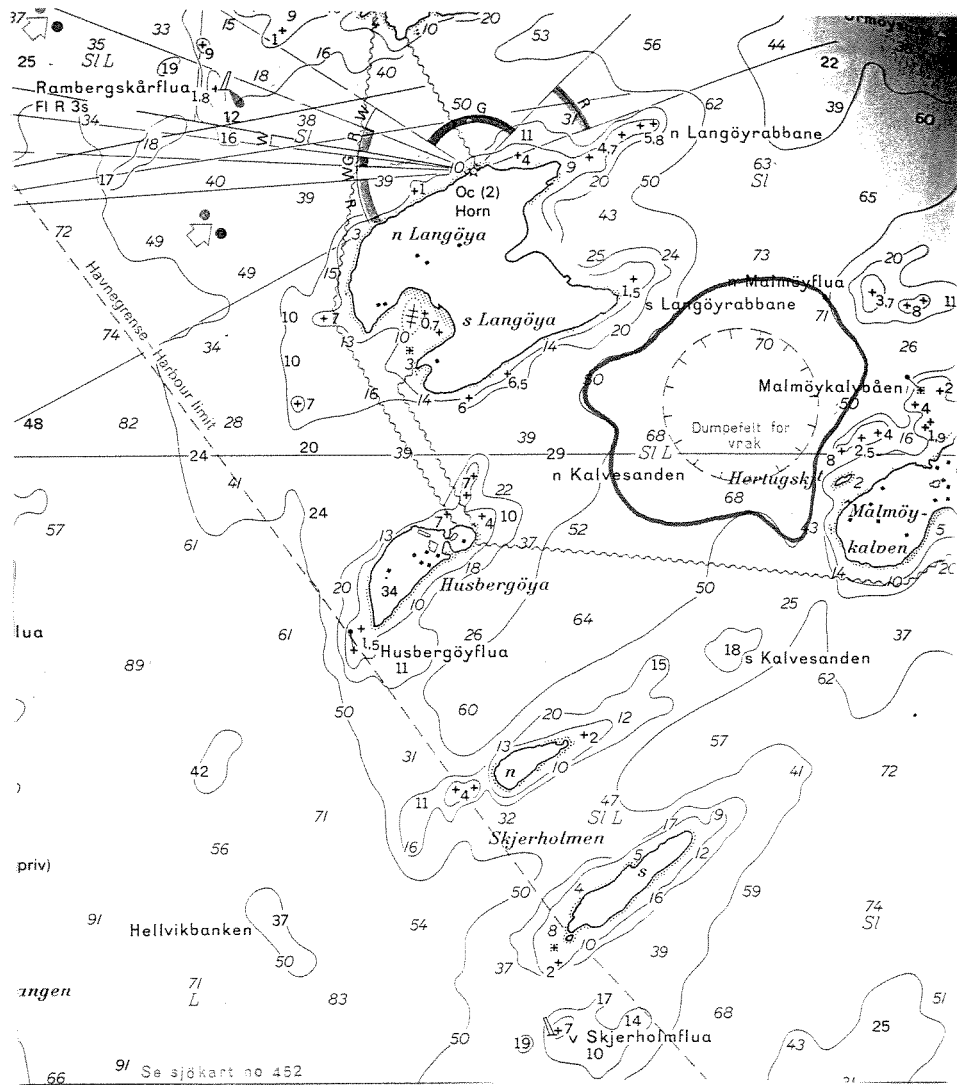
Strømmålinger er ikke utført på lokaliteten. Topografi og sedimentkarakteristikk indikerer imidlertid akkumulasjonsbunn. Selv finkornet materiale som silt og leire som eventuelt kan bli deponert her vil bli liggende i ro på lokaliteten. Strømhastigheten kan derfor antas å være godt egnet og gis 18 poeng.

#### *Salinitet og temperatur*

Det er sjiktninger i vannmassene i hele Oslofjorden. Disse vil variere gjennom året. Registreringer viser at sprangsjiktet ligger fra 10 til 20 m (Magnusson og Johnsen, 1994). Sjiktninger i vannmassene gjør at lokaliteten er mindre godt egnet og punktet gis 6 poeng. Hvis imidlertid deponeringen foregår under sprangsjiktet løser man dette problemet og punktet kan gis 9 poeng.

Tabell 4. Skjema for vurdering av egnethet for marine deponeringsplasser, lokalitet 3

Lokalitet 3: Langøya - Malmøykalven	Viktighet	Egnethet	"Score"	"Score" avhengig av
<b>Naturgitte kriterier</b>	Stor = 6 Mindre = 3 Liten = 1	God = 3 Mindre god = 2 Dårlig = 1	141 94 47	at følgende tilfred- stilles
<b>Vanddyb: 73 m</b> Vil redusert vanddyb føre til konflikt med ferdsel i området? -Nei- Høringsuttalelse: Ingen				
Er vanddypet egnet?	6	3	18	
<b>Topografi:</b> Type "terreng": Del av et større basseng, fra 50 til 73 m dyp, tidligere dumppeområde				
Er topografien egnet?	6	2	12	
<b>Volum: Areal av området er ca. 0,35*10E6 m3</b> Hva er behovet? ?				
Er volumet egnet?	1	3	3	
<b>Strømhastighet:</b> ? m/s Hva slags bunnforhold indikerer dette: Akkumulasjon Hvor grovkornet må massene være for at de skal bli liggende i ro: Leire				
Er strømforholdene egnet?	6	3	18	Dumpermasser må ledes under sprang- silketet.
<b>Salinitet og temperatur:</b> Er det sjiktninger i vannmassene: - Ja - Hvilket dyp ligger sprangsilket: 10 - 20m				
Gir sjiktninger begrensninger på egnethet?	3	2 (3)	6 (9)	Massene må dumpes i vintertidene
<b>Turbiditet i vannmassene:</b> Hvilke årstider er mest gunstige for dumping: September - Februar / Mars				
Er turbiditeten egnet?	1	2 (3)	2 (3)	Masser som skal dumpes må være rene el. mindre forurenset enn massene på stedet.
<b>Karakterisering av bunnsedimentene: (73 m dyp)</b> Er sedimentene forurenset - Ja - Hvilke komponenter (grad av forurensning): Cd (3), Pb (3), Hg (3), PCB (4) Vanninnhold 80%				
Kornstørrelse: Andel sediment <63µm: 85% Total organisk karbon: 5,5% Er oksiske bunnforhold påvist? -Nei -				
Er bunnsedimentene egnet?	6	2 (3)	12 (18)	
<b>Bunntauna: Ikke undersøkt på lok. På 32 m dyp vest for lok er følgende registrert:</b> Er bunntauna påvist: - Ja - Tilstand: H = 3,7 (Klasse: 1)				
Gir bunntauna begrensninger på egnethet?	6	3	18	Høring hos fiske- interesser vil avklare om det er 6 noen konflikt
<b>Gyte / oppvekstområde for fisk og skalldyr:</b> Er området et gyte og oppvekstområde for fisk og skalldyr? - Ja (potensielt) - Avstand til nærmeste sjikt område: Gir gyte / oppvekst av fisk og skalldyr begrensninger på egnethet?:				
<b>Sjøpattedyr:</b> Lever sjøpattedyr i område? - Nei - Avstand til nærmeste sjikt område: 50 - 60km Gir oppvekst av sjøpattedyr begrensninger på egnethet?:				
<b>SUM</b>	6	3	113 (123)	



