

NGU Rapport 2007.011

Innhold av miljøgifter i ballastpukk

Rapport nr.: 2007.011		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Innhold av miljøgifter i ballastpukk			
Forfatter: Toril Haugland og Ola A. Eggen		Oppdragsgiver: Jernbaneverket ved Veronica Valderhaug og Roar Nålsund	
Fylke:		Kommune:	
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 13	Pris: 35
Feltarbeid utført:		Rapportdato: 15.02.2007	Prosjektnr.: 296000
		Ansvarlig: <i>Roy Tar Øksnes</i>	
Sammendrag:			
<p>Denne rapporten gjennomgår kjemiske data fra tidligere undersøkelser av miljøgifter i ballastmasser. Tilgjengelige data er sammenstilt og kommentert for å gi en oversikt over det man i dag vet om det generelle nivået av ulike stoffer, hvilke stoffer som utpeker seg som de mest problematiske og hvilke områder der det fortsatt finnes for lite informasjon.</p> <p>Det generelle nivået av arsen og tungmetaller i ballastmasser er lavt, selv om enkelte høye verdier av noen av metallene kan forekomme, spesielt på enkelte strekninger. Det kan derfor konkluderes med at forurensningsbidraget fra togtrafikk og jernbanedrift vanligvis er svært lavt når det gjelder innhold av arsen og tungmetaller i ballastmasser.</p> <p>Selv om datagrunnlaget er noe mindre, kan det også slås fast at PCB, plantevernmidler og asbest forekommer i liten grad i ballastmassene.</p> <p>PAH-kongeneren benzo(a)pyren er den miljøgiften som representerer det største forurensningsproblemet. Selv om man utelater spesielle strekninger som Ofotbanen og Lieråsen tunnel, overskrider over 30 % av prøvene SFTs gjeldende normverdi for benzo(a)pyren på 0,1 mg/kg. 74 % av prøvene overskrider den foreslåtte normverdien på 0,01 mg/kg.</p>			
Emneord: Ballastmasser	Arsen	Tungmetaller	
Sum 16 PAH	Benzo(a)pyren	Krom VI	
Sum 7 PCB	BTEX	Asbest	

INNHold

1	INNLEDNING	5
2	TIDLIGERE UNDERSØKELSER AV BALLASTMASSER	6
3	SAMMENSTILLING AV ALLE TILGJENGELIGE KJEMISKE ANALYSER AV BALLASTMASSER	7
3.1	METALLINNHold I BALLASTMASSER	9
3.2	INNHold AV PAH I BALLASTMASSER	9
3.3	INNHold AV OLJE I BALLASTMASSENE	10
3.4	ANALYSER AV PCB, PESTICIDER, BTEX OG ASBEST I BALLASTMASSER	10
3.5	UTLEKKINGSTESTER	10
4	KONKLUSJON	11
5	LITTERATUR/ANALYSERAPPORTER	12

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. Rensingen av ballasten produserer masser ("ballastavfall") som må deponeres eller gjenbrukes på annet sted.⁴ Ballastmassene kan være forurenset fra en rekke kilder, noen av disse er oppsummert i Tabell 1.

Denne rapporten gjennomgår tidligere undersøkelser av miljøgifter i ballastmasser. Tilgjengelige data er sammenstilt og kommentert for å gi en oversikt over det man i dag vet om det generelle nivået av ulike stoffer, hvilke stoffer som utpeker seg som de mest problematiske og hvilke områder der det fortsatt finnes for lite informasjon.

SFTs (Statens forurensningstilsyn) normverdier benyttes ofte for å definere masser som "rene" eller ikke. Merk at en overskridelse ikke alltid skyldes antropogen forurensning – i mange tilfeller kan høyt innhold av et stoff skyldes naturlige forhold. Dersom normverdiene overskrides, kan likevel ikke massene benyttes fritt uten en risikovurdering og/eller godkjenning fra ansvarlige myndigheter. Normverdiene er nå under revidering, og i Tabell 2 er det gitt en oversikt både over de "gamle" verdiene som har vært benyttet fra 1999 frem til i dag, og de reviderte som snart vil bli tatt i bruk. Merk spesielt den store endringen for arsen, som skyldes generelt naturlig høyt arsennivå i Norge, og for benzo(a)pyren, som er gjort strengere på grunn av stoffets helsefarlige egenskaper. I denne rapporten er det valgt å relatere til de nye normverdiene, selv om disse enda ikke er formelt godkjent.

