

MILJØRAPPORT 2010

Dokumentasjon av miljøbelastning fra avfallsbehandling på
Dal Skog

FORORD

Det er i denne rapporten blant annet lagt vekt på å dokumentere miljøbelastningen som deponiet og den øvrige aktiviteten ved Miljøstasjonen på Dal Skog representerer. Rapporten skal tilfredsstille kravene som er lagt til grunn for miljørapportering i EMAS. Innholdet er i stor grad ment som dokumentasjon på oppfølging av selvpålagte miljømål knyttet til å redusere miljøbelastningen fra virksomheten. Analyseprogrammet er en oppfølging av program som er kjørt tidligere år.

Rapporten baserer seg på gjennomføring av analyseprogrammet som er beskrevet i miljørapport for 2009. Programmet er gjennomført i noe mindre omfang enn planlagt. Imidlertid er alle parametere relatert til matrix undersøkt.

Analysedata og registreringer er manuelt overført fra rapporter og over til regneark. Det tas derfor forbehold om mulige feil ved overføring av data.

Prøvene av grunnvann er tatt ut dels av personalet ved ØRAS og dels av personalet i samarbeid med Bjørn Berg. Det samme gjelder også sigevann. Sigevannssediment er tatt ut av Bjørn E Berg AS. Avlesninger av mengdemålere og detektorer er gjennomført av ØRAS sine egne ansatte.

Analysearbeidet er utført hos:
Eurofins

Rapporten er utarbeidet av Bjørn Berg i Bjørn E Berg AS

ØRAS
Mai 2011

Pål Torneby
Daglig leder

INNHOOLD

1. SAMMENDRAG	4
2. BESKRIVELSE AV VIRKSOMHETEN	6
3. MILJØPOLITIKK OG MILJØMÅL	7
3.1. Miljøpolitikk.....	7
3.2. Miljømål	7
4. MILJØSTYRING	8
5. OVERSIKT OVER MOTTAK AV AVFALL	9
5.1. Utvikling av deponiet	10
5.2. Håndtering av farlig avfall - årsrapport.....	10
6. OVERVÅKNINGSPROGRAM FOR 2010.....	14
6.1. Prøvetaking.....	14
6.2. Prøveprogram	14
6.2.1. Sigevann	14
6.2.2. Sigevannssediment	14
6.2.3. Grunnvann	14
7. OVERVÅKNING OG KONTROLL AV SIGEVANN.....	15
7.1. Lokal rensing av sigevann.....	15
7.2. Prøvetaking.....	15
7.3. Analyseresultater basis program	16
7.3.1. Renseeffekter.....	17
7.3.2. Totale mengder tilført infiltrasjonssystemet	18
7.4. Utlekking av tungmetaller fra deponiet.....	19
7.5. Oppkonsentering av miljøgifter i sedimenter i infiltrasjonsbasseng.....	20
7.6. Mobilisering av prioriterte forurensninger	23
8. OVERVÅKNING OG KONTROLL AV GRUNNVANN	26
8.1. Prøvetaking.....	26
8.2. Analyseresultater	27
8.2.1. Klorid	28
8.2.2. Nitrat.....	29
9. VANNBALANSE I DEPONIET	30
9.1. Estimering av sigevannsmengder	30
10. OVERVÅKNING AV DEPONIGASS.....	35
10.1. Beskrivelse av anlegget.....	35
10.2. Drift av gassanlegget.....	35
10.3. Påvirkning på klimaet.....	35
11. INTERNKONTROLL OG KVALITETSSIKRING.....	36
11.1. Registrering av avvik	36
11.2. Mottakskontroll	36
11.2.1. Kontroll på gjenvinningsstasjonen.....	36
12. REFERANSER	37

1. SAMMENDRAG

Det er totalt tatt ut 26 prøver fra vannfase i 2010. Dette inkluderer sigevann fra deponiet og renseanlegget og grunnvann. Det er gjennomført basis og et utvidet program for å kartlegge forurensningssituasjonen knyttet til sigevann og grunnvann. I tillegg er det gjort en kartlegging av oppkonsentrering av miljøgifter i sigevannssedimenter.

Grunnvann

Prøver av grunnvann er tatt ut dels etter omsetningspumping av brønnene og dels etter tømning av brønnene. I sistnevnte tilfelle er prøvene tatt ut dagen etter tømning. Grus og løsmassene nedstrøms deponiene er en del av rensing av sigevannet fra Dal Skog. Dessverre ble det ikke tatt ut mer enn to omganger med grunnvannsprøver. Den nærmeste brønnen (B5) og dels B1 er påvirket av sigevann. Innholdet av tungmetaller i B5 overstiger nivåene registrert i effluenten fra renseanlegget. Det er klar gradient mellom B5 og B1. Det observeres høye nivåer av nitrat og nitritt i et utvalg av brønner i større avstand fra behandlingsanlegget. Dette er observert tidligere.

Sigevann

Renseeffekten med hensyn på KOF er under 50 % men innholdet er i henhold til foreslåtte utslippskrav. Fjerning av BOF_5 varierer mellom 50 og 80 %. Omsetningen av NH_4^+ varierer mellom 10 % og underkant av 100 %. Den totale belastningen av organisk stoff og næringsstoffer viser negativ trend hva gjelder mengder. Det vil si at belastningen på nærmiljøet blir mindre. Konsentrasjonen av et utvalg elementer målt på effluenten fra renseanlegget overstiger forslag til krav til rensing av sigevann. Inkluderes infiltrasjonen i grunnen som en del av renseanlegget, er konsentrasjonen av tungmetaller i grunnvannsprøve B5 nedstrøms infiltrasjonsanlegget også over kravene som stilles i utkast til krav.

Sigevannssediment

En stor gruppe av miljøgifter er undersøkt i sigevannsslammet i infiltrasjonsbassenget. I tillegg til tungmetaller er det analysert med halogenerte forbindelser, tinnorganiske forbindelser og plastmyknere. Relatert til tilstandsklasser for jord var kvaliteten "god" (klasse II).

Vannbalanse

Det ble registrert 40317 m³ inn på renseanlegget på Dal Skog i 2010. Basert på en nedbørsmengde på 668 mm i 2010, overdekning med jordmasser og tilførsel av sigevann fra kompostplata viser beregningen at det genereres 20500 m³/2010. Det betyr at det lekker inn i anlegget om lag 19817 m³ med fremmedvann. Det er viktig å være klar over at denne typen beregning er beheftet med betydelig grad av usikkerhet. Mengden sigevann representerer en overbelastning i forhold til Q_{dim} . Det har også vært tvil om måling av sigevannsmengde. Det må brukes ressurser på å avlede overvann bort fra deponiet. Blant annet bør det finnes en annen løsning for behandling av sigevann fra kompostplata.

Deponigass

Det er totalt tatt ut 1384134 m³ med deponigass. Totalt ble 409381 m³ deponigass brukt til produksjon av energi i form av varme. Varmen er brukt i et lokalt gartneri. Det som ikke er utnyttet til varmeproduksjon er forbrent i fakkell. Snittkonsentrasjonen av metan har i perioden vært 35 %. Dette representerer 484446 m³ med metan. Den totale mengden tatt ut tilsvarer 7300 tonn i CO₂ ekvivalenter. Dette er en nedgang på ca 30 % sammenlignet med 2009

Mottakskontroll

Det var 80749 besøkende ved gjenvinningsstasjonen på Dal Skog i 2010. Dette er en økning på 7,7 % sammenlignet med 2009.