Figur 4. Posisjon for deponeringsclass 3

### *Turbiditet i vannmassene*

Som for de andre lokalitetene anbefales en kortere dumpeperiode enn det som er retningslinjene i dag. Dette på bakgrunn av viten om planktonoppblomstring i vannmassene. I tillegg vil det forekomme dypvannutskifting i fjorden. Det er viktig at ikke deponering foregår under en utskiftingsperiode. I Vestfjorden vil det normalt foregå en utskifting hvert år. I Bunnefjorden kan det gå flere år mellom hver større utskifting. Utskiftingen i Vestfjorden foregår gjerne fra januar til april (Magnusson og Johnsen, 1994). Begrenser man dumpingen til perioden fra september til februar / mars, og klarlegger forut for deponering hvorvidt en utskifting av vannmassene foregår, er denne perioden vurdert til å være godt egnet, dvs. punktet er gitt 3 poeng. Deponeres masse utenom denne perioden er dette vurdert som mindre godt egnet og punktet gis da 2 poeng.

### *Karakterisering av bunnsedimentene*

Prøver av bunnsedimentene er tatt på 73 m dyp på lokaliteten (Konieczny, 1994b). Sedimentene var markert forurensset av Hg, Cd og Pb (klasse 3) og sterkt forurensset av PCB (klasse 4). Sedimentene bestod i hovedsak av silt og leire med et relativt høyt innhold av organisk karbon. Anoksiske forhold i overflatesedimentene ble observert. Ved deponering av masser over bunnsedimentene vil disse virvles opp og miljøgifter frigis til vannmassene. Bunnsedimentene er forurensset og vil derfor være mindre godt egnet for deponering av masse og gis 12 poeng. Oppvirvlingen vil imidlertid være relativt kortvarig. Hvis massene som deponeres er rene vil sedimentkvaliteten på lokaliteten bli bedre og punktet kan gis 18 poeng. Det er da en forutsetning at deponeringsmassene har normalt organisk innhold samt samme kornstørrelse som lokalitetens sedimenter.

### *Bunnfauna*

Bunnfaunaen på lokaliteten er ikke undersøkt. Undersøkelser er gjort på 32 m dyp NV for lokaliteten. Her var faunaen ikke forurensningspåvirket (klasse 1) (Olsgard, 1994). En kan imidlertid anta at disse områdene ikke har oksygenbegrensning som på 73 m dyp. Faunaen på 73 m dyp kan antas å være mer lik faunaen på lokalitet 2: Ursvik / Hellvik. I tillegg kan faunaen være redusert pga. tidligere deponering i området. Det kan derfor antas at deponering av masse på lokaliteten relativt sett vil gjøre liten skade på faunaen. Bunnfaunaen er derfor godt egnet for deponering av masse og gis 18 poeng.

### *Gyte- og oppvekstområder for fisk og skalldyr*

Generelt regnes områder grunnere enn 100 m som potensielle gyte- og oppvekstområder. Største dyp på lokaliteten er 73 m dvs. den har et potensiale som gyte- og oppvekstområde. Deponeres massene etter gitte kriterier bør det ikke oppstå konflikt på dette området. Punktet gis 6 poeng inntil forholdet er avklart med fiskeinteresser i området.

### *Sjøpattedyr*

Nærmeste kaste- og oppvekstområde for sjøpattedyr ligger i Ytre Oslofjord. Deponering av masse på lokaliteten vil derfor ikke komme i konflikt på dette området. Lokaliteten er derfor godt egnet på dette punktet og gis 18 poeng.

I følge evalueringsskjema tabell 4 er lokaliteten gitt 113 poeng i "score". Lokaliteten kan gis 123 poeng under følgende forutsetninger:

- deponering må skje under sprangsjiktet som kan variere mellom 10 og 20 m
- deponering må foregå innenfor gitte tidsrestriksjoner, fortrinnsvis fra september til februar / mars
- masser som skal deponeres må være rene, det oppnås da en bedre miljøkvalitet på lokaliteten
- massene må ha et naturlig innhold av organisk karbon og samme kornfordeling som sedimentene på stedet slik at ny bunnfauna reetableres raskest mulig
- nødvendige høringsinstanser som fiskeinteresser må være underrettet.



### 3.4. Lokalitet 4: Bekkelagsbassenget

#### *Vanndyp*

Største vanddyb på lokalitet er ca. 60 m (tabell 5 og figur 5). Deponering på så stort dyp vil ikke gi konflikter med ferdsel i området som følge av oppgrunning. Vanddypet er derfor godt egnet og gis 18 poeng.

#### *Topografi*

Området er en del av et større basseng med vanddyb fra 50 til 60 m. Bassenget har forbindelse med lokalitet 3: Langøya - Malmøykalven. Bassenget kunne med fordel vært mer avgrenset, topografien vurderes derfor til å være mindre godt egnet og gis 12 poeng.

#### *Volum*

Området har et areal på ca.  $0,5 \times 10^6$  m<sup>2</sup>. Med en oppfylling på ca. 0,5 m har området en kapasitet på  $0,2 \times 10^6$  m<sup>3</sup>. Området har derfor svært stor kapasitet som deponeringssted og kan sies å være godt egnet, dette gir 3 poeng.

#### *Strømhastighet*

Strømmålinger er ikke utført på lokaliteten. Topografi og sedimentkarakteristikk indikerer imidlertid sedimentasjonsbunn i det dypeste området i bassenget. Finkornet materiale som silt og leire som eventuelt vil bli deponert her, vil bli liggende i ro. Strømhastigheten kan derfor antas å være godt egnet og gis 18 poeng.

#### *Salinitet og temperatur*

Det er sjiktninger i vannmassene i hele Oslofjorden. Disse vil variere gjennom året. Registreringer viser at sprangsjiktet ligger fra 10 til 20 m (Magnusson og Johnsen, 1994). Sjiktninger i vannmassene gjør at lokaliteten er mindre godt egnet og punktet gis 6 poeng. Hvis imidlertid deponeringen foregår under sprangsjiktet løser man dette problemet og punktet kan gis 9 poeng.

