

# Rapport

Oppdragsgiver: **Jernbaneverket Hovedkontoret**

Oppdrag: **Håndtering av masser fra ballastrensing**

Emne: **Risikovurdering og standard retningslinjer**

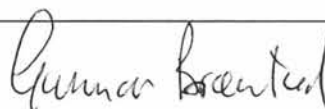
Dato: **14. februar 2003**

Rev. - Dato

Oppdrag- / Rapportnr. **N102764 - 1**

Oppdragsleder: **Gunnar Brønstad**

Sign.:



Saksbehandler: **Gunnar Brønstad**

Sign.:

Kontaktperson  
hos Oppdragsgiver: **Veronica Valderhaug**

## Sammendrag:

Jernbaneverket foretar jevnlig rensing av ballastmasser langs jernbanesporene i forbindelse med vedlikehold av ulike banestrekninger. Jernbaneverket har engasjert NOTEBY AS for å lage generelle retningslinjer for håndtering av ballastavfall. Oppdraget omfatter enkel generell risikovurdering av deponering av ballastavfall for aktuelle arealbrukskategorier, og utarbeidelse av et notat med retningslinjer for gjenbruk/deponering av masser fra ballastrensing.

Det er tidligere gjennomført 4 undersøkelser av ballastmasser. Undersøkelsene har vist at det samlet sett er en klar forskjell på tungmetallinnhold mellom ballastmassene i Lieråsen tunnel og øvrige undersøkte ballastmasser. Hva angår organiske miljøgifter viser undersøkelsene at det må påregnes noe innhold av olje og PAH i ballastmassene. Olje-innholdet og i noen grad PAH-innholdet er markert høyest i Lieråsen tunnel samt under godsspolet på Loenga. Det er i hovedsak tyngre smøreoljer som er påvist, noe som også kan forklare innholdet av PAH.

Det er utført risikovurdering knyttet til gjenbruk/deponering av massene på områder med arealbruk hhv. "Kontor, næring, industri", "Rekreasjon", "Under veier, parkeringsplasser, utendørs industriarealer", "På jernbanens grunn" og "På Jordbruksområde". Ved å sammenligne påviste konsentrasjoner med de beregnede akseptkriteriene kan det konkluderes med følgende:

Tungmetaller: Innholdet av arsen i massene gjør at det er problematisk å benytte alle massene som overflatejord på "Kontor, næring, industri"-arealer uten å gjennomføre en nærmere vurdering. Dersom de tildekkes vil arsen ikke utgjøre noe problem. På øvrige arealer vil ikke tungmetallene i ballastmasser utgjøre noen helserisiko.

Organiske miljøgifter: Det er på flere banestrekninger påvist PAH, samt i Lieråsen tunnel funnet olje over akseptkriteriet for "Kontor, næring, industri"-arealer. Dersom massene tildekkes vil ikke PAH utgjøre noe problem. På øvrige arealer vil ikke organiske miljøgifter i ballastmassene utgjøre noen helserisiko.

Det er også utført en spredningsvurdering. På dette grunnlag er mulig bruk av ballastmasser fra ulike typer banestrekninger vurdert. Det er også angitt hvilke type jernbanestrekninger det må gjennomføres supplerende undersøkelser på, før disponeringen av ballastmassene kan avgjøres.

## Innholdsfortegnelse

1.	Innledning .....	3
2.	Tidligere utførte undersøkelser .....	3
3.	Beskrivelse av banestrekninger og ballastavfall .....	4
3.1	Type banestrekninger .....	4
3.2	Kilder til forurensning fra jernbanemateriellet .....	4
3.3	Ballastavfall .....	5
3.3.1	Rensing av ballast .....	5
3.3.2	Fjerning av hele ballasten .....	5
3.3.3	Klassifisering av ballastavfall .....	6
4.	Resultater fra tidligere undersøkelser .....	6
4.1	Feltobservasjoner .....	6
4.2	Kjemiske analyser .....	7
4.2.1	Tungmetaller .....	7
4.2.2	Organiske miljøgifter .....	9
4.3	Korngradering .....	10
5.	Risikovurdering .....	10
5.1	Generelt .....	10
5.2	Miljømål .....	11
5.3	Vurdering av datagrunnlaget .....	11
5.4	Helsebasert risikovurdering .....	11
5.4.1	Definering av arealbrukskategorier .....	11
5.4.2	Forutsetninger for eksponeringsveier og -tider .....	12
5.4.3	Beregning av akseptkriterier .....	12
5.4.4	Vurdering av beregnede akseptkriterier .....	13
5.5	Spredningsbasert risikovurdering .....	14
5.5.1	Spredning til planter .....	14
5.5.2	Spredning til jord og grunnvann .....	14
5.5.3	Spredning til luft .....	15
5.6	Konklusjon .....	15
6.	Retningslinjer for håndtering av ballastmasser .....	16
7.	Referanser .....	16

## Vedlegg

- A: Retningslinjer for gjenbruk/deponering av masser fra ballastrensing
- B: Notat vedrørende SFTs norm og risikovurdering
- C: Beregningsark for risikovurdering i henholdt til SFT-veileder 99:01
- D: Analyserapport for pukkprøve fra Lieråsen tunnel



## 1. Innledning

Jernbaneverket foretar jevnlig rensing av ballastmasser langs jernbanesporene i forbindelse med vedlikehold av ulike banestrekninger. Ballasten er fundamentet eller bærelaget for jernbanesporet, og består av pukk eller grus. Rensingen av ballasten produserer masser ("ballastavfall") som må deponeres eller gjenbrukes på annet sted.

I denne forbindelse har Jernbaneverket engasjert NOTEBY AS for å vurdere generelle retningslinjer for håndtering av ballastavfall. Oppdraget omfatter:

- Enkel generell risikovurdering av deponering av ballastavfall for aktuelle arealbrukskategorier. Risikovurderingen tar utgangspunkt i resultatene av undersøkelsene rapportert av NGI og NOTEBY (kfr. kap. 2), og vurderer det datagrunnlag som foreligger. Ulike typer banestrekninger beskrives. Det utarbeides en kortfattet rapport. Formålet med rapporten er å dokumentere grunnlaget for anbefalingene i retningslinjene for håndtering av ballastavfall, kfr. neste punkt.
- Utarbeidelse av et notat med retningslinjer for gjenbruk/deponering av masser fra ballastrensing. Notatet vil være et vedlegg til rapporten, og skal ha en slik form at den kan legges inn i Jernbaneverkets Miljøstyringssystem. Notatet skal være et styrende dokument for hvordan Jernbaneverket skal håndtere de avfallsmassene som oppstår ved ballastrensing.

## 2. Tidligere utførte undersøkelser

Det er tidligere gjennomført 4 undersøkelser av ballastmasser som angitt i tabell 1. For utfyllende referanse til rapportene vises til kap. 8.

**Tabell 1**      *Oversikt over utførte undersøkelser*

Rapport	Undersøkte strekninger	Undersøkte masser
NGI-rapport 20011515-1 rev. 2	Hallenskog st. (Spikkestadbanen) Loenga, Grorud st., Ringsby overgang (Østfoldbanen)	Ballastpukk på hhv. rett banestrekning for lette lokaltog, bremsestrekning for tunge tog, strekning med stor og variert trafikk samt en rett og lite trafikkert strekning
NGI-rapport 20021211-1	Lieråsen tunnel	Ballastpukk fra 4 punkter mellom sporene.
NOTEBY-rapport 101428-1	Strekningen Sarpsborg – Kornsjø på Østfoldbanen	Mellomlagrede avfallsmasser fra Halden stasjon, Aspedammen stasjon, Kranspor Sarpsborg og Refne. Hvert deponi ca. 200 m <sup>3</sup> .
NOTEBY-rapport 102176-1	Nedlagt strekning ved Sande stasjon på Vestfoldbanen	Stikkprøver av ballastmasser fra oppbremsingsområde i nord og sør samt fra stasjonsområdet.

Resultatet av disse undersøkelsene er beskrevet nærmere i kap. 5.

I tillegg er det mellom Sandvika stasjon og tidligere Jung stasjon gjennomført undersøkelser av den øverste 1 m av underbygningen under ballasten (NGI-rapport 20011011-1). Rapporten gir informasjon om ev. forurensning i ballasten kan ha penetrert ned i underbygningen.

### 3. Beskrivelse av banestrekninger og ballastavfall

#### 3.1 Type banestrekninger

Ulike typer banestrekninger hvor ballastrensing eller –fjerning kan foregå er beskrevet i tabell 2. Muligheten for at massene er forurenset vil kunne variere noe mellom de ulike områdene.

**Tabell 2**      *Oversikt ulike typer banestrekninger*

Type strekning	Kommentar
Oppbremsnings-strekninger	Typiske oppbremsningsstrekninger er vanlige stasjoner langs jernbanenettet (inkl. bremsstrekningene utenfor stasjonsområdet) og i forbindelse med krappe kurver. Kan ha variert trafikkbelastning (både hva angår togfrekvens og tyngde på togene, for eksempel lette persontog kontra tunge godstog).
Godsterminaler/-linjer	Områder med ekstra mye tung godstrafikk, og hvor godsvognene kan stå parkert over lengre tid.
Tunneler	Alle tunneler sees under ett.
Lokomotivstaller, tankanlegg og lignende	Omfatter alle områder hvor oljerelaterte produkter håndteres, inkl. påfylling på diesellokomotiver og skinnegående anleggsmaskiner
Jernbanestrekninger for øvrig	Jernbanestrekninger med lite akselerasjon og oppbremsning. Strekningene har variert trafikkbelastning (både hva angår togfrekvens og tyngde på togene, for eksempel lette persontog kontra tunge godstog).
Ikke-elektrifiserte strekninger	Strekninger som trafikkeres av diesel-lokomotiver

Det forutsettes at det i ballastmassene bare er benyttet vanlige mineralske masser (stein, pukk), og at disse ikke kan være påvirket av for eksempel slagg fra tidligere tiders drift av damplokomotiver. Slagg ligger ofte som isolering under ballasten. Slagget fra damplokomotivene skal ikke inneholde tungmetaller, men det kan være brukt slagg fra jernverk fordi slagg har god evne som drenering.