Tabell 1 Kilder til arsen, metaller og organiske miljøgifter i ballastmassene.⁴

Kilde	Mulige miljøgifter
Skinner og hjul	Mangan (Mn), vanadium (V), kobolt (Co), molybden (Mo), nikkel (Ni) og krom (Cr)
Hjullagre	Bly (Pb), antimon (Sb) og tinn (Sn)
Jernbaneakslinger	Kobber (Cu), tinn (Sn) og bly (Pb)
Smøremidler	Tung olje, kalsium (Ca), aluminium (Al) og barium (Ba)
Kontaktledninger	Kobber (Cu)
Galvanisert utstyr	Sink (Zn)
Signallys, sporveksler	Kvikksølv (Hg)
Diesel og olje	Olje, PAH
Sviller	Kreosot
Sprøyting av ugress	Plantevernmidler

Tabell 2 SFTs normverdier (1999) og forslag til reviderte normverdier (mg/kg)

	Normverdi (1999)	Forslag til revidert normverdi
Arsen	2	8
Bly	60	60
Kadmium	3	3
Kobber	100	100
Krom	25	35
Kvikksølv	1	1
Nikkel	50	60
Sink	100	100
Benzo(a)pyren	0,1	0,01
Sum 16 PAH	2	4
Sum 7 PCB	0,01	0,01
Olje (Total)	100	100

2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER AV BALLASTMASSER

I dette kapittelet gjennomgås kort tidligere undersøkelser utført for Jernbaneverket.

Noteby undersøkte i 2000 ballastpukk fra strekningen Sarpsborg-Kornsjø¹. Fire prøver ble analysert for tungmetaller, PAH og olje (se Tabell 3). Prøvene ble tatt fra fire deponier der massene ble mellomlagret etter ballastrensingen. Av metallene var det kun sink som overskred normverdien noe. PAH og olje ble heller ikke påvist over de reviderte normverdiene.

I en undersøkelse som Norges Geotekniske Institutt (NGI) utførte for Jernbaneverket i 2001², undersøkte man innholdet av arsen, tungmetaller og en del organiske forbindelser i ballastpukk fra fire prøvesteder (to prøver fra hvert sted) med ulik trafikkeringsgrad og med ulik tid siden forrige ballastrens (se Tabell 3). På tre av lokalitetene (én med lite trafikk, to med mye trafikk, 15 – 25 år siden forrige ballastrensing) ble innhold av arsen, kobber, bly, krom, sink, PAH og olje påvist over normverdiene i en eller begge prøvene på hvert sted. På den siste lokaliteten (lite trafikk, 8 år siden forrige ballastrens) ble verken PAH, olje, arsen eller tungmetaller påvist over normverdi. Det ble konkludert med at det ikke er et klart skille i forurensningsgrad mellom lavt og tungt belastede jernbanestrekninger, og at det ser ut som tidsrommet som er gått siden forrige ballastrens spiller en større rolle. NGU vil likevel påpeke at siden den minst forurensende lokaliteten både har lavest trafikkfrekvens og kortest tid siden siste ballastrens – og at antall lokaliteter og prøver generelt er lavt – bør en mer omfattende undersøkelse utføres før man konkluderer endelig når det gjelder påvirkning fra henholdsvis trafikkbelastning og tid siden siste ballastrens.

I 2002 undersøkte NGI innholdet av tungmetaller og organiske forbindelser i fire prøver av ballastpukk fra Lieråsen tunnel³ (se Tabell 3). Det ble her påvist innhold av arsen og

tungmetaller over SFTs normverdi i de fleste prøvene, mens PAH og olje ble påvist over SFTs normverdi i alle prøvene.