#### *Turbiditet i vannmassene*

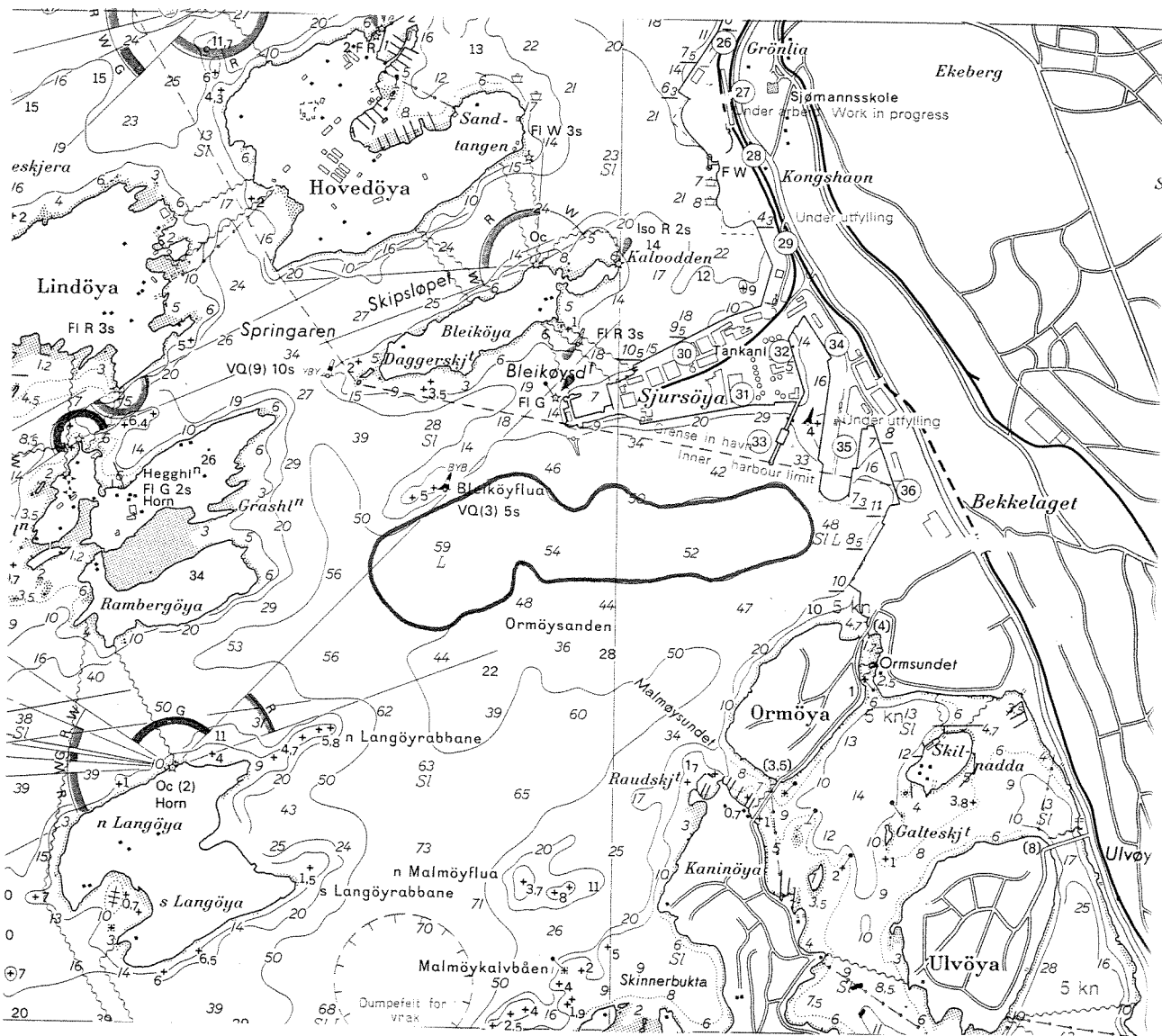
Som for de andre lokalitetene anbefales en kortere dumpeperiode enn det som er retningslinjene i dag. Dette på bakgrunn av viten om planktonoppblomstring i vannmassene. I tillegg vil det forekomme dypvannutskifting i fjorden. Det er viktig at ikke deponering foregår under en utskiftingsperiode. I Vestfjorden vil det normalt foregå en utskifting hvert år. I Bunnefjorden kan det gå flere år mellom hver større utskifting. Utskiftingen i Vestfjorden foregår gjerne fra januar til april (Magnusson og Johnsen, 1994). Begrenser man dumping til perioden fra september til februar / mars, og klarlegger forut for deponering hvorvidt en utskifting av vannmassene foregår, er denne perioden vurdert til å være godt egnet, dvs. punktet er gitt 3 poeng. Deponeres masse utenom denne perioden er dette vurdert som mindre godt egnet og punktet gis da 2 poeng.

#### *Karakterisering av bunnsedimentene*

Prøver av bunnsedimentene er tatt på tre forskjellige dyp på lokaliteten (50, 53 og 59 m) fra øst mot vest (Konieczny, 1994b). Graden av forurensning var relativt lik på alle tre dyp, og viste moderat forurensning av Pb (klasse 2) og sterk forurensning av Hg, Cd og PCB (klasse 4). Sedimentene bestod av en relativt stor andel sand, særlig i området nærmest land (75%). Innholdet av organisk karbon var høyest nærmest land (6%), mens det sentralt i bassenget var normalt (3,5%). Vanninnholdet var høyt (90%) og anoksiske forhold ble registrert selv i vannfasen over sedimentoverflaten.

Tabell 5. Skjema for vurdering av egnethet for marine deponeringsplasser, lokalitet 4

Lokalitet 4: Bekkelagsbassenget	Viktighet	Egnethet	"Score"	"Score" avhengig av at
	Stor = 6	God = 3	141	følgende tilfredstilles
<b>Naturgitte kriterier</b>	Mindre = 3	Mindre god = 2	94	
	Liten = 1	Dårlig = 1	47	
<b>Vanddyb: 60 m</b>				
Vil redusert vanddyb føre til konflikt med ferdsel i området? -Nei-				
Høringsuttalelse:				
Ingen				
Er vanddyppet egnet?	6	3	18	
<b>Topografi:</b>				
Type "terreng": Del av større basseng, fra 50 til 60 m dyp	6	2	12	
Er topografien egnet?				
<b>Volym: Arealitet av området er ca. 0.5*10E6 m3</b>				
Hva er behovet? ? m3	1	3	3	
Er volumet egnet?				
<b>Strømshastighet: - m/s</b>				
Hva slags bunnforhold indikerer dette: Akkumulasjon i de dypste delene av bassenget				
Hvor grovkornet må massene være for at de skal bli liggende i ro: Leire	6	3	18	Durpermasser må ledes under sprangsjiktet
Er strømforholdene egnet?				
<b>Salinitet og temperatur:</b>				
Er det sjiktninger i vannmassene: - Ja -				
Hvilket dyp ligger sprangsjiktet: 10 - 20 m	3	2 (3)	6 (9)	Massene må dumpes i vintermånedene
Gir sjiktninger begrensninger på egnethet?				
<b>Turbiditet i vannmassene:</b>				
Hvilke årstider er mest gunstige for dumping: Septemner - Februar / Mars	1	2 (3)	2 (3)	Masser som skal dumpes må være rene el. mindre forurenset enn massene på stedet
Er turbiditeten egnet?				
<b>Karakterisering av bunnsedimentene: (50. 53. 59 m dyp)</b>				
Er sedimentene forurenset - Ja -				
Hvilke komponenter (grad av forurensning): Cd (4), Pb (2), Hg (4), PCB (4)				
Vanninnhold: 90%				
Kornstørrelse: Andel sediment <63µm: 24 - 60 %				
Total organisk karbon: 3.5 - 6%				
Er oksiske bunnforhold påvist? - Nei -				
Er bunnsedimentene egnet?	6	2 (3)	12 (18)	
<b>Bunntauna: er ikke undersøkt, men kan antas ut fra sedimentkval. å være:</b>				
Er bunntauna påvist: - (Ja) / Nei -				
Tilstand: H = 1-2 (Klasse:4 - 5)	6	3	18	Høringsuttalelser fra fiskeinteresser, vil avklare om det er noen konflikt
Gir bunntauna begrensninger på egnethet?				
<b>Gyte / oppvekstområde for fisk og skaldyr:</b>				
Er området et gyte og oppvekstområde for fisk og skaldyr? - Ja (potensielt) -				
Avstand til nærmeste slikk område: <500 m				
Gir gyte / oppvekst av fisk og skaldyr begrensninger på egnethet?:	6	*1	*6	
<b>Sjøpattedyr:</b>				
Lever sjøpattedyr i område? - Nei -				
Avstand til nærmeste slikk område: >100 km				
Gir oppvekst av sjøpattedyr begrensninger på egnethet?:	6	3	18	
<b>SUM</b>			113 (123)	



