



Oslo kommune
Fornebubanen

Konseptvalgrapport – Massehåndtering

Dok.nr.: PF-U-070-EE-0007

Revisjon: 03G



Oslo Kommune – Fornebubanen	Dok. nr.: PF-U-070-EE-0007
Konseptvalg rapport - Massehåndtering	Revisjon: 03G
	Dato: 30.04.2018
	Side: 2 av 30

Dokumentet er utarbeidet av



Prosjekteringsgruppen Fornebubanen
et COWI og Multiconsult Joint Venture

03G	30.04.2018	Revidert utgave	BSEN	HADN	CBO
02G	15.12.2017	Første utgave	BSEN/TMEH	HADN	LAVI
01G	24.11.2017	For gjennomgang	BSEN/TMEH	HADN	
Rev.	Dato	Endringen gjelder	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent

Oslo Kommune – Fornebuibanen	Dok. nr.: PF-U-070-EE-0007
Konseptvalgrapport - Massehåndtering	Revisjon: 03G
	Dato: 30.04.2018
	Side: 3 av 30

Innhold:

1	SAMMENDRAG	4
2	BAKGRUNN	5
3	INNLEDNING	5
4	FORUTSETNINGER	6
5	GRUNNLAG OG REFERANSER	7
5.1	SAMFUNNSMÅL OG EFFEKT MÅL.....	7
5.2	GRUNNLAG.....	7
6	PROSJEKTBEKRIVELSE	9
6.1	GENERELT OM PROSJEKTET	9
6.2	GRUNNFORHOLD	9
7	OVERSIKT OVER MENGDER OG KVALITET PÅ MASSENE	10
7.1	MENGDER.....	10
7.2	KVALITET PÅ MASSENE	10
7.2.1	Steinmasser	11
7.2.2	Løsmasser.....	12
8	DISPONERINGSMULIGHETER FOR RENE STEINMASSE	14
8.1	TBM-MASSE	15
8.2	MASSE VED KONVENJONELL DRIFT.....	15
8.3	AKTUELLE DISPONERINGSMULIGHETER FOR STEINMASSE	16
9	DISPONERINGSMULIGHETER FOR RENE OG FORURENSEDE LØSMASSE OG SYREDANNENDE BERGARTER/ALUNSKIFER	17
10	TRANSPORT AV MASSE	19
10.1	RIGGOMRÅDER OG TVERRSLAG	19
10.2	ALTERNATIVE TRANSPORTMÅTER – BIL, BÅT OG TRANSPORTBÅND	20
11	EIERSKAP TIL MASSENE	21
12	SHA-VURDERING	22
13	INNVIRKNING PÅ YTRE MILJØ	23
13.1	KLIMAGASSUTSLIPP VED MASSETRANSPORT	23
13.2	ANDRE MILJØPÅVIRKNINGER	24
14	RISIKOVURDERING	25
15	KOSTNADSVURDERING	25
16	OPPSUMMERING OG SAMMENLIGNING	26
16.1	BESKRIVELSE AV EVALUERINGSKRITERIER	27
16.2	OPPSUMMERT VURDERING	28
17	ANBEFALING	28
18	FORSLAG TIL VIDERE ARBEID	29
19	ENDRINGSLOGG	29
	REFERANSER	30

Oslo Kommune – Fornebubanen	Dok. nr.: PF-U-070-EE-0007
Konseptvalgrapport - Massehåndtering	Revisjon: 03G
	Dato: 30.04.2018
	Side: 4 av 30

1 Sammendrag

Det er et overordnet mål at miljø- og samfunnsbelastningen knyttet til massehåndtering skal reduseres. Transport av masser medfører store klimagassutslipp og også andre miljøpåvirkninger som utslipp av NO_x, støv, støy og slitasje på veier. Transporten av masser må derfor begrenses, og så mye som mulig av massene skal gjenbrukes eller gjenvinnes lokalt. Samtidig er det viktig for Fornebubanen å få en så kostnadseffektiv massehåndtering som mulig.

Steinmassene fra Fornebubanen er av dårlig kvalitet, bestående av leirskifer, kalkbergarter og en blanding av disse. Leirskiferen knuses lett ned, og det dannes mye finstoff ved komprimering. Steinmateriale fra anlegget antas å være egnet som fyllmasse, men anses å være uegnet som forsterkningsmateriale og tilslagsmateriale. Det er derfor begrensede disponeringsmuligheter for steinmassene.

Bærum kommune har igangsatt et planarbeid for etablering av en friluftløype i Lysakerfjorden. Bakgrunnen for ønsket om etablering er todelt; den voksende befolkningen på Fornebu medfører et stort press på eksisterende friluftsområder samtidig som utbygging av store samferdselstiltak i området medfører store masseoverskudd som i størst mulig grad skal behandles lokalt. Hovedkonseptet som vurderes i denne rapporten er hvorvidt rene sprengsteinmasser skal benyttes til oppbygging av denne friluftløypa i Lysakerfjorden eller om det skal gå til annen disponering.

Det er også gjort en vurdering av om massene kan transporteres med transportbånd, samt hvem som skal ha eierskap til massene. I tillegg er det innhentet informasjon om aktuelle godkjente deponier for forurensede løsmasser og syredannende bergarter, samt for steinmasser generert ved TBM-drivemetode.

Vurdering av hovedkonsept – disponering av sprengstein

Ved vurdering av hovedkonseptet er følgende forutsetninger lagt til grunn for anbefalingen:

- Fornebubanens rolle er å være steinleverandør, detaljer vedr. grensesnitt mellom Fornebubanen og Bærum kommune må avklares gjennom nærmere avtale.
- For kostnadsvurderingene i denne rapporten er det antatt at Fornebubanen ikke skal dekke kostnader til etablering av friluftløypa
- Friluftløypa er ferdig regulert og anleggsteknisk prosjektert, og prosjekt for gjennomføring av tiltaket er etablert, før masseleveransene starter.
- Steinmassene fra Fornebubanen er egnet for utfylling i sjø – innhold av finstoff er på et akseptabelt nivå.

Anbefaling:

Disponering av massene til ny friluftløype i Lysakerfjorden ser ut til gi lavest total miljøbelastning, med lavt klimagassutslipp som den avgjørende faktoren, og er økonomisk mest fordelaktig for Fornebubanen. Det anbefales derfor at steinmassene leveres til etablering av friluftløype i Lysakerfjorden.

Bruk av transportbånd

Bruk av transportbånd er ikke aktuelt da sprengstein er for stor og grov for transportbånd, og må eventuelt knuses ned før transport.

Eierskap til massene

Ved levering av massene til friluftløypa i Lysakerfjorden, anbefales det at Fornebubanen selv har eierskapet til massene.

Oslo Kommune – Forneubanen	Dok. nr.: PF-U-070-EE-0007
Konseptvalgrapport - Massehåndtering	Revisjon: 03G
	Dato: 30.04.2018
	Side: 5 av 30

2 Bakgrunn

Forneubanen er en ny T-banestrekning, i et sammenhengende tunnelsystem, mellom Fornebu og Majorstuen. Banen er ca. 8 km lang, og har seks underjordiske stasjoner.

Dagens mandat viser én enkelt påkobling til Majorstuen stasjon, men konseptvalgene skal være gyldige både for én enkelt påkobling og tilkobling til nederste etasje på ny Majorstuen stasjon i fremtiden.

Konseptvalg som har stor økonomisk påvirkning og gir betydelige føringer på øvrig planlegging og prosjektering, er blitt prioritert tidlig i forprosjektfasen. Alle konseptene som vurderes, og kombinasjoner av disse, er velprøvde og kjente. Videre er alle løsningene vurdert iht. Sporveiens tekniske regelverk, RAMS-krav og SHA.

Drivemetode og et eller to løp sees på som prosjektets hovedkonseptvalg. Dette valget vil bli foretatt først, og vil legge premissene for etterfølgende øvrige konseptvalg.

Kostnader, teknisk løsning, framdrift, ytre miljø, risikovurderinger og SHA vurderes i hvert konsept, men i tillegg vil det foreligge overordnede vurderinger/sammendrag.

Prosjektets overordnede mål er i satt i følgende prioriterte rekkefølge;

1. Kostnader (investeringskostnader og LCC)
2. Kvalitet
3. Tid

3 Innledning

Det er et overordnet mål at miljø- og samfunnsbelastningen knyttet til massehåndtering skal reduseres. Transport av masser medfører store klimagassutslipp og også andre miljøpåvirkninger og nærmiljøulempen som utslipp av NO_x, støv, støy og slitasje på veier. Transport av masser må derfor begrenses, og så mye som mulig av massene skal gjenbrukes eller gjenvinnes lokalt. Det er også viktig for Forneubanen å få en så kostnadseffektiv massehåndtering som mulig.

Denne rapporten omhandler konseptvalg for massehåndtering. Formålet med aktiviteten er å anbefale en klimavennlig og kostnadseffektiv massehåndtering, både for berg og løsmasser. Følgende problemstillinger skal vurderes og besvares:

- Vurdering av massenes egnethet til gjenbruk både med hensyn til type bergarter, drivemetode og evt. forurensing og svartelistede arter i løsmassene
- Vurdering av aktuelle godkjente deponier både for forurensete masser og syredannende bergarter, inkludert alunskifer
- Vurdering av aktuelle muligheter for gjenbruk av massene, herunder vurdering av etablering av friluftstøy i Rolfsbukta ved Fornebu, hvor følgende skal utredes:
 - Er etableringen praktisk gjennomførbare
 - Er etableringen økonomisk fordelaktig for Forneubaneprosjektet
 - Gir etableringen miljøgevinster for Forneubaneprosjektet
 - Hvordan påvirker etableringen risikobildet for Forneubanen (framdrift, kost etc.)

Oslo Kommune – Fornebubanen	Dok. nr.: PF-U-070-EE-0007
Konseptvalgrapport - Massehåndtering	Revisjon: 03G
	Dato: 30.04.2018
	Side: 6 av 30

- Overordnede vurderinger av klimagassutslipp og nærmiljøulempen knyttet til massetransporten
- Kostnadsvurderinger

Konseptvalgrapporten omhandler håndtering og transport av tunnelmasser fra tverrslag/ende punkt, og omfatter således ikke håndtering av massene internt i tunnellopene. For løsmasser gjelder konseptvalgrapporten for masser som transporteres ut fra tiltaksområdet. Rapporten inkluderer ikke transport ved omdisponering av masser innen tiltaksområdet.

Det er to mulige hovedkonsepter for drivemetoder for tunnelen, konvensjonell sprengning eller bruk av tunnelboremaskin (TBM). Disponeringsmuligheter for massene generert ved begge drivemetoder er vurdert.