Det forutsettes videre at vurderingene i denne rapport ikke omfatter ballastfjerning/-rensing på følgende områder:

Forurensede industriområder og spesielle forurensingslokaliteter

#### 3.2 Kilder til forurensning fra jernbanemateriellet

I hvilke grad slitasje av skinner, hjul og bremses etc. kan være kilde til forurensning i ballastmassene er kortfattet vurdert under:

- Skinner og hjul er av stål leget med mangan. Trolig også med små mengder av vanadium og kobolt, molybden, nikkel og krom
- Bremsklosser er laget av støpejern (stål), dvs. skal ikke kunne forårsake forurensning
- Hjullagere kan være av hardbly ("Bahnmetall"), dvs. bly leget med antimon og noe tinn (60-80% bly). Lagermetall for jernbane-akslinger kan også bestå av kobber leget med tinn og bly
- Smøremidler: Smørefett (grease) er smøreolje blandet med såper av metaller, bl.a. kalsium, aluminium og barium. Kan gjenfinnes som tung olje i ballasten



- Kontaktledninger over sporet er laget av silisiumbronse, dvs kobber, som primært er leget med silisium.
- Galvanisert utstyr på togene kan avgi sink

Skinnekontakter i forbindelse med signallys, sporveksler og lignende kan inneholde kvikksølv, men dette vil neppe påvirke ballastmassene.

I tillegg er diesel- og oljesøl fra lokomotiver og anleggsmaskiner, plantevernmidler fra sprøyting av ugress og lignende mulige kilder til forurensning av ballasten.

### 3.3 Ballastavfall

Ballast er fundamentet eller bærelaget for jernbanesporet, og består av pukk eller grus. På grunn av høy vektbelastning ved togpassering nedknuses etter hvert deler av pukken. Finstoffet som da dannes hindrer vann fra nedbør og lignende i å renne bort fra overbygningen. Toalettavfall fra vogner kan også bidra til at ballasten blir tettere. Dette svekker både bæreevnen og elastisiteten i sporet. Hvor langt forringelsen av ballasten kan gå avhenger av steinkvalitet, banens tillatte aksellast, hastighet og trafikkbelastning.

Da det ikke er noen god løsning å bare fylle på ny ballast på toppen, må ballasten med 20-30 års mellomrom fjernes eller renses ved at finstoffet fjernes.

Det er to typer ballastavfall som håndteres. Det vanligste er fine masser som er siktet ut (opptil ca 40 mm). I andre tilfeller fjerner man hele sporet inkludert ballasten.

#### 3.3.1 Rensing av ballast

Det finnes to former for ballastrensing – vanlig ballastrensing og flankerensing. Den første metoden graver ut ballasten i en bredde på 3,5-4 m i en dybde av ca. 25 cm under svillene, mens det ved flankerensing kun er ballastskuldrene som renses.

Ballastrensing blir utført av en stor skinnegående maskin, som i prinsippet er en stor siktemaskin. Prosessen gjennomføres uten demontering av jernbanesporet.

Selve renseprosessen foregår ved at skinnegangen blir løftet noe, slik at et stort gravekjede kan ta opp ballast. Gravekjedet fører den utgravde ballasten opp i en trakt som fordeler massene på et ristesikt. Masser som oppfyller kravene til rett størrelse og form (25-63 mm) føres tilbake til sporet, mens resten av massene føres via en transportør ut til siden av sporet eller opp i transportvogner. Samtidig tilføres det ny ballast i nødvendig mengde.

#### 3.3.2 Fjerning av hele ballasten

I noen tilfeller fjerner man hele sporet inkludert ballasten. I sistnevnte tilfelle er ballasten grovere og forurensningen mindre konsentrert ettersom forurensningen i hovedsak er konsentrert i finstoffet i ballasten, jfr. 2. avsnitt i kap. 4.3.

Vedr. varierende korngradering av ballastavfall: dersom hele sporet fjernes vil gjennomsnittlige konsentrasjoner av miljøgifter i mg/kg i de fjernede massene gå ned. Imidlertid klassifiseres vanligvis forurensningsgrad ut fra analyser på fraksjonen < 2 mm, slik at det ikke har noen betydning for klassifiseringen av forurensningsgrad om hele ballastlaget eller bare den finere delen av ballasten fjernes.

### 3.3.3 Klassifisering av ballastavfall

Det foreligger et utkast til endret forskrift om spesialavfall som SFT sendte ut på høring 04.07.02. Etter planen skulle forskriften tre i kraft fra 01.01.03. I dette utkastet foreligger følgende to kategorier for jernbaneballast:

- 17 05 07 jernbaneballast som inneholder farlige stoffer
- 17 05 08 annen jernbaneballast enn den nevnt i 17 05 07

Kun kategori 17 05 07 karakteriseres som farlig avfall som må skilles ut for særlig forsvarlig behandling.

I de tilfelle der en har denne type doble kategorier for samme avfall (såkalte speilinn ganger), skal det alltid vurderes om avfallet inneholder stoffer eller stoffblandinger med farlige egenskaper som overskrider nærmere angitte grenseverdier. Om nødvendig skal vurderingen skje gjennom kjemisk analyse.

Det er i denne rapport vist til en del undersøkelser som er gjort av ballastmasser på ulike banestrekninger. Påviste konsentrasjoner ligger langt under de grenseverdier for de aktuelle miljøgiftene som vil føre til at ballasten må karakteriseres som farlig avfall. Bortsett fra enkelte spesifikke stoffer er grenseverdien minimum 0,1 %, dvs. 1000 mg/kg. For PCB og benzo(a)pyren er grenseverdiene hhv. 50 og 100 mg/kg.

Denne rapport dokumenterer at det bare i særskilte tilfelle med meget høy forurensningsbelastning vil kunne være aktuelt å klassifisere ballastavfallet i kategori 17 05 07, dvs. som farlig avfall.

## 4. Resultater fra tidligere undersøkelser

### 4.1 Feltobservasjoner

Tabell 3 inneholder en oppsummering av feltobservasjonene og massebeskrivelsene gitt i de tidligere gjennomførte undersøkelsene.

**Tabell 3** Feltobservasjoner i tidligere utførte undersøkelser

Rapport	Feltobservasjoner/korngradering
NGI-rapport 20011515-1 rev. 2	Ensgradert grov grus med noe sand og finstoff <sup>1)</sup> . Alle masser fremstod som ganske like. Ca 10 % var < 4 mm. I denne fraksjonen utgjorde leirinnholdet bare 3-4 %. Organisk innhold ca 2-4 % i fraksjonen < 4 mm.
NGI-rapport 20021211-1	(ingen opplysninger)
NOTEBY-rapport 101428-1	Massene kan karakteriseres som sandig grus med lavt finstoff-innhold, over 60 % av massene > 2 mm <sup>1)</sup> . Ingen visuelle indikasjoner på forurensning, og heller ingen utpreget lukt.
NOTEBY-rapport 102176-1, Vestfoldbanen (Sande)	Hovedsakelig grove masser med kornstørrelse > 25 mm, samt en mindre andel sand. Ingen visuelle indikasjoner på forurensning, og heller ingen utpreget lukt.

Anm. 1): Korngraderingsanalyser er utført. I NGIs undersøkelse utført på ballastpukk, i NOTEBYs undersøkelse utført på mer finkornige masser fra ballastrensingen.



## 4.2 Kjemiske analyser

Resultatene fra de fire gjennomførte undersøkelsene er sammenstilt i tabell 4 og 5. Det foreligger ikke faste, generelle kriterier for klassifisering av forurenset jord i Norge. I tabellene er det derfor foretatt en sammenligning med SFTs normer for mest følsom arealbruk. Bakgrunnen for disse normverdiene er nærmere beskrevet i vedlegg B.

### Analyse av steinmateriale i Lieråsen tunnel

For å undersøke om bergartene i pukken kan være en mulig kilde til høyt arseninnhold i ballast-avfallet, har NOTEBY undersøkt tungmetallinnholdet i en nedknust prøve av ren pukke fra Lieråsen tunnel. Jernbaneverket tok i desember 2002 en slik prøve ± 100 m fra stedet der NGI foretok prøvetaking av ballastpukke, og leverte prøven til NOTEBY.

Det fleste av steinene i prøven var av en lys grå finkornig bergart. Fargen er noen steder noe grønnlig. Dette kan være en intermediær eruptivbergart (lava-gangbergart), men kan også ligne en omvandlet (metamorfosert), eller kalkholdig leirstein fra Oslofeltet.

Før nedknusning ble pukkesteinene vasket med rent vann for å fjerne finstoff utenpå pukken. En homogenisert prøve av nedknust fraksjon < 2 mm ble sendt Analytica for tungmetallanalyse.

### 4.2.1 Tungmetaller

**Tabell 4**      *Analyseresultater tungmetaller (mg/kg tørrstoff)*

Prøvested	Arsen	Bly	Kadmium	Kobber	Krom	Nikkel	Sink
Vestfoldbanen (Sande) 3 prøver	i.a.	13-59	< 0,1-0,31	26-140	10-50	12-34	50-130
Østfoldbanen (Sarpsborg – Kornsjø) 4 prøver	i.a.	16-36	0,2	50-85	ca 20	ca 14	45-170
Lieråsen tunnel 4 prøver	<b>10-29</b>	40-380	0,5-2,4	<b>120-790</b>	<b>80-340</b>	40-190	<b>200-1200</b>
Lieråsen tunnel, gj.snitt	<b>25</b>	<b>220</b>	1,5	<b>570</b>	<b>230</b>	<b>140</b>	<b>600</b>
Loenga (tung godstrafikk) <sup>1)</sup>	<b>17</b>	<b>63</b>	0,5	<b>340/170</b>	<b>62</b>	47	<b>175</b>
Grorud stasjon <sup>1)</sup>	<b>10</b>	25/60	0,5	<b>140</b>	<b>25/41</b>	27	<b>75/140</b>
Hallenskog stasjon <sup>1)</sup>	<b>8</b>	<b>66/14</b>	< 0,4	<b>190/38</b>	<b>44/21</b>	24	<b>150/50</b>
Ringsby overgang <sup>1)</sup>	< 4	< 13	< 0,4	33	<b>28</b>	25	51
Pukke fra Lieråsen tunnel <sup>3)</sup>	<b>5</b>	11	0,08	26	<b>31</b>	26	24
<b>Median ekskl. Lieråsen</b>	<b>9,5</b>	<b>21</b>	<b>0,4</b>	<b>82</b>	<b>25</b>	<b>22</b>	<b>120</b>
<b>90-percentil ekskl. Lieråsen <sup>2)</sup></b>	<b>16</b>	<b>62</b>	<b>0,4</b>	<b>180</b>	<b>50</b>	<b>34</b>	<b>150</b>
<b>Bakgrunnsverdier <sup>4)</sup></b>	0,7-8,8	8,5-107	0,1-1,7	6-27	3-30	3-19	25-104
<b>SFTs norm</b>	<b>2</b>	<b>60</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Anm.: Konsentrasjoner over SFTs norm er uthevet. Konsentrasjoner over 10 x SFTs norm er i tillegg skygget markert.