Figur 5. Posisjon for deponeringsklass 4

Det er registrert transport av hydrogensulfidholdig vann fra Bekkelagsbassenget og ut til lokalitet 3: Langøya - Malmøykalven (Magnusson pers. med.). Ved deponering av masser over bunnsedimentene vil disse virvles opp og miljøgifter frigis til vannmassene. Bunnsedimentene er forurensede og vil derfor være mindre godt egnet for deponering av masse og gis 12 poeng. Oppvirvlingen vil imidlertid være relativt kortvarig. Hvis massene som deponeres er rene vil sedimentkvaliteten på lokaliteten bli bedre og punktet kan gis 18 poeng. Det er da en forutsetning at deponeringsmassene har normalt organisk innhold samt samme kornstørrelse som lokalitetens sedimenter.

#### *Bunnfauna*

Bunnfaunaen i området er ikke undersøkt, men man kan anta ut i fra sedimentkarakteristikken at faunaen er sterkt forurensningspåvirket (klasse 4).

#### *Gyte- og oppvekstområder for fisk og skalldyr*

Generelt regnes områder grunnere enn 100 m som potensielle gyte- og oppvekstområder. Største dyp på lokaliteten er 60 m dvs. den har et potensiale som gyte- og oppvekstområde. Deponeres massene etter gitte kriterier bør det ikke oppstå konflikt på dette området. Punktet gis 6 poeng inntil forholdet er avklart med fiskeinteresser i området.

#### *Sjøpattedyr*

Nærmeste kaste- og oppvekstområde for sjøpattedyr ligger i Ytre Oslofjord. Deponering av masse på lokaliteten vil derfor ikke komme i konflikt på dette området. Lokaliteten er derfor godt egnet på dette punktet og gis 18 poeng.

I følge evalueringsskjema tabell 5 er lokaliteten gitt 113 poeng i "score". Lokaliteten kan gis 123 poeng under følgende forutsetninger:

- deponering må skje under sprangsjiktet som kan variere mellom 10 og 20 m
- deponering må foregå innenfor gitte tidsrestriksjoner, fortrinnsvis fra september til februar / mars
- masser som skal deponeres må være rene, det oppnås da en bedre miljøkvalitet på lokaliteten
- massene må ha et naturlig innhold av organisk karbon og samme kornfordeling som sedimentene på stedet slik at ny bunnfauna reetableres raskest mulig
- nødvendige høringsinstanser som fiskeinteresser må være underrettet.

### **3.5. Lokalitet 5: Hvervenbukta - Fiskvollbukta**

#### *Vanndyp*

Største vanndyp på lokalitet 5 er 126 m (tabell 6 og figur 6). Deponering på så stort dyp vil ikke gi konflikter med ferdsel i området som følge av oppgrunning. Vanndypet er derfor godt egnet og gis 18 poeng.

#### *Topografi*

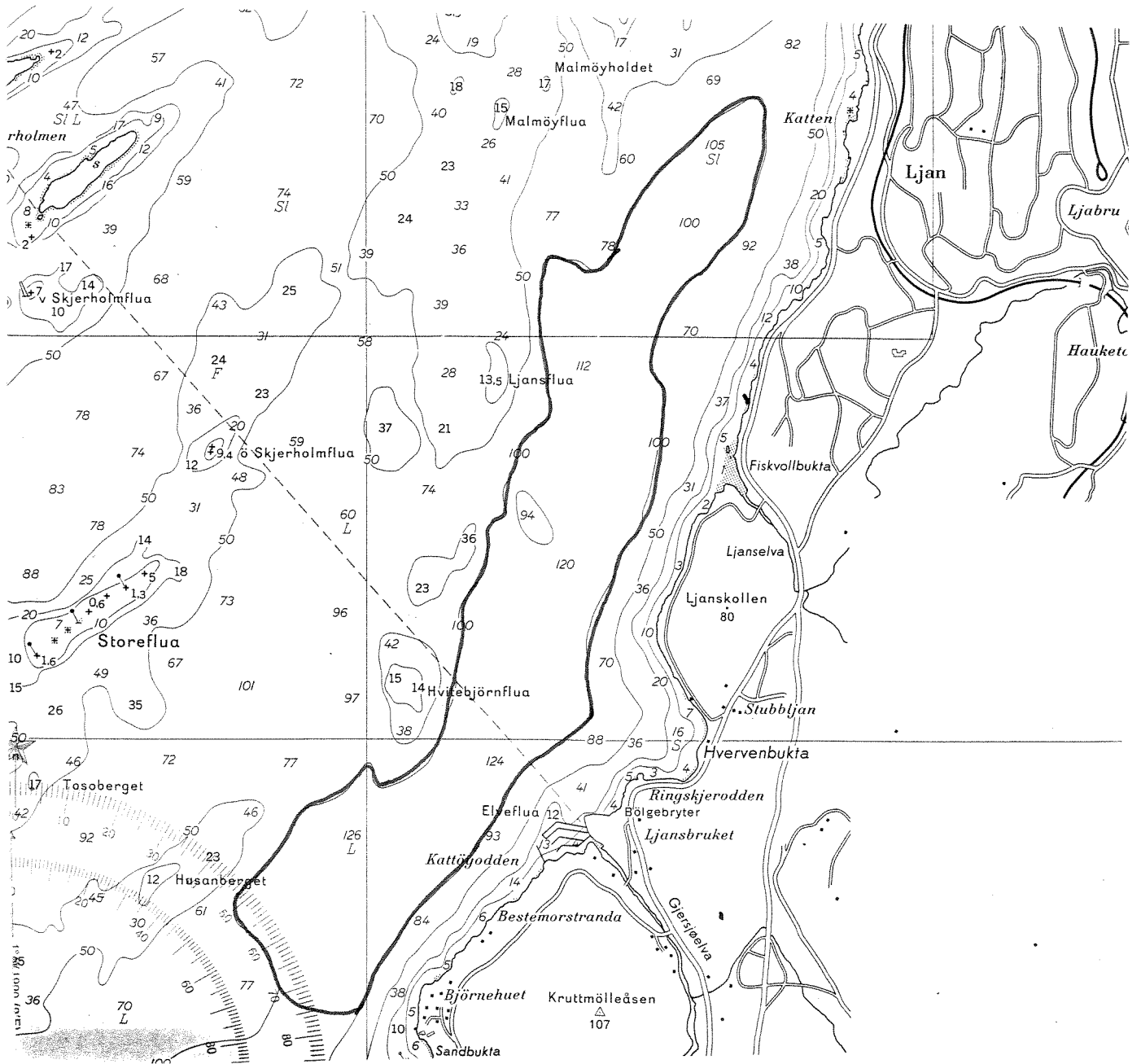
Området er en del av et større basseng med vann dyp fra 100 til 126 m. Bassenget kunne med fordel vært mer avgrenset, topografien vurderes derfor til å være mindre godt egnet og gis 12 poeng.