Bærum kommune har igangsatt et planarbeid for etablering av en friluftstøy i Lysakerfjorden. Bakgrunnen for ønsket om etablering er todelt; den voksende befolkningen på Fornebu medfører et stort press på eksisterende friluftsområder samtidig som utbygging av store samferdselstiltak i området medfører store masseoverskudd som i størst mulig grad skal behandles lokalt. Hovedkonseptet som vurderes i denne rapporten er hvorvidt rene sprengsteinmasser skal benyttes til oppbygging av en friluftstøy i Lysakerfjorden eller om det skal gå til annen disponering.

Det skal også vurderes om massene kan transporteres med transportbånd, samt om byggherren skal ha eierskap til massene eller om eierskapet skal overdras til entreprenør.

Det er forutsatt at alt av steinmasser som blir generert og løsmasser som graves opp ved bygging av Fornebubanen blir fraktet ut av tiltaksområdet. Lovgivningen åpner for at både rene masser og forurensede masser, under visse forutsetninger, kan omdisponeres innen et tiltaksområde. Videre detaljprosjektering vil avdekke i hvilken grad det er mulig å omdisponere masser innen tiltaksområdet. Slik omdisponering vil kunne gi lavere totale kostnader for massehåndteringen, men vil ikke ha betydning for konseptvalget.

4 Forutsetninger

Det er flere forhold som ikke er avklart under arbeidet med denne rapporten og som kan være avgjørende for vurdering av hovedkonseptet, dvs. om sprengstein kan benyttes til oppbygging av ny friluftstøy i Lysakerfjorden, eller gå til annen disponering. I tillegg er det viktig å klargjøre Fornebubanens rolle i tilknytning til massehåndteringen.

Følgende forutsetninger legges til grunn:

- Fornebubanens rolle er å være steinleverandør, detaljer vedr. grensesnitt mellom Fornebubanen og Bærum kommune må avklares gjennom nærmere avtale.
- For kostnadsvurderingene i denne rapporten er det antatt at Fornebubanen ikke skal dekke kostnader til etablering av friluftstøya
- Friluftstøya er ferdig regulert og anleggsteknisk prosjektert, og prosjekt for gjennomføring av tiltaket er etablert, før masseleveransene starter.
- Steinmassene fra Fornebubanen er egnet for utfylling i sjø – innhold av finstoff er på et akseptabelt nivå.

Oslo Kommune – Fornebubanen	Dok. nr.: PF-U-070-EE-0007
Konseptvalgrapport - Massehåndtering	Revisjon: 03G
	Dato: 30.04.2018
	Side: 7 av 30

5 Grunnlag og referanser

5.1 SAMFUNNSMÅL OG EFFEKTMÅL

I henhold til forutgående prosesser er følgende mål blitt definert for prosjektet:

Samfunns mål

Målet med Fornebubanen er å gi bedre kollektivbetjening til et sentrumsnært område som skal bygges ut med boliger og næringsarealer.

En kollektivløsning til Fornebu skal:

- ✓ Gi kapasitet til å ta fremtidig trafikkvekst.
- ✓ Bidra til å redusere belastningen på overflatenettet.
- ✓ Legge til rette for byutvikling langs traseen.

Effekt mål

- Fornebubanen skal være et enkelt, attraktivt og pålitelig tilbud.
- Fornebubanen skal være en integrert del av Oslos T-banenett, og kunne kjøres gjennomgående til og gjennom sentrum.
- Stasjonene skal styrke allerede etablerte kollektivknutepunkt langs banen.
- Kapasitet: De forskjellige stasjonene dimensjoneres til å håndtere forventet fremtidig trafikk med god margin.
- Ved åpning av Fornebubanen skal det være en frekvens på to tog i kvarteret, men med en infrastruktur dimensjonert for fire.
- Driftsbasen skal dekke behovet for hensettingsplasser og ettersynsspor som drift av Fornebubanen genererer.

Konseptenes betydning for måloppnåelse

Ved vurdering av konseptvalg for Massehåndtering er det ikke funnet noen avhengighet av eller betydning for noen av de definerte målene.

5.2 GRUNNLAG

- Regional plan. Masseforvaltning i Akershus, Akershus Fylkeskommune. 2016.
- Ny friluftstøy i Lysakerfjorden. Planprogram. Bærum kommune. 2017.
- Etterbruk av Fornebu: Miljøoppfølgingsprogram (vedlegg til kommunedelplan 2 for Fornebu). 1999.
- Byøkologisk program 2011-2026. Oslo kommune. 2011.
- Bestemmelser til områderegulering for metrotrasé Fornebu – Lysaker, delområde Fornebu – Lysaker. Bærum kommune. 2015.

Oslo Kommune – Fornebubanen	Dok. nr.: PF-U-070-EE-0007
Konseptvalgrapport - Massehåndtering	Revisjon: 03G
	Dato: 30.04.2018
	Side: 8 av 30

- Forslag til reguleringsbestemmelser for Fornebubanen. Parsell 2: Lysaker – Majorstuen/Blindern.
- Reguleringsplan Fornebubanen. Parsell 1. Planprogram.
- Reguleringsplan Fornebubanen. Parsell 2. Planprogram.
- Norconsult (2015). Fornebubanen. Reguleringsplan, Parsell 1: Fornebu – Lysaker. Miljøoppfølgingsprogram. Dokument nr.: 1-26-1 rev. C05.
- Norconsult (2017). Fornebubanen. Reguleringsplanfase, Parsell 2: Lysaker – Majorstuen. Miljøoppfølgingsplan. Dokument nr.: KU-2-11, rev. D02.
- Norconsult (2014). Fornebubanen. Reguleringsplanfase, Parsell 1: Fornebu – Lysaker. Fagrapport forurenset grunn og vann. Dokument nr.: 1-23-1 rev. C04.
- Norconsult (2016). Fornebubanen. Reguleringsplanfase, Parsell 2: Lysaker – Majorstuen. Fagrapport forurenset grunn og vann. Dokument nr.: KU-2-07, rev. D01.
- Norconsult (2014). Fornebubanen. Reguleringsplan, Parsell 1: Fornebu – Lysaker. Fagrapport geoteknikk, ingeniørgeologi og konstruksjon. Dokument nr.: 1-4,5,6-1, rev. C04.
- Norconsult (2017). Fornebubanen. Detaljplan, Parsell 2: Lysaker – Majorstuen. Fagrapport geoteknikk, ingeniørgeologi og konstruksjon. Dokument nr.: 2-4-1, rev. D02.
- Norconsult (2014). Fornebubanen. Reguleringsplanfase, Parsell 1: Fornebu – Lysaker. Fagrapport Anleggsgjennomføring, Dokument nr.: 1-15-2, rev. C05.
- Norconsult (2017). Fornebubanen. Detaljplan, Parsell 2: Lysaker – Majorstuen. Fagrapport Anleggsgjennomføring. Dokument nr.: 2-15-1, rev. D04.

6 Prosjektbeskrivelse

6.1 GENERELT OM PROSJEKTET

Fornebubanen er en ny T-banestrekning på ca. 8 km mellom Majorstuen og Fornebu senter. Banen vil i sin helhet gå under bakken. Strekningen går hovedsakelig i berg avbrutt av to soner i løsmasser. Banen skal kobles på Majorstuen stasjon, og i tillegg planlegges seks stasjoner langs strekningen; Skøyen stasjon, Vækerø stasjon, Lysaker stasjon, Arena stasjon, Flytårnet stasjon og Fornebu senter stasjon og driftsbasis. Vækerø, Arena og Flytårnet stasjon blir stasjoner i berg, Skøyen og Lysaker blir stasjoner i løsmasser, og Fornebu senter stasjon og driftsbasis blir stasjon dels i berg og dels i løsmasser.

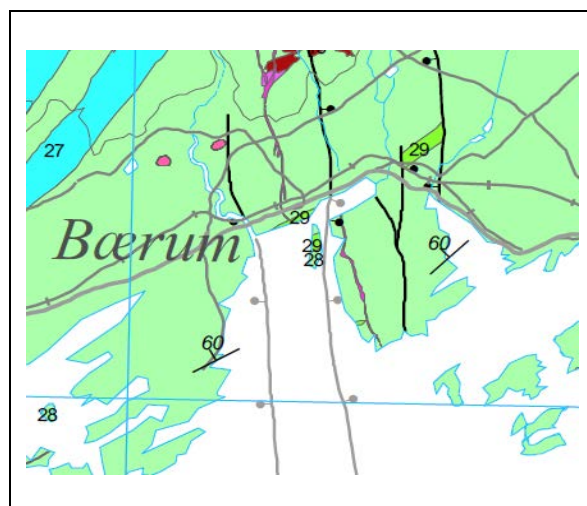
6.2 GRUNNFORHOLD

Berggrunnen langs hele tunneltraséen tilhører Oslofeltets kambrosilurbergarter, og består av sedimentære bergarter av typen leirskifer og kalkstein/knollekalk. Disse områdene er vist med lys grønt (28) i Figur 1. Alunskifer kan også forekomme langs deler av tunneltraséen. Områder med alunskifer er vist med sterkere grønt (29), og berører traséen spesielt mellom Skøyen og Vestre gravlund. De sedimentære bergartene er gjennomskåret av vulkanske intrusiv-/gangbergarter av typen diabas, mænaitt og syenitt. De sedimentære bergartene er foldet om en akse med retning omtrent NØ–SV, noe som

gjenspeiles i lagdelingens strøkretning. Fallretningen varierer mot NV eller SØ.

Bergoverflaten er ofte ujevn med dyprenner fylt med løsmasser. Typisk er forsenkninger parallelt lagdelingen, forårsaket av svakere bergartslag, men dyprenner forekommer også langs forkastningssoner i andre retninger. I bergmassen forekommer det sprekker og svakhetsplan parallelt lagdelingen, i tillegg til steiltstående sprekker som ofte står vinkelrett på foldeaksen (dvs. NV-SØ). Sprekker, intrusivganger og forkastninger av permisk alder har typisk retning N-S eller NNV-SSØ. Berget ligger typisk grunt og stedvis blottet i høydedragene, mens det i forsenkingene kan være store løsmassetykkelser. Bergoverflaten kan variere betydelig over korte avstander.

Løsmassene som dominerer langs traséen er tykke havavsetninger, marine strandavsetninger, forvittringsmateriale og fyllmasse. Fyllmasser og marine strandavsetninger ligger normalt som et relativt tynt lag over berg eller andre løsmasser, ofte havavsetninger. Havavsetninger består normalt av silt og leire, og har ofte stor mektighet. Løsmassene i forsenkninger/dyprenner består i hovedsak av leire.



Figur 1 Utsnitt fra Lutro og Nordgulen (2008), Oslofeltet berggrunnskart.