I rapporten "Håndtering av masser fra ballastrensing" fra 2003⁴, utført av Multiconsult, sammenstilles resultatene fra de tre nevnte undersøkelser sammen med resultater fra ytterligere én undersøkelse (totalt 23 prøver). Rapporten oppsummerer resultatene i en tabell som er delvis gjengitt nedenfor (Tabell 3). Det påpekes i rapporten at ballastpukken fra Lieråsen tunnel³ har markert høyere innhold av miljøgifter enn det som ellers synes å være vanlig, og Multiconsult valgte derfor å utelate disse verdiene ved beregning av medianverdi og 90-percentil.

I en undersøkelse utført av NGI i 2001 i Sandvika ble det tatt ni jordprøver fra underkant av ballastmassene til ca. 1 meters dyp⁵. Det ble ikke påvist tungmetaller eller organiske forbindelser over (de reviderte) normverdiene med unntak av én sinkverdi som lå rett over normverdien. Plantevernmiddelet Atracin ble påvist i lave konsentrasjoner i 5 av 9 prøver.

Tabell 3 Resultater og statistiske beregninger basert på rapport fra Multiconsult, 2003⁴ (mg/kg)

Prøvested	Arsen	Bly	Kadmium	Kobber	Krom	Nikkel	Sink	PAH	THC
Vestfoldbanen (Sande) 3 prøver	i.a.	13-59	<0,1-0,31	26-140	10-50	12-34	50-130	1,0-1,6	35-42
Østfoldbanen (Sarpsborg – Kornsjø) 4 prøver ¹	i.a.	16-36	0,2	50-85	Ca. 20	Ca. 14	45-170	0,7-3	40-80
Lieråsen tunnel 4 prøver ³	10-29	40-380	0,5-2,4	120-790	80-340	40-190	200-1200	1,6-7	170-770
Lieråsen tunnel, gj.snitt	25	220	1,5	570	230	140	600	5,4	530
Loenga (tung godstrafikk) ²	17	63	0,5	340/170	62	47	175	17	720
Grorud Stasjon	10	25/60	0,5	140	25/41	27	75/140	7	170
Hallenskog Stasjon	8	66/14	< 0,4	190/38	44/21	24	150/50	14/2	175
Ringsby overgang	< 4	< 13	< 0,4	33	28	25	51	1,5	<20
Median ekskl. Lieråsen	9,5	21	0,4	82	25	22	120	1,7	59
90-percentil ekskl. Lieråsen	16	62	0,4	180	50	34	150	14	240

i.a.: ikke analysert

PAH: Polyaromatiske hydrokarboner

THC: Totale hydrokarbon(olje)

3 SAMMENSTILLING AV ALLE TILGJENGELIGE KJEMISKE ANALYSER AV BALLASTMASSER

NGU har mottatt ytterligere 16 analyserapporter fra Jernbaneverket der innholdet av miljøgifter i ballastmasser er bestemt.⁶⁻²² Det medfølger få opplysninger om hvor og hvordan prøvene er tatt, prøvebearbeiding, hvilken fraksjon som er analysert etc. I Tabell 4 er det likevel laget en sammenstilling av disse tallene sammen med dataene i de allerede omtalte undersøkelser (se Tabell 3) for å få et anslag over innholdet av miljøgifter i ballastmassene.

I de statistiske beregningene i Tabell 4 er det brukt to ulike datasett; ett der alle prøvene er inkludert og ett der de fire prøvene fra Lieråsen tunnel³ og 17 prøver fra Ofotbanen^{20,21} er utelatt. Prøvene fra Ofotbanen er spesielt forurenset fordi det nylig er lagt nytt svilledekke på denne strekningen (muntlig meddelelse, Jernbaneverket). De forurensete prøvene fra Lieråsen tunnel er tidligere vurdert som lite representative ballastmasser⁴.

Når analyseresultatene er rapportert under deteksjonsgrense, er halve deteksjonsgrenseverdien benyttet i de statistiske beregningene.