Oppnådde miljødeltmål

Aktivitet	Miljøaspekt	Miljøpåvirkning	Miljødeltmål	Tiltak	Ferdigstilt	Ansvar
Transport	Tomgangskjøring	Utslipp av klimagass	Redusere tomgangskjøring til maksimalt 5 min	Skilting – tomgangskjøring forbudt	1. sept 2009	Ikke oppnådd
	Vurdere avgassystem på egen maskinpark	Utslipp av partikler og klimagass	Utarbeide oversikt over maskinpark	Sette opp et program for utskifting av maskinpark	31. des 2009	??
Behandling av organisk avfall	Lagring av kompostmateriale	Foringelse av kvaliteten og tap av næringsstoffer	Øke omsetningshastigheten. Produsert kompost skal omsettes innenfor en periode på et år.	Etablere kompost-kampanjer mot proffinarkedet	1. april 2009	??
	Utslipp av luktsterke forbindelser	Lukt	All respirasjonslukt skal igjennom rensefilter	Etablere intensiv behandling innendørs med luftfilter	31. des 2008	OK
	Sorteringskvalitet matavfall	Tap av organisk materiale	Halvere tap fra sorteringsanlegg relatert til 2008	Gjennomgang av optibag systemet	31. des 2009	OK
Rensing av sigevann	Utslipp av sigevann	Spredning av miljøgifter	Renseeffekt $X_{\text{fermidel}} \geq 60\%$ med hensyn på KOF	Driftsoptimalisering: gjennomgang av styringsparametere og effekter	31. des 2009	Ikke oppnådd
Sluttbehandling	Deponigass	Klimagass og lukt i nærmiljøet	Dokumentasjon tilgjengelighet deponigassanlegg. Tilgjengeligheten skal være minst 90 %.	Etablere og iverksette rutiner for oppfølging og drift av anlegget	31. des 2008	OK
	Forurensning i restavfall	Potensiell spredning av miljøgifter fra deponiet	Redusere antall avvik i restavfallscontainer med 30 %	Økt informasjon og oppfølging på gj-stasjon	31. des 2009	??
Gjenvinningsstasjon	Smittefarlig avfall	Spredning av smitte	Etablere egen ordning for stikkende og skjærende avfall i løpet av 2010	Etablere prosedyre for håndtering	1. sept 2009	Ikke oppnådd
	Feilsortering	Foringelse i innsamlingskvalitet	Gjennomgang av informasjonsløsninger	Etablere tiltak basert på dagens info løsninger	31. des 2008	OK
Informasjon	Rene avfallstyper for gjenvinning	Foringelse av kvalitet på innsamlet avfall	Sikre at alle abonnenter har tilstrekkelig kunnskap til å håndtere sitt avfall på en miljømessig riktig måte	Avfallskalender 2009	31. des. 2008	OK
				Vårbrosjyre	30. mars 2009	OK
				Høstbrosjyre	15. sept. 2009	OK
				Kinoreklame	31. des. 2009	OK
				Annonser vår og høstaksjon	15. sept. 2009	OK
				TV-reklame		OK
				Åpen dag m. omvisning	31. des. 2009	OK
				Farlig avfallkampanje	30. nov 2009	OK
	31. des. 2009	OK				

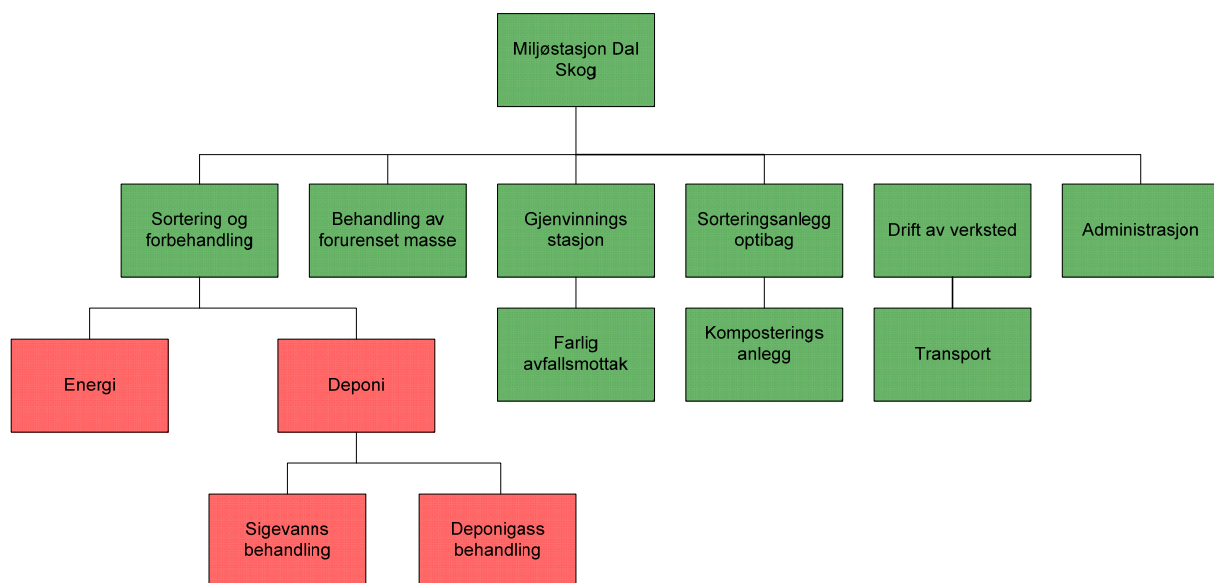
2. BESKRIVELSE AV VIRKSOMHETEN

ØRAS eies av de fire kommunene Ullensaker, Eidsvoll, Nannestad og Hurdal. Virksomheten gjennomfører 22 årsverk. I tillegg er det leid inn personale fra Bygdeservice. Foruten drift av et deponi for ordinært avfall samles matavfall inn og behandles i en aerob teknikk i form av trommelkompostering med etterfølgende behandling i ranker. Utsortering av avfall foregår basert på en kombinasjon av kildesortering og sentralsortering. Sentralsorteringsanlegget er basert på optibag-metoden. I tillegg behandles forurensede masser i en biologisk prosess – ”land farming”. Etter behandling brukes disse massene for etablering av områder for behandling av avfallsfraksjoner av ulikt art.

Alt sigevann som genereres behandles lokalt i et biologisk rensetrinn før det etterpoleres i en fakultativ biodam før infiltrering i grunnen. Anlegget er rehabilitert og ble satt i drift i uke 39 2007.

ØRAS har også lagt til rette for en bringeordning med en gjenvinningsstasjon på Dal Skog. Det ble registrert 80749 besøkende på gjenvinningsstasjonen ved Dal Skog. Dette representerer en økning på 7,7 % sammenlignet med 2009.

Hovedaktivitetene ved virksomheten er illustrert i figuren nedenfor.