1): Gjennomsnitt av 2 prøver fra hhv. 0-0,2 og 0,2-0,4 m

2): 90-percentilen er den høyeste verdien når en ser bort fra de 10 % høyeste verdiene (i dette tilfellet de 2 høyeste verdiene bortsett fra arsen)

3): Finknust stein fra ballastpukken

4): Bakgrunnsverdier for tungmetaller i jord er hentet fra SFT veiledning 99:01.

Det er ikke påvist kvikksølvinnhold over SFTs norm.

For arsen ligger SFTs norm lavt i forhold til naturlig bakgrunnsverdi i Norge (1-10 mg/kg tørrstoff). Imidlertid antar vi at det er benyttet bergarter i ballastpukken som har et naturlig lavt innhold av arsen (for eksempel granitt, gneis, gabbro og diabas med normalt innhold < 3 mg/kg), slik at arseninnholdet ikke uten videre kan forklares. Pukkprøven fra Lieråsen tunnel hadde et arsen-innhold på 5 mg/kg. Det forhøyede innholdet kan skyldes for eksempel arsenkis, da vi observerte små mengder kismineraler hvor det også kan inngå arsen i bergarten.

I NGIs undersøkelse av 7 jordprøver fra den øverste ca 1 m av underbygningen under ballasten mellom Sandvika stasjon og tidligere Jung stasjon (NGI-rapport 20011011-1) ble bare arsen (4-5,5 mg/kg) og krom (20-31 mg/kg) påvist over SFTs norm, noe som indikerer naturlige årsaker.

I forbindelse med utbyggingen på Fornebu har SFT akseptert et akseptkriterium for arsen på boligarealer på 10 mg/kg pga. dokumentert høy bakgrunnskonsentrasjon, noe som skyldes skiferbergarter fra Oslo-feltet.

I en svensk undersøkelse av ballastmasser på en rekke banestrekninger (SGI-rapport nr. 10660) lå medianverdien for arsen på ulike banestrekninger stort sett i området 4-6 mg/kg, uavhengig av miljøgiftinnhold forøvrig. Det er ikke gitt noen nærmere vurdering av kilden til arseninnholdet. I Sverige kan masser med arsenkonsentrasjon < 15 mg/kg anvendes fritt.

Typiske kilder til arsen-forurensning er for øvrig saltimpregnering av trevirke, produksjon av glassvarer, avrenning fra gruveområder, kunstgjødsel, messing og blyhagl.

Informasjon om bakgrunnsverdier for tungmetaller, bl.a. arsen og krom, i ulike deler av landet kan finnes i følgende dokumenter:

- NGU, november 2000: Geokjemisk atlas for Norge. Del 1: Kjemisk sammensetning av flomsedimenter.
- SFT-rapport 95:18: Tungmetaller i jord (om innholdet av 7 tungmetaller ekskl. arsen i dyrket og udyrket jord i Norge)
- SFT-rapport 93:23: Datarapport for miljøgifter i Norge. (SFT veiledning 99:01 har hentet data fra denne)

NGUs rapport gir den grundigste dokumentasjonen av bakgrunnsverdier.

Som tabell 4 viser er det på Vestfold- og Østfoldbanen bare påvist ubetydelige overkonsentrasjoner av enkelte tungmetaller.

I Lieråsen tunnel er det påvist vesentlig høyere konsentrasjoner av bly, kobber, krom, nikkel og sink i tillegg til noe høye konsentrasjoner av arsen. Lieråsen består av drammensgranitt gjennomført av eruptivganger. Vi venter ikke høye arsen-konsentrasjoner i denne berggrunnen.

NGIs undersøkelse av 4 ulike banestrekninger i 2001 viser at den lavtrafikkerte Ringsby, hvor ballastrensing sist ble utført i 1993, har lavest tungmetallinnhold. De øvrige 3 banestrekningene har forhøyede konsentrasjoner av arsen, kobber, krom og nikkel i forhold til SFTs norm. Massene kan likevel bare karakteriseres som svakt forurensset. Høyest tungmetallinnhold er registrert på Loenga, hvor tunge godstog har bremsset mye.

Samlet sett er det en klar forskjell mellom ballastmassene i Lieråsen tunnel og de øvrige undersøkte ballastmassene. I forhold til SFTs norm har ballastmassene et forhøyet arseninnhold, men arseninnholdet er likevel helt eller delvis naturlig betinget.



#### 4.2.2 Organiske miljøgifter

**Tabell 5**      *Analyseresultater plantevernmidler, PAH, PCB og olje (mg/kg tørrstoff)*

Prøvested	Plantevern- midler	PAH	PCB	ΣBTEX	THC
Vestfoldbanen (Sande) 3 prøver	i.d.	1,0-1,6	< 0,025	< 0,1	34-52
Østfoldbanen (Sarpsborg – Kornsjø) 4 prøver	i.d.	0,7-3	< 0,025	< 0,1-0,96 <sup>2)</sup>	40-80
Lieråsen tunnel	i.d.-0,14	1,6-7,0	i.d.-0,02	i.a.	170-770
Lieråsen tunnel, gj.snitt	< 0,04	5,4	i.d.	i.a.	530
Loenga (tung godstrafikk) <sup>1)</sup>	i.d.	17	0,007	< 0,2	720
Grorud stasjon <sup>1)</sup>	0,02	7	0,007/ 0,03	0,3	170
Hallenskog stasjon <sup>1)</sup>	0,01	14/2	0,02/i.d.	1.1/<0.02	175
Ringsby overgang <sup>1)</sup>	i.d.	1,5	i.d.	< 0,2	< 20
Median ekskl. Lieråsen	i.d.	1,7	i.d.	< 0,2	59
90-percentil ekskl. Lieråsen <sup>3)</sup>	0,01	14	i.d.	< 0,2	240
SFTs norm	DDT: 0,04	2	0,01	0,005 <sup>2)</sup>	100

Anm.: Konsentrasjoner over SFTs norm er uthevet. Konsentrasjoner over 10 x SFTs norm er i tillegg skyggemarkert. i.d. = ikke detektert ΣBTEX = sum av benzen, toluen, etylbenzen og xylene

1): Gjennomsnitt av 2 prøver fra hhv. 0-0,2 og 0,2-0,4 m

2): Det er bare påvist benzen. Angitt normverdi gjelder for benzen

3): 90-percentilen er den høyeste verdien når en ser bort fra de 10 % høyeste verdiene ( i dette tilfellet de 2 høyeste verdiene)

Som tabell 5 viser er det på Vestfold- og Østfoldbanen ikke påvist organiske forurensninger over SFTs norm bortsett fra PAH og bensen i en av fire prøver fra Østfoldbanen.

I Lieråsen tunnel inneholder ballastpukken PAH og mineralolje noe over SFTs norm. For PAH-forbindelsen fluoranten overskrides SFTs norm mer enn 10 ganger.

NGIs undersøkelse av 4 ulike banestrekninger i 2001 viser at det ikke er noe klart skille fra lavt til tungt belastede jernbanestrekninger, med unntak av olje. Det ble konkludert med at det foreløpig kan se ut som om ballastpukk av en viss alder (anslagsvis 10-15 år) vil være noe forurenset av flere forbindelser, særlig PAH. PAH-forbindelsen fluoranten overskrider SFTs norm mer enn 10 ganger i 4 av 8 prøver. Selv om strekningen jevnlig sprøytes med pesticider (hvert 4. år eller hyppigere) er det bare påvist lave konsentrasjoner av pesticider.

I NGIs undersøkelse av 7 jordprøver fra den øverste ca 1 m av underbygningen under ballasten mellom Sandvika stasjon og tidligere Jung stasjon (NGI-rapport 20011011-1) ble det i 3 prøver påvist 2-3 PAH-forbindelser (i hver prøve) svakt over SFTs norm mens innholdet av PAH total 16, plantevernmidler og olje var lavt.

Samlet sett viser undersøkelsene at det må påregnes noe innhold av olje og PAH i ballastmassene. Olje-innholdet og i noen grad PAH-innholdet er markert høyest i Lieråsen tunnel samt under godsspolet på Loenga. Det er i hovedsak tyngre smøreoljer som er påvist. Kilde til PAH-innholdet kan være tunge oljer eller kreosotimpregnerte tresviller, som kan være benyttet på enkelte deler av undersøkte strekninger.

### 4.3 Korngradering

I NOTEBYs rapport 101428-1 er det utført korngraderingsanalyser av ballastavfall fra rensing av ballast. Korngraderingsanalysene av ballastavfall ble utført på fraksjonen < ca 25 mm. I analyselaboratoriet ble ikke prøvene siktet, i stedet ble stein tatt ut for hånd. På bakgrunn av feltvurderinger, prøvehåndtering i analyselaboratoriet og korngraderings-analysene anslås at analysert finfraksjon utgjør < 30 % av ballastavfallet. Analysene viste lavt innhold av miljøgifter.

Forurensningen vil være oppkonsentrert i finstoffet i massene (< 1 mm). Denne fraksjonen utgjorde < 10-20 % av ballastavfallet.

I NGIs rapport 20011515-1 er det utført korngraderingsanalyser av ballastpukk prøvetatt langs sporet. De kjemiske analysene ble utført på utsiktet fraksjon < 4 mm. Fraksjonen < 4 mm utgjorde i gjennomsnitt 11 % av de totale massene.

I begge undersøkelsene var innholdet av silt og leire, hvor det meste av forurensningen vil være oppkonsentrert, ubetydelig.

Dersom en korrigerer for innhold av grove masser, vil gjennomsnittlige miljøgift-konsentrasjoner i undersøkte masser så å si uten unntak ligge under SFTs norm. Ved klassifisering av massenes forurensningsgrad skal en imidlertid iht. SFT ta utgangspunkt i konsentrasjonene i finstoffet.