Tabell 4 Sammenstilling av alle tilgjengelige analyseresultater fra undersøkelser av ballastmasser^{1-4;6-21} (mg/kg). Tallene i parentes er beregnet etter at resultatene fra Ofotbanen^{20,21} og Lieråsen tunnel³ er utelatt fra datasettet.

	Antall	Median	Aritmetrisk gjennomsnitt	Minimum	Maksimum	Normverdi (revidert)	Antall prøver som overskrider norm
Arsen	148 (127)	3,2 (2,8)	5,0 (3,8)	0,4 (0,4)	33 (18)	8	17% (8%)
Bly	152 (131)	13 (12)	52 (50)	2,4 (2,9)	4400 (4400)	60	7% (5%)
Kadmium	152 (131)	0,13 (0,13)	0,40 (0,40)	< 0,055 (< 0,055)	16 (16)	3	1% (2%)
Kobber	152 (131)	34 (31)	85 (47)	7,9 (7,9)	880 (340)	100	19% (8%)
Krom	152 (131)	15 (14)	64 (18)	1,4 (1,4)	2000 (94)	35	20% (8%)
Kvikksølv	108 (87)	0,011 (0,009)	0,033 (0,025)	0,001 (0,001)	0,46 (0,33)	1	- (-)
Nikkel	152 (131)	13 (12)	22 (15)	2,4 (2,4)	190 (54)	60	4% (-)
Sink	152 (131)	48 (47)	75 (59)	18 (18)	1200 (240)	100	14% (11%)
Benzo(a)pyren	150 (129)	0,08 (0,06)	0,21 (0,15)	< 0,01 (<0,01)	2,3 (2,3)	0,01	85% (83%)
Naftalen	150 (129)	0,05 (0,005)	0,04 (0,02)	< 0,01 (<0,01)	2,8 (0,68)	0,8	0,01% (-)
Fluoren	150 (129)	0,01 (0,01)	0,87 (0,02)	< 0,01 (<0,01)	63 (1,1)	0,8	0,03% (0,01%)
Fluoranten	150 (129)	0,23 (0,20)	8,24 (0,49)	< 0,01 (<0,01)	720 (4,6)	1	21% (12%)
Pyren	150 (129)	0,215 (0,18)	5,61 (0,47)	< 0,01 (<0,01)	490 (4)	1	21% (14%)
Sum 16 PAH	150 (131)	1,4 (1,2)	22,93 (2,6)	< 0,2 (< 0,2)	1800 (30)	4	24% (14%)
Olje (Total)	152 (131)	20 (20)	100 (40)	< 20 (<20)	3000 (850)	100*)	10%* (8%*)

*) Gjelder for C16-35

3.1 Metallinnhold i ballastmasser

Sammenlignes tabellene, ligger mediannivået for metallene generelt lavere i Tabell 4 (108-152 prøver) enn det som tidligere er beregnet i Tabell 3 (4-16) prøver. Når de mest forurensede prøvene fra Lieråsen og Ofotbanen utelates, er det få prøver som overskrider SFTs normverdier. Det finnes ingen overskridelser for kvikksølv og nikkel, mens normverdien for sink overskrides oftest med 11 % av prøvene. Det eksisterer én svært høy blyverdi på 4400 mg/kg (73 ganger over normverdien) – for de andre metallene rapporteres ingen ekstremverdier når Ofotbanen-/Lieråsenprøvene utelates.

Det er beregnet naturlige forekomster av arsen og tungmetaller i løsmasser langs jernbanenettet.²³ Det fremkommer av rapporten at mediannivået vil variere noe fra strekning til strekning – en oppsummering av dette er gitt i Tabell 5. Ved å sammenligne de rapporterte verdiene i ballastmasser (med unntak av prøver fra Lieråsen og Ofotbanen) med det man finner naturlig i norske løsmasser, ser man at mediannivået i ballastmassene stort sett faller i det nedre området av hva man finner i løsmasser. Unntaket er innholdet av kobber, der mediannivået i ballastmassene såvidt overskrider det man finner i løsmassene – mediannivået av kobber i ballastmassene ligger likevel langt under SFTs normverdi.

