

Telefaks/Telefax



NGI Faks/Fax: (+47) 22 23 04 48
NGI Tlf./Tel.: (+47) 22 02 30 00
Dir. Tlf./Dir. Tel.: (+47) 2202 3149

Til/To: Statsbygg

v/Attn.: Guro Skaare

Faks/Fax: 22240726

Kopi/Copy:

Faks/Fax:

Dato/Date: 4. mai 2000

Side 1 av/Page 1 of: 10

Fra/From: Liv Strøm

Prosjekt/Project: 46 Dokumentsenter

Beskjed/Message:

Etter anmodning fra Audun Hauge sendes sammendrag fra

NGI Rapportene 924006-2 og -3

Med vennlig hilsen
for NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

Liv Strøm
Liv Strøm

dokument2

L.S

| | | | | | |
|-----------------|--|------------|--|-----------------|-----------------|
| Postal address: | P.O. Box 3830 Ullevål Stadion, N-0806 OSLO, NORWAY | Telephone: | (+47) 22 02 30 00 | Postal account: | 0814 51 60643 |
| Street address: | Sogneveien 72, OSLO | Telefax: | (+47) 22 23 04 48 | Bank account: | 5096 05 01281 |
| Internet: | http://www.ngi.no | e-mail: | ngi@ngi.no | Business No. | 050 264 316 MVA |

BS EN ISO 9001, Certified by BSI, Registration No. FS 32080



Oslo Havnebasseng - Forurensning

Utfylling av Bispevika
Grunnundersøkelser og geotekniske
vurderinger

924006-3

24 april 1992

Oppdragsgiver:

Oslo Havnevesn

Kontaktperson:

John Nilssen/P G Rekdal

Kontrakt:

Brev datert 23.01.92

For Norges Geotekniske Institutt

Prosjektleder:


Audun Hauge

Rapport utarbeidet av:


Odd Gregersen

Arbeid også utført av:

Ove Eide



Sammendrag og konklusjoner

Grunnen består av 1 - 2 m forurensede slamholdige bunnmasser og derunder bløt til middels fast leire. Gjenfylling av Bispevika kan foretas som planlagt. Stabiliteten av sjetéen må sikres ved spesielle tiltak. En kombinasjon av jordarmering og motfylling vil ha den ønskede virkning. Motfyllingen, ca 20.000 m³, legges ut med lekter. Utlegging av sjetéen og den øvrige gjenfyllingen av Bispevika foretas direkte fra tipp. Gjennomføringen av utfyllingsarbeidene kontrolleres basert på utførte retningslinjer. Erfaringene vil danne grunnlag for en fortløpende optimalisering av driftsplanene.

Geoteknisk sett kan Bispevika gjenfylles på en tekniske og økonomisk rasjonell måte. Svake grunnforhold gjør det imidlertid nødvendig å gjennomføre enkle stabiliserende tiltak samt at arbeidene må utføres etter visse oppsatte retningslinjer. Løsningen innebærer at det ikke er behov for noen form for utmudring/fjerning av dårlige masser.

Av miljøhensyn skal utfyllingsområdet først sperres av mot den øvrige delen av havnen med en ca 10 m bred sjeté. Stabilitetsanalyser viser at sjetéen ikke kan etableres direkte fra tipp. En slik løsning ville medføre glidninger på grunn av de svake sedimentene fra 0 til ca 4 m under sjøbunnen. Vi har vurdert ulike løsninger for å sikre stabiliteten av sjetéen under utlegging og permanent. Viktige hensyn å ta, foruten sikkerhet, har vært økonomi og tid. Kombinasjon av jordarmering og motfylling synes slik sett å være en gunstig løsning. Etableringen av sjetéen kan gjennomføres som følger, kfr figur 28:

- Jordarmeringen, som kan være en vevd duk, legges ut på eksisterende sjøbunn, sentrisk om sjetéaksen. Duken bør ha en bredde på ca 30 m, og en styrke på 400 kN/m i sjetéens tverretning og minst 100 kN/m i lengderetningen. Det finnes produkter i markedet som har nødvendig styrke- og deformasjonsegenskaper. Foruten den armerende virkningen vil duken dessuten redusere faren for omrøring og oppvirvling av bunnmasser under oppfyllingen.
- Det legges ut motfylling i 45 m bredde, sentrisk om sjetéaksen. Motfyllingen, som bør bestå av sprengstein, etableres ved

Svake grunnforhold i enkelte områder gjør det nødvendig å gjennomføre stabiliserende tiltak.

Sjøen kan få overkuddsmasser, kiping av. De formensinger er størst, eller grunnforholdene løse, kan en fylle opp med løsmasser i form av skinn.