## 5. Risikovurdering

### 5.1 Generelt

Risiko uttrykker sannsynligheten for at en mulig, uønsket hendelse inntreffer og konsekvensen av at den skjer. I en grunnforurensningssak vurderes risikoen for påvirkning fra en forurensning mot aktiviteter i influensområdet. Risikovurderingen utføres vanligvis i flere trinn, med økende grad av kompleksitet og detaljering.

Trinn 1 av risikovurderingen består i å sammenlikne de påviste konsentrasjonene med SFTs normer for mest følsom arealbruk. Dersom disse overskrides, skal det utføres en trinn 2 risikovurdering, som bl.a. innebærer å beregne nye stedsspesifikke akseptkriterier for aktuell arealbruk på området. Risikovurderingen består i at beregnede akseptkriterier (dvs. grenseverdi for "akseptabel" forurensning) sammenstilles med påviste forurensningskonsentrasjoner.

Det utføres også en spredningsvurdering, dvs. vurdering av risikoen for spredning av forurensning til resipienter og planteliv i området.

Som følge av at det er påvist miljøgifter i ballastmassene som overskrider SFTs norm for mest følsom arealbruk, skal det utføres en risikovurdering (trinn 2) knyttet til gjenbruk/deponering av massene. Denne er utført for de viktigste stoffer som er påvist over SFTs norm, dvs. olje, PAH-forbindelser og PCB samt tungmetallene arsen, bly, kadmium, kvikksølv, kobber, sink, krøm III og nikkel. Innholdet av andre stoffer som i enkelte tilfelle er påvist over SFTs norm, vil være underordnet innholdet av de stoffer risikovurderingen utføres for.

Risikovurderingen utføres i tråd med SFTs rapport 99:01 a og b *Risikovurdering av forurenset grunn*, kfr. også vedlegg B.



## 5.2 Miljømål

For videre bruk/deponering av ballastmassene kan følgende miljømål være styrende:

1. Ballastmassen skal ikke benyttes/deponeres slik at nåværende og fremtidige brukere av aktuelt område kan eksponeres for helsemessig fare.
2. Ballastmassen skal ikke benyttes/deponeres slik at forurensning kan spres fra massene i et slikt omfang at det får miljømessige konsekvenser.

## 5.3 Vurdering av datagrunnlaget

I følge SFT-veileder 99:01 vil en blandprøve fra et diffust forurenset område normalt kunne representere et areal på inntil 100 m<sup>2</sup> eller et volum på inntil 100 m<sup>3</sup>.

I forhold til mengde masser som håndteres i forbindelse med ballastrensning kan utførte undersøkelser bare karakteriseres som stikkprøve-undersøkelser.

Vi mener at de utførte undersøkelser gir et godt bilde av den gjeldende forurensningssituasjon, bl.a. fordi analyseresultatene i stor grad viser godt samsvar. Vi tar likevel forbehold om at prøvene ikke representerer jernbanestrekninger som kan ha blitt påvirket av spesielle lokale, forurensende aktiviteter.

I forbindelse med deponering av massene må det tas høyde for at forurensningsnivået kan være høyere enn påvist i utførte undersøkelser, dersom det ikke gjennomføres prøvetaking og analyser (jfr. også kap. 7).

## 5.4 Helsebasert risikovurdering

Ved å utføre en helserelatert risikovurdering kan man beregne nye akseptkriterier ut fra arealbruken i området massene er tenkt deponert/benyttet. Dette innebærer at det utarbeides akseptkriterier med tanke på helsemessige konsekvenser for de ulike stoffene for aktuelle arealbrukskategorier. Risikovurderingen er utført for olje, PAH-forbindelser og PCB samt tungmetallene arsen, bly, kadmium, kvikksølv, kobber, sink, krom III og nikkel.

### 5.4.1 Definerer av arealbrukskategorier

I prinsippet kan ballastmassene tenkes benyttet eller deponert som følger:

- Fyllmasse under og rundt bygninger (kontor-, nærings- og industriareal, ikke bolighus)
- Fyllmasse på ubebygde deler av industriområder og under veier og parkeringsplasser forøvrig
- Fyllmasse under jordbruksarealer, dvs. dyrket mark (pga. korngradering bare aktuelt ved oppfylling i raviner o.l. før utlegging av vekstjord)
- Fyllmasse i rekreasjonsområder (grøntområder) som er fritt tilgjengelig
- På jernbanens grunn, langs eller under jernbanesporet/jernbanen o.l.

Disse arealbrukskategoriene omfattes derfor av risikovurderingen. På grunnlag av risikovurderingen kan Jernbaneverket så avgjøre på hvilke typer arealer de mener det kan være aktuelt å benytte massene fra ballastrensningen.

#### 5.4.2 Forutsetninger for eksponeringsveier og -tider

Følgende forutsetninger er gjort i risikovurderingen:

- Mulige eksponeringsveier er innånding av gass og støvpartikler, hudkontakt med jord og oralt inntak av jord ("jordspising"), avhengig av arealbruken.
- Det forutsettes at massene ikke skal benyttes i umiddelbar nærhet til resipient hvor fisk benyttes til mat eller at det blir dyrket grønnsaker i massene.
- For kontor/næring/industri og rekreasjon benyttes oppholdstider for barn og voksne som foreslått i brukermanualen til beregningsverktøyet (Aquateam 1999; utarbeidet med støtte fra SFT).
- Under veier, parkeringsplasser og lignende forutsettes det at forurensningen ligger under tette og/eller rene dekker, slik at man ikke kan berøre eller "spise" forurensningen. Det er dermed ingen eksponeringsveier for forurensningen mot mennesker.
- På jernbanens grunn forutsettes det at det bare er arbeidere som i perioder kan komme i berøring med massene. Det er forutsatt 10 timer eksponering om dagen, 40 dager i året.
- På jordbruksarealer vil massene være tildekket av ren vekstjord. For å være konservativ er det likevel beregnet 10 timer eksponering om dagen, 40 dager i året (oralt inntak, hudkontakt og innånding av støv), ved eksponering i tilfelle gravearbeider på tomte

Aktuelle eksponeringsveier og -tider er oppsummert i tabell 6 nedenfor.

**Tabell 6** Generelle eksponeringsveier og -tider

Arealbruk	Eksponeringsvei	Eksponeringstid
Kontor, næring, industri	Oralt inntak, hudkontakt, inhalering av støv	Voksne: 200 d/år, 10 t/dag
	Innånding av gass (dersom under bygg)	Voksne: 200 d/år, 10 t/dag
	Drikkevann fra grunnvannsbrønn	Ikke aktuelt
Rekreasjon	Oralt inntak, hudkontakt	Voksne: 45 d/år, 2 t/dag Barn: 80 d/år, 2 t/dag
	Innånding av støv	Voksne: 115 d/år, 2 t/dag Barn: 150 d/år, 2 t/dag
Under veier, parkeringsplasser, ubebyggede industriarealer	Ingen (tildekket av asfalt, grusdekke eller på annen måte)	Ikke aktuelt
På jernbanens grunn	Oralt inntak, hudkontakt, inhalering av støv	Voksne: 40 d/år, 10 t/dag
	Drikkevann fra grunnvannsbrønn	Ikke aktuelt
Jordbruksområde	Oralt inntak, hudkontakt, inhalering av støv	Voksne: 40 d/år, 10 t/dag
	Drikkevann fra grunnvannsbrønn	Ikke aktuelt

#### 5.4.3 Beregning av akseptkriterier

For gjennomføring av beregninger vises det til vedlegg C. Beregnede akseptkriterier er sammenstilt i tabell 7 og 8.



**Tabell 7** Beregnede akseptkriterier for tungmetaller

Arealbruk	Stedsspesifikke akseptkriterier for ulike stoffer (mg/kg TS)							
	Arsen	Bly	Kadmium	Kobber	Krom	Kvikksølv	Nikkel	Sink
Kontor, næring, industri	8	1800	300	Ingen	Ingen	3,9	680	Ingen
Rekreasjon	60	1700	650	Ingen	Ingen	580	1700	Ingen
Under veier, parkeringsplasser, ubebyggede industriarealer	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
På jernbanens grunn	43	8900	1500	Ingen	Ingen	2600	3400	Ingen
Jordbruksområde	43	8900	1500	Ingen	Ingen	2600	3400	Ingen

*Ingen norm: når nye beregnede akseptkriterier er >50.000 mg/kg, settes "ingen" norm.*

Årsaken til at arsen-kriteriet for "kontor, næring, industri" er så lavt, er at SFTs normverdi for arsen i utgangspunktet er meget lav (2 mg/kg), bl.a. som følge av mulige giftvirkninger ved oralt inntak. Samtidig er det som angitt i tabell 6 regnet med at mennesker har lengre oppholdstider på denne type arealbruk enn ved annen type arealbruk.

I miljøet foreligger arsen både som uorganisk element og i forskjellige organiske komplekser. Både organisk og uorganisk arsen opptas lett av den menneskelige organismen. Arsenforbindelser kan både være akutt giftige og kronisk giftige. De vanligste symptomene på arsenforgiftning omfatter bl.a. feber, søvnløshet, spisevegring og hjerterytmeforstyrrelser. Arseneksponering kan også forårsake hud-, lunge- og leverkreft.

**Tabell 8** Beregnede akseptkriterier for organiske miljøgifter

Arealbruk	Stedsspesifikke akseptkriterier for ulike stoffer (mg/kg TS)			
	Olje C <sub>10</sub> -C <sub>12</sub>	Olje C <sub>12</sub> -C <sub>35</sub>	ΣPAH-16	PCB-7
Kontor, næring, industri	160	760	11	1,3
Rekreasjon	Ingen	Ingen	87	10
Under veier, parkeringsplasser, ubebyggede industriarealer	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
På jernbanens grunn	Ingen	Ingen	53	6,8
Jordbruksområde	Ingen	Ingen	53	6,8

*Ingen norm: når nye beregnede akseptkriterier er >50.000 mg/kg, settes "ingen norm".*

#### 5.4.4 Vurdering av beregnede akseptkriterier

Ved å sammenligne påviste konsentrasjoner med de beregnede akseptkriteriene kan det konkluderes med følgende:

1. **Tungmetaller:** Innholdet av arsen i massene gjør at det er problematisk å benytte alle massene som overflatejord på "Kontor, næring, industri"-arealer uten å gjennomføre en nærmere vurdering. Dersom de imidlertid tildekkes vil arsen ikke utgjøre noe problem, siden beregnede akseptkriterier er knyttet til fysisk kontakt med massene (i første rekke oralt inntak).

På øvrige arealer vil ikke tungmetaller i ballastmassene utgjøre noen helserisiko.