#### *Volum*

Området har et areal på ca. 2 x 106 m<sup>2</sup>. Selv med en oppfylling på 10 m i store deler av bassenget vil denne beholde sin basseng topografi. Lokaliteten har tidligere vært benyttet som deponeringsted. Arealet tilsier at området har stor kapasitet til mottak av masser og kan derfor sies å være godt egnet, dette gir 3 poeng.

Tabell 6. Skjema for vurdering av egnethet for marine deponeringsplasser, lokalitet 5

Lokalitet 5: Hvervenbukta - Fiskvollbukta	Viktighet	Egnethet	"Score"	"Score" avhengig av at
	Stor = 6	God = 3	141	følgende tilfredstiltes
<b>Naturgitte kriterier</b>	Mindre = 3	Mindre god = 2	94	
	Liten = 1	Dårlig = 1	47	
<b>Vanddyb: 126 m</b>				
Vil redusert vanddyb føre til konflikt med ferdseil i området? -Nei-				
Høringsuttalelse:				
Ingen				
Er vanddybet egnet?	6	3	18	
<b>Topografi:</b>				
Type "terreng": Del av større basseng, fra 112 til 126m dyp, tidligere dumppeområde				
Er topografien egnet?	6	2	12	
<b>Volum: Areal et område er ca. 2*10E6 m3</b>				
Hva er behovet?				
Er volumet egnet?	1	3	3	
<b>Strømhastighet: m/s</b>				
Hva slags bunntilstand indikerer dette: Akkumulasjon				
Hvor grovkornet må massene være for at de skal bli liggende i ro: Leire				
Er strømhastighetene egnet?	6	3	18	Dumpemasser må ledes under sprangsjiktet
<b>Salinitet og temperatur:</b>				
Er det sjiktninger i vannmassene: - Ja -				
Hvilket dyp ligger sprangsjiktet: 10 - 20 m				
Gir sjiktninger begrensninger på egnethet?	3	2 (3)	6 (9)	Massene må dumpes i vintermånedene
<b>Turbiditet i vannmassene:</b>				
Hvilke årstider er mest gunstige for dumping: September - Februar / Mars				
Er turbiditeten egnet?	1	2 (3)	2 (3)	Masser som skal dumpes må være rene el. mindre forurenset enn massene på stedet
<b>Karakterisering av bunnsedimentene: (120 m dyp)</b>				
Er sedimentene forurenset - Ja -				
Hvilke komponenter (grad av forurensning): Cd (3), Pb (3), Hg (2), DDT (3), PCB (3)				
Vanninnhold: 80 - 90%				
Kornstørrelse: Andel sediment <63µm: 60 - 80 %				
Total organisk karbon: 3 - 5%				
Er oksiske bunntilstand påvist? - Nei -				
Er bunnsedimentene egnet?	6	2 (3)	12 (18)	
<b>Bunntilstand:</b>				
Er bunntilstand påvist: - (Ja) / Nei -				
Tilstand: H= 1-2 (Klasse:4 - 5)				
Gir bunntilstand begrensninger på egnethet?	6	3	18	Høringsuttalelser fra fiskeinteresser, vil avklare om det er noen konflikt
<b>Gyte / oppvekstområde for fisk og skaldyr:</b>				
Er området et gyte og oppvekstområde for fisk og skaldyr? - Nei -				
Avstand til nærmeste sjikt område: <500 m				
Gir gyte / oppvekst av fisk og skaldyr begrensninger på egnethet?:	6	*1	*6	
<b>Sjøpattedyr:</b>				
Lever sjøpattedyr i område? - Nei -				
Avstand til nærmeste sjikt område: >100 km				
Gir oppvekst av sjøpattedyr begrensninger på egnethet?:	6	3	18	
<b>SUM</b>			113 (123)	



Figur 6. Posisjon for deponeringsplass 5

### *Strømhastighet*

Strømmålinger er ikke utført på lokaliteten. Topografi og sedimentkarakteristikk indikerer imidlertid sedimentasjonsbunn. Finkornet materiale som silt og leire som eventuelt vil bli deponert her, vil bli liggende i ro. Strømhastigheten kan derfor antas å være godt egnet og gis 18 poeng.

### *Salinitet og temperatur*

Det er sjiktninger i vannmassene i hele Oslofjorden. Disse vil variere gjennom året. Registreringer viser at sprangsjiktet ligger fra 10 til 20 m (Magnusson og Johnsen, 1994). Sjiktninger i vannmassene gjør at lokaliteten er mindre godt egnet og punktet gis 6 poeng. Hvis imidlertid deponeringen foregår under sprangsjiktet løser man dette problemet og punktet kan gis 9 poeng.

### *Turbiditet i vannmassene*

Som for de andre lokalitetene anbefales en kortere dumperperiode enn det som er retningslinjene i dag. Dette på bakgrunn av viten om planktonoppblomstring i vannmassene. I tillegg vil det forekomme dypvannutskifting i fjorden. Det er viktig at ikke deponering foregår under en utskiftingsperiode. I Vestfjorden vil det normalt foregå en utskifting hvert år. I Bunnefjorden kan det gå flere år mellom hver større utskifting. Utskiftingen i Vestfjorden foregår gjerne fra januar til april (Magnusson og Johnsen, 1994). Begrenser man dumping til perioden fra september til februar / mars, og klarlegger forut for deponering hvorvidt en utskifting av vannmassene foregår, er denne perioden vurdert til å være godt egnet, dvs. punktet er gitt 3 poeng. Deponeres masse utenom denne perioden er dette vurdert som mindre godt egnet og punktet gis da 2 poeng.

### *Karakterisering av bunnsedimentene*

Prøver av bunnsedimentene er tatt på to forskjellige dyp på lokaliteten (112 og 124 m) (Konieczny, 1994b). Sedimentene var finkornet i hovedsak leire/silt. De var moderat forurenset av Hg og markert forurenset av Cd, Pb og PCB. Innholdet av organisk karbon var fra normalt til noe forhøyet (3 - 5 %). Sedimentene hadde et høyt vanninnhold (80 - 90 %) og anoksiske forhold ble observert i sedimentoverflaten. Ved deponering av masser over bunnsedimentene vil disse virvles opp og miljøgifter frigis til vannmassene. Bunnsedimentene er forurenset og vil derfor være mindre godt egnet for deponering av masse og gis 12 poeng. Oppvirvlingen vil imidlertid være relativt kortvarig. Hvis massene som deponeres er rene vil sedimentkvaliteten på lokaliteten bli bedre og punktet kan gis 18 poeng. Det er da en forutsetning at deponeringsmassene har normalt organisk innhold samt samme kornstørrelse som lokalitetens sedimenter.

### *Bunnfauna*

Bunnfaunaen på lokaliteten var sterkt til meget sterkt forurenset (klasse 4 - 5) (Mirza og Gray, 1981). Deponering av masse på lokaliteten vil derfor relativt sett gjøre liten skade på faunaen. Bunnfaunaen er derfor godt egnet for deponering av masse og gis 18 poeng.