Oslo Kommune – Fornebubanen	Dok. nr.: PF-U-070-EE-0007
Konseptvalgrapport - Massehåndtering	Revisjon: 03G
	Dato: 30.04.2018
	Side: 10 av 30

7 Oversikt over mengder og kvalitet på massene

7.1 MENGDER

Konseptvalgene for tunnelkonseptet og massehåndteringskonseptet utarbeides parallelt, og det foreligger på dette tidspunktet ikke oppdaterte mengdeberegninger, da mengdene vil avhenge av hvilke tunnelkonsept som velges.

Mengdeanslagene for de ulike strekningene er derfor hentet fra reguleringsplanarbeidet utført av Norconsult, Fagrapportene Anleggsgjennomføring, 1-15-2 og 2-15-1. Som angitt i fagrapportene er det gjort overslagsberegninger basert på plan- og profiltegninger. For nærmere beskrivelse vises det til fagrapportene. Totalt fastvolum av sprengstein og løsmasser er beregnet å være ca. 1,65 mill. m³, mens total vekt av massene er beregnet å være ca. 3,8 mill. tonn (Tabell 1).

Tabell 1 Oversikt over volum og vekt av masser ved forskjellige delstrekninger av Fornebubanen. For omregning fra fast volum til transportvolum er det benyttet faktor 1,7 for stein og 1,2 for løsmasser. Ved omregning fra volum til vekt er det benyttet faktor 2,65 for sprengstein og 1,55 for løsmasser.

Strekning	Volum faste masser m ³		Transportvolum (ukomprimerte masser) m ³	
	Sprengstein	Løsmasser	Sprengstein	Løsmasser
Driftsbasis inkl. trase til Rolfsbuktsveien	252 000	150 000	428 400	180 000
Rolfsbuktsveien t.o.m. Flytårnet stasjon	91 000	12 000	154 700	14 400
Omlagging Snarøyveien ved Flytårnet stasjon	0	14 000	0	16 800
Flytårnet - Arena stasjon	65 000	0	110 500	0
Tverrslag Oksenøyveien	27 000	0	45 900	0
Arena stasjon til Lysaker stasjon	168 000	18 000	285 600	21 600
Lysaker stasjon	28 000	98 000	47 600	117 600
Lysaker t.o.m. Vækerø stasjon	141 420	0	240 414	0
Fra Vækerø stasjon til grop Skøyen stasjon	128 000	0	217 600	0
Skøyen stasjon	21 000	138 600	35 700	166 320
Fra Skøyen stasjon til Madserud tverrslag	150 000	0	255 000	0
Fra Madserud til tilkobling Ringbanen (Majorstuen)	86 750	59 950	147 475	71 940
Sum	1 158 170	490 550	1 968 889	588 660
Sum i tonn	3 069 151	760 353		

7.2 KVALITET PÅ MASSENE

Det er i konseptvalgfase ikke utført noen grunnundersøkelser eller miljøtekniske undersøkelser, og beskrivelsene av bergkvalitet og løsmasser er hentet fra fagrapportene, reguleringsplanene (ref. kap. 4.2) og annet generelt tilgjengelig materiale som kartdatabaser o.l.

Oslo Kommune – Fornebubanen	Dok. nr.: PF-U-070-EE-0007
Konseptvalgrapport - Massehåndtering	Revisjon: 03G
	Dato: 30.04.2018
	Side: 11 av 30

Mulighetene for ulike disponeringsmåter vil avhenge av massenes kvalitet, og vi har funnet det hensiktsmessig å benytte kategorier slik som vist i Tabell 2.

Tabell 2 Kategorier av steinmasser og løsmasser brukt i denne rapporten. TBM betyr tunnelboremaskin.

Steinmasser	Løsmasser
Berg, sprengstein, uten restriksjoner for disponering	Løsmasser, uten restriksjoner for disponering
Berg, TBM, uten restriksjoner for disponering	Løsmasser forurenset med miljøgifter, samt bunnrensk fra tunneldrift, som ikke er klassifisert som farlig avfall, men som er i tilstandsklasse 2, 3, 4 eller 5 etter (1 og 2)
Berg med syredannende bergarter, for eksempel alunskifer (3 og 4)	Forurensete løsmasser som er klassifisert som farlig avfall (2)
	Løsmasser med annen type forurensning, f.eks. fremmede arter

7.2.1 Steinmasser

Som beskrevet innledningsvis, består steinmassene av sedimentære bergarter, hovedsakelig leirskifer, kalkbergarter og en blanding av disse, stedvis med innslag av hardere permiske gangbergarter. Leirskiferen knuses lett ned, og det dannes mye finstoff ved komprimering. De andre bergartene er sterkere.

De forskjellige bergartene forekommer i vekslende lag, og det kan være vanskelig å skille dem fra hverandre ved utsprengning. Det må forventes store variasjoner i sammensetningen av de utsprengte steinmassene langs tunneltraséen.

Ifølge fagrapportene fra reguleringsplanene kan steinmateriale fra anlegget antas å være egnet som fyllmasse, men anses å være uegnet som forsterkningsmateriale og tilslagsmateriale. For å konkludere på anvendelse må det tas prøver.

Svarte leirskifre

Aggressive/syredannende skifre kan forekomme både som alunskifer og som andre typer svartskifer. Det er ikke kjent at det er forekomst av syredannende svartskifer eller andre typer syredannende bergarter på Bærumssiden (Fornebulandet). På Oslosiden kan man ifølge geologikartet risikere å treffe på syredannende skifre mellom Skøyen og Vestre gravlund. Her vil det sannsynligvis være en blanding av ikke syredannende og syredannende bergarter.

For syredannende bergarter er det krav til spesiell håndtering (forurensingsforskriften kapittel 2). Hvis et parti berg består av mulig syredannende bergarter, må det gjøres en nærmere karakterisering og vurdering av om berget er syredannende eller ikke, basert på prøver av bergmassene. Denne

Oslo Kommune – Fornebubanen	Dok. nr.: PF-U-070-EE-0007
Konseptvalgrapport - Massehåndtering	Revisjon: 03G
	Dato: 30.04.2018
	Side: 12 av 30

vurderingen gjøres etter Miljødirektoratets veileder om identifisering og karakterisering av syredannende bergarter (3). Hvorvidt massene er syredannende eller ikke, med restriksjoner for disponering, vil være basert på en helhetsvurdering av blant annet syredannende potensial, identifisering av bergarten på andre måter, og radonproduserende potensial.

Når det gjelder radioaktivitet og radon kan man i prinsippet finne det i alle bergarter, men alunskifer viser vanligvis høye nivåer. Radon, som er en gass, kan neppe bety problemer under tunneldriften, og heller ikke i fyllinger hvis man ikke legger disse nær bebyggelse.

Som konklusjon kan man si at det mellom Skøyen og Vestre gravlund er risiko for å treffe på alunskifer/svartskifer som må leveres til virksomhet med tillatelse til mottak av syredannende bergarter, og at man for sikkerhets skyld kalkulerer med at all tunnelstein på denne strekningen er av denne typen.

Man kan ikke helt se bort fra å treffe på alunskifer/svartskifer utenom det angitte området. Mellom Lysaker og Skøyen er det markert en lagrekke med skifer et stykke sør for tunneltraséen som kan inneholde alunskifer. Dersom dette laget har fall i retning tunneltraséen, kan det være risiko for å treffe på alunskifer også på denne strekningen. Det er vurdert at sannsynligheten for å treffe på alunskifer her er svært liten, og stein fra denne strekningen er derfor antatt å være ren steinmasse.

For å få mer detaljert kunnskap om forholdene bør det utføres kjerneboringer.

Basert på vurderingene over antas det at det vil genereres rene steinmasser og syredannende bergarter, inkludert alunskifer, slik som vist i Tabell 3.

Tabell 3 Beregnet transportvolum av ulike typer steinmasser fra Fornebubanen, ved konvensjonell sprenging og ved bruk av TBM. Ved omregning fra fast til løs m³ er det brukt faktor 1,7 ved sprengstein, og 1,9 ved TBM-masser.

Type masse	Transportvolum løs m ³
Sprengstein - uten restriksjoner for bruk	1 600 000
TBM-masser - uten restriksjoner for bruk	1 800 000
Sprengstein med syredannende bergarter, alunskifer	255 000
TBM-masser med syredannende bergarter, alunskifer	300 000

7.2.2 Løsmasser

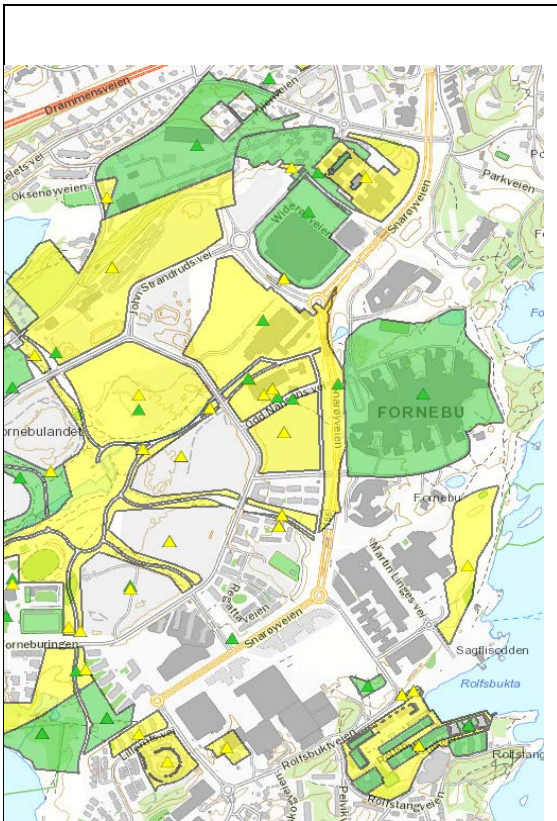
Det kan påventes å finne lettere forurenset masse ved stasjonene, og det kan også være mulighet for å finne løsmasser som klassifiseres som farlig avfall. Videre er det risiko for at løsmasser kan være forurenset med fremmede arter. Ved mistanke om forurenset grunn i tiltaksområdet, er det krav om undersøkelser iht. forurensningsforskriften § 2-4. Det må derfor utføres miljøtekniske undersøkelser i prosjekteringsfasen. Massene må transporteres med bil til nærmeste mulige mottaksplass for angjeldende tilstandsklasse, eventuelt omdisponeres innen tiltaksområdet.