2. Organiske miljøgifter: Det er på flere banestrekninger påvist PAH, samt i Lieråsen tunnel olje over akseptkriteriet for "Kontor, næring, industri"-arealer. Dersom massene tildekkes vil ikke PAH utgjøre noe problem. Olje-kriteriet bestemmes av muligheten for gassinntrengning i overliggende bygninger. Når en tar hensyn til korngradering av massene, vil ikke påviste oljekonsentrasjoner utgjøre noe problem på "Kontor, næring, industri"-arealer. På øvrige arealer vil ikke organiske miljøgifter i ballastmassene utgjøre noen helserisiko.

Det er således kun ved utfylling som overflatejord på "Kontor, næring, industri"-arealer at ballastmassene vil kunne utgjøre en uakseptabel helserisiko.

Det understrekes at de beregnede akseptkriteriene vedrørende helsemessige konsekvenser ikke tar hensyn til om det skjer en spredning fra området som kan gi miljøkonsekvenser. Dette er vurdert nedenfor.

## 5.5 Spredningsbasert risikovurdering

Miljømål 2 sier at ballastmassen ikke skal benyttes/deponeres slik at forurensning kan spres fra massene i et slikt omfang at det kan ha konsekvenser for miljøet. Dette innebærer at det må utføres en risikovurdering med hensyn til spredning til planter, grunnvann og luft.

### 5.5.1 Spredning til planter

Dersom massene skal kunne benyttes i vekstlaget i grøntområder eller jordbruksområder må det først vurderes om konsentrasjonen av forurensning i overflatejord overstiger kritisk terskelkonsentrasjon for jordlevende organismer, inklusiv planter.

I følge SFT-veileder 99:01 er disse grenseverdiene slik:

- Bly: 100 mg/kg
- Kadmium: 4 mg/kg
- Kobber: 100 mg/kg
- Krom: 26 mg/kg
- Nikkel: 63 mg/kg
- Sink: 100 mg/kg
- PAH: 19,7 mg/kg
- THC (olje): 500 mg/kg

Analyseresultatene i kap. 5.2 viser at innholdet av bly, kobber, krom, nikkel, sink og olje er påvist i konsentrasjoner over grenseverdiene. Dersom massene skal benyttes i grøntområder eller jordbruksområder bør det derfor etableres et dekke av 0,5 m vekstjord oppå ballastmassene for å unngå opptak i planter.

I praksis har massene en korngradering som gjør at det uansett ikke er aktuelt å benytte massene som vekstjord. Derfor vil massene på jordbruksområder bare eventuelt være aktuelle som oppfyllingsmasser under vekstjordlaget i forbindelse med terrengarrondering.

### 5.5.2 Spredning til jord og grunnvann

PAH og tungmetaller er generelt lite mobile, og i de konsentrasjoner som er påvist i ballastmassene er det meget liten fare for PAH- og tungmetallspredning til grunnvann.



Det påviste innholdet av olje er langt under retensjonskapasiteten til sand (dvs. den evne massene har til å holde på forurensningen), og det er dermed liten fare også for spredning av oljerelaterte komponenter.

Man bør for sikkerhets skyld likevel ikke benytte massene i umiddelbar nærhet av grunnvannsbrønner og åpne vannkilder (bekker, elver, innsjøer og lignende).

I øvre jordlag med tilgang på oksygen vil oljen forøvrig bli utsatt for biologisk nedbryting, slik at oljeinnholdet reduseres over tid.

5.5.3 Spredning til luft

Som følge av massenes opphav (overflatenære og permeable masser over grunnvannsnivå), vil det ikke være flyktige stoffer av betydning igjen i massene. Spredning av stoffer som kan gi luktubehag er derfor lite trolig. Påvist forurensningsnivå ligger også langt under de konsentrasjoner som kan skape problemer for utendørs luft. Spredning til innendørs luft blir hensyntatt i den helsebaserte risikovurderingen (kap.5.4).

5.6 Konklusjon

I risikovurderingen har vi ikke tatt spesielle hensyn til at rensemassene er grove, og at finstoffet som er analysert bare utgjør en mindre andel av de undersøkte massene. Vurderingene i denne rapport er derfor konservative siden vurderingene vil være de samme selv hvis ballastavfallet bare består av masser < 2 mm (en "føre var"-vurdering).

På grunnlag av resultatene av tidligere utførte undersøkelser og gjennomført risikovurdering, gir følgende tabell en oppsummering av hvordan masser fra ulike banestrekninger i prinsippet kan benyttes på ulike arealer:

Tabell 9 Konklusjon vedr. mulig bruk av masser på ulike arealer ut fra risikovurderingen

Mulige bruksområder	Ballastavfall	
	Banetype A	Banetype B
Jordbruksområder	Ja (ikke overflatejord)	Nei
Kontor-, nærings- og industriareal	Ja (ikke overflatejord)	Nei (pga. teoretisk mulig gassdannelse fra olje)
Under veier og parkeringsplasser	Ja	Ja
Rekreasjonsområder	Ja	Ja
På jernbanens grunn	Ja	Ja

Type A: Alle "vanlige" jernbanestrekninger, stasjonsområder, oppbremsnings-strekninger

Type B: Tunneler, godsterminaler/-linjer (dvs.områder med spesielt mye godstrafikk), strekninger med vesentlig andel impregnerte tresviller

I vedlegg A har vi angitt andre typer banestrekninger enn omtalt i tabell 9, hvor det må gjennomføres supplerende undersøkelser før håndtering av ballastmassene kan avgjøres.

For å stå friere til bruk av type B masser bør det vurderes å sikte ut massene for fraksjon under 4-5 mm og disponere finstoffet separat på forsvarlig måte. Grovfraksjonen kan da disponeres helt fritt.

Jernbaneverket har avholdt et møte med SFT for å avklare om det er behov for spesielle tillatelser fra miljømyndighetene til deponering av massene, kfr. vedlegg A.

## 6. Retningslinjer for håndtering av ballastmasser

Vedlegg A inneholder et notat som bl.a. beskriver:

- hvordan ballastmasser generelt kan disponeres uten kontrollanalyser
- om det er spesielle forbehold knyttet til disponeringen
- på hvilke typer jernbanestrekninger det må gjennomføres supplerende undersøkelser før håndtering av ballastmassene kan avgjøres
- beregnede akseptkriterier (grenseverdier) i risikovurderingen for de typer arealbruk hvor det er aktuelt å deponere massene, med tilhørende forutsetninger

## 7. Referanser

1. Aquateam 1999; Brukermanual for beregningsverktøyet til SFTs veiledning 99:01 om risikovurdering av forurenset grunn
2. NGI-rapport 20011011-1 datert 23.03.01; Miljøundersøkelse Parsell Sandvika. Undersøkelse av ballastpukk og underbygning for innhold av miljøgifter.
3. NGI-rapport 20011515-1 rev. 2 datert 29.04.02; Miljøtekniske undersøkelser av fire typer ballast.
4. NGI-rapport 20021211-1 datert 10.06.02; Miljøundersøkelse Lieråsen tunnel. Undersøkelse av ballastpukk, sprøytebetong, slam og avløpsvann for innhold av miljøgifter.
5. NOTEBY-rapport 101428-1 datert 14.12.00; Ballastrensing på Østfoldbanen. Miljøteknisk undersøkelse av avfallmasser fra ballastrensing.
6. NOTEBY-rapport 102176-1 datert 17.10.01; Modernisering av Vestfoldbanen. Miljøteknisk undersøkelse av ballastmasser ved Sande.
7. SGI-rapport 10660 datert 25.06.2002; Miljøkarakterisering av ballastreningsmassor
8. SFT-veiledning 99:01A; Risikovurdering av forurenset grunn



## **Vedlegg A**

Retningslinjer for gjenbruk/deponering av masser fra ballastrensing

## VEDLEGG A

Rev. 0

### Retningslinjer for gjenbruk/deponering av masser fra ballastrensing

#### 1. Om ballastmassene

Ballast består av pukke eller grus. På grunn av høy vektbelastning ved togpassering nedknuses etter hvert deler av pukk. Sammen med finstoffet som da dannes hindrer støv og avfall fra vogner vannet i å renne bort fra overbygningen på jernbanesporet. Ballasten må derfor jevnlig fjernes eller renses ved at finstoffet fjernes.

Det er 2 typer ballastavfall som håndteres. Det vanligste er fine masser som er silt ut (opptil ca 40 mm). I noen tilfeller fjerner man hele sporet inkludert ballasten. I disse retningslinjene skilles det ikke mellom disse to typer masser.

NOTEBY har utført en risikovurdering av gjenbruk/deponering av ballastmasser/-avfall, kfr. rapport nr. 102764-1. Retningslinjene er utformet med utgangspunkt i risikovurderingen.

Jernbaneverket har avholdt et møte med SFT vedrørende behov for tillatelse fra miljømyndighetene til deponering av massene. På grunnlag av innspill mottatt i møtet er antall aktuelle arealtyper hvor massene kan benyttes redusert i forhold til resultatet av risikovurderingen.

#### 2. Generelle krav

Massene skal ikke mellomlagres eller permanent benyttes på følgende områder:

1. Steder med direkte avrenning til åpne vannkilder (dvs. utfylling inntil bekker, elver, innsjøer og lignende).
2. Steder hvor det finnes eller senere kan være aktuelt å etablere grunnvannsbrønner som benyttes som drikkevannskilde

Ballastmassene vil høyst sannsynlig være noe forurensset. Ved salg av massene eller bruk/deponering av massene på annen parts eiendom, må det opplyses om dette til kjøper/grunneier, jfr. informasjonsark for ballast.

#### 3. Bruk av masser fra vanlige banestrekninger

Dette kapittel omhandler bruk av masser fra "vanlige jernbanestrekninger". Kap. 4 omhandler strekninger som må undersøkes nærmere.

Før disponering av massene bestemmes, skal de inspiseres. Dersom det er synlig innhold av fremmedstoffer (avfall, oljebelegg) eller lukt av olje i massene, skal de undersøkes som angitt i kap. 4.