### *Gyte- og oppvekstområder for fisk og skalldyr*

Generelt regnes områder grunnere enn 100 m som potensielle gyte- og oppvekstområder. Nærmeste slike område ligger mindre enn 500 m unna. Deponeres massene etter gitte kriterier bør det ikke oppstå konflikt på dette området. Punktet gis 6 poeng inntil forholdet er avklart med fiskeinteresser i området.

### *Sjøpattedyr*

Nærmeste kaste- og oppvekstområde for sjøpattedyr ligger i Ytre Oslofjord. Deponering av masse på lokaliteten vil derfor ikke komme i konflikt på dette området. Lokaliteten er derfor godt egnet på dette punktet og gis 18 poeng.

I følge evalueringsskjema tabell 2 er lokaliteten gitt 113 poeng i "score". Lokaliteten kan gis 123 poeng under følgende forutsetninger:

- deponering må skje under sprangsjiktet som kan variere mellom 10 og 20 m
- deponering må foregå innenfor gitte tidsrestriksjoner, fortrinnsvis fra september til februar / mars
- masser som skal deponeres må være rene, det oppnås da en bedre miljøkvalitet på lokaliteten
- massene må ha et naturlig innhold av organisk karbon og samme kornfordeling som sedimentene på stedet slik at ny bunnfauna reetableres raskest mulig
- nødvendige høringsinstanser som fiskeinteresser må være underrettet.

### 3.6. Lokalitet 6: Bunnefjorden

#### *Vanndyp*

Største vanndyp på lokaliteten er 154 m (tabell 7 og figur 7). Deponering på så stort vanndyp vil ikke komme i konflikt med ferdsel i området som følge av oppgrunning. Vanndypet er derfor godt egnet og gis 18 poeng.

#### *Topografi*

Området er et stort basseng med vanndyp varierende fra 150 til 154 m. Lokaliteten danner en naturlig avgrensning til området omkring. Topografien er derfor godt egnet og gis 18 poeng.

#### *Volum*

Området har et areal på ca. 2 x 106 m<sup>2</sup>. Selv med en oppfylling til 150 m koten vil lokaliteten bevare sin basseng topografi. Lokaliteten har svært stor kapasitet for mottak av deponeringsmasser og kan derfor sies å være godt egnet, dette gir 3 poeng.

#### *Strømhastighet*

Strømmålinger er ikke utført på lokaliteten. Topografi og sedimentkarakteristikk indikerer imidlertid sedimentasjonsbunn. Finkornet materiale som silt og leire som eventuelt vil bli deponert her, vil bli liggende i ro. Strømhastigheten kan derfor antas å være godt egnet og gis 18 poeng.

#### *Salinitet og temperatur*

Det er sjiktninger i vannmassene i hele Oslofjorden. Disse vil variere gjennom året. Registreringer viser at sprangsjiktet ligger fra 10 til 20 m (Magnusson og Johnsen, 1994). Sjiktninger i vannmassene gjør at lokaliteten er mindre godt egnet og punktet gis 6 poeng. Hvis imidlertid deponeringen foregår under sprangsjiktet løser man dette problemet og punktet kan gis 9 poeng.

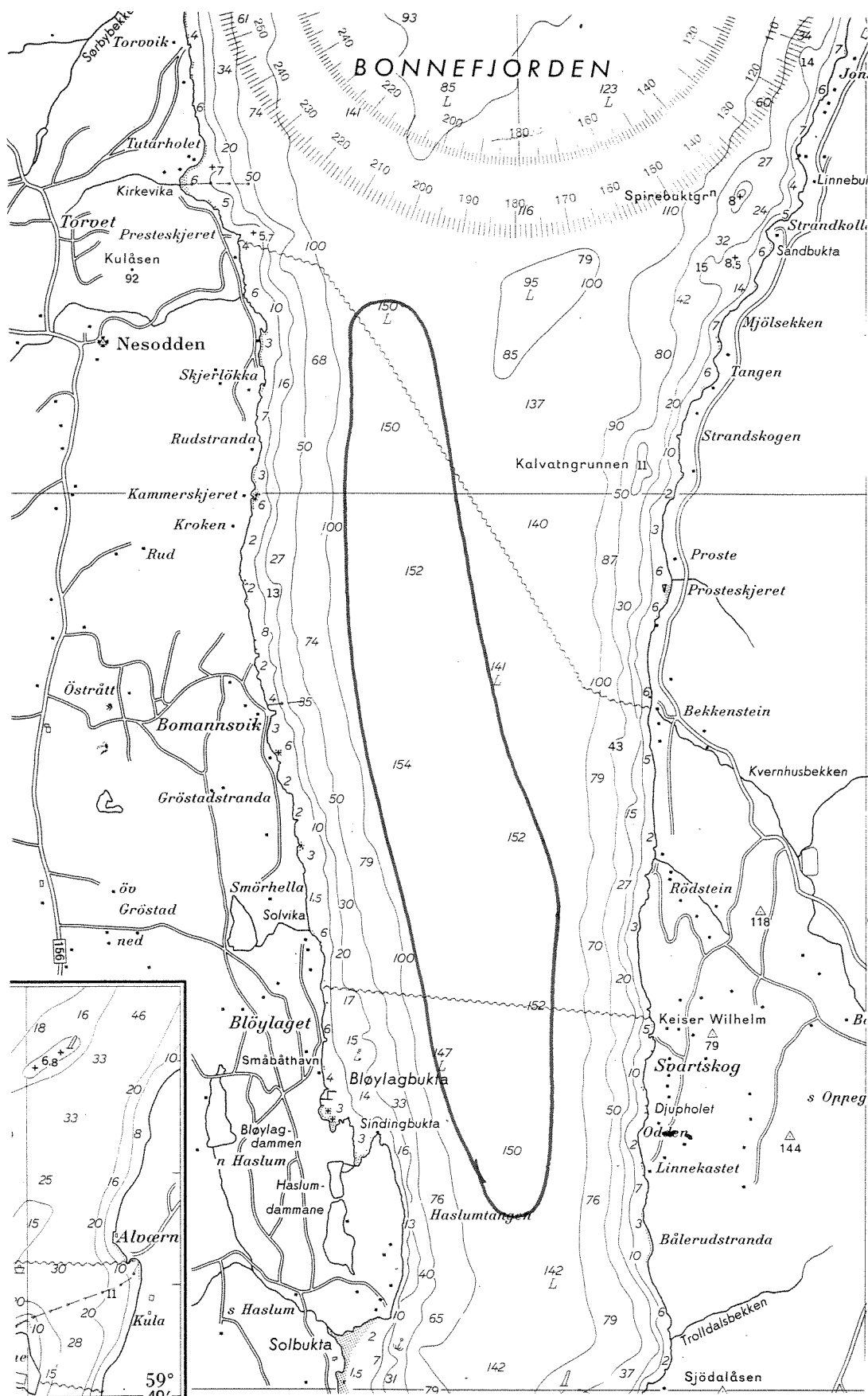
#### *Turbiditet i vannmassene*

Som for de andre lokalitetene anbefales en kortere dumpeperiode enn det som er retningslinjene i dag. Dette på bakgrunn av viten om planktonoppblomstring i vannmassene. I tillegg vil det forekomme dypvannutskifting i fjorden. Det er viktig at ikke deponering foregår under en utskiftingsperiode. I Vestfjorden vil det normalt foregå en utskifting hvert år. I Bunnefjorden kan det gå flere år mellom hver større utskifting. Utskiftingen i Vestfjorden foregår gjerne fra januar til april (Magnusson og Johnsen, 1994). Begrenser man dumpingen til perioden fra september til februar / mars, og klarlegger forut for deponering hvorvidt en utskifting av vannmassene foregår, er denne perioden vurdert til å være godt egnet, dvs. punktet er gitt 3 poeng. Deponeres masse utenom denne perioden er dette vurdert som mindre godt egnet og punktet gis da 2 poeng.