En kan også etablere anslutningspeler der det er gunstig. Etablering av sjetéen vil kunne løse

mulighetene for utmudring og plassering av fremtidige strandlinje/kai. Dette må det tas hensyn til når en bestemmer seg for

Oslo Havnebasseng - Forurensning

Sammendrag og konklusjoner

3



dumping fra lekter. Tykkelsen skal være minst 2,0 m. Motfyllingens volum blir ca 20.000 m³.

- Sjetéen etableres ved utfylling på tipp. Kronehøyden anlegges midlertidig på kote +0,5, av hensyn til stabiliteten. Massene tippes minst 5 m fra topp skråning og skyves på plass med doser. Utskyvningen må skje fortløpende uten etablering av noen form for depoter. For å oppnå rasjonell drift bør sjetéen anlegges med relativt stor bredde. Våre beregninger har forutsatt 10 m kronebredde. Større kronebredde vil betinge bredere duk og bredere motfylling.
- Utvendig skråning må sikres med dekkstein i nivået mellom kote -3,0 og topp krone.
- Prosjektert kronehøyde er på kote +2,0, og kan oppnås etter konsolidering og øket styrke i de øverste bløte avsetningene. Det forventes at nødvendig styrkeøkning vil ha inntruffet i løpet av 1 - 2 år. Styrkeøkningen bør dokumenteres før oppfylling til kote +2,0 finner sted.

En annen mulig måte å sikre stabiliteten vil være å benytte motfylling uten jordarmering. Motfyllingen vil da bli vesentlig mer omfattende. Tilfredsstillende effekt oppnås med en 3 m høy motfylling i 60 m bredde, tilsvarende ca 40.000 m³. En slik løsning vil være mer tidkrevende enn den utredete løsningen. Løsningen vil dessuten innebære fare for mer oppvirling av bunnsedimenter i forbindelse med utfyllingsarbeidene.

Bruk av avlastningspeler vil være en tredje løsning, prinsippielt forskjellig fra de to forrige. Peler rammes ned i sjøbunnen før oppfylling. Ved oppfylling vil lasten bli overført til pelene og ikke til den svake grunnen. Denne teknikken muliggjør oppfylling på svak grunn uten fare for grunnbrudd. Løsningen vil være den mest kostnadskreven og samtidig det mest tidkrevende å gjennomføre. Vi har derfor ikke utredet dette alternativet videre.

Etter etablering av sjetéen kan selve gjenfyllingsarbeidene igangsettes. Utfyllingen utføres på tipp, uten spesielle sikringstiltak. Av hensyn til stabilitetsforholdene, anlegges fyllingen midlertidig på lavest mulig nivå, kote +0,5. Sikkerheten mot lokale glidninger vil være forholdsvis lav slik at mindre glidninger ikke kan utelukkes. Eventuelle glidninger vil imidlertid forekomme som begrensede terrengsynkninger og bunnhevninger,

Oslo Havnebasseng - Forurensning

Sammendrag og konklusjoner

4



og vil skje sakte og udramatisk. Massene må tippes inne på fyllingen, minst 15 m fra topp skråning, og skyves på plass med doser. Utskyvningen må skje fortløpende uten noen form for deponier. Utfyllingen kan utføres fra sjeteen og innover i bassenget, eller fra andre egnede lokaliteter.

Ved utfyllingen vil steinmassene blande seg med de bløte bunnsedimentene. Steinen synker ned i sedimentene og massene presses opp i hulrommene mellom steinene. Bunnsedimentene vil også delvis bli presset opp foran og til siden for fyllingsfronten i en valk. Av hensyn til den fremtidige utnyttelsen av oppfyllingsområdet er det ønskelig å unngå større ansamlinger av de bløte bunnsedimentene. Forholdene vil bli holdt under oppsikt. Om nødvendig kan det tas forholdsregler for å begrense omfanget av oppstuvningen av masser. En mulig løsning vil være å foreta utfyllingen innenfor mindre avgrensede områder som lukkes inn og gjenfylles. En slik gjenfyllingsprosedyre vil være mer tidkrevende, men kan ut fra en samlet vurdering være å foretrekke.

Den foreslåtte oppfyllingsmetoden forutsetter, som omtalt, et midlertidig oppfyllingsnivå på maks kote +0,5. Oppfyllingen til kote +2,0, prosjektert oppfyllingsnivå, kan etableres fortløpende bak fyllingsfronten, men slik at avstanden mellom fyllingsfront og området med full oppfyllingshøyde ikke er mindre enn 30 m. Dette innebærer at når utfyllingen er ferdig utført, vil det gjenstå en 30 m bred sone langs ytre fyllingsbegrensning på nivå +0,5. Videre oppfylling i denne sonen vil avhenge av konsolidering og fasthetsøkning i den underliggende leiren, som tidligere omtalt.