##### A. Masser fra banestrekninger med forventet lavest innhold av miljøgifter:

<b>Type banestrekning:</b>	Alle "vanlige" jernbanestrekninger og stasjonsområder inkludert oppbremsnings-strekninger (NB! <u>ikke</u> strekninger/områder med spesielt høy godstog-belastning)
<b>Gjenbruk/deponering av massene:</b>	Massene kan benyttes som fyllmasse på industri- og næringsareal og på jernbanens egen grunn
<b>Spesielle forutsetninger:</b>	Ved bruk på industri-/næringsrelaterte områder skal massene overdekkes med min. 0,5 m ren overflatejord



**B. Masser fra banestrekninger der det kan ventes noe høyere innhold av miljøgifter:**

Type banestrekning:	Tunneler, godsterminaler/-linjer med spesielt høy godstog-belastning (type Alnabru og Loenga), strekninger med > ca 10 % andel impregnerte tresviller og lignende
Gjenbruk/deponering av massene:	Massene kan bare benyttes som fyllmasse på jernbanens egen grunn.
Spesielle forutsetninger:	Ingen

For å stå friere til bruk av type B-masser kan det vurderes å sikte ut massene for fraksjon under 4-5 mm og disponere finstoffet separat på forsvarlig måte. Grovfraksjonen kan da disponeres helt fritt.

I forbindelse med ballastrensing generelt skal det inntil videre tas minst en prøve for analyse på stoffene angitt i kap. 4. Resultatene innrapporteres til Jernbaneverket sentralt sammen med en beskrivelse av banestrekning og massene og angivelse av volum masser. Formålet med slik prøvetaking er å forbedre datagrunnlaget vedr. miljøgiftinnhold i ballast fra ulike typer banestrekninger.

**4. Masser som først må undersøkes nærmere**

Masser som har sitt opphav på følgende banestrekninger/områder må undersøkes nærmere ved prøvetaking og analyser før disponeringen av massene kan avgjøres:

1. Lokomotivstaller (inkl. sporområdet rundt stallen), tankanlegg og lignende
2. Strekninger som ikke er elektrifisert (mer dieselsøl)
3. Inne på industriområder hvor det kan være mistanke om forurensning
4. Spesielle forurensingslokaliteter, f.eks. hvor det har vært uhellsutslipp langs jernbanestrekningen
5. I de tilfelle hvor det er synlig innhold av fremmedstoffer (avfall, oljebelegg) eller lukt av olje i massene

Prøvetakingen utføres som følger:

Det tas en blandprøve pr. maksimum 1.000 m<sup>3</sup>, for eksempel fra mellomlageret for ballastmassene. Hver prøve tas som en blanding av 10 spredte delprøver av finstoffet i massene (sandfraksjon og finere). Blandprøven homogeniseres godt. Prøveemballasje avtales med analyselaboratorium. For tungmetallanalyser kan normalt plastposer/-bokser benyttes som prøveemballasje. For organiske miljøgifter benyttes tette beholdere fra laboratoriet. Dersom emballasje må improviseres, benyttes et lite glass med skrukork. Før lokket skrus på dekkes åpningen med aluminiumpfolie.

Hver prøve skal som minimum analyseres på følgende parametre:

1. Tungmetaller: arsen, bly, kadmium, kobber, krom, nikkel og sink
2. Organiske miljøgifter: PAH og olje (fraksjonert på ulike karbontallsfraksjoner)

Flere laboratorier kan gjennomføre analysene. Aktuelle laboratorier er bl.a. følgende:

- Analytica ([www.sgab.com](http://www.sgab.com))
- Eurofins Norge (tidligere Miljø-Kjemi) ([www.eurofins.no](http://www.eurofins.no))
- AnalyCen ([www.analycen.no](http://www.analycen.no))

Analyseresultatene sammenlignes med akseptkriteriene (grenseverdiene) angitt i kap. 5 for ulike typer arealer, og innrapporteres samtidig til Jernbaneverket sentralt. Deretter må disponeringen av massene vurderes særskilt.

Dersom vesentlig grunnforurensning påvises, må Jernbaneverket sentralt vurdere om saken må behandles som en forurensningssak og miljømyndighetene kontaktes.

5. Akseptkriterier for ulike typer arealbruk

Med akseptkriterier menes akseptable maksimale konsentrasjoner av miljøgifter i massene ved gjenbruk/deponering på de aktuelle typer arealbruk. Akseptkriteriene er angitt i følgende tabell, og er beregnet av NOTEBY iht. SFTs veiledning 99:01. Ved utført risikovurdering (jfr. NOTEBYs rapport nr. 102764-1) er det beregnet vesentlig høyere akseptkriterier ut fra hensynet til menneskers helse enn angitt i tabellen.

Angitte kriterier er derfor i stor grad skjønsmessig bestemt, bla. ut fra hvilke konsentrasjoner som kan klassifisere massene som moderat-sterkt forurenset.

Arealbruk	Stedsspesifikke akseptkriterier for ulike stoffer (mg/kg TS)								
	Arsen	Bly, krom og nikkel	Kad-mium	Kobber og sink	Kvikk-sølv	Olje C <sub>10</sub> -C <sub>12</sub>	Olje C <sub>12</sub> -C <sub>35</sub>	Olje totalt	ΣPAH-16
Næring, industri	8 <sup>1)</sup>	500	50	1000	3	150	750	750	10
På jernbanens grunn	40	500	50	1000	10	500	1000	1000	50

Anm. 1): Dersom tildekking med rene masser kan akseptkriterium arsen heves til 40 mg/kg

I utførte undersøkelser av ballastmasser er det påvist følgende typiske konsentrasjoner i mg/kg tørrstoff av ballastmasser:

Prøvested	Arsen	Bly	Kobber	Krom	Nikkel	Sink	PAH	Olje
Lieråsen tunnel (4 prøver)	10-29	40-380	120-790	80-340	40-190	200-1200	1,6-7,0	170-770
Loenga (tung godstrafikk)	17	63	170-340	62	47	175	17	720
Vanlige banestrekninger	2-10	10-66	25-200	10-50	10-35	50-170	1-14	<20-550
SFTs norm	2	60	100	25	50	100	2	100

Innholdet av kadmium og kvikksølv har vært lavt (under SFTs norm). Innhold av PCB har også vært lavt (unntaksvis like over SFTs norm). I noen tilfelle er det påvist lavt innhold av enkelte plantevernmidler.

5. HMS i forhold til forurensning

For å unngå mulighet for eksponering mot forurensning i ballastmassene ved oralt inntak og hudkontakt, skal arbeidshansker benyttes. Personlig hygiene som f.eks vask av hendene før måltider skal utøves.

Påviste konsentrasjoner av miljøgifter er ikke så høye at det er helsefare forbundet med innånding av støv. Ved problemer med mye støvflukt bør likevel vernebriller og støvmaske benyttes, først og fremst for å unngå å trekke steinstøv ned i lungene.



## **Vedlegg B**

Notat vedrørende SFTs norm og risikovurdering

## SFTs normverdier for «mest følsom arealbruk»

Det foreligger ikke faste, generelle kriterier for klassifisering av forurensset jord i Norge. Som et grunnlag for vurdering av analyseresultater før stedsspesifikk risikovurdering blir det derfor gjerne referert til SFTs normverdier for «mest følsom arealbruk».

SFT har fastsatt normer for innhold av forurensning i jord på områder til «mest følsom bruk» (SFT-veiledning 99:01a). Dette gjelder arealbrukstyper hvor risiko for eksponering overfor mennesker er størst, som boligområder, lekeområder osv. Normene gjelder for overflatenære jordmasser. Normene forutsetter at også barn oppholder seg på området og at barn/voksne samtidig påvirkes gjennom 7 mulige spredningsveier (eksponeringsveier) for forurensningen.

Disse spredningsveiene er inkludert i følgende formel, som SFT har benyttet ved beregning av normer for mest følsom arealbruk ( $C_{he}$ ):

$$C_{he} = \frac{1}{\frac{1}{C_{is}} + \frac{1}{C_{du}} + \frac{1}{C_{id}} + \frac{1}{C_{iv}} + \frac{1}{C_{gw}} + \frac{1}{C_{ig}} + \frac{1}{C_{if}}}$$

der:

- $C_{is}$  = akseptdose for oralt inntak av jord ("jordspising").
- $C_{du}$  = akseptdose for hudkontakt med jord.
- $C_{id}$  = akseptdose for innånding av støv.
- $C_{iv}$  = akseptdose for innånding av gasser.
- $C_{iw}$  = akseptdose for inntak av drikkevann fra grunnvannsbrønn på området.
- $C_{ig}$  = akseptdose for inntak av grønnsaker dyrket på det forurensede området.
- $C_{if}$  = akseptdose for inntak av fisk/skalldyr fra vann påvirket av forurensningen.

Dersom det påvises grunnforurensning som overskrider normene, kan det beregnes særlige, stedsspesifikke akseptkriterier ut fra den aktuelle arealbruk og mulige konflikter/påvirkninger for eiendommen, bl.a. ved å utelukke spredningsveier og endre andre eksponeringsbetingelser som ikke er aktuelle. Slike beregninger baseres på formelen over og beregningsgrunnlaget forøvrig slik det foreligger i SFTs veileder.

Dersom planlagt arealbruk for eiendommen er boliger, vil de fleste spredningsveier kunne være aktuelle. De aktuelle eksponeringssveiene i forhold til mennesker kan for eksempel være oralt inntak (jordspising), hudkontakt, innånding av støv og gasser samt inntak av grønnsaker dyrket på eiendommen (dersom forurensning i overflatenær jord). Ofte er det mindre sannsynlig at grunnvann på eiendommen vil bli benyttet som drikkevann og/eller at menneskene som bor der vil spise mye fisk som kan påvirkes av forurensningsspredning fra eiendommen.

Stedsspesifikke akseptkriterier beregnet etter disse prinsipper gjelder konsekvensene for menneskers helse. SFTs normverdi tar også hensyn til en forurensnings virkning på annet liv. Dette må vurderes spesielt dersom normverdiene fravikes.