Figur 1. Aktiviteter ved ØRAS IKS

3. MILJØPOLITIKK OG MILJØMÅL

3.1. Miljøpolitikk

ØRAS IKS skal arbeide for at mest mulig av det avfallet som oppstår i selskapets nedslagsfelt blir materialgjenvunnet i størst mulig nærhet til selskapet. Fokus på nærhet skal ikke overskygge kravene til en miljømessig helhetstekning innenfor økonomiske akseptable rammer. Dette skal oppnås igjennom:

- ◆ Omfattende mottakskontroll på gjenvinningsstasjoner og deponi for å oppnå fraksjoner med stor grad av renhet
- ◆ Mekanisk sortering med høyt krav til renhet i alle fraksjoner
- ◆ Entydig informasjon til kunder
- ◆ Tett oppfølging av avtaler med leverandører og behandlingsanlegg
- ◆ Høy miljøeffektivitet
- ◆ Høyt krav til samsvar mellom håndtering - behandling av råvarene, og opplæring - informasjon internt

3.2. Miljømål

ØRAS IKS skal arbeide for økt utsortering av avfall til materialgjenvinning. Det skal årlig være en forbedring som skal fastsettes i eget miljødeltmål. System for sortering og behandling skal legges til rette slik at mobilisering av forurensning ut i miljøet blir minst mulig.

Dette skal oppnås igjennom:

- ◆ Krav til behandlingsanlegg om optimalisering av prosessen med henblikk på lavest mulig tap og høyest mulig gjenvinning av ressursene som er sortert ut. Tapet skal være kvantifiserbart
- ◆ Egne overvåkningsprogram for luft og vann som skal være mer omfattende enn konsesjonen. Utslipp via luft og vann skal være minst mulig og kvantifiserbart.
- ◆ Behandling av matavfall skal organiseres slik at næringsstoffene beholdes i produktet.
- ◆ Behandling av forurenset vann skal gjennomgå et optimaliseringsprogram minst en gang pr. år. Utslipet i grunnen skal være lavest mulig og bedre enn kravene i konsesjonen.
- ◆ Behandling av deponigass skal gjennomgå et optimaliseringsprogram minst en gang pr år. Uttaket skal rettes mot å redusere global påvirkning og nærmiljøulemper.
- ◆ Tilstrekkelig bemanning som gjennomgår et opplæringsprogram i henhold til dokumentert frekvens

4. MILJØSTYRING

ØRAS startet arbeidet med å tilpasse seg miljøstandarden NS EN ISO 14001 og EMAS i 2007 og ble sertifisert våren 2010. En liste over miljøaspekter med påfølgende målsetninger for 2008 og 2009 er illustrert i matrisen nedenfor.

Tabell 1. Handlingsplan for miljøaspekter og miljødeltmål for 2010

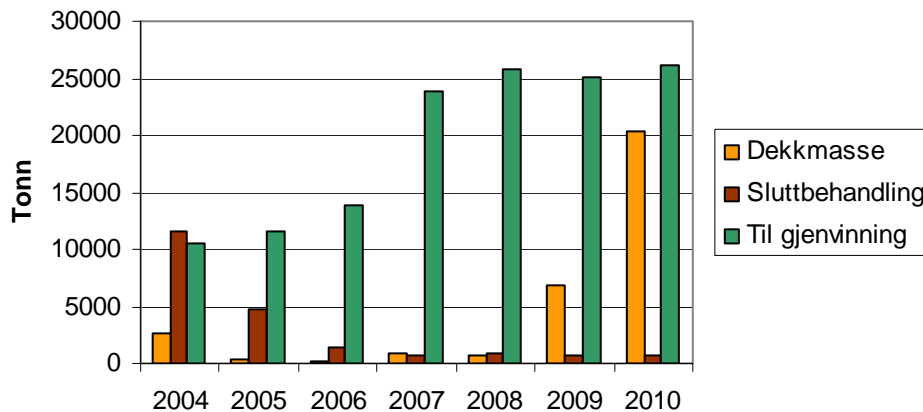
Aktivitet	Miljøaspekt	Miljøpåvirkning	Miljødeltmål	Tiltak	Ferdigstilt	Ansvar
Transport	Tomgangskjøring	Utslipp av klimagass	Redusere tomgangskjøring til maksimalt 5 min	Skilting – tomgangskjøring forbudt	31. des. 2010	RH
	Vurdere avgassystem på egen maskinpark	Utslipp av partikler og klimagass	Utarbeide oversikt over maskinpark	Sette opp et program for utskifting av maskinpark	31. des. 2010	AS
Behandling av organisk avfall	Optimalisere prosessen fra Optibag til råkompost	Foringelse av kvaliteten og lukk	Øke omsetningshastigheten. 80 % av produsert kompost skal omsettes i jord eller hagebruk innenfor en periode på 1 år	Prioritere kværning, sikting og mating	31. des. 2010	AS
	Optimalisere produksjon av jord med innblanding av finsikt hageavfall	Redusere utslipp ved mindre bruk av torv	Bruk av torv skal reduseres med minst 70 % (v/v).	Etablere kompostkampanjer mot proffmarkedet for økt omsetning	31. des. 2010	RH
	Sorteringskvalitet matavfall	Forurensing i kompost	Kvalitetsoppfølging i forhold til ekstern leverandør av matavfall. Antall avvik skal halveres i forhold til 2009.	Registrering av kvalitet og tilbakemeldinger med eventuelle sanksjoner	31. des. 2010	PT
Sluttbehandling	Deponigass	Klimagass og lukt i nærmiljøet	Optimalisere utvinning av metangass til energiformål	Ytterligere tildekking og graving av nye gassgroffer	31. des. 2010	AS
	Økt mengde restavfall	Klimagass og økt belastning på deponiet	Mengde matavfall til kompost skal økes med 20 % (w/w) sammenlignet med 2009.	Flygeblad til alle husstander om å knyte poser	31. des. 2010	RH
Gjenvinningsstasjon	Økt belastning på restavfallsmottak og deponi	Foringelse i innsamlingskvalitet og økt materialtap	Redusere antall avvik i restavfallscontainer med 30 % (antall) sammenlignet med 2009.	Oppsett av elektronisk infotavle samt ytterligere minst et skilt om kvalitet restavfall.	31. des. 2010	RH
Informasjon	Rene avfallstyper for gjenvinning	Foringelse av kvalitet på innsamlet avfall	Sikre at alle abonnenter har tilstrekkelig kunnskap til å håndtere sitt avfall på en miljømessig riktig måte	Avfallskalender 2009	31. des. 2009	RH/KL
				Vårbrosjyre	30. mars 2010	RH/KL
				Høstbrosjyre	15. sept. 2010	RH/KL
				Kinoreklame	31. des. 2010	RH/KL
				Annonser vår og høstaksjon	15. sept. 2010	RH/KL
				Åpen dag m. omvisning	31. des. 2010	RH/KL
				Flyveblad "knytte poser"	31. des. 2010	RH/KL