Konseptvalgrapport - Massehåndtering

Revisjon: **03G**

Dato: 30.04.2018

Side: 13 av 30

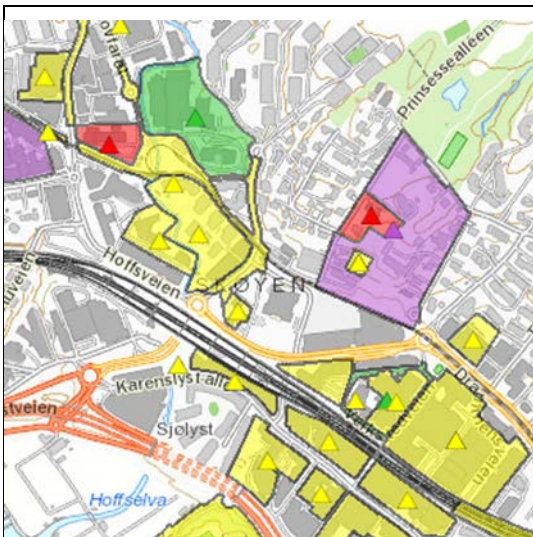


Figur 2 Kart over grunnforurensning. (Kilde: grunnforurensning.miljodirektoratet.no)

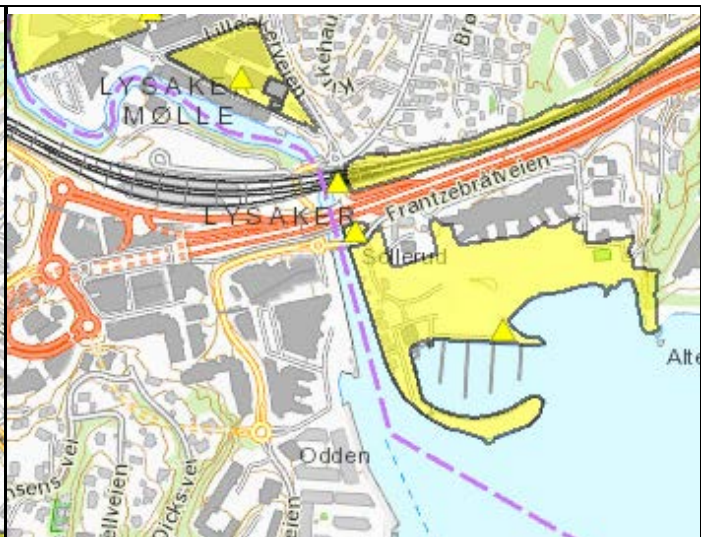
I Figur 2 er det vist kart over forurenset grunn på Fornebu. Områder vist med gult angir påvirkningsgrad 2 - Akseptabel forurensning med dagens areal- og resipientbruk. Gjenbruk av tilstandsklassene 2 og 3 på Fornebu er ofte uproblematisk og rimelig om man får 0,5-1 m rene masser øverst.

Generelt er det et mål for Fornebuområdet at mest mulig masser skal gjenbrukes innenfor området. Dette gjelder også eventuelle forurensete masser så lenge de oppfyller kriterier gitt i veileder TA-2553/2009. Forutsatt at en risikovurdering tilsier at det er forsvarlig bør eventuelle forurensete masser i størst mulig grad gjenbrukes i dette prosjektet. I følge NGUs kart er det ikke påvist alunskifer i fast berg på verken Fornebu eller Lysaker. Det har imidlertid blitt observert flere forekomster av alunskifer i fyllmasser på Fornebu, og det er derfor en viss risiko for at mindre mengder kan påtreffes i fyllmasser.

Figur 3 og Figur 4 viser områder med grunnforurensning ved hhv. Skøyen og Lysaker stasjon.



Figur 3 Kart over grunnforurensning Skøyen. (Kilde: grunnforurensning.miljodirektoratet.no)



Figur 4 Kart over grunnforurensning Lysaker. (Kilde: grunnforurensning.miljodirektoratet.no)

Oslo Kommune – Fornebubanen	Dok. nr.: PF-U-070-EE-0007
Konseptvalgrapport - Massehåndtering	Revisjon: 03G
	Dato: 30.04.2018
	Side: 14 av 30

Tegnforklaring:

Forurenset område

Påvirkningsgrad

- ▲ X - Mistanke om forurensning
- ▲ 3 - Ikke akseptabel forurensning og behov for tiltak
- ▲ 2 - Akseptabel forurensning med dagens areal- og resipientbruk
- ▲ 1 - Lite/ikke forurenset

Påvirkningsgrad

- X - Mistanke om forurensning
- 3 - Ikke akseptabel forurensning og behov for tiltak
- 2 - Akseptabel forurensning med dagens areal- og resipientbruk
- 1 - Lite/ikke forurenset

Basert på tilgjengelig informasjon legges det til grunn at andelen forurensete løsmasser er 25 %, og at 10 % av de forurensete løsmassene er klassifisert som farlig avfall (Tabell 4). Dette er en grov antakelse. For å få bedre kunnskap om de faktiske mengdene forurensete løsmasser, er det nødvendig å gå gjort kompletterende miljøtekniske undersøkelser. Dette har ikke betydning for det konseptuelle valget, og slike undersøkelser vil bli gjort i en senere fase av prosjektet.

Tabell 4 Oversikt over typer løsmasser som må håndteres ved bygging av Fornebubanen, og antatt mengdefordeling.

Type løsmasser	Antatt mengde (tonn)
Løsmasser uten restriksjoner for disponering	570 000
Løsmasser forurenset med miljøgifter, og som er i tilstandsklasse 2, 3, 4 eller 5 etter 1) og 2), eller forurenset med annen type forurensning, for eksempel fremmede arter	173 000
Forurensete løsmasser som er klassifisert som farlig avfall etter 2)	17 000
Sum	760 000

8 Disponeringsmuligheter for rene steinmasser

Det er et stort behov for masser som pukk og grus både i Oslo og Akershus i forbindelse med store utbyggings- og anleggsprosjekter. Forbruket pr. innbygger anslås til ca. 10 tonn/år. Oslo har i dag svært begrensede steinressurser, og ettersom avstanden til ressursene øker utgjør transportkostnaden for å hente inn nødvendige masser en betydelig andel. Muligheten for gjenbruk/gjenvinning av masser i anleggsprosjekter vil avhenge av flere forhold:

- Er det mulig å mellomlagre massene? Gjenbruk av massene vil oftest kreve en evt. nedkusing og sortering og kvalitetssikring av massene.
- Mellomlager vil kunne være arealkrevende og er forbundet med noen ulemper som støy, støv og trafikkbelastning. Dette begrenser muligheten for lokalisering av slike mellomlager.
- Foruten kvaliteten på massene, vil etterspørsel og mulige bruksområder til rett tidspunkt være forhold som vil være avgjørende for muligheten for gjenbruk av massene.

Oslo Kommune – Fornebubanen	Dok. nr.: PF-U-070-EE-0007
Konseptvalgrapport - Massehåndtering	Revisjon: 03G
	Dato: 30.04.2018
	Side: 15 av 30

- Krav til CE-merking av steinmaterialer er en mulig begrensende faktor.
- Økonomi er også en viktig faktor. Alt merarbeid påvirker total kostnaden, som i stor grad påvirker valgene som gjøres.

Som tidligere beskrevet er tunnelmassene av dårlig kvalitet, og steinmateriale fra anlegget antas å være egnet som fyllmasse, men anses å være uegnet som forsterkningsmateriale og tilslagsmateriale. Det forsettes også at alle masser transporteres ut fortløpende uten mellomlagring. Dette innebærer at det er begrensede gjenbruks- og gjenvinningmuligheter for massene.

Bruksområder for massene vil også være avhengig av hvilken drivemetode som benyttes. Nedenfor beskrives kvaliteten på masser ved bruk av tunnelboremaskin (TBM) og fra konvensjonell drift nærmere.

8.1 TBM-MASSER

Partikkelstørrelsen i TBM-masser vil variere ved ulike typer fjellkvalitet. Massene vil også inneholde en del fuktighet, noe som gjør det vanskeligere å sortere massene. På grunn av det høye finstoffinnholdet vil massene også være lite stabile. Det høye finstoffinnholdet vil også utgjøre et problem ved eventuell deponering av massene i sjø. I kravspesifikasjonen til søknad om utfylling av masser ved Gilhusstranda (5) er det angitt at masser fra tunnelboremaskiner er lett eroderbare og blandes lett i vannmassene. Dessuten blir de løst lagret under utlegging og gir store egensetninger i fyllingen, og de er derfor ikke egnet til utfylling i sjø.

Bruken av TBM-masser er også diskutert med Åsland pukkverk som i dag håndterer TBM-massene fra Follobanen, hvor de hittil har kjørt ut ca. 4 mill. tonn, noe som trolig utgjør ca. halvparten av den totale mengden. Det er forsøkt gjenbruk av masser til produksjon av betonghvelv i tunnellop, men dette har ikke lyktes. Massene er derfor dels brukt til fyllmasser i tilknytning til det planlagte boligfeltet på Gjersrud/Stensrud (ca. 2,2 mill. tonn pr. 1.11.17). Dette antas utbygget rundt 2030, og ligger i tilknytning til Åsland Pukkverk. Ca. 2 mill. tonn er kjørt til massedeponi. Steinkvaliteten fra Fornebubanen er i utgangspunktet langt dårlige enn den man har i Follobanen.

8.2 MASSER VED KONVENJONELL DRIFT

Bergkvaliteten vil også være av stor betydning for eventuell utnyttelse av sprengsteinsmasser ved konvensjonell tunneldrift. Det vil være vanskelig å skille god og dårlig steinkvalitet hvis lagene med god steinkvalitet er av begrenset lagtykkelse.

Sprengt stein vil inneholde sprengstoffrester bestående av nitrater, ammonium og under visse omstendigheter (pH>9-10) ammoniakk samt andre nitrogenforbindelser. Det er derfor viktig å kjenne resipientforholdene ved vurdering av hvilken mulig forurensningsfare dette kan utgjøre. Det samme gjelder også innholdet av finstoff i massene, siden konsentrasjonen av finstoff ofte ligger i området 1 %. Ved deponering i vann/sjø vil det derfor være behov for bruk av siltgarding for å begrense problemet med suspendert stoff.

Bunnrensk-masser utgjør normalt ca. 10 % av totale massemengder ved tunneldrift. Massene er noe forurenset av lekkasjer fra anleggsmaskiner, eventuell kjemikaliebruk, sement og rester av sprengstoff (nitrat/ammonium). Dette gjør at bunnrenskmassen ofte må håndteres som forurensete masser.

8.3 AKTUELLE DISPONERINGSMULIGHETER FOR STEINMASSER

Det er gjort en kartlegging av mulige disponeringssteder for steinmassene. På grunn av massenes dårlige kvalitet er det begrensede muligheter, og de aktuelle stedene er beskrevet nedenfor.

Toverud – Sylling

Åsland pukkverk jobber med en omregulering av et tidligere pukkverk på Toverud i Sylling (Buskerud), og det forventes avklart før det blir aktuelt med utkjøring av massene fra Fornebubanen. Dette kan være et aktuelt disponeringssted både for sprengstein, TBM-masser og løsmasser.