## **Vedlegg C**

Beregningsark for risikovurdering i henholdt til SFT-veileder 99:01

<b>Tabell I. Eksponeringsveier ved aktuell arealbruk.</b> (Kun verdier i gull felt kan endres. Endringer skal begrunnes.)				
<b>Parametre</b>	<b>Standard verdi</b>	<b>Anvendt verdi</b>	<b>Enhet</b>	<b>Begrunnelse</b> (Gule celler må fylles)
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (barn)	365 8	0 0	UAKTUELL	
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (voksne)	365 8	200 dager/år 10 timer/dag		
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (barn)	80 8	0 0	UAKTUELL	
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (voksne)	45 8	200 dager/år 10 timer/dag		
Oppholdstid utendørs (barn)	365 24	0 0	UAKTUELL	
Oppholdstid utendørs (voksne)	365 24	200 dager/år 10 timer/dag		
Oppholdstid innendørs (barn)	365 24	0 0	UAKTUELL	
Oppholdstid innendørs (voksne)	365 24	200 dager/år 10 timer/dag		
Fraksjon av grunnvann fra lokaliteten brukt som drikkevann	100 %	0 %	UAKTUELL	
Fraksjon av inntak av grønnsaker dyrket på lokaliteten	30 %	0 %	UAKTUELL	
Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient	100 %	0 %	UAKTUELL	



<b>Tabell II. Transport og reaksjonsmekanismer</b> (tabell 21 s.99 i SFT 99:01A; Kun verdier i gule felt kan endres. Endringer skal begrunnes.)					
Parametre	Symbol	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
<b>Jordspesifikke data</b>					
Vanninnhold i jord	$\theta_w$	0,2	0,2	l vann/l jord	
Luftinnhold i jord	$\theta_a$	0,2	0,2	l luft/l jord	
Jordas tetthet	$\rho_s$	1,7	1,7	kg/l jord	
Fraksjon organisk karbon i jord	$f_{oc}$	1 %	1 %		
Jorda porøsitet	$\epsilon$	40 %	40 %		
<b>Parametre brukt til beregning av konsentrasjon i innedørsluft</b>					
Innvendig volum av huset	$V_{hus}$	240	240	m <sup>3</sup>	
Areal under huset	$A$	100	100	m <sup>2</sup>	
Utskiftingshastighet for luft i huset	$I$	12	12	d <sup>-1</sup>	
Innlekkingshastighet av poreluft	$L$	2,4	2,4	m <sup>3</sup> /d	
Dybde fra kjellergulv til forurensning	$Z$	0,5	0,5	m	
Diffusiviteten i ren luft	$D_a$	0,7	0,7	m <sup>2</sup> /d	
<b>Data brukt til beregning av konsentrasjon i grunnvann</b>					
Jordas hydraulisk konduktivitet	$k$	0,00001 315,36	0,00001 315,36	m/s m/år	
Avstand til brønn	$X$	0	0	m	
Lengden av det forurensende området i grunnvannsstrømmens retning	$L_{gw}$	50	50	m	
Infiltrasjons faktor	$IF$	0,141	0,141	år/m	
Gjennomsnittlig årlig nedbørmengde	$P$	730	730	mm/år	
Infiltrasjonshastigheten	$I$	0,0751389	0,075139	m/år	Beregnet ( $IF \cdot P^2$ )
Hydraulisk gradient	$i$	0,02	0,02	m/m	
Tykkelsen av akviferen	$d_a$	10	10	m	
Tykkelsen av blandingssonen i akviferen	$d_{mix}$	5,8697689	5,869769	m	Beregnet (ligning (10) i SFT 99:01a)
<b>Data brukt til beregning av konsentrasjon i overflatevann</b>					
Vannføring i overflatevann	$Q_{sw}$	500000	500000	m <sup>3</sup> /år	
Bredden av det forurensende området vinkelrett på retningen av grunnvannsstrømmen	$L_{SW}$	7,34	7,34	m	

Beregnet hastighet på grunnvannstrøming	$Q_{di}$	271,74006	271,7401 m <sup>3</sup> /år	Beregnet ( $k \cdot i \cdot d_{mix} \cdot L_{SW}$ )
---	----------	-----------	-----------------------------	---



Stoff	Beregnet Referanse-jordkonsentrasjon (mg/kg)							
	Totalt	Oralt jordinntak	Hudkontakt	Inhalering støv	Gass	Drikkevann	Grønnsaker	Fisk
	C <sub>he</sub>	C <sub>is</sub>	C <sub>du</sub>	C <sub>ld</sub>	C <sub>lv</sub>	C <sub>lw</sub>	C <sub>lg</sub>	C <sub>lf</sub>
Alifater >C10-C12	1,6E+02	2,0E+05	5,9E+04	1,1E+08	1,6E+02	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Alifater >C12-C35	7,6E+02	2,0E+05	5,9E+04	1,1E+08	7,7E+02	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Arsen	8,6E+00	1,4E+01	2,6E+01	2,7E+02	i.r.	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Bensen	3,5E-02	7,5E+02	5,4E+02	1,4E+05	3,5E-02	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Bly	1,8E+03	2,0E+03	2,0E+04	5,3E+04	i.r.	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Kadmium	3,0E+02	2,0E+03	8,4E+02	6,0E+02	i.r.	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Kobber	1,0E+06	1,0E+06	#DIV/0!	1,4E+08	i.r.	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Krom (III)	1,2E+06	2,0E+06	2,9E+06	2,8E+08	i.r.	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Kvikksølv	3,9E+00	9,6E+02	1,1E+03	1,2E+05	3,9E+00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Nikkel	6,8E+02	1,0E+04	1,7E+03	1,3E+03	i.r.	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
PAH totalt	1,1E+01	5,1E+01	1,5E+01	1,9E+02	4,0E+03	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
PCB CAS1336-36-3	1,3E+00	2,9E+00	2,5E+00	3,7E+02	1,8E+02	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Sink	1,5E+06	2,0E+06	5,9E+06	2,8E+08	i.r.	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

<b>Tabell I. Eksponeringsveier ved aktuell arealbruk.</b> (Kun verdier i gull felt kan endres. Endringer skal begrunnes.)				
<b>Parametre</b>	<b>Standard verdi</b>	<b>Anvendt verdi</b>	<b>Enhet</b>	<b>Begrunnelse</b> (Gule celler må fylles)
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (barn)	365 8	80 dager/år 2 timer/dag		
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (voksne)	365 8	45 dager/år 2 timer/dag		
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (barn)	80 8	80 dager/år 2 timer/dag		
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (voksne)	45 8	45 dager/år 2 timer/dag		
Oppholdstid utendørs (barn)	365 24	150 dager/år 2 timer/dag		
Oppholdstid utendørs (voksne)	365 24	115 dager/år 2 timer/dag		
Oppholdstid innendørs (barn)	365 24	0 UAKTUELL 0		
Oppholdstid innendørs (voksne)	365 24	0 UAKTUELL 0		
Fraksjon av grunnvann fra lokaliteten brukt som drikkevann	100 %	0 % UAKTUELL		
Fraksjon av inntak av grønnsaker dyrket på lokaliteten	30 %	0 % UAKTUELL		
Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient	100 %	0 % UAKTUELL		



<b>Tabell II. Transport og reaksjonsmekanismer</b> (tabell 21 s.99 i SFT 99:01A; Kun verdier i gule felt kan endres. Endringer skal begrunnes.)					
Parametre	Symbol	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
<b>Jordspesifikke data</b>					
Vanninnhold i jord	$\theta_w$	0,2	0,2	l vann/l jord	
Luftinnhold i jord	$\theta_a$	0,2	0,2	l luft/l jord	
Jordas tetthet	$\rho_s$	1,7	1,7	kg/l jord	
Fraksjon organisk karbon i jord	$f_{oc}$	1 %	1 %		
Jorda porøsitet	$\epsilon$	40 %	40 %		
<b>Parametre brukt til beregning av konsentrasjon i innedørsluft</b>					
Innvendig volum av huset	$V_{hus}$	240	240	m <sup>3</sup>	
Areal under huset	$A$	100	100	m <sup>2</sup>	
Utskiftingshastighet for luft i huset	$I$	12	12	d <sup>-1</sup>	
Innlekkingshastighet av poreluft	$L$	2,4	2,4	m <sup>3</sup> /d	
Dybde fra kjellergulv til forurensning	$Z$	0,5	0,5	m	
Diffusiviteten i ren luft	$D_o$	0,7	0,7	m <sup>2</sup> /d	
<b>Data brukt til beregning av konsentrasjon i grunnvann</b>					
Jordas hydraulisk konduktivitet	$k$	0,00001	0,00001	m/s	
		315,36	315,36	m/år	
Avstand til brønn	$X$	0	0	m	
Lengden av det forurensende området i grunnvannsstrømmens retning	$L_{gw}$	50	50	m	
Infiltrasjons faktor	$IF$	0,141	0,141	år/m	
Gjennomsnittlig årlig nedbørmengde	$P$	730	730	mm/år	
Infiltrasjonshastigheten	$I$	0,0751389	0,075139	m/år	Beregnet ( $IF \cdot P^2$ )
Hydraulisk gradient	$i$	0,02	0,02	m/m	
Tykkelsen av akviferen	$d_a$	10	10	m	
Tykkelsen av blandingssonen i akviferen	$d_{mix}$	5,8697689	5,869769	m	Beregnet (ligning (10) i SFT 99:01a)
<b>Data brukt til beregning av konsentrasjon i overflatevann</b>					
Vannføring i overflatevann	$Q_{sw}$	500000	500000	m <sup>3</sup> /år	
Bredden av det forurensende området vinkelrett på retningen av grunnvannsstrømmen	$L_{SW}$	7,34	7,34	m	

Beregnet hastighet på grunnvannstrøming	$Q_{di}$	271,74006	271,7401 m <sup>3</sup> /år	Beregnet ( $k \cdot i \cdot d_{mix} \cdot L_{SW}$ )
---	----------	-----------	-----------------------------	---



Stoff	Beregnet Referanse-jordkonsentrasjon (mg/kg)							
	Totalt	Oralt jordinntak	Hudkontakt	Inhalering støv	Gass	Drikkevann	Grønnsaker	Fisk
	$C_{he}$	$C_{is}$	$C_{du}$	$C_{id}$	$C_{iv}$	$C_{iw}$	$C_{ig}$	$C_{if}$
Alifater >C10-C12	6,3E+04	1,8E+05	9,6E+04	7,1E+08	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Alifater >C12-C35	6,3E+04	1,8E+05	9,6E+04	7,1E+08	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Arsen	6,0E+01	8,3E+01	2,4E+02	1,8E+03	i.r	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Bensen	2,4E+03	4,6E+03	4,9E+03	9,3E+05	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Bly	1,7E+03	1,8E+03	3,2E+04	3,6E+05	i.r	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Kadmium	6,5E+02	1,8E+03	1,4E+03	4,0E+03	i.r	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Kobber	9,1E+05	9,1E+05	#DIV/0!	1,2E+09	i.r	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Krom (III)	1,3E+06	1,8E+06	4,8E+06	2,4E+09	i.r	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Kvikksølv	5,8E+02	8,6E+02	1,8E+03	7,8E+05	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Nikkel	1,7E+03	9,1E+03	2,7E+03	8,5E+03	i.r	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
PAH totalt	8,7E+01	3,1E+02	1,3E+02	1,3E+03	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
PCB CAS1336-36-3	1,0E+01	1,8E+01	2,3E+01	3,2E+03	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Sink	1,5E+06	1,8E+06	9,6E+06	2,4E+09	i.r	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