5. OVERSIKT OVER MOTTAK AV AVFALL

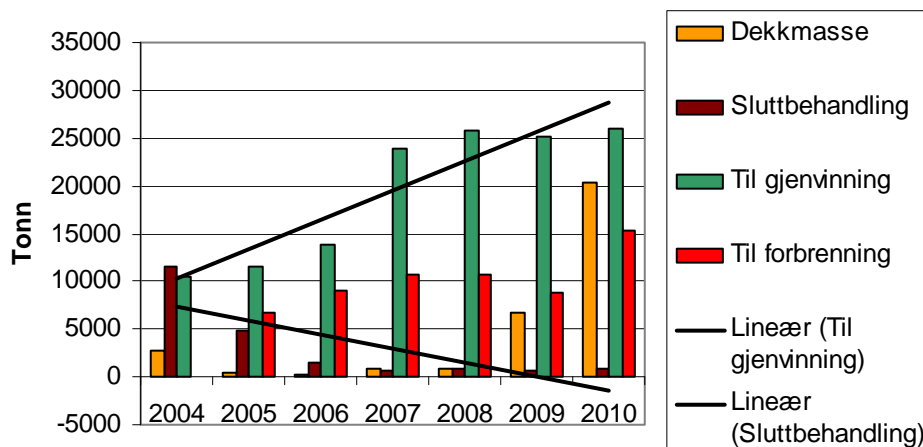
En oversikt over totale mengder avfall er satt opp i Figur 2 og Figur 3. I sistenevnte er også avfall til energiutnyttelse tatt med. Det har vært en nokså klar nedgang i mengden avfall til sluttbehandling. Det er mottatt totalt 62405 tonn med avfallsfraksjoner til ØRAS i 2010. Dette inkluderer også forurensede masser og dekkmasser. Mengdene fordeler seg på fire hovedfraksjoner som illustrert Figur 3.

Mengden materiale som er sortert til gjenvinning har en klar positiv trend i perioden. I et lineært system øker mengden med 3075 tonn i perioden 2004 til 2010 (Figur 2), mens nedgangen i bruken av sluttbehandling er på - 1471 tonn pr. år fra 2004 til og med 2010. Denne reduksjon i sluttbehandling er en klar strategi fra selskapets side. I 2010 er forholdet dekkmasse/sluttbehandling $\frac{\text{dekkmasse}}{\text{sluttbehandling}} = 26$. Denne betydelig mengden med dekkmasse er relatert til etablering av oksidasjonsfilter for deponigass i sørenden av Dal Skog II. I dette området er det tidligere dokumentert en betydelig lekkasje av deponigass. Totalt er det mottatt 20325,75 tonn med jordmasser hvorav 833,55 tonn er rene jordmasser.

Bruken av avfall til produksjon av energi er også en viktig målsetning for ØRAS. Energiproduksjon gjennomføres også lokalt med oppvarming av administrasjonsbygg med kvernet trevirke. Mengden som er levert til forbrenning er økt med over 70 % fra 2009 til 2010.



Figur 2. Oversikt over totale mengder mottatt ved Dal Skog



Figur 3. Oversikt over totale mengder mottatt ved Dal Skog

5.1. Utvikling av deponiet

Totalt areal Dal Skog II fra oppstart og frem til i dag er ca 47000 m². Om lag 500 m² er område som er i bruk til deponering til enhver tid. Deponiet fylles opp lagvis med dekkmasse i mellom hvert sjikt. Bruk av dekkmasse er i henhold til praktisk tilnærming. Total restkapasitet er anslått til ca 400000 m³. Asbest legges i egne celler.

5.2. Håndtering av farlig avfall - årsrapport

ØRAS IKS har betydelig fokus på farlig avfall. Selskapet mottar, lagrer emballerer og videreformidler farlig avfall til miljømessig forsvarlig destruksjon/energiutnyttelse. Avfallet mottas på miljøstasjonen på Dal.



Figur 4. Lager og mottaksanlegg for farlig avfall

En oversikt over mengder og kategorier farlig avfall er satt opp Tabell 2. Totalt ble det håndtert nærmere 164 tonn farlig avfall igjennom ØRAS IKS sitt system i 2010. Dette er en økning på ca 26 % sammenlignet med 2009.

Tabell 2. Mengde og kategorier farlig avfall levert fra ØRAS til behandling (kg)

Varenummer	Fraksjon	Mengde 2009	Mengde 2010
54	Gassflasker/beholdere	43	1083
59	Propan, engangsbeholdere	958	1103
7021	Olje/fett-avfall, fast,småk.	810	1154
7022	Oljeholdige filler/tekstiler, fat eller større emb.	130	0
7023	For.dr.stoff-f.olje,fat >11,5MJ/kg	2 244	4298
7024	Brukte oljefilter	2 328	2562
7041	Org.løsemidl.m/halogen,småk.	86	154
7042	Kjølevæske innh. glykol, småk.	10 340	4765
7051	Maling,lim osv.løsemb.småkolli	95 955	121945
7055	Spraybokser	4 596	5431
7081	Kvikksølvholdig avfall	7	9
7085	Amalgam	1	0
7091	Uorg. salter o.a. fast stoff,småk.	3 924	5158
7097	Uorganiske løsninger og bad,småk.	2	0
7111	Bekj.middel u/kvikksølv, flytende,småkolli	947	760
7121	Isocyanater,småk.	1 074	1293
7122	Sterkt reaktive stoffer, alkaliemetaller	12	136
7123	Herdere,fat	228	93
7131	Uorganiske syrer, småk.	189	170
7132	Uorganiske baser,fast,småk.	174	320
7133	Rengjøringsmidler,fat,flyt	5 985	6058
7134	Surt organisk avfall flyt.småk.	227	110
7151	Organisk avfall m halogen	0	194
7152	Organisk avfall u/halogen,fast,småk.	56	7
7153	Medisinavfall		62
7156	Avfall med ftalater	0	7217
7220	Fotokjemikalier,småk.	462	0
7240	KFK-gass	0	65
	Totalt	130 778	164147




Som det fremgår av Tabell 2 er det først og fremst avfallsstoff nr 7051 som er hovedtyngden av farlig avfall som mottas. I henhold til endringene i regelverket fra 1. jan 2011 er dette avfallet ikke definert som farlig avfall. Det ble også tatt i mot 62 kg med medisinavfall i 2010. Dette avfallet er heller ikke inkludert i begrepet farlig avfall lenger. Av andre store fraksjoner er kjølevæsker og avfall med ftalater en betydelig fraksjon. Sistnevnte er en ny fraksjon som er relatert til PVC-baserte gulvbelegg.

ØRAS tar også i mot farlig avfallsfraksjoner som behandles ved eget anlegg i form av deponering. Dette inkluderte oljeholdig masse fra olje og bensinutskillere og asbest. Førstnevnte fraksjon er ikke mottatt i 2010. Mengden asbest har hatt en økning på over 100 %. I 2010 ble det tatt i mot og deponert 158,34 tonn. I tillegg samles inn CCA impregnert trevirke. Det ble tatt i mot og videreformidlet 197,85 tonn i 2010.

Arbeidet med riktig håndtering av farlig avfall har betydelig fokus ved ØRAS IKS. Det er lite avfall som blir stående udeklart og ukjent avfall lagres i en egen container. Personale fra Renor rekvireres for å bidra til å bestemme innholdet. Observasjoner gjort i forbindelse med mottak og emballering av farlig avfall er satt opp i tabellen på neste side. Det har vært to besøk ved farlig avfallsmottaket i 2010.