Drammen havn

I Buskerud har også Drammen havn mottak av rene steinmasser for utfylling. Mottakskapasitet ca. 1 mill. m³, men det arbeides med flere prosjekter som trolig vil øke dette vesentlig. Drammen havn har ikke bekreftet at de kan motta leirskifer, men har meddelt at de må vurdere massenes kvalitet bedre. Det er derfor en viss usikkerhet knyttet til mulig mottak av steinmassene fra Fornebubanen.

Friluftøy i Lysakerfjorden

Bærum kommune har igangsatt et reguleringsarbeid for etablering av en friluftøy i Lysakerfjorden. Området som inngår i planarbeidet framgår av Figur 5 nedenfor, hvor ett foreslått alternativ for plassering og utforming av friluftøya framgår. Det vil bli gjennomført en konsekvensutredning av forslaget, og det er foreløpig betydelig usikkerhet knyttet blant annet til om det er mulig å realisere prosjektet og hvor store mengder masse det vil være behov for. Oppbygging av friluftøya forutsetter at det foreligger tilstrekkelige mengder sprengsteinmasser innenfor en avgrenset periode.



Figur 5 Planområde Friluftøy i Lysakerfjorden. Forslag til plassering av øy.
(Kilde: Planprogram, Bærum kommune)

Forslaget med oppbygging av friluftøy omtales nærmere i en egen rapport.

Andre mottak – ikke tatt med i videre vurdering

I forbindelse med prosjektet Fjordbyen ved Lierstranda/Gilhus skal det også mottas betydelige mengder stein for utfylling i sjøen. Det er det imidlertid satt som et krav at det ikke skal mottas leirskifer, og det er derfor ikke tatt med videre som et aktuelt disponeringssted.

Oslo Kommune – Fornebubanen	Dok. nr.: PF-U-070-EE-0007
Konseptvalgrapport - Massehåndtering	Revisjon: 03G
	Dato: 30.04.2018
	Side: 17 av 30

Det er også planlagt et større deponi på Avtjerna ved Sollihøgda. Dette er imidlertid planlagt brukt for masser fra Ringeriksbaneprosjektet, og det er derfor ikke tatt med i videre vurdering.

De mest aktuelle disponeringsmulighetene for steinmassene er oppsummert i Tabell 5.

Tabell 5 Disponeringssteder som er vurdert å være mest aktuelle for steinmasser fra Fornebubanen.

Disponeringssted - steinmasser	Kommentar
Toverud, Sylling – Lier (sprengstein og TBM-masser)	Omregulering forventes avklart før det blir aktuelt med utkjøring.
Drammen havn (sprengstein)	De har tidligere mottatt leirskifermasser, men har ønske om å vurdere massene nærmere før et ev. mottak.
Friluftøy Lysakerfjorden/Rolfsbukta (sprengstein)	Det er foreløpig betydelig usikkerhet knyttet om det vil bli gitt tillatelse til tiltaket, og også til fremdrift for planarbeidet.

På grunn av massenes kvalitet, og begrensede muligheter for mellomlagring av massene, har vi anslått mulighetene for gjenbruk av massene som små. Mottaksmuligheter og igangværende prosjekter endres imidlertid raskt. De ulike masseaktører kjenner normalt markedsmulighetene godt og vil til enhver tid søke å finne de økonomisk mest attraktive løsningene. En utfordring er imidlertid å koble etterspørsel av masser opp mot mulig tilgang.

NCC i Sverige har utviklet et eget program (Loop Rocks) som skal knytte tilbud og etterspørsel etter tyngre masser fra ulike byggeplasser sammen. Dette ble lansert i Sverige i juni 2016, og har bidratt til omsetning og utveksling av store mengder tunge masser der. Det er nå også tilgjengelig i Danmark og Finland, og vil trolig også bli det i Norge innen kort tid. Programmet Loop Rocks har en åpen plattform og app. Programmet vil gjøre det lettere å få oversikt og dermed kunne flytte masser fra ett prosjekt til et annet. Med de mange prosjekter som vil pågå i den samme perioden som utbygging av Fornebubanen pågår, vil dette kunne bli et nyttig hjelpemiddel.

9 Disponeringsmuligheter for rene og forurensede løsmasser og syredannende bergarter/alunskifer

Rene løsmasser

Det er flere områder på strekningen hvor det vil være løsmasser. Løsmassene vil dels være fyllmasser, men en større andel forventes å være tidligere avsatte marine masser og en stor del av disse er leire. Massene vil derfor være primært måtte deponeres.

Forurensede løsmasser

Som tidligere beskrevet kan det treffes på forurensede løsmasser som klassifiseres som farlig avfall. Dessuten er det trolig at bunnrensk fra tunneldriften vil være klassifisert som forurenset.

Forurenset masse skal håndteres i samsvar med forurensningsregelverket. Det er tillatt å omdisponere forurensede løsmasser innen tiltaksområdet så lenge akseptkriterier for forurenset

Oslo Kommune – Fornebu	Dok. nr.: PF-U-070-EE-0007
Konseptvalgrapport - Massehåndtering	Revisjon: 03G
	Dato: 30.04.2018
	Side: 18 av 30

grunn i området ikke blir overskredet (forurensningsforskriften kapittel 2 med veiledere). Slike masser bør derfor omdisponeres lokalt så langt det er mulig. Alternativet er å levere massene til en mottaker med tillatelse etter forurensningsloven til å ta imot slikt avfall. Avfall klassifisert som farlig avfall skal under alle omstendigheter leveres til mottaker med tillatelse (avfallsforskriften kap. 11).

Det er flere deponi i regionen som kan ta imot lettere forurensede masser (masser i tilstandsklasse 2, 3, 4 eller 5 etter veileder TA-2553 fra Miljødirektoratet, om helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn (1), og masser forurenset med fremmede arter. For farlig avfall er det færre aktuelle steder for levering. Se tabellen nedenfor. Pr. i dag er det å forvente at avfallsmottak innen om lag 10 mil fra Fornebu har kapasitet til å ta imot det av forurensede masser som må transporteres vekk fra Forneubanens anleggsområde.

Syredannende bergarter/alunskifer

Myndighetene har satt begrensninger for bruk og deponering av visse typer syredannende bergarter, for eksempel alunskifer. Massene er ikke å anse som farlig avfall, men det er begrenset antall aktører med tillatelse til å ta imot slike masser, (Tabell 6), og kostnaden for deponering er relativt høy.

Tabell 6 Eksempel på virksomheter med tillatelse etter forurensningsloven til å ta imot ren og forurenset masse. NG er Norsk Gjenvinning AS.

Navn virksomhet	Type masser for mottak	Avstand fra Lysaker (km)	Kommentarer
Lindum Oredalen, Lindum og Egge	Lettere forurenset masse	30–60	Tilstrekkelig kapasitet.
Skjørten, NG M3	Rene og inerte masser kl. 2 og 3	70	Tilstrekkelig kapasitet.
Asak, NG M3	Rene og inerte masser kl. 2 og 3	44	Tilstrekkelig kapasitet.
AF, Nes Miljøpark	Lettere forurensede masser	60	Forventet drift fra sommeren 2018. Gjenbruk av store deler av massene og kun en mindre finstoffandel til deponi.
Franzefoss, Åros	Rene og inerte masser kl. 2 og 3	39	Under opparbeidelse et nytt område for mottak av ca. 1 mill. m ³ .
NOAH, Nittedal	Rene og inerte masser	41	NOAH har under etablering et deponi nær Aas gård i Hakadal for mottak av rene og inerte masser.
NOAH, Langøya	Farlig avfall, og syredannende bergarter, inkludert alunskifer	73	NOAH har liten restkapasitet i dag, men har under etablering et nytt deponi på Langøya.
Pukkverket Borge	Syredannende bergarter, inkludert alunskifer	110	Borge kan motta 350.000 tonn per år og har en restkapasitet på ca. 1 mill. m ³ .
Heggvin Alun	Syredannende bergarter, inkludert alunskifer	150	Ny deponicelle under etablering på Heggvin ved Hamar.

Oslo Kommune – Fornebuområdet	Dok. nr.: PF-U-070-EE-0007
Konseptvalgrapport - Massehåndtering	Revisjon: 03G
	Dato: 30.04.2018
	Side: 19 av 30

Det er flere aktører som arbeider med etablering av massedeponier både vest, nord, øst og sør for Fornebuområdet og flere ev. andre mottak kan derfor bli aktuelle i perioden massehåndteringen vil skje.

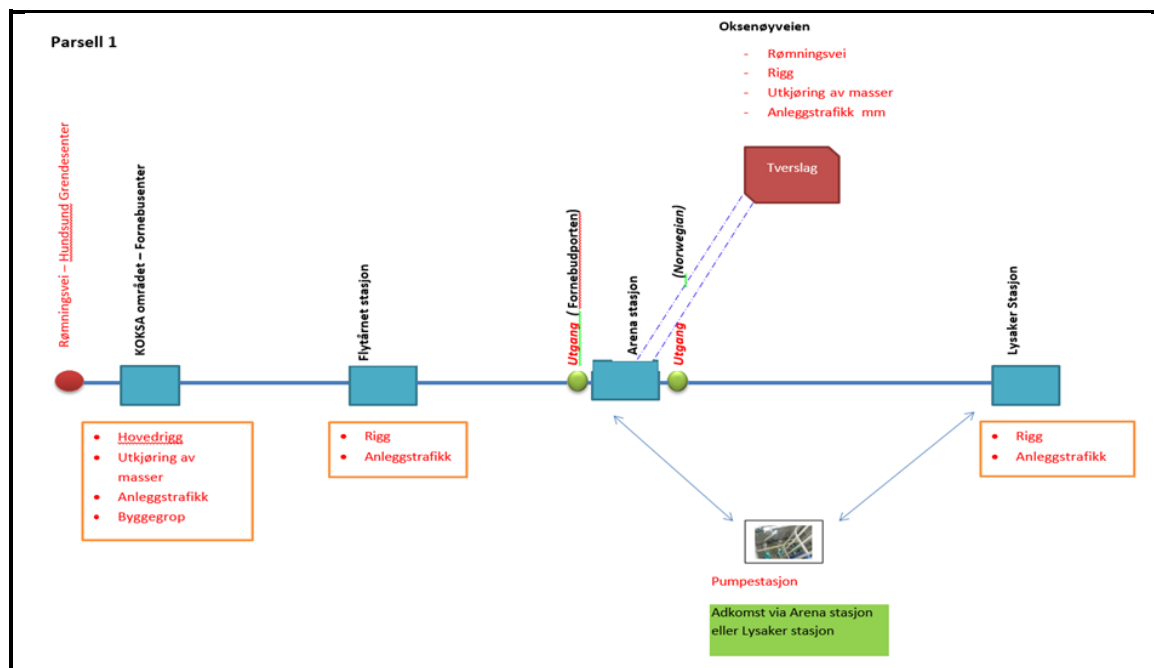
Det antas å være tilstrekkelig deponikapasitet for disse massene.