Tabell 5. Sammenligning mellom mediannivå av metaller i løsmasser langs norske jernbanestrekninger og mediannivå/maksimumsverdier i ballastmasser (mg/kg)

	Arsen	Krom	Kobber	Nikkel	Bly	Sink
Rapportert median i løsmasser langs norske jernbanestrekninger	0,39 – 10	14 – 67	10 - 30	9,4 – 41,2	10 - 49	36 - 102
Mediannivå i ballastmasser (maksimumsverdi i parentes)	2,8 (18)	14 (94)	31 (340)	12 (54)	12 (4400)	47 (240)
SFTs normverdi	8	35	100	60	60	100

3.2 Innhold av PAH i ballastmasser

Innholdet av PAH, og da spesielt kongeneren benzo(a)pyren, utgjør et større problem i ballastmassene enn det metallene gjør. 85 % av benzo(a)pyrenverdiene ligger over den foreslått reviderte normverdien på 0,01 mg/kg. Prosentandelen reduseres til 40 % av prøvene dersom man benytter normverdien på 0,1 mg/kg. Dersom prøvene fra Loenga tunnel og Ofotbanen utelates, overskrider 74 % av prøvene normverdien på 0,01 mg/kg, mens 33 % av prøvene overskrider normverdien på 0,1 mg/kg.

Også normverdiene for fluoranten, pyren og Sum 16 PAH overskrides relativt hyppig med 12-14 % av prøvene når Ofotbanen-/Lieråsenprøvene utelates. Basert på det foreliggende datamaterialet ser ut til at disse stoffene sjelden vil overskride normverdien uten at benzo(a)pyren samtidig gjør det.

3.3 Innhold av olje i ballastmassene

I ca. 8 % av prøvene ligger innholdet av olje (C16-C35-fraksjonen) over SFTs normverdi. Andelen stiger til 10 % når Ofotbanen-/Lieråsen-prøvene inkluderes.

3.4 Analyser av PCB, pesticider, BTEX og asbest i ballastmasser

Det finnes tilgjengelig totalt 46 rapporterte analyser av sum7 PCB.^{2,3,4,9,10,18,21} Av disse er 35 under deteksjonsgrensenivå. Der PCB i det hele tatt påvises, er nivået svært lavt. Kun tre prøver overskrider så vidt SFTs normverdi på 0,01 mg/kg. Den høyeste verdien er på 0,029 mg/kg.

Innholdet av plantevernmidler (pesticider) er analysert i 19 prøver.^{2,3} I kun tre prøver er innholdet påvisbart. Den høyeste påviste verdien er på 0,14 dieldrin. Det finnes ingen normverdi for dette stoffet (for DDT er normverdien 0,04 mg/kg).

Flyktige aromatiske forbindelser (BTEX) er analysert i 34 prøver.^{1,2,9,10} I tre av prøvene er det påvist BTEX. Xylen påvises i én prøve, men verdien ligger under normverdien på 0,5 mg/kg. Benzen påvises i to av prøvene, verdiene ligger på henholdsvis 0,96 og 0,1 mg/kg, som er en betydelig overskridelse av normverdien på 0,005 mg/kg. Det må videre påpekes analysemetoden benyttet for benzen har en deteksjonsgrense på 0,1 mg/kg, det vil si 20 ganger høyere enn normverdien. I fremtidige undersøkelser bør det derfor benyttes en mer følsom metode.

Asbest er undersøkt i 6 prøver uten å bli påvist.^{2,3}

3.5 Utlekkingstester

Det finnes resultater fra utlekkingsforsøk av fire prøver av ballastmasser (Tabell 6). I en undersøkelse fra Sandvika⁵ ble det påvist lave nivåer av kobber og sink (under Drikkevannsforskriftens grenseverdier) samt en PAH-verdi som overskred grenseverdien noe. Selve ballastmassene ble ikke analysert i denne undersøkelsen, men jorda som lå rett i underkant av massene viste lave verdier (se kap. 2).