Det er etter ordinær oppfylling ønskelig å etablere et depot av overskuddsmasser på området. Dette kan gjøres på den indre delen. Av hensyn til fremtidig bruk av området vil det være gunstig å plassere massedepoter der leirmektigheten er størst (forbelastning). Dette vil fremskynde setningene. Vi vil komme tilbake til en plan for dette på et senere tidspunkt.

Utfyllingen vil medføre relativt store setninger i den underliggende kompressible avsetningen. Setningenes størrelse vil variere betydelig på grunn av de varierende fjelldybden. Sentralt på utfyllingsområdet er løsmassemekktigheten mindre enn 15 m, mens indre deler av Bispevika og partiet ytterst langs sjeteen har mektigheter på 30 - 35 m.

De øverste bløte (og forurensede) bunnsedimentene vil delvis blande seg inn i steinfyllingen og delvis bli liggende som et intakt lag under fyllingen. Det intakte laget under steinfyllingen vil utsettes for konsolidering (presses sammen av vekten av steinfyllingen). Tykkelsen på dette laget vil i gjen-

Oslo Havnebasseng - Forurensning Sammendrag og konklusjoner

5



nomsnitt variere mellom 0,2 og 0,5 m. Erfaringer tilsier at konsolideringen kan medføre en sammenpressing på ca. 50%. På grunn av lagets begrensede tykkelse vil dette skje relativt hurtig, i løpet av 1 år.

Leiravsetningen vil få store langtidssetninger. Beregninger basert på parametere fra de utførte ødometerforsøkene viser at konsolideringssetningene kan bli av størrelse 1,5 m der mektigheten er størst, og 0,6 - 0,8 m der mektigheten er minst. Setningene vil foregå over meget lang tid, 20 - 30 år, men med sterkt avtagende setningshastighet med tiden. Halvparten av konsolideringssetningene vil være avsluttet i løpet av 6 - 8 år.

I tillegg til konsolideringssetningene i det bløte slamholdige laget og i leiren, vil det foregå egenetninger i fyllmassene. Disse kan erfaringsmessig anslås til 3 - 4% av tykkelsen, dvs 0,3 - 0,4 m. Setningene vil komme relativt hurtig, i løpet av 1 til 2 år.

På grunn av lastspredningen, vil det finne sted terrengsetninger utenfor selve oppfyllingsområdet. Setninger som kan ha betydning for bygninger må påregnes inntil 15 - 20 m utenfor området, med størst avstand der leirmektigheten er størst.

Det kan foretas utmudring til kote -11 langs utvendig skråning.

Det er ønske om å kunne foreta utmudring til kote -11 utenfor fyllingen. Av stabilitetsmessige grunner må avstanden mellom topp fyllingsskråning og foten av mudringsskråningen ikke være mindre enn ca 35 m, kfr figur 29. Denne begrensningslinjen for fullt utmudringsnivå vil også til en viss grad styre beliggenheten av en fremtidig kailinje. Det vil si at etablering av sjeteen i betydelig grad vil låse muligheten for utmudring av det utenforliggende bassenget, samt påvirke plasseringen av en fremtidig kai. Dette må det tas hensyn til når endelig sjeteakse skal fastlegges. På situasjonsplanen, figur 36, er det søkt å ta hensyn til dette ved å trekke sjeteen noe innover i forhold til tidligere "ytre begrensingslinje".

Pelekai kan anlegges langs utvendig skråning.

Vi har sett på mulige løsninger for etablering av en fremtidig kai langs fyllingskanten. På grunnlag av våre foreløpige vurderinger kan det synes som om det vil være teknisk og økonomisk gunstig å anlegge en pelekai med avlastningspeler for den bakenforliggende fyllingen, som skissert på figur 30. Avlastningspelene vil muliggjøre en oppfylling bak kaien slik at selve kaidekket kan reduseres med ca 15 m. Dette vil normalt være en kostnadsbesparende løsning. NGI har gode erfaringer med denne måten å sikre stabiliteten av oppfylling på bløt grunn.

Prosjektet forutsetter geoteknisk kontroll og rådgivning i oppfyllingsperioden.