10 Transport av masser

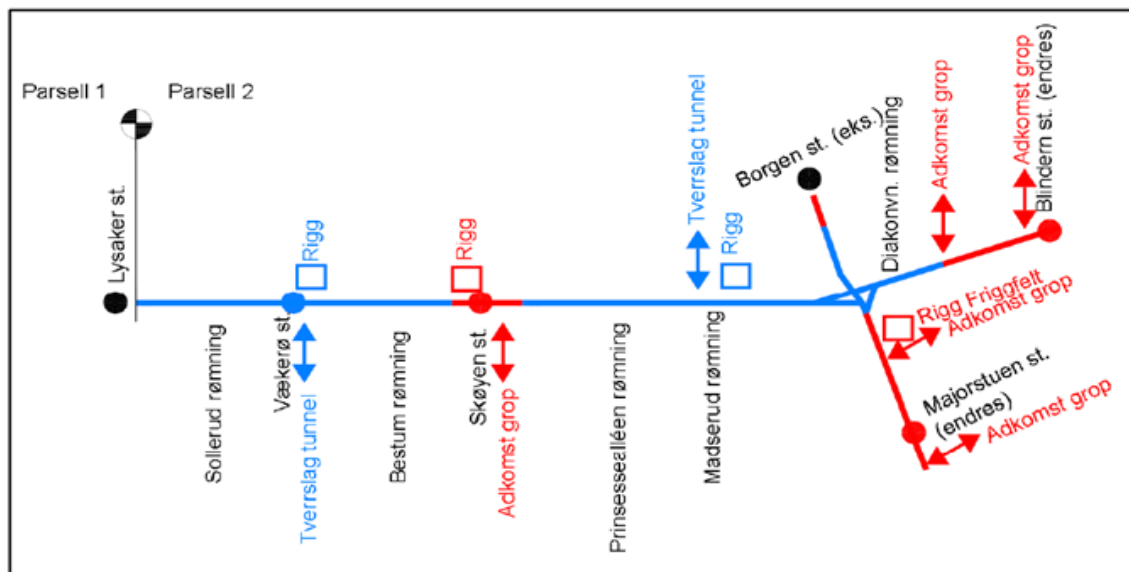
En grunnleggende forutsetning for massehåndteringen ved Fornebuområdet er at steinmasser og løsmasser skal transporteres direkte fra anleggsområdet til mottaker, og at massene ikke skal mellomlagres. Massetransporten skal skje på en måte som gir minst mulig belastning for naturmiljø og naboer. Det er tatt utgangspunkt i at massene kan transporteres over en radius på inntil ca. 100 km fra anleggsområdet, eventuelt inntil 150 km for alunskifer.

10.1 RIGGOMRÅDER OG TVERRSLAG

Ved konvensjonell sprengning vil det bli massetransport fra tverrslaget ved Madserud, fra tverrslagene i tilknytning til Vækerø og Arena stasjon, samt eventuelt fra Koksa/Fornebu base. Ved bruk av TBM vil det også bli massetransport fra tverrslagene, i forbindelse med sprengning av stasjonshallene, overkjøringsspor, pumpestasjoner, tverrforbindelser og demonteringshaller ved Majorstua, men omfanget vil bli mindre enn ved konvensjonell sprengning. Alle tunnelmasser fra TBM-drivingen skal tas ut på Koksa/Fornebu base. Figur 6 og Figur 7 viser tverrslag i Bærum og Oslo.



Figur 6 Tverrslag Bærum. (Kilde: Fornebuområdet)

Konseptvalgrapport - Massehåndtering

Figur 7 Tverrslag Oslo. (Kilde: Norconsult)

10.2 ALTERNATIVE TRANSPORTMÅTER – BIL, BÅT OG TRANSPORTBÅND**Transport med bil**

Transport med bil kan foregå direkte fra tiltaksområdet til aktuelle mottakssteder i Oslo, Akershus, Buskerud, Østfold, Hedmark eller Oppland. Transport med bil er forbundet med miljøpåvirkninger og ulemper for naboer i nærhet til transportrutene. Det er derfor av betydning at kjørerutene legges slik at man raskest mulig kommer ut på de store trafikklårene.

Transport med båt

Ved bruk av sprengsteinsmasser til å fylle opp i sjø vil det være aktuelt å transportere massene med båt. Det gjelder både ved lokal utfylling i forbindelse med eventuell friluftsfylling ved Rolfsbukta, og ved lengre transport. I prosjektet med utfylling ved Kadettangen hadde Bærum kommune gode erfaringer med å bruke lekter, og bruk av lekter til uttransport og lossing av sprengstein vil også være aktuelt ved etablering av friluftsfylling i Lysakerfjorden. Når det gjelder transport over lengre avstander, for eksempel til NOAH Langøya, er også båttransport aktuelt, med flatlekter. Aktuelle utskipingssteder kan være Sollerud ved Lysaker, og Sjøflyhavna ved Fornebu.

Fordelene med båttransport over lengre avstander er at slik transport ser ut til å være konkurransedyktig med biltransport når det gjelder pris. En ulempe ved slik transport av sprengsteinsmasser fra Forneubanen kan være generering av mer støy og utslipp av mer støv lokalt, i forbindelse med lasting.

Transportbånd

Vi har vurdert muligheten for å transportere steinmasser med transportbånd. Sprengstein direkte fra tunnelsprenging er for stor og grov til å kunne transporteres på transportbånd. For å kunne gjøre det må derfor steinen knuses, i et lokalt knuseverk. Dette har vært forsøkt for eksempel ved tunneldrift ved Ryfast-prosjektet i Rogaland. Erfaringer derfra, blant annet med mye skader på transportbånd og stopptid på anlegget, gjør at vi ikke anbefaler å transportere sprengstein fra tunneldrift ved Forneubanen med transportbånd.

Oslo Kommune – Fornebubanen	Dok. nr.: PF-U-070-EE-0007
Konseptvalgrapport - Massehåndtering	Revisjon: 03G
	Dato: 30.04.2018
	Side: 21 av 30

For TBM-masser, som i utgangspunktet er svært nedknust, kan slik transport være aktuell i tilfelle massene skal transporteres med båt. For mesteparten av eventuelle TBM-masser fra Fornebubanen vil transport med båt ikke være aktuelt, fordi massene ikke er egnet å bruke i forbindelse med utfylling i sjø. Unntaket er TBM-masser med syredannende bergarter, hvor ett alternativ for disponering er båttransport til Langøya og deponering der. Fraksjonen med syredannende bergarter er beregnet å utgjøre mindre enn 15 % av totalmengden tunnelmasse, og det vil derfor trolig vil være lite aktuelt å etablere et transportbånd for denne fraksjonen. En slik mulighet kan vurderes nærmere hvis Fornebubanen beslutter å bruke TBM som tunneldrivemetode.

Oppsummering, transport

Ut fra det som står ovenfor, mener vi at transport med bil, eventuelt i kombinasjon med leker, er aktuelle metoder for transport av masser fra Fornebubanen, men at det neppe er aktuelt å transportere massene med transportbånd. I denne konseptvalg vurderingen har vi derfor kostnadsberegnet biltransport og lekertransport, men ikke transport med transportbånd. En oppsummering av vurderte transportmetoder er vist i Tabell 7.

Tabell 7 Oversikt over transportmetoder vurdert for massetransport ved Fornebubanen. + betyr aktuell, - betyr ikke aktuell eller ikke anbefalt.

Transportmåte ↓	Massetype →		
	Sprengstein	TBM	Løsmasser
Bil	+	+	+
Båt	+	-	-
Transportbånd	-	-	-

11 Eierskap til massene

Eierskap til massene kan ha betydning for mulighetene til å kunne styre massene til bestemte løsninger eller mottak. Dette kan gjøres for å ha kontroll med alle forhold og sikre forutsigbare løsninger og kostnader. Dette kan imidlertid legge føringer som også kan medføre høyere kostnader og lavere miljøstandard ettersom det bl.a. kan legge begrensninger for mulig utveksling av masser mellom ulike prosjekter (ref. omtalen av Loop Rocks i punkt 8.3). Som tidligere omtalt er det en rekke ulike aktører i dette markedet, og det skjer stadig endringer med hensyn til hvilke lokaliteter som er tilgjengelige for mottak av masser og også i hvor stor grad ressursene massene kan utgjøre blir nyttiggjort.

Avhengig av valgt løsning kan det være aktuelt at eierskapet til massene overdras til entreprenøren. Det antas at dette ikke er en aktuell løsning for steinmasser som skal brukes til friluftsoy, da det sannsynligvis ved dette konseptet må gjøres avtale om levering av alle egnede steinmasser til prosjektet. For steinmasser til andre deponier og evt. de andre massene i prosjektet, kan det det være aktuelt å overdra eierskapet til entreprenøren, da dette vil kunne minimere risiko for prosjektet. Om Fornebubanen skal håndtere massene selv og ta risiko for å kjøre bort til rett tid, vil det kunne medføre store økte kostnader de dager de ikke har deponiplass på byggeplass eller lignende. Det vil også kunne føre til ventetidskostnader for dem som til slutt får transportoppdraget av prosjektet. Det er også mye arbeid knyttet til koordinering. Det må vurderes videre om dette er en aktuell løsning når det er snakk om så store mengder sprengstein av såpass dårlig kvalitet.

Oslo Kommune – Fornebubanen	Dok. nr.: PF-U-070-EE-0007
Konseptvalgrapport - Massehåndtering	Revisjon: 03G
	Dato: 30.04.2018
	Side: 22 av 30

Dersom utbygger ikke skal ha eierskap til massene og ev. heller ikke kan styre massene til bestemte anlegg, kan det settes miljøkrav til hvordan massene håndteres. Dette kan omfatte materialhåndtering, transport og bruk/ev. gjenbruk av massene. Det er for øvrig naturlig at eierskapet til massene overdras til den som benytter eller tar imot massene til deponi.

Dersom vi skulle gjøre en innstilling på nåværende tidspunkt basert på dagens grunnlag og vurderinger, er det ganske åpenbart at det er stor usikkerhet. Dette knytter seg til masser, drivemetode, beskaffenhet, kvalitet, forurensning, mulige deponier og mulige permanente avhendingssteder. Av den grunn vil vi på det nåværende stadiet ikke anbefalt at byggherren skulle ta ansvaret for massene, men heller at dette ansvaret i en konkurransemessig og kontraktmessig sammenheng ble overlatt til entreprenørene og markedet. Dog vil dette medføre en stor usikkerhet når det gjelder mulige løsninger, miljøkonsekvenser, kostnader og prissetting, og dermed til prosjektets sluttkostnad. Vår anbefaling er derfor at det i tillegg bør jobbes videre med å skaffe mer forutsigbarhet knyttet til massenes kvalitet og mulige disponeringsmåter, slik at dette kan hensyntas og vurderes sammen med endelig kontraktstrategi, med hensikt å minimalisere både prosjektkostnad og prosjektrisiko.