Tabell 3. Revisjon av farlig avfallsmottak i henhold til ADR 1.8

Observasjoner	Kommentar	Forslag til tiltak	Status
Mottak, lagring og transport av sprengstoff	Følgende avfallsfraksjoner er ikke tillatt å ta i mot og lagre: Klasse 1: Eksplosiver Klasse 4.2: Selvantennende stoffer Klasse 6.2: Infeksjonsfremmede stoffer Klasse 7: Radioaktivt materiale	Det må etableres egne prosedyrer for håndtering av avfall som ikke kan mottas. For sprengstoff med umiddelbar varslingsplikt i tillegg må kontrollen i farlig avfallsmottaket intensiveres. Alltid en i bygget - ikke lunch samtidig. Plakater i inngangspartiet som lister opp det som ikke kan håndteres	Prosedyrer skal være utarbeidet. Mangler skilting.
	Klasse 6.2: infeksjonsfremmede stoffer skal lagres i emballasje tilpasset fareklassen.	Søke FM å kunne ta i mot denne type avfall. Kjøpe inn bokser og distribuere disse til virksomheter og private som har slike behov. Legekontor, veterinærer og tannleger plikter å ha slike ordninger. Dette avfallet kan forbrennes i anlegget på Brobekk.	Bokser er innkjøpt. Må orientere/søke FM før igangsetting.
	Punktavslag over en liten del av oljetrau. Er dette tilstrekkelig for å holde nivået av VOC i arbeidsmiljøet på et akseptabelt nivå ?	Måling med dosimeter i arbeidsatmosfære	OK – måling gjennomført i feb. 2008 og atmosfæren ble funnet å være tilfredsstillende.
	Nivåmåler utvendig oljetank	Etablere nivåmåler med alarm/lyssignal	Under bygging
	Gammel merking på emballasje	Gammel merking på emballasje må fjernes før emballasjen tas i bruk til andre stoffer	OK
	Merking av emballasje		
Observasjoner	Kommentar	Forslag til tiltak	

 <p>Kum i kaldt lager for farlig avfall</p>	<p>”Bunnløs” kum i kaldt lager for farlig avfall.</p>	<p>Kummen bør blendes for å redusere sannsynligheten for diffus spredning av VOC og eventuell lukt og øvrig gassfare i lageret.</p>	<p>Ikke gjennomført.</p>
 <p>Dokumentasjon – nivåføler oljenivå</p>	<p>Det kunne ikke dokumenteres om rød diode var i drift. Lyssdiode var svært små. Er sjekket av elektriker.</p>	<p>Bekreftelse på kontroll festes på Q16</p>	<p>OK</p>
<p>Noe kjemikalielukt i arbeidsrom.</p>	<p>Er kapasiteten på avtrekksanlegget tilstrekkelig for det antall påkoblinger som er i drift? Eller er kapasiteten redusert?</p>	<p>Måle effektiviteten på avtrekksanlegg og vurdere påvirkningen på effekten ved åpne porter og dører</p>	<p>Ikke gjennomført</p>
 <p>Is i ytteremballasje stod til tining</p>	<p>Ytteremballasje med diverse farlig avfallsbokser har vært full av vann og frosset. Farlig avfall kan ha lekket ut i vannfasen og må derfor håndteres som farlig avfall</p>	<p>Brake adsorbent for å håndtere vannfasen etter tining.</p>	<p>Ny observasjon</p>

6. OVERVÅKNINGSPROGRAM FOR 2010

6.1. Prøvetaking

Prøvene som er tatt ut av sigevann er basert på både blandprøver tatt ut over en gitt tidsperiode. Grunnvann er tatt ut som stikkprøver etter stabilisering med måling av temperatur og ledningsevne og eller etter tømning av brønnene en dag før prøveuttaket.

Overvåkningsprogrammet er ikke fullstendig gjennomført i henhold til planen som ble etablert i 2009. Blant annet er det ikke gjennomført målinger i henhold til gitt frekvens.

6.2. Prøveprogram

Målsetning for overvåkningsprogrammet har vært blant annet:

- ◆ Verifisere og optimalisere driften av renseanlegget
- ◆ Følge opp spredning av rensed sigevann i infiltrasjonssystemet og i grunnvann

6.2.1. Sigevann

Programmet er nøkternt, men inneholder samtidig de primære overvåkningsparametere. Det er spesielt fokus på effekten av renseanlegget. Derfor er blant annet næringsemner og organisk stoff viktige parametere. Parallelt med programmet tar ØRAS sine egne ansatte ut prøver og analyserer on-site for å justere driften av anlegget. I tillegg er flere analytter viktige for oppfølging av spredning via grunnvannet.

6.2.2. Sigevannssediment

Sigevannssediment ble tatt ut via båt. To blandprøver ble etablert basert på et antall delprøver tatt ut via grabb. Utvalg av punkter i bunnen av den fakultative biodammen (infiltrasjonsbasseng) var basert på et sannsynlighetsbasert design og et tilfeldig prøvetakingsmønster.

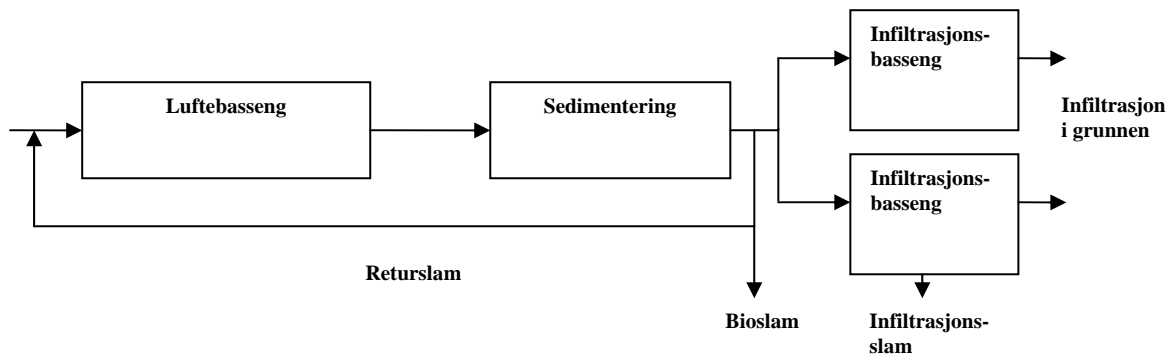
6.2.3. Grunnvann

Basisprogrammet for grunnvann har vært identisk i de siste årene. Hensikten med programmet er å dokumentere spredning av forurensning fra sigevannet i grunnen og ikke nødvendigvis miljørisikoen. Et utvidet program ble også gjennomført i referansebrønnen og B5 som ligger nærmest deponiet.

7. OVERVÅKNING OG KONTROLL AV SIGEVANN

7.1. Lokal rensing av sigevann

Sigevannet som genereres på deponiet fra Dal Skog renses i et biologisk renseanlegg basert på aerob omsetning med etterfølgende bioflokkulering og sedimentering. I tillegg behandles effluenten i to parallelle infiltrasjonsbasseng før det rensede sigevannet går ned i grunnen. En skisse av anlegget er vist i figuren:



Figur 5. Flytdiagram som illustrerer renseanlegg for sigevann

Anlegget er dimensjonert ut i fra en hydraulisk belastning på $Q_{dim} = 82 \text{ m}^3/\text{døgn}$ [1] mens mengden som ble tilført anlegget i 2010 i snitt var $115 \text{ m}^3/\text{døgn}$. Total mengde sigevann i 2010 var 40317 m^3 basert på dels avlesning av sigevannsmåler og dels manuelle målinger. Måleresultatene har til tider vært beheftet med betydelig usikkerhet.