En sikker gjennomføring av prosjektet betinger at utfyllingsarbeidene nøye følger oppsatte retningslinjer. Det er derfor **nødvendig at arbeidene følges opp med kontroll.** Omfanget av kontrollen bør være relativt omfattende i den første fasen, anslagsvis en person på halv tid. Når sjeteen er etablert og det er innarbeidet gode rutiner for det videre gjenfyllingsarbeidet, bør omfanget av kontrollarbeidet kunne reduseres. Geoteknisk bistand for øvrig vil være nødvendig, f.eks. når oppsatte rutiner, av ulike grunner, må avvikes.

Setningsutviklingen på området bør i en viss utstrekning overvåkes. Dette vil gi mulighet for en bedre planlegging av fremtidig disponering av området. Nødvendig oversikt kan oppnås ved å installere et antall setningsmålere fordelt på området. Dette gjøres etter at oppfyllingsarbeidene er avsluttet. Vi vil komme tilbake til dette og utarbeide et forslag til måleprogram på et senere tidspunkt.

Grunnlagsmaterialet er presentert i det etterfølgende, del A.

I det etter følgende er det gitt en mer detaljert beskrivelse av prosjektet, mark- og laboratorieundersøkelsene, grunnforholdene og stabilitetsberegningene.



Oslo Havnebasseng - Forurensning

Plan for utfylling av Bispevika

924006-2
Rev. 2

5 mai 1992
15 juni 1992

Oppdragsgiver: Oslo Havnevesen


Kontaktperson: John Nilssen/ P.G. Rekdal
Kontrakt: Brev datert 1992-01-23

For Norges Geotekniske Institutt

Prosjektleder:


Audun Hauge

Rapport utarbeidet av:


Audun Hauge og Odd Gregersen



Sammendrag

Det er geoteknisk sett mulig å fylle inn Bispevika med tunnelstein fra Ekeberg-tunnelen. Arbeidene i tunnelen starter 1 mai 1992. Ved en slik løsning vil det oppnås miljøgevinster ved kort transport av steinmassene samtidig med at de forurensede bunnsedimenter i Bispevika forsegles og immobiliseres.

Det er vurdert forskjellige løsninger for å minimalisere mobiliseringen av miljøgifter fra sedimentene i anleggsfasen:

- A: Fjerning av forurenset sediment før innfylling av stein
- B: Etablering av et helt tett basseng før innfylling av stein og kontroll og rensing av sigevann
- C: Avskjæring av Bispevika med en steinsjeté med tettesone for å holde tilbake alle partikler i suspensjon, og deretter innfylling med stein.

Tabellen på neste side gir de vesentligste opplysningene om miljøeffekter osv. om alternativene.

Basert på de framkomne opplysninger om dagens situasjon og effekten og kostnadene med de ulike alternativene, er alternativ C en løsning som gir de ønskede effekter til en akseptabel kostnad.

Bispevika avskjæres med en steinsjeté med tettesone i ytre fyllingsbegrensning. Deretter fylles arealet innenfor, og de oppvirvlede massene stoppes i sjetéen. Ved etablering av sjetéen må stabiliteten sikres ved jordarmering og motfylling. Den videre fyllingen kan skje fra sjetéen og innover, eller fra andre praktiske tippsteder.

Nedfylling av sedimentene med tunnelstein vil forsegle og immobilisere forurensningen og løse et betydelig forurensningsspørsmål i området.

Løsningen muliggjør også innfylling av forurenset mudringsmasse. I de periodene dette utføres, vil utlekkingen av miljøgifter tilsvare dagens situasjon.

Det er viktig at tiltaket overvåkes med et system av brønner både i ytre deler av fyllingen og i tilgrensende kaier. Det må etableres kriterier for overvåkingen med hensyn til parametre og nivåer for inngripen.

Oslo Havnebasseng - Forurensning

Plan for utfylling av Bispevika

3



| Alternativ | Utlekking av miljøgifter* | | | Overvåking | Kostnad, kr | Merknad |
|------------|---------------------------|------------------|----------------------|---|-------------|---|
| | Etablering av tiltak | Anleggsfase | Innlegging av mudder | | | |
| A | 2-5 x dagens | 0 | Umulig | 0 | Nei | Stort behov for behandling og deponering av forurenset sediment |
| B | dagens | 0 | 0 | 0 | Ja | Krever tetting rundt hele og lang drift av renseanlegg |
| C | 1,1 x dagens | 5 % av dagens | dagens | 45 kg olje pr. år synkende til 0 over ca. 20 år | Ja | Denne løsningen kan oppgraderes dersom overvåking tilsier dette |

* Dagens situasjon utgjør utlekking pr. døgn:
300 mg Hg, 400 mg Cd, 25 g Pb, 25 g Cu, 60 mg PCB, 6 g PAH og 300 g THC