12 SHA-vurdering

En SHA-vurdering (sikkerhet, helse og arbeidsmiljø) tar utgangspunkt i fare for arbeidsulykker og helseskader forbundet med anleggsarbeidene som må utføres, samt farer som arbeidstakere kan bli utsatt for i forbindelse med drift og vedlikehold av anleggene. Ulemper for 3. part holdes utenfor SHA-vurderingen, men inngår i vurdering av ytre miljø.

I forbindelse med valg av massehåndteringskonsept, vurderes ikke SHA-risiko til å være en utslagsgivende faktor som vil påvirke valg av konsept. Dette fordi ulykkes- og helsefaren i forbindelse med nødvendige anleggsarbeider vil kunne holdes innenfor et forsvarlig og akseptabelt nivå, samt fordi alle alternativer tar utgangspunkt i kjent teknologi og kjente metoder som lar seg gjennomføre uten usædvanlig store kostnadsdrivende eller fremdriftshemmende SHA-tiltak. Forskjellen mht. SHA-risiko mellom de ulike alternativer vil dermed være underordnet andre hensyn som teller sterkere ved valg av konsept.

Ved videre detaljprosjektering av de valgte konsepter, vil løsningene optimaliseres slik at risiko for arbeidsulykker og helseskader reduseres for de som skal utføre arbeidet i utførelsesfasen. Dette vil tas i forbindelse med planlegging av anleggsgjennomføring, og kan omhandle nærmere planlegging av kjøreruter, kjøretider, bruk av type anleggsmaskiner, riggarealer etc.

Når det gjelder eventuelle arbeidsulykker, vurderes det at det er noe større sannsynlighet for uønskede hendelser ved lekertransport enn ved lastebiltransport, da dette kan medføre ekstra omlastninger av masser, samt annen ulykkesrisiko forbundet med transport på vann. Dette har imidlertid ikke så stor betydning at det påvirker valg av konsept.

Oppsummering - SHA

Forskjellen mht. SHA-risiko mellom de ulike alternativer vil være underordnet andre hensyn som teller sterkere ved valg av konsept.

Oslo Kommune – Fornebubanen	Dok. nr.: PF-U-070-EE-0007
Konseptvalgrapport - Massehåndtering	Revisjon: 03G
	Dato: 30.04.2018
	Side: 23 av 30

13 Innvirkning på ytre miljø

Transport av tunge masser medfører en miljøbelastning i form av klimagassutslipp, i tillegg til andre miljøulempere som lokal luftforurensning, partikkelutslipp, støy og slitasje på veier. Det er derfor viktig at håndtering av massene skjer så nært uttaket som mulig. Det er gjort overordnede vurderinger av klimagassutslipp og nærmiljøulempere knyttet til massetransporten.

13.1 KLIMAGASSUTSLIPP VED MASSETRANSPORT

Det er i beregningene lagt til grunn at eventuell lekertransport vil skje fra Sollerud/Lysaker. Masser fra tverrslagene må transporteres til Lysaker med bil. Belastningen fra denne transporten vil være tilnærmet lik for alle alternativene. Det er lagt inn gjennomsnitt transportdistanse fra tverrslagene til Lysaker på 4 km i alle alternativene. Videre transportavstander tar så utgangspunkt i Lysaker. Klimagassutslipp for lekertransport fra Lysaker til friluftøy i Lysakerfjorden er satt som null, men utslipp knyttet til omlasting til leker er lagt inn. For transport med bil er dagens teknologi med dieselmotor lagt til grunn.

Følgende forutsetninger er lagt til grunn for beregning av CO₂-utslippene ved transport på bil:

Gjennomsnittslast pr. bil: 15 løs m³
 Gjennomsnittsvekt pr. bil m/last: 40 tonn
 Utslipp, kg CO₂/tonn/km: 0,107 (kilde: SimaPro)
 Omlasting: 0,21 kg CO₂/tonn omlastet masse

Transport av massene til friluftøy i Lysakerfjorden medfører langt lavere utslipp av klimagasser enn ved andre alternativer (Tabell 8).

Tabell 8 Transportutslipp med bil for de mest aktuelle deponialternativene for rene steinmasser.

Disponeringssted - steinmasser	Transporterte masser (m ³)	Antall lastebillass	Transport-avstand (km)	CO ₂ -utslipp (tonn)
Toverud, Sylling - Lier (sprengstein)	1 600 000	106 700	38	17 500
Toverud, Sylling - Lier (TBM-masser)	1 800 000	120 000	38	19 500
Drammen havn	1 600 000	106 700	35	16 000
Friluftøy Lysakerfjorden/Rolfsbukta	1 600 000	106 667	4	3 000

Oppsummering - klimagassutslipp

For sprengstein vil disponering av massene til friluftøy fører til langt lavere klimagassutslipp enn de to andre alternativene, som ikke har vesentlig forskjell i utslippene.

Oslo Kommune – Fornebubanen	Dok. nr.: PF-U-070-EE-0007
Konseptvalgrapport - Massehåndtering	Revisjon: 03G
	Dato: 30.04.2018
	Side: 24 av 30

13.2 ANDRE MILJØPÅVIRKNINGER

Massetransport

I tillegg til klimagassutslipp, medfører transport av masser miljøpåvirkning og ulemper som:

- Lokal luftforurensning som NO_x- og partikkelutslipp
- Støy
- Slitasje på veier

Utslippene er knyttet til distansen som kjøres, men ulempene er størst der det er tett bebyggelse. Dette innebærer at det ikke kan antas å være samme forhold mellom miljøpåvirkningene for de ulike disponeringsstedene som vi ser knyttet til klimagassutslipp.

Lokal luftforurensning, støv og støy ved utkjøring ved tverrslagene vil medføre de største nærmiljøplagene, og dette vil være likt uavhengig av disponeringssted for sprengstein. For TBM-masser er situasjonen imidlertid en annen, da all tunnelstein tas ut ved Koksa, slik at de totale nærmiljøulempene vil reduseres noe.

Utfylling i sjø

Når det gjelder miljøpåvirkninger ved deponering i sjø, er det fare for forurensning og spredning av masser som kan få negative konsekvenser for naturmangfoldet.

I Lysakerfjorden ligger utfyllingsområdet nær Lysakerelva, som er et prioritert vassdrag som fører laks og sjøørret. Iht. Fylkesmannens uttalelse i forbindelse med offentlig ettersyn av planprogrammet for ny friluftstøy i Lysakerfjorden, er det blant annet angitt at en omfattende og lang periode med anleggsdrift vil kunne ha negativ påvirkning på fisk, og vil kunne gi stressadferd, samt skader på gjeller og hud på fisk. I tillegg ligger området nært Lagmannsholmen, som er et naturreservat med hekkende fugler. Videre er det angitt at en oppfylling i Lysakerfjorden medføre at vannvolumet til Lysakerfjorden reduseres. I tillegg vil fjorden tilføres nitrogen som rester fra sprengladningene.

I Drammen havn er det gitt tillatelse til utfylling i sjø, noe som innebærer at eventuelle miljøulempene er akseptable.

Ulykkesrisiko for 3. part

Det er vurdert at den største risikoen for uønskede hendelser er forbundet med trafikkulykker i forbindelse med massetransporten. Vegnettet i nærheten av planområdet er høyt belastet, og ekstra belastning grunnet anleggstrafikk og massetransport utgjør en fare for trafikkulykker mellom anleggskjøretøy og biler/syklister/gående. Spesielt i rushtiden vil vegnettet være meget høyt trafikkert. Det vil forekomme anleggstrafikk ved alle tverrslagene/rømningsutgangene og stasjonsområder. Massetransport fra driving av fjelltunneler vil foregå fra tverrslaget ved Arena stasjon, Vækerø stasjon og fra Madserud tverrslag/rømningstunnel. I ROS-analysen i reguleringsplanarbeidet er planområdet vurdert som moderat til svært sårbart for denne hendelsen.

Oppsummering - andre miljøpåvirkninger

Disponering av sprengstein til friluftstøy har noe større miljøpåvirkning enn alternativene som følge av eventuelle påvirkninger av naturmangfoldet i og ved utfyllingsområdet.

Oslo Kommune – Fornebubanen	Dok. nr.: PF-U-070-EE-0007
Konseptvalgrapport - Massehåndtering	Revisjon: 03G
	Dato: 30.04.2018
	Side: 25 av 30

14 Risikovurdering

Følgende risiko er vurdert:

- Det er usikkerhet knyttet til om, og i tilfelle hvor store mengder med tunnelstein som kan forventes å inneholde alunskifer. Det er satt i gang kjerneboringer mellom Skøyen og Vestre gravlund for å kartlegge eventuell utstrekning av alunskifer i dette området. Basert på tilgjengelig informasjon legges det til grunn at det ikke påtreffes alunskifer i andre områder langs tunneltraséen.
- Det er knyttet usikkerhet til finstoffinnhold for de rene sprengsteinsmassene og dermed massenes egnethet for utfylling i sjø. Ved høyt finstoffinnhold antas det at det er større risiko for avbrudd i utfyllingen selv ved bruk av siltgardin.
- Store samtidige samferdselstiltak legger press på en allerede relativt liten deponikapasitet.
- Flere områder for deponier, både på land og i sjø, er under planlegging, men det er knyttet stor usikkerhet til når slike deponier kan være ferdig regulert og klare til mottak av masser.
- Etablering av friluftstøy i Lysakerfjorden er usikker. Fylkesmannen har kommet med innspill om at oppfylling av masser i Lysakerfjorden vil kunne være i strid med Statlig planretningslinje for differensiert forvaltning av kystsonen langs sjø.

Oppsummering - risiko

Levering av masser til friluftstøya har størst risiko, særlig knyttet til eventuelle stopp i utfyllingen som følge av høyt finstoffinnhold i steinmassene. Det er også risiko knyttet til mulighet for levering av leirskifer til Drammen havn.

15 Kostnadsvurdering

Følgende er lagt til grunn for kostnadsvurderingen:

- Kostnad knyttet til transport og levering er basert på mottatte priser fra aktuelle transportører og massemtak (6–18). Prisene kan imidlertid forhandles.
- For kostnadene til friluftstøy er det antatt at leveringskostnaden er null. Dette er basert på informasjon fra liknende prosjekter, bl.a. Drammen havn, hvor de ikke tar betalt ved mottak av massene. Hvis Fornebubanen helt eller delvis blir belastet etableringskostnader for øya (utlegging av stein, sikring, grunnarbeid osv.), vil kostnaden bli langt høyere. Etableringskostnaden for utfyllingen ved Kadettangen er angitt å være på om lag 100 kr/tonn (19), noe som tilsier en etableringskostnad i størrelsesorden 240 mill. kr.