Det er imidlertid forventet at grusmassene i grunnen har en evne til å rense sigevannet. Over tid vil effekten av grusmassene kunne dokumenteres på kvaliteten i grunnvannet.

7.2. Prøvetaking

Renseanlegget ved Miljøstasjon Dal Skog består av et aktivt slamanlegg med etterfølgende sedimentering og infiltrasjonsbasseng. Det er tatt ut prøver både fra influent og effluent fra anlegget. I henhold til planen skal prøvene tas ut i tre punkter vist i henholdsvis Figur 6 og Figur 7. I forbindelse med uttak av prøver fra infiltrasjonsbassengene er det viktig at prøvene analyseres etter filtrering.



Figur 6. Prøvetakingspunkter for sigevann i renseanlegget



Figur 7. Prøvetakingspunkt infiltrasjonsbasseng (infiltrasjon i grunnen)

7.3. Analyseresultater basis program

Det ble tatt ut fire prøver på sigevann i 2010. Resultater med hensyn på basisprogrammet er satt opp i Tabell 4.

Tabell 4. Analyseresultater fra basisprogram i sigevann

Parameter	Enhet	18.01.10 til 15.03.10		25.09.10		
		Innløp	Utløp	Innløp	Utløp	Infiltrasjonsbasseng
B	ug/l	14000	13000	4600	5300	7000
Fe	ug/l	28000	22000	19000	18000	460
Na	mg/l	840	690	120	200	230
TOC	mg/l	220	200	120	72	83
pH		7,5	8,5	7,5	7,2	7,9
Cond	mS/m	732	666	346	343	377
SS	mg/l	310	99	64	110	21
Cl	mg/l	848	866	344	500	702
Tot-P	mg/l	1	1,3	0,94	1,5	0,49
Tot-N	mg/l	460	370	130	210	160
NH4+-N	mg/l	480	430	150	< 0,2	17
NO2 + NO3	ug/l	79	2300	4,7	200005,5	136300
KOF cr	mg/l	610	550	450	320	310
BOF7	mg/l	24	14	74	18	7,4

Tabell 5. Analyseresultater fra basisprogram i sigevann

Parameter	Enhet	04.04.10 til 31.10.10			07.12.10	
		Innløp	Utløp	Infiltrasjonsbasseng	Innløp	Utløp
B	ug/l	4400	4900	4400	8600	8700
Fe	ug/l	32000	30000	36	25000	170000
Na	mg/l	150	160	360	750	630
TOC	mg/l	110	66	71	160	160
pH		7,6	7,7	7,9	7,4	7,7
Cond	mS/m	428	335	312	764	590
SS	mg/l	290	120	120	93	540
Cl	mg/l	469	435	512	920	800
Tot-P	mg/l	0,69	1,3	0,28	1,6	7
Tot-N	mg/l	260	220	150	500	420
NH ₄ ⁺ -N	mg/l	220	0,21	8,5	400	130
NO ₂ + NO ₃	ug/l	3600	150000	81000	150	240000
KOF cr	mg/l	390	280	240	700	700
BOF7	mg/l	19	12	10	52	120

7.3.1. Renseeffekter

Viktige styringsparametere for renseanlegget er omsetning av organisk stoff og fjerning av nitrogen i form av NH₄⁺. Fjerning av organisk stoff målt som BOF₅ har variert mellom 30 og 70 % i de fire prøvene som er tatt ut fra aktivt slam prosessen. I snitt var omsetningen på 40 %. Den siste målingen gjennomført i desember var negativ. Det vil si at det ble registrert høyere BOF i utløpet enn i innløpet. Dette var en stikkprøve og en tilfeldig påvirkning kan ha ledet til et ikke representativt resultat. Det er også vært å merke seg at mengden organisk materiale går ned. Dette skyldes sannsynligvis omsetning til metan og utsortering av organisk materiale. Omsetning av NH₄⁺ har variert mye i perioden. Fra 10 % til over 90 % i september prøven. Den laveste omsetningen er registrert i vinterhalvåret. Nitrifikasjon er en prosess som er avhengig av temperaturen på vannfasen. Det er derfor ikke usannsynlig at temperaturen i vannfasen har påvirket omsetningen. Nitrifikasjon kan også være en indikator på toksisitet i sigevannet igjennom nitrifikasjonshemming [2, side 75].

KOF reduksjon har vært lav. Fra under 10 % til tilnærmet 40 %. Trekker man inn renseseffekten fra infiltrasjonsdammen er renseseffekten 49 %. Noe av årsaken til dette henger sammen med analysemetoden som baseres på filtrert prøve. Filtrering gjennomføres for å vurdere utslipp i forhold til beregnede utslippskrav (se Tabell 6). Årsaken til den store variasjonen henger sannsynligvis sammen med variasjon i partikkelkonsentrasjonen under prøvetaking. Dette er mer normalt hva gjelder fjerning av KOF i et biologisk sigevannsanlegg [3]. Utslipet av fosfor har vært positivt på den måten at det er sluppet ut mer fosfor enn det som er i innløpet. For å drifte anlegget optimalt blir det tilsatt fosforsyre. Det er viktig at doseringen følges opp slik at anlegget ikke gjødsler omgivelsene som blant annet kan medføre en oppblomstring av alger i infiltrasjonsanlegget.

Basert på tester som ble utført på sigevannet fra Dal Skog i 2004 ble det etablert et forslag til nye utslippsgrenser fra anlegget inkludert infiltrasjonsdelen [4]. De nye kravene er i tabellen nedenfor sammenlignet med målinger i vann tatt ut i infiltrasjonsbassenget og analysert etter filtrering. Resultatene viser at kravene er overholdt med god margin.

Tabell 6. Vannfase i infiltrasjonsbassenget sammenlignet med foreslåtte utslippsgrenser

Parameter	Enhet	2010 Snitt	Foreslåtte utslippsgrenser (filtrert)
KOF	mg/l	275	1500
BOF ₅	mg/l	10	150
Fe	mg/l	0,2	50
Tot-N	mg/l	155	600
NH ₄ ⁺ -N	mg/l	13	400

7.3.2. Totale mengder tilført infiltrasjonssystemet

Den totale belastningen som sigevannet representerer i resipienten, er satt opp i Tabell 7. Resipienten er her definert som infiltrasjonsanlegg inkludert løsmasser i området. Resultatene er basert på dels kvartalsvise prøver og to prøver i 2009. Sammenligner man med foregående år er det tilsynelatende en reduksjon i utslippsbelastningen. Årsaken til dette kan være at sigevannet fra komposteringen ikke behandles sammen med det øvrige sigevannet i renseanlegget men infiltreres via toppen på Dal Skog I (Figur 8).