Tabell 7. Skjema for vurdering av egnethet for marine deponeringsplasser, lokalitet 6

Lokalitet 6: Bunnefjorden	Viktighet	Egnethet	"Score"	"Score" avhengig av at følgende tilfredstilles
<b>Naturgitte kriterier</b>	Stor = 6 Mindre = 3 Liten = 1	God = 3 Mindre god = 2 Dårlig = 1	141	94 47
<b>Vanddyb: 154 m</b> Vil redusert vanddyb føre til konflikt med ferdseil i området? -Nei- Høringsuttalelse: Ingen				
Er vanddypet egnet?	6	3	18	
<b>Topografi:</b> Type "erreg": 4 km langt basseng med relativt flat bunn fra 150 - 154 m Er topografien egnet?	6	3	18	
<b>Volum: Areal av lokaliteten er ca. 1,8*10E6 m3</b> Hva er behovet? ?	1	3	3	
<b>Strømhastighet:</b> - m/s Hva slags bunnforhold indikerer dette: Akkumulasjon Hvor grovkornet må massene være for at de skal bli liggende i ro: Leire				
Er strømforholdene egnet?	6	3	18	
<b>Salinitet og temperatur:</b> Er det sjiktninger i vannmassene: - Ja - Hvilket dyp ligger sprangsjiktet: 10 - 20 m Gir sjiktninger begrensninger på egnethet?				
<b>Turbiditet i vannmassene:</b> Hvilke årstider er mest gunstige for dumping: September - Februar / Mars Er turbiditeten egnet?	12 (3)	2 (3)		
<b>Karakterisering av bunnsedimentene: (152 m dyp)</b> Er sedimentene forurenset - Ja / (Nei) - Hvilke komponenter (grad av forurensning): Cd (3), Pb (2), Hg (2), PCB (3) Vanninnhold: 90% Kornstørrelse: Andel sediment <63µm: 55 % Total organisk karbon: 4.4% Er oksiske bunnforhold påvist? - Nei - Er bunnsedimentene egnet?	62 (3)	12 (18)		
<b>Bunntauna:</b> Er bunntauna påvist: - Nei - Tilstand: H' = 0-1 (Klasse: 5) Gir bunntauna begrensninger på egnethet?	6	3	18	
<b>Gyte / oppvekstområde for fisk og skalldyr:</b> Er området et gyte og oppvekstområde for fisk og skalldyr? - Nei - Avstand til nærmeste slikt område: <500 m Gir gyte / oppvekst av fisk og skalldyr begrensninger på egnethet?;	6 * 1			6 noen konflikt
<b>Sjøpattedyr:</b> Lever sjøpattedyr i område? - Nei - Avstand til nærmeste slikt område: >100 km Gir oppvekst av sjøpattedyr begrensninger på egnethet?;	6	3	18	
<b>SUM</b>			119 (126)	



Figur 7. Posisjon for deponeringsplass 6

### *Karakterisering av bunnsedimentene*

Prøver av bunnsedimentene er tatt på 152 m dyp på lokaliteten (112 og 124 m) (Koniczny, 1994b). Sedimentene bestod av leire / silt og sand. Det antas at lokaliteten har akkumulasjonsbunn selv med det store innslaget av sand (45 %). Denne fordelingen kan forklares ved lokalitetens beliggenhet med direkte tilførsel av grovere materiale ned skråningen fra grunnområdet innunder land. Sedimentene var moderat forurenset av Pb og Hg (klasse 2) og markert forurenset av PCB og Cd (klasse 3). Vanninnholdet var høyt (90 %) og sedimentene hadde et relativt høyt organisk innhold. Bunnvannet i Bunnefjorden er anoksisk, med års mellomrom foregår det dypvannsutskifting (ref. punkt om turbiditet). Ved deponering av masser over bunnsedimentene vil disse virvles opp og miljøgifter frigis til vannmassene. Bunnsedimentene er forurenset og vil derfor være mindre godt egnet for deponering av masse og gis 12 poeng. Oppvirvlingen vil imidlertid være relativt kortvarig. Hvis massene som deponeres er rene vil sedimentkvaliteten på lokaliteten bli bedre og punktet kan gis 18 poeng. Det er da en forutsetning at deponeringsmassene har normalt organisk innhold samt samme kornstørrelse som lokalitetens sedimenter.

### *Bunnfauna*

Bunnfaunaen på lokaliteten var meget sterkt forurenset (klasse 5) (Mirza og Gray, 1981). Deponering av masse på lokaliteten vil derfor ikke gi skade på bunnfauna. Bunnfaunaen er derfor godt egnet for deponering av masse og gis 18 poeng.

### *Gyte- og oppvekstområder for fisk og skalldyr*

Generelt regnes områder grunnere enn 100 m som potensielle gyte- og oppvekstområder. Nærmeste slike område ligger mindre enn 500 m unna. Tidligere da bunnvannet i Bunnefjorden var oksisk foregikk det reketråling i fjorden. Det er et bredt ønske i dag å igjen få fjorden oksisk. Deponeres massene etter gitte kriterier bør det ikke oppstå konflikt på dette området. Punktet gis 6 poeng inntil forholdet er avklart med fiskeinteresser i området.

### *Sjøpattedyr*

Nærmeste kaste- og oppvekstområde for sjøpattedyr ligger i Ytre Oslofjord. Deponering av masse på lokaliteten vil derfor ikke komme i konflikt på dette området. Lokaliteten er derfor godt egnet på dette punktet og gis 18 poeng.

I følge evalueringsskjema tabell 2 er lokaliteten gitt 119 poeng i "score". Lokaliteten kan gis 129 poeng under følgende forutsetninger:

- deponering må skje under sprangsjiktet som kan variere mellom 10 og 20 m
- deponering må foregå innenfor gitte tidsrestriksjoner, fortrinnsvis fra september til februar / mars
- masser som skal deponeres må være rene, det oppnås da en bedre miljøkvalitet på lokaliteten
- massene må ha et naturlig innhold av organisk karbon og samme kornfordeling som sedimentene på stedet slik at ny bunnfauna reetableres raskest mulig
- nødvendige høringsinstanser som fiskeinteresser må være underrettet.