Alle kostnader i rapporten er oppgitt i kr eks. mva.

Det er viktig å være oppmerksom på at angitte prisene gir en indikasjon på kostnadsnivået for de ulike alternativene, og legges til grunn for den innbyrdes vurderingen. Prisene kan endres og forhandles.

Oslo Kommune – Fornebubanen	Dok. nr.: PF-U-070-EE-0007
Konseptvalgrapport - Massehåndtering	Revisjon: 03G
	Dato: 30.04.2018
	Side: 26 av 30

Basert på de oppgitte prisene vil disponering av rene steinmasser fra Fornebubanen varierer mellom 85 og 300 mill. kr (Tabell 9).

Tabell 9 Kostnader for transport og levering av rene steinmasser fra Fornebubanen.

Disponeringssted - steinmasser	Transporterte masser (m ³)	Transport-avstand (km)	Antatt kostnad (kr)
Toverud, Sylling - Lier (sprengstein)	1 600 000	38	270 000 000
Toverud, Sylling - Lier (TBM-masser)	1 800 000	38	300 000 000
Drammen havn (sprengstein)	1 600 000	35	150 000 000
Friluftøy Lysakerfjorden (sprengstein)	1 600 000	4	85 000 000

Oppsummering kostnader

Det er kun for sprengstein det er funnet alternative disponeringsmuligheter. Gitt at Fornebubanen ikke blir belastet fulle kostnader for etablering av øya, fremstår disponering av sprengstein til friluftøy i Lysakerfjorden som det alternativet som er økonomisk mest gunstig.

16 Oppsummering og sammenligning

Hovedkonseptet som vurderes er hvorvidt sprengstein skal benyttes til etablering av friluftøy i Lysakerfjorden eller gå til annen disponering, og det er dette konseptet som vurderes videre basert på ulike kriterier.

Det er også gjort vurderinger av transportmåter og eierskap til massene. Vurderinger knyttet til transportmetoder handler om hvorvidt de ulike transportmetodene er gjennomførbare eller ikke gjennomførbare, og er derfor ikke vurdert som et konseptuelt valg basert på ulike kriterier. Eierskap til massene er også vurdert. Vurderingene vil være avhengig av hvilket hovedkonsept som velges, og vil også være avhengig av faktorer som ikke er kjent i dag. Vurdering av transportmåter eller eierskap til massene vil ikke påvirke valget av hovedkonsept.

Oppsummeringen og sammenlikningen er basert på vurderingene i foregående kapitler. Disponering på landbasert deponi på Toverud ved Sylling er satt som referansepunkt for alternativene. Dette betyr at dette alternativet alltid vil vurderes med verdi 0. De andre disponeringsalternativene vil bli sammenliknet med referansealternativet.

Oslo Kommune – Fornebubanen	Dok. nr.: PF-U-070-EE-0007
Konseptvalgrapport - Massehåndtering	Revisjon: 03G
	Dato: 30.04.2018
	Side: 27 av 30

16.1 BESKRIVELSE AV EVALUERINGSKRITERIER

Tabell 10 Kriterier brukt ved evaluering av forskjellige alternativer for disponering av sprengstein fra Fornebubanen.

Kriterium	Beskrivelse
SHA	Vurdering av sikkerhet, helse og arbeidsmiljø i anleggsperioden.
Klimagassutslipp	Vurdering av klimagassutslipp ved ulike disponeringsmuligheter
Andre miljøpåvirkninger	Vurdering av miljøpåvirkninger knyttet til massetransport slik som naturmiljø og naboer, samt miljøpåvirkninger ved deponering i sjø.
Risiko - fremdrift	Vurdering av risiko knyttet til fremdrift
Kostnader	Vurdering av kostnad

Vurdering av hvert kriterium gjøres ved hjelp av vurderingsskalaen i Tabell 11.

Tabell 11 Vurderingsskala for evalueringskriteriene

Skala	Beskrivelse
-2	Stor negativ forskjell
-1	Negativ forskjell
0	Nøytral
+1	Positiv forskjell
+2	Stor positiv forskjell

Sammenlikning av konseptalternativene vil være basert på en vektning av de ulike evalueringskriteriene. Vektingen er presentert i Tabell 12.

Tabell 12 Vekting av vurderingskriterier

Kriterium	Vekting
SHA	5 %
Klimagassutslipp	20 %
Andre miljøpåvirkninger	10 %
Risiko - fremdrift	15 %
Kostnader	50 %

Oslo Kommune – Fornebubanen	Dok. nr.: PF-U-070-EE-0007
Konseptvalgrapport - Massehåndtering	Revisjon: 03G
	Dato: 30.04.2018
	Side: 28 av 30

16.2 OPPSUMMERT VURDERING

Tabell 13 Oppsummert vurdering av tre ulike alternativer for disponering av tunnelstein fra Fornebubanen.

Vurdering alternativ disponering av tunnelstein	Landbasert deponi/Toverud	Drammen havn	Friluftsy Lysakerfjorden
SHA	0	0	0
Klimagassutslipp	0	0	+2
Andre miljøpåvirkninger	0	0	-1
Risiko – fremdrift	0	-1	-2
Kostnader	0	+1	+2

Oppsummert vurdering av de tre disponeringsalternativene basert på vektingen gitt i Tabell 12, fremkommer i Tabell 14.

Tabell 14 Oppsummert vektet vurdering av disponeringsalternativene.

Vurdering alternativ disponering av tunnelstein	Landbasert deponi/Toverud	Drammen havn	Friluftsy Lysakerfjorden
SHA	0	0,00	0,00
Klimagassutslipp	0	0,00	0,40
Andre miljøpåvirkninger	0	0,00	-0,10
Risiko – fremdrift	0	-0,15	-0,30
Kostnader	0	0,50	1,00
Sum	0	0,35	1,00

17 Anbefaling

Det er knyttet usikkerhet til flere forhold:

- Det er usikkerhet knyttet til om, og i tilfelle hvor store mengder med sprengstein som kan forventes å inneholde alunskifer.
- Det er knyttet usikkerhet til finstoffinnhold for de rene sprengsteinsmassene og dermed massenes egnethet ved utfylling i sjø.
- Flere områder for deponier, både på land og i sjø, er under planlegging, men det er knyttet stor usikkerhet til når slike deponier kan være ferdig regulert og klare til mottak av masser.
- Fylkesmannen har kommet med innspill om at oppfylling av masser i Lysakerfjorden vil kunne være i strid med Statlig planretningslinje for differensiert forvaltning av kystsonen langs sjø.

Oslo Kommune – Fornebubanen	Dok. nr.: PF-U-070-EE-0007
Konseptvalgrapport - Massehåndtering	Revisjon: 03G
	Dato: 30.04.2018
	Side: 29 av 30

På grunn av denne usikkerheten, samt økonomiske vurderinger, er følgende forutsetninger, som angitt i kapittel 4, lagt til grunn for anbefalingen:

- Fornebubanens rolle er å være steinleverandør, detaljer vedr. grensesnitt mellom Fornebubanen og Bærum kommune må avklares gjennom nærmere avtale.
- For kostnadsvurderingene i denne rapporten er det antatt at Fornebubanen ikke skal dekke kostnader til etablering av friluftløypa
- Friluftløypa er ferdig regulert og anleggsteknisk prosjektert, og prosjekt for gjennomføring av tiltaket er etablert, før masseleveransene starter.
- Steinmassene fra Fornebubanen er egnet for utfylling i sjø – innhold av finstoff er på et akseptabelt nivå.

Anbefaling:

Disponering av massene til friluftløypa i Lysakerfjorden ser ut til gi lavest total miljøbelastning, med lavt klimagassutslipp som den avgjørende faktoren, og er økonomisk mest fordelaktig for Fornebubanen. Det anbefales derfor at steinmassene leveres til etablering av friluftløypa i Lysakerfjorden.

18 Forslag til videre arbeid

Det bør utføres kjerneboringer for å skaffe mer informasjon om bergmassen. Forventet fremdrift for reguleringsplanarbeidet med friluftløypa må avklares nærmere.

19 Endringslogg

Rev.	Rev.dato	Kapittel/side	Beskrivelse av endring
01G	24.11.2017		Første gjennomgang
02G	15.12.2017		Første utgave
03G	30.04.2018	Generelt Kap. 4 Kap. 5.3 (tidl. 4.3) Kap 12, 13, 14, 15 Kap. 16	Justeringer i språk og avsnitt Nytt kapittel – Forutsetninger Kapittel tatt ut. Referanser lagt inn etter kap. 19. Oppsummering lagt til. Vekting av kriterier lagt til, landdeponi lagt inn som null-alternativ. Tabeller endret som følge av dette.

Oslo Kommune – Fornebubanen	Dok. nr.: PF-U-070-EE-0007
Konseptvalgrapport - Massehåndtering	Revisjon: 03G
	Dato: 30.04.2018
	Side: 30 av 30

Referanser

- 1) Miljødirektoratet. 2009. Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn. Veileder TA-2553. 30 s.
- 2) Avfallsforskriften kapittel 11, om farlig avfall. www.lovdata.no.
- 3) NGI. 2015 a. Identifisering og karakterisering av syredannende bergarter. Veileder for Miljødirektoratet M-310. 57 s.
- 4) NGI. 2015 b. Deponering av syredannende bergarter. Grunnlag for veileder. Rapport Miljødirektoratet M-385. 46 s.
- 5) PX Solutions AS. 2017. Teknisk notat. Kravspesifikasjon på fyllmasser for oppfylling i Gilhusbukta.
- 6) Oslo kommune, EBY, Steinar Sidselrud, personlig meddelelse.
- 7) BAT AS, Torfinn Brenna, personlig meddelelse.
- 8) Eide Marine AS, Aage Petter Fjelland, personlig meddelelse.
- 9) Alf Johansen AS, Alf Johansen, personlig meddelelse.
- 10) Drammen Havn, Jarle Hansen, personlig meddelelse.
- 11) Gilhusstranda/Fjordbyen, PX Solutions AS, William Kornmo, personlig meddelelse.
- 12) Åsland Pukkverk AS, Edgard Dønnåsen, personlig meddelelse.
- 13) AF Miljø AS, Thomas Henriksen, personlig meddelelse.
- 14) Franzefoss AS, Astrid Drake, personlig meddelelse.
- 15) Norsk Gjenvinning M³ AS, Chistian Andresen, personlig meddelelse.
- 16) NOAH AS, Bjørn Engelstad, personlig meddelelse.
- 17) Feiring Bruk AS, www.feiring.bruk.no
- 18) Lindum AS, www.lindum.no
- 19) NGI, Magnus Rømoen, personlig meddelelse.