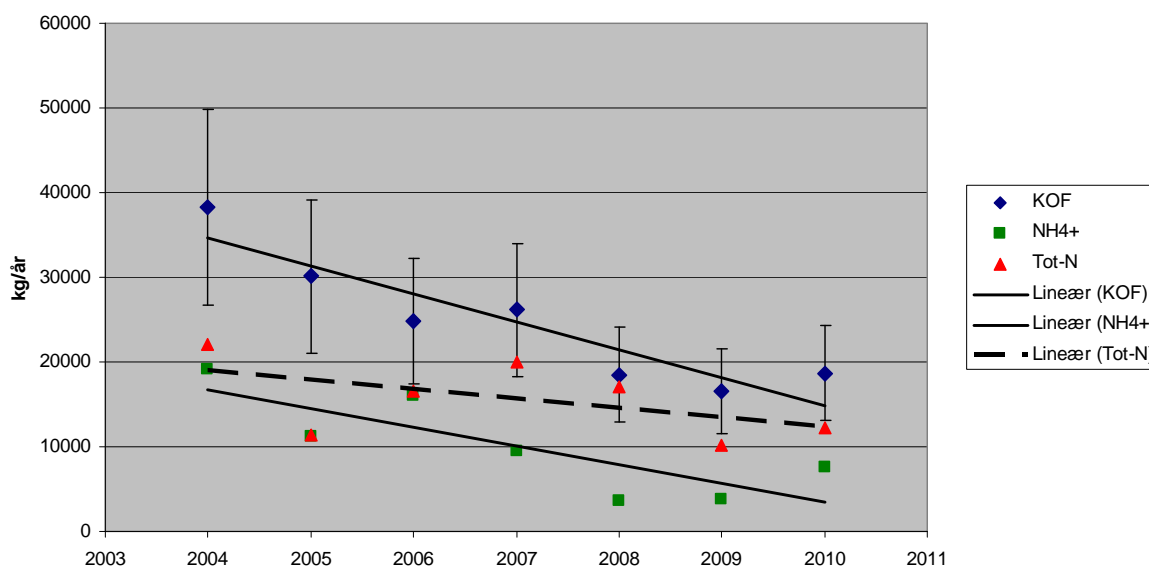
Figur 8. Infiltrasjon av sigevann i deponiet

Det er forventet at belastningen som deponiet representerer skal reduseres, ettersom mengden som deponeres er redusert vesentlig fra tidligere år (se Figur 3). Dette samtidig som deponigassanlegget er i kontinuerlig drift. Basert på resultatene presentert i Tabell 7 er det en økning i utvasket mengde i 2010 sammenlignet med 2009. Det er vesentlig mer organisk materiale som vaskes ut. Det er imidlertid viktig å være klar over at den siste målingen i desember trakk opp snittkonsentrasjonen av BOF₅. Det er også en vesentlig mengde som belastes grunnen av via fosfor. For å drifte det biologiske trinnet tilsettes fosforsyre. Det er derfor mye som tyder at anlegget tilsettes for mye fosfor.

Tabell 7. Totale mengder ut av renseanlegget

Parameter	Total belastning i 2004 kg/år	Total belastning i 2005 kg/år	Total belastning i 2006 kg/år	Total belastning i 2007 kg/år	Total belastning i 2008 kg/år	Total belastning i 2009 kg/år	Total belastning 2010 kg/år
BOF ₅	5915	8068,0	1074	1042	706	440	1425
KOF	38273	30093,6	24788	26161	18524	16608	18647
Tot-P	92	102,5	136	172	77	44	112
NH ₄ ⁺	19164	11198,4	16112	9492	3573	3792	7529
Tot-N	22155	11464,6	16525	19933	16991	10129	12297
Fe	311	240,9	166	410	657	157	2419

For å vurdere om det er en endring i belastningen på resipienten i løpet av de seks siste årene er et utvalg av analyseparametere sammenlignet. Det er lagt inn en usikkerhet på 30 % i konsentrasjonen av KOF. Det er sannsynlig at usikkerheten i prøvetakingen er underestimert. Med dette som utgangspunkt er det en reduksjon i utslipp av KOF og NH_4^+ . Den lineære korrelasjonen er bedre enn 0,8 (se Figur 9). Utslippet av KOF reduseres med over 3,2 tonn pr. år mens mengden NH_4^+ reduseres med 2,2 tonn pr.år. Utslippet av den totale mengden med nitrogen er imidlertid lang lavere og den negative trenden er også svakere. Dette er ikke et ukjent fenomen for utvasking av nitrogen fra et ordinært deponi.



Figur 9. Vurdering av belastning på resipienten

7.4. Utlekking av tungmetaller fra deponiet

Det er gjennomført kun en analyse av sigevann med hensyn på tungmetaller i 2009. Derfor er det den siste målingen fra 2008 også tatt med i matrisen. Resultatene fra de to periodene viser at det ikke er betydelige forskjeller i konsentrasjonen av tungmetaller i sigevannet. Som det fremgår av resultatene er kvaliteten på sigevannet ut i fra renseanlegget tilfredsstillende i forhold til utkast til krav fra SFT for alle elementene bortsett i fra for As, Ni og Cu. Det er tilsynelatende en gradient fra utløpet fra sedimenteringsbassenget og til infiltrasjonsbassenget. På grunn av infiltrasjonsbassengets anvendelse i rensing av sigevannet er vannet analysert etter filtrering. Dette fordi sedimentene skal analyseres som egen fraksjon og partiklene skal fortykkes i bunnen av bassenget mens vannfasen infiltreres i grusmassene.

Tabell 8. Tungmetallnivå i effluent som funksjon av tiden (ug/l)

Parameter	25.09.10		04.10.10 til 31.10.10		Krav i utkast ¹
	Utløp sedimentering	Infiltrasjonsbasseng	Utløp sedimentering	Infiltrasjonsbasseng	
As	7,6	4	8,7	2,7	4,0
Cd	0,11	0,022	0,086	< 0,004	0,2
Tot-Cr	9,90	7,1	13	20	35
Cr ⁶⁺	< 1	< 1	< 1	< 1	Id
Cu	9	2,3	5,9	3,1	5
Hg	0,023	0,015	0,009	0,01	0,1
Ni	19	27	28	27	4
Pb	3,2	< 0,2	3,2	0,52	4,0
Zn	31	4,4	34	27	40

¹ i henhold til referanse 5

I Figur 5 er anlegget skissert. Prøvene er tatt ut etter sedimenteringsbasseng og før infiltrasjon og i vannfasen i infiltrasjonsbassenget i motsatt ende av selve innløpet (se Figur 7). Det er forventet at infiltrasjonsbassenget fungerer som sedimenteringsfeller og polerer utslippet. I tillegg er grusmassene under anlegget en del av renseprosessen. Dette medfører at effekten av renseprosessen må sees i forhold til nivåene som observeres i grunnvannsbrønnene B5 og B1 som er anlagt nedstrøms deponiet (se Figur 12).

7.5. Oppkonsentering av miljøgifter i sedimenter i infiltrasjonsbasseng

Prøvene som er tatt ut høsten 2010 representerer en oppkonsentreringsperiode på over 12 måneder. Det ble tatt ut to blandprøver fra sedimentfasen i infiltrasjonsbassenget. En kort beskrivelse av prøvetakingsplanen er gjengitt i avsnitt 6.2.2. Analyseprogrammet inkluderer både elementer og organiske miljøgifter. Det er lagt vekt på å analysere med hensyn på komponenter som har en sterkt tilknytning til partikler.

De to sedimentprøvene er basert på delprøver tatt ut tilfeldig i bassenget. Blandprøvene er svært forskjellige med hensyn på TS og TOC. Blandprøve 1 har en TS på 12 % og en TOC på 10 % mens blandprøve 2 har en TS på 35 % og en TOC som er 1,9 %. I henhold til kravene i avfallsforskriften er førstnevnte organisk mens den andre er uorganisk. Forskjellene gjenspeiler seg også i de målte konsentrasjonene. I prøven med lavest TS er konsentrasjonen av miljøgifter høyest.