Videre finnes det en analyserapport fra utlekkingsforsøk av to prøver av ballastmasser fra Ofotbanen.²² Her påvises relativt høye verdier av olje og PAH i utlekkingsvannet, langt over Drikkevannsforskriftens grenseverdier. Her finnes det parallelle analyser av ballastmassene¹⁵ som viser at disse er svært forurenset (43/38 mg/kg for PAH og 390/380 mg/kg for olje).

I utlekkingstestene med ballastmasser fra Ofotbanen er det påvist seksverdig krom. I motsetning til treverdig krom som er et viktig sporstoff for menneskene, er seksverdig krom svært giftig og forekommer oftest som et resultat av antropogen aktivitet. Det finnes ikke rapporterte verdier av seksverdig krom i selve ballastmassene. Selv om nivåene som påvises i utlekkingsvannet er lave, tilsier de likevel at man bør undersøke innholdet av seksverdig krom i enkelte prøver med høyt kjent krominnhold for å se hvor stor andel av krommet som foreligger som seksverdig. Det totale krominnholdet i ballastmassene fra Ofotbanen som ble utsatt for utlekkingstest var på henholdsvis 130/140 mg/kg.

Tabell 6 Resultater fra rapporterte utlekkingssteder

Sted	Ofofbanen (Bjørnefjell st.) ²²	Ofofbanen (Pettersenfyltinga) ²²	Sandvika ⁵	Sandvika ⁵	Grenseverdier – Drikkevannsforskriften
As (mg/kg)	< 0,05	< 0,05	<	<	0,01 mg/L
Pb (mg/kg)	< 0,05	< 0,05	<	<	0,01 mg/L
Cd (mg/kg)	<0,04	<0,04	<	<	0,005 mg/L
Cu(mg/kg)	<0,2	<0,2	0,054	0,045	1,0 mg/L
Cr (µg/kg)*	0,13	0,57	<	<	50 µg/L
Hg (µg/kg)	<0,02	<0,02	<	<	0,5 µg/L
Ni (mg/kg)	<0,04	<0,04	<	<	0,02 mg/L
Zn (mg/kg)	<0,4	<0,4	0,082	0,076	-
Bap(µg/kg)	0,04	<0,01	<	<	-
PAH(µg/kg)	9	2,3	<	0,7	0,1 µg/L
Olje(µg/kg)	59	68	<50	<50	10 µg/L

*) Seksverdig krom

4 KONKLUSJON

Det generelle nivået av arsen og tungmetaller i ballastmasser er lavt, selv om enkelte høye verdier av noen av metallene kan forekomme, spesielt på enkelte strekninger. Det kan derfor konkluderes med at forurensningsbidraget fra togtrafikk og jernbanedrift vanligvis er svært lavt når det gjelder innhold av arsen og tungmetaller i ballastmasser.

Selv om datagrunnlaget er noe mindre, kan det også slås fast at PCB, plantevernmidler og asbest forekommer i liten grad i ballastmassene.

PAH-forbindelsen benzo(a)pyren er den miljøgiften som representerer det største forurensningsproblemet. Selv om man utelater spesielle strekninger som Ofofbanen og Lieråsen tunnel, overskrider over 30 % av prøvene SFTs gjeldende normverdi for benzo(a)pyren på 0,1 mg/kg. 74 % av prøvene overskrider den foreslåtte normverdien på 0,01 mg/kg.

Det er påvist benzen i to av de analyserte prøvene som ligger langt over normverdien på 0,05 mg/kg. Analysemetoden som er benyttet har en for høy deteksjonsgrense (<10 mg/kg) til at man kan konkludere når det gjelder de resterende prøvene som er analysert. For fremtiden anbefales det at man benytter en mer følsom analysemetode.

Seksverdig krom er påvist i utlekkingssteder. Det anbefales å undersøke innholdet av seksverdig krom i et utvalg prøver med et i utgangspunktet høyt totalt krominnhold (minst 100 mg/kg).