## 4. Samlet vurdering av alle lokaliteter

Etter gjennomført vurdering falt lokalitetene i tre grupper, hvor 4 av de 6 lokalitetene kom ut med samme egnethet. Poengsummen de ulike lokalitetene oppnådde var som følger:

- Lokalitet 1: Nesodden vest - Fjellstrand	117 poeng
- Lokalitet 2: Nesodden øst - Ursvik / Hellvik	123 poeng
- Lokalitet 3: Langøya - Malmøykalven	123 poeng
- Lokalitet 4: Bekkelagsbassenget	123 poeng
- Lokalitet 5: Hvervenbukta - Fiskvollbukta	123 poeng
- Lokalitet 6: Bunnefjorden	129 poeng

Dette viser at forholdene på lokalitetene er svært like. Lokalitet 1 i Vestfjorden skiller seg fra de andre med en mindre eller lite forurenset bunnfauna. Karakteristisk for lokalitet 2 til 5 er at de alle ligger i større bassenger som ikke har klare avgrensninger til omkringliggende miljø. Det er på dette punktet Bunnefjorden er bedre egnet. Felles for alle lokaliteter, selv lokalitet 1 er at bunnsedimentene er forurenset. Lokalitet 2, 3 og 4 hadde alle klasse 4 sedimenter (sterkt forurenset), mens øvrige hadde klasse 3 sedimenter (tabell 8).

Innledningsvis ble det satt et krav at en lokalitet ikke kunne anbefales som deponeringsplass hvis et kriterie med stor viktighet (6) gies egnethetsverdi 1 (dårlig egnet). Punktet angående gyte og oppvekstområder for fisk og skalldyr er gitt 6 poeng på alle lokalitetene, dvs. det forutsettes at fiskeinteresser blir orientert. Foruten dette er det bare lokalitet 1 som kan sies ikke å være egnet, dette fordi naturlig bunnfauna på lokaliteten vil bli ødelagt ved deponering. På de øvrige lokalitetene setter ikke kriteriene noe absolutt avslag for deponering.

Det vil alltid være en diskusjon hvilke områder som egner seg best ut i fra hvilke kriterier man legger til grunn. Et hovedmoment må være at hvis deponering skal foregå ønsker man ikke å gi lokaliteten dårligere miljøkvalitet, man søker heller å forbedre den. For de gjenstående lokalitetene (2 - 6) kan det diskuteres om topografi eller grad av forurensning skal vektlegges forskjellig. Hvis grad av forurensning skal vektet tyngre enn topografi egner lokalitet 2 - 4 seg bedre enn lokalitet 5 og 6, med utgangspunkt i at miljøkvaliteten kan forbedres. Av lokalitetene 2, 3 og 4, er det lokalitet 4 Bekkelagsbassenget som har den absolutt dårligste sedimentkvaliteten, dvs. potensialet for forbedring er større her enn på de øvrige lokalitetene (tabell 8).

**Tabell 8.** Samlet oversikt over bunnsedimentenes grad av forurensning på de ulike lokalitetene, angitt med forurensningsklasse (nr.) etter SFTs miljøkvalitetskriterier (jfr. tabell 1).

Nr	Lokalitet	Cd	Pb	Hg	PCB
1	Nesodden vest - Fjellstrand	1	3	3	3
2	Nesodden øst - Ursvik / Hellvik	3	3	3	4
3	Langøya - Malmøykalven	3	3	3	4
4	Bekkelagsbassenget	4	2	4	4
5	Hvervenbukta - Fiskvollbukta	3	3	2	3
6	Bunnefjorden	3	2	2	3

På alle lokaliteter vil sannsynligvis deponert materiale bli liggende i ro, men det er klart at Bunnefjorden avgrensner deponeringsmassene bedre mot omgivelsene enn de øvrige plassene. På en annen side er det i de siste årene framført et reellt håp om at Bunnefjorden skal restitueres ved naturlige prosesser.

Ut i fra en samlet vurdering med tyngde på argumentet at miljøkvaliteten på deponeringslokaliteten ikke skal skades, men tvert om skal bedres ved deponering, anbefales Bekkelagsbassenget som den best egnede lokaliteten.

Foreliggende vurdering er gjort ut i fra et miljøhensyn, dvs. økonomi er ikke trukket inn i bildet. Hvis flere lokaliteter blir vurdert å være like godt egnet for deponering vil det være naturlig å velge den lokaliteten som krever minst økonomisk innsats. To momenter som har betydning for den økonomiske innsatsen er transportavstand av muddermasser og krav til deponerings-teknologi. For det siste punktet vil vanddypet være en viktig faktor. Store vanddyp setter større krav til deponeringsteknologi. Ved en umiddelbar vurdering av disse faktorene synes også Bekkelagsbassenget her å være den best egnede lokaliteten fordi den ligger nærmest det aktuelle mudringsområdet og vanddypet er mindre enn på de øvrige lokalitetene.

## 5. Referanser

- Helland, A. 1995. Vurdering av faste dumpeplasser langs Østfoldkysten. NIVA-rap. O-94026. 45 s.
- Konieczny, R. 1994 a). Miljøgiftundersøkelser i Indre Oslofjord. Delrapport 4. Miljøgifter i sedimenter. Overvåkingsrap. nr. 561/94. NIVA-rap. O-92131, L.nr. 3094, 134s.
- Konieczny, R. 1994 b). Undersøkelser av forurensning i Grønlibukta, Oslo Havn. NIVA-rap. O-94204, L.nr. 3163, 43s.
- Magnusson, J. og Johnsen, T. 1994. Overvåking av forurensnings situasjonen i Indre Oslofjord 1993. Overvåkingsrap. nr. 565/94. NIVA-rap. O-71093, L.nr. 3066, 44s.
- Mirza, F.B. og Gray, J.S. 1981. The benthic fauna of sediments from the organically enriched Oslofjord, Norway. *J.exp.Mar.Biol.Ecol.* 54: 181-207.
- Olsgard, F., 1994. Miljøgiftundersøkelser i Indre Oslofjord. Delrapport 7: Bløtbunnsfauna i Oslo havneområde. Overvåkingsrap. nr. 1070/94. NIVA-rap. O-92131, L.nr. 3104, 23s.
- Skei, J. 1991a). Miljøproblemer knyttet til mudring og dumping av forurensede masser i det marine miljø. Fase 1: Evaluering av dagens kunnskap. NIVA-rap. O-91002, L.nr. 2560, 26 s.
- Skei, J. 1991 b). Miljøproblemer knyttet til mudring og dumping av forurensede masser i det marine miljø. Fase 2: Utredning om alternative mudrings- og deponeringsmetoder. NIVA-rap. O-91002, L.nr. 2614, 19 s.
- Skei, J. 1993. Miljøproblemer knyttet til mudring og dumping av forurensede masser i det marine miljø. Fase 3: Oppdatert kunnskapsstatus og fremtidsperspektiver. NIVA-rap. O-92203, L.nr. 2870, 29 s.
- Skei, J., Oen, H., Pettersen, O., Bryde, J. og Skuggevik, L.J., 1994. Miljøgiftundersøkelser i Indre Oslofjord. Delrapport 6. Eksperimentelle undersøkelser med forurensede sedimenter fra Oslo havnebasseng og bioakkumuleringstudier med blåskjell, ål og eremittkreps. Overvåkingsrap. nr. 562/94. NIVA-rap. O-921317, L.nr. 3070, 46s.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA) - Department of the Army. U.S. Army Corps of Engineers (USACE), 1989. Guidance manual: Bedded sediment bioaccumulation tests. EPA/600/x-89/302.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA) - Department of the Army. U.S. Army Corps of Engineers (USACE), 1992. Evaluating Environmental Effects of Dredged Material Management Alternatives - A Technical Framework. EPA842-B-92-008, Nov. 1992.



**Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo  
Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2733-4