<b>Tabell I. Eksponeringsveier ved aktuell arealbruk.</b> (Kun verdier i gull felt kan endres. Endringer skal begrunnes.)				
<b>Parametre</b>	<b>Standard verdi</b>	<b>Anvendt verdi</b>	<b>Enhet</b>	<b>Begrunnelse</b> (Gule celler må fylles)
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (barn)	365 8	0 0	UAKTUELL	
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (voksne)	365 8	40 dager/år 10 timer/dag		
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (barn)	80 8	0 0	UAKTUELL	
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (voksne)	45 8	40 dager/år 10 timer/dag		
Oppholdstid utendørs (barn)	365 24	0 0	UAKTUELL	
Oppholdstid utendørs (voksne)	365 24	40 dager/år 10 timer/dag		
Oppholdstid innendørs (barn)	365 24	0 0	UAKTUELL	
Oppholdstid innendørs (voksne)	365 24	0 0	UAKTUELL	
Fraksjon av grunnvann fra lokaliteten brukt som drikkevann	100 %	0 %	UAKTUELL	
Fraksjon av inntak av grønnsaker dyrket på lokaliteten	30 %	0 %	UAKTUELL	
Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient	100 %	0 %	UAKTUELL	



<b>Tabell II. Transport og reaksjonsmekanismer</b> (tabell 21 s.99 i SFT 99:01A; Kun verdier i gule felt kan endres. Endringer skal begrunnes.)					
Parametre	Symbol	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
<b>Jordspesifikke data</b>					
Vanninnhold i jord	$\theta_w$	0,2	0,2	l vann/l jord	
Luftinnhold i jord	$\theta_a$	0,2	0,2	l luft/l jord	
Jordas tetthet	$\rho_s$	1,7	1,7	kg/l jord	
Fraksjon organisk karbon i jord	$f_{oc}$	1 %	1 %		
Jorda porøsitet	$\epsilon$	40 %	40 %		
<b>Parametre brukt til beregning av konsentrasjon i innedørsluft</b>					
Innvendig volum av huset	$V_{hus}$	240	240	$m^3$	
Areal under huset	$A$	100	100	$m^2$	
Utskiftingshastighet for luft i huset	$I$	12	12	$d^{-1}$	
Innlekkingshastighet av poreluft	$L$	2,4	2,4	$m^3/d$	
Dybde fra kjellergulv til forurensning	$Z$	0,5	0,5	m	
Diffusiviteten i ren luft	$D_o$	0,7	0,7	$m^2/d$	
<b>Data brukt til beregning av konsentrasjon i grunnvann</b>					
Jordas hydraulisk konduktivitet	$k$	0,00001	0,00001	m/s	
		315,36	315,36	m/år	
Avstand til brønn	$X$	0	0	m	
Lengden av det forurensende området i grunnvannsstrømmens retning	$L_{gw}$	50	50	m	
Infiltrasjons faktor	$IF$	0,141	0,141	år/m	
Gjennomsnittlig årlig nedbørmengde	$P$	730	730	mm/år	
Infiltrasjonshastigheten	$I$	0,0751389	0,075139	m/år	Beregnet ( $IF \cdot P^2$ )
Hydraulisk gradient	$i$	0,02	0,02	m/m	
Tykkelsen av akviferen	$d_a$	10	10	m	
Tykkelsen av blandingssonen i akviferen	$d_{mix}$	5,8697689	5,869769	m	Beregnet (ligning (10) i SFT 99:01a)
<b>Data brukt til beregning av konsentrasjon i overflatevann</b>					
Vannføring i overflatevann	$Q_{sw}$	500000	500000	$m^3/år$	
Bredden av det forurensende området vinkelrett på retningen av grunnvannsstrømmen	$L_{sw}$	7,34	7,34	m	

Beregnet hastighet på grunnvannstrøming	$Q_{di}$	271,74006	271,7401 m <sup>3</sup> /år	Beregnet ( $k \cdot i \cdot d_{mix} \cdot L_{SW}$ )
---	----------	-----------	-----------------------------	---



Stoff	Beregnet Referanse-jordkonsentrasjon (mg/kg)							
	Totalt	Oralt jordinntak	Hudkontakt	Inhalering støv	Gass	Drikkevann	Grønnsaker	Fisk
	$C_{he}$	$C_{is}$	$C_{du}$	$C_{ld}$	$C_{iv}$	$C_{lw}$	$C_{lg}$	$C_{if}$
Alifater >C10-C12	2,3E+05	1,0E+06	2,9E+05	5,3E+08	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Alifater >C12-C35	2,3E+05	1,0E+06	2,9E+05	5,3E+08	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Arsen	4,3E+01	6,8E+01	1,3E+02	1,3E+03	i.r	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Bensen	1,6E+03	3,7E+03	2,7E+03	6,9E+05	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Bly	8,9E+03	1,0E+04	9,8E+04	2,7E+05	i.r	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Kadmium	1,5E+03	1,0E+04	4,2E+03	3,0E+03	i.r	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Kobber	5,1E+06	5,1E+06	#DIV/0!	7,0E+08	i.r	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Krom (III)	6,0E+06	1,0E+07	1,5E+07	1,4E+09	i.r	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Kvikksølv	2,6E+03	4,8E+03	5,5E+03	5,9E+05	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Nikkel	3,4E+03	5,1E+04	8,4E+03	6,4E+03	i.r	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
PAH totalt	5,3E+01	2,5E+02	7,3E+01	9,4E+02	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
PCB CAS1336-36-3	6,8E+00	1,5E+01	1,3E+01	1,8E+03	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Sink	7,5E+06	1,0E+07	2,9E+07	1,4E+09	i.r	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

## **Vedlegg D**

Analyserapport for pukkprøve fra Lieråsen tunnel



Registrert: 2002-12-19  
Analysert : 2003-01-02  
Utført : 2003-01-02

Noteby AS  
Gunnar Brønstad  
Avd. for miljøgeologi  
Boks 265  
0212 Oslo

**Prosjektnr : 102764-4**  
**Prosjektnavn : Ballastpukk**

Faks :+47 22515401

*Analyse av tungmetaller i sediment, jord og slam etter pakke M-2.*

*Tørrstoffbestemmelse er utført ved 105 °C etter svensk standard SS 028113.  
Analyseprøven er tørket ved 50 °C og elementinnholdet er TS-korrigert.*

*Prøver som sediment og jord er siktet på 2 mm og deretter malt ned i stålfat etter SS ISO 11464.*

*Oppløsning er utført i mikrobølgeovn i lukkede teflonbeholdere med 5 ml konsentrertultraren salpetersyre og 0,5 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, for jord.  
For slam og sediment skjer oppløsningen med HNO<sub>3</sub>/vann 1:1.*

*Sluttbestemmelsen av metallinnhold er utført med:*  
*Plasma-emisjonsspektrometri ICP-AES*  
*Plasma-massespektrometri (Quadrupol)ICP-QMS*

*Analysen er utført i henhold til EPA metoder 200.7 og 200.8 (modifisert).*

*I rapporten anvendes følgende forkortelser, bokstavkoder i parentes betyr at analysen ikke er akkreditert:*

*E (A) før analyseverdien betyr at sluttbestemmelsen er utført med ICP-AES.  
M (Q) før analyseverdien betyr at sluttbestemmelsen er utført med ICP-QMS.  
V før analyseverdien betyr vekt.*

*± foran en verdi angir måleusikkerheten. Dette er en utvidet usikkerhet (definert i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneve, Switzerland 1993) beregnet med dekningsfaktor lik 2, som gir et konfidensintervall på omlag 95%.*

*For Hg representerer verdien den instrumentelle spredningen uttrykt som standard avvik ved repeterte målinger (n=3).*

*TS betyr tørrstoffinnhold.*

*GR betyr gløderest.*

*Standardverdien for måleusikkerhet kan finnes i SGAB's prisliste.*

*Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag se prislisten.*

*Analysen er akkreditert for jord, slam og sediment av Swedac (reg. nr 1087). Akkreditering av Swedac er godkjent som likeverdig med Norsk akkreditering etter avtale innen EAC (European Accreditation of Certification).*

Analytica 0004186  
Prvnavn1 102764  
Prvnavn2 Lier

TS	%	V	99.7
As	mg/kg TS	M	5.06 ± 1.34
Cd	mg/kg TS	M	0.0788 ± 0.0146
Co	mg/kg TS	M	5.61 ± 0.89
Cr	mg/kg TS	M	31.1 ± 4.9
Cu	mg/kg TS	M	26.2 ± 4.1
Hg	mg/kg TS	M	0.0597 ± 0.0494
Mn	mg/kg TS	E	199
Ni	mg/kg TS	M	25.8 ± 4.1
Pb	mg/kg TS	M	10.8 ± 1.6
V	mg/kg TS	E	13.8
Zn	mg/kg TS	E	24.1



Arkivreferanser:

Fagområde:	Miljøgeologi		
Stikkord:	Risikovurdering, sikting, fyllmasser, tungmetaller, olje		
Land/Fylke:	Hele landet	Kartblad:	
Kommune:	Hele landet	UTM koordinater, Sone:	
Sted:		Øst:	Nord:

Distribusjon:

- ☒ Begrenset
- (Spesifisert av Oppdragsgiver)
- ☐ Intern
- ☐ Fri

Dokumentkontroll:

		Dokument		Revisjon 1		Revisjon 2		Revisjon 3	
		14. februar 2003							
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
Forutsetninger	Utarbeidet	14.2.03	gb						
	Kontrollert	14	TD						
Grunnlagsdata	Utarbeidet	14	gb						
	Kontrollert	14	TD						
Teknisk innhold	Utarbeidet	14	gb						
	Kontrollert	14	TD						
Format	Utarbeidet	14	gb						
	Kontrollert	14	TD						
Anmerkninger									
Godkjent for utsendelse					Dato:	Sign.:			
(Seksjonsleder/Avdelingsleder)					14/2-03	Tallinder			