5 LITTERATUR/ANALYSERAPPORTER

1. Ballastrensing på Østfoldbanen. Noteby. Rapport 101428-1. Desember 2000
2. Ballastpukk, prøvetaking og analyser. Miljøtekniske undersøkelser av fire typer ballast. Norges geotekniske institutt (NGI). Rapport 20011515-1. April 2002.
3. Miljøundersøkelse Lieråsen tunnel. Norges geotekniske institutt (NGI). Rapport 20021211-1. Juni 2002
4. Håndtering av masser fra ballastrensing. Mulitconsult. Rapport N102764-1. Februar 2003
5. Miljøundersøkelse Parsell Sandvika. Norges geotekniske institutt (NGI). Rapport 20011011-1. Mars 2001.
6. Analyserapport fra Analycen AS 01.02.2005. Levert til Jernbaneverket Region Øst. 16 prøver. Lokalisering: Tønsberg-Sandefjord.
7. Analyserapport fra Analycen AS 15.06.2005. Levert til Jernbaneverket Infrastruktur. 1 prøve. Lokalisering: Ski-Tømter (Østre linje)
8. Analyserapport fra Analycen AS 12.05.2006. Levert til Jernbaneverket Region Øst. 8 prøver. Lokalisering: Tømter-Spydeberg.
9. Analyserapport fra Analycen AS 05.07.2006. Levert til Jernbaneverket Region Øst. 13 prøver. Lokalisering: Sandefjord-Lauve.
10. Analyserapport fra Analycen AS 23.08.2006. Levert til Jernbaneverket Region Øst. 8 prøver. Lokalisering: Sandefjord-Lauve.
11. Analyserapport fra Analycen AS 14.09.2006. Levert til Jernbaneverket Region Øst. 11 prøver. Lokalisering: Spydeberg – Askim
12. Analyserapport fra Analycen AS 18.09.2006. Levert til Jernbaneverket Region Øst. 9 prøver. Lokalisering: Askim-Mysen.
13. Analyserapport fra Analycen AS 26.09.2006. Levert til Jernbaneverket Region Øst. 32 prøver. Lokalisering: Årnes-Disenå
14. Analyserapport fra Analycen AS 30.11.2005. Levert til Jernbaneverket Region Sør. 5 prøver. Lokalisering: Mellom Varhaug og Nærbø.
15. Analyserapport fra Analycen AS 13.06.2006. Levert til Jernbaneverket Region Sør. 4 prøver. Ikke lokalisert.
16. Analyserapport fra Analycen AS 12.01.2006. Levert til Jernbaneverket Drift (Voss). 3 prøver. Ikke lokalisert.
17. Analyserapport fra Analycen AS 02.10.2006. Levert til Jernbaneverket Drift (Voss). 2 prøver. Ikke lokalisert.
18. Analyserapport fra Analycen AS 27.10.2006. Levert til Jernbaneverket Drift (Voss). 4 prøver. Ikke lokalisert.
19. Analyserapport fra Analycen AS 16.07.2004. Levert til Jernbaneverket Region Nord. 6 prøver. Lokalisering: Sporveksel stod, Deponi 2, Deponi 5, Deponi 6, Byafossen, Sunnan
20. Analyserapport fra Analycen AS 06.09.2005. Levert til Jernbaneverket Region Nord. 10 prøver. Lokalisering: Ofotbanen

21. Analyserapport fra Analycen AS 31.08.2006. Levert til Jernbaneverket Region Nord. 7 prøver. Lokalisering: Bjørnefjell st, Pettersenfyllinga, Haugfjell drv, Verkstedbakken, Middagselva, Katterat, Bjørnefjell gst
22. Analyserapport fra Analycen AS 16.08.2006. *Utlekkingstest*. Levert til Jernbaneverket Region Nord. 2 prøver. Lokalisering: Bjørnefjell st, Pettersenfyllinga.
23. Ola A. Eggen og Rolf Tore Ottesen. Naturlige forekomster av arsen og tungmetaller langs jernbanenettet. NGU-rapport 2007.010.