Konsentrasjonen av tungmetaller i slammet er satt opp i matrisen under. Resultatene viser at konsentrasjonen av tungmetaller er meget tilfredsstillende og kvaliteten er ikke dårligere enn klasse II ("god"). Det er innholdet av As og Zn som bidrar til at kvaliteten ikke tilfredsstillende normverdi for mest følsomme arealbruk. As er også et av elementene som bidrar til at utløpet fra renseanlegget ikke tilfredsstillende kravene til SFT's foreslåtte utslippskrav.

Tabell 9. Tungmetaller i sigevannsslam

Parameter	Enhet	Blandprøve 1	Blandprøve 2	Tilstandsklasse ¹
As	mg/kg TS	18	6,9	II
Pb	mg/kg TS	34	14	I
Cd	mg/kg TS	0,29	0,17	I
Cu	mg/kg TS	30	18	I
Tot-Cr	mg/kg TS	20	12	I
Cr6+	mg/kg TS	< 0,076	< 0,029	I
Hg	mg/kg TS	0,0331	0,0198	I
Ni	mg/kg TS	4,9	7,3	I
Zn	mg/kg TS	230	100	II

¹ fra referanse [7]

Av organiske miljøgifter er det analysert på et stort utvalg av halogenerte forbindelser, tinnorganiske forbindelser og plastmyknere. De ulike gruppene er rapportert i tabellene nedenfor.

Av plastmyknere er det analysert både på ftalater og adipater i tillegg til en organofosfat forbindelse. Forskjellen på disse forbindelsene er grunnstrukturen hvor adipatene er kjedede strukturer mens ftalatene har en aromatisk struktur. Begge gruppene er imidlertid oligoestere og er derfor lett nedbrytbare i miljøet. Nedbrytning er en funksjon av lengden på hydrokarbonkjeden. Halveringstiden for DEHP er 3 til 10 uker avhengig av miljøet/jordtypen [6].

Tabell 10. Plastmyknere i sediment fra infiltrasjonsbassenget (mg/kg TS)

Parameter	Blandprøve 1	Blandprøve 2
BBP	< 0,1	< 0,1
Dibutyladipat	< 0,3	< 0,3
DBP	< 0,5	< 0,5
Dietyladiapat	< 0,3	< 0,3
DEP	< 0,3	< 0,3
DEHA	< 0,5	< 0,5
DEHP	9,1	1,1
Di-isobutyladipat	< 0,3	< 0,3
DIBP	< 0,5	< 0,5
DIDP	< 5	< 5
DIHP	< 5	< 5
DINP	< 5	< 5
DMP	< 0,1	< 0,1
DINCH	< 0,5	< 0,5
DNOP	< 0,3	< 0,3
TBP	< 0,1	< 0,1

I henhold til NOU 2010 var DEHP blant de mest brukte plastmyknerne. Denne typen forbindelse er klassifisert som reproduksjonsskadelige. Det er blant annet innført forbud innenfor EØS-området mot denne typen forbindelser i leketøy [12]. Ikke overraskende er det DEHP som er kvantifisert. Imidlertid er konsentrasjonen i infiltrasjonsbassenget svært lav og i henhold til tilstandsklasse I (meget god) [7].

Tinnorganiske forbindelser er også utredet i sedimentet. Det ble funnet kvantifiserbare nivåer av MBT. For de øvrige forbindelsene ble disse ikke kvantifisert. Snittkonsentrasjon i screening undersøkelsen var 60 ug/kg TS [8]. Tinnorganiske forbindelser har vært benyttet som biocider og spesielt i forbindelse med behandling av båter. Det er vedtatt et internasjonalt forbud mot bruk av denne typen forbindelser [12]. Det eksisterer ikke normverdier for disse forbindelsene men for et utvalg er det satt en grense på 1000 mg/kg TS for hva som defineres som farlig avfall [7]. Nivået er tilsvarende Hg.

Tabell 11. Tinnorganiske forbindelser i sigevannsslam

Parameter	Enhet	Blandprøve 1	Blandprøve 2
MBT	ug/kg TS	30	9,4
TBT	ug/kg TS	< 1	< 1
DBT	ug/kg TS	< 5	< 1

Etter utfasing av PCB har klorerte hydrokarboner blitt tatt i bruk som substitutter i blant annet vinduer og andre byggeprodukter. I tillegg har denne typen forbindelser vært brukt i smøremidler og i andre produkter hvor det er nødvendig med persistens og god løselighet for hydrofobe forbindelser. Det er analysert både på SCCP (C₁₀ til C₁₃) og MCCP (C₁₄ til C₁₇). Det ble kun funnet kvantifiserbare konsentrasjoner av de MCCP.

Tabell 12. Klorerte parafiner i sigevannsslam

Parameter	Enhet	Blandprøve 1	Blandprøve 2
∑SCCP	ug/kg TS	Ik	Ik
∑MCCP	ug/kg TS	263	49,2

I screening undersøkelsen som ble gjennomført i regi av SFT ble det dokumentert et snitt på 21 ug/kg TS. Nivået i slammet på Dal Skog er 10 x dette nivået.

Den siste gruppen av organiske miljøgifter som er utredet i sedimentet er BFH. Resultatene er vist i tabellen nedenfor. Totalt ble det kvantifisert 29 ug/kg TS av bromerte flammehemmere.

Tabell 13. BFH i sigevannssediment (ug/kg TS)

Parameter	Blandprøve 1	Blandprøve 2
∑Tri BDE	0,13	< 0,03
∑Tetra BDE	1,55	0,26
∑Penta BDE	1,37	0,19
∑Heksa BDE	0,54	< 0,21
∑Hepta BDE	1,17	< 0,35
∑OktaBDE	< 0,73	< 0,69
∑NonaBDE	< 1,47	< 1,38
DekaBDE	14,3	< 3,46
∑TetraBB	< 0,02	< 0,02
∑PentaBB	< 0,03	< 0,03
∑HeksaBB	< 0,05	< 0,05
HBCD	10,4	6,64
∑BFH	29,46	7,09

Konsentrasjonen av bromerte flammehemmere er lav i sedimentet. Det er ikke definert tilstandsklasser basert på BFH. Farlig avfallsgrensen for noen av disse forbindelsene er satt på 2500 mg/kg TS. Hvis vi antar at egenskapene er sammenlignbar med PCB tilsvarende innholdet klasse II (god).

7.6. Mobilisering av prioriterte forurensninger

Det ble allerede i St.meld. 58 som ble publisert i 1996, etablert en liste over prioriterte miljøgifter som skal fases ut i løpet av en gitt tidsperiode [9]. I tillegg er det etablert en obs-liste som ble publisert i 2002 [10]. Denne tar utgangspunkt i listen over prioriterte stoffer i fra melding 58. Målsetning om utfasing er fremhevet i miljøverndepartementets arbeidsmål for 2010 [11]. Dette er ytterligere utredet i egen NOU om miljøgifter [12].

Allerede i løpet av 2010 skal flere av de kjemiske forbindelsene og elementene på prioritetslisten reduseres vesentlig. Flere av disse er kvantifisert i sigevannet fra deponiene på Dal skog. Et utvalg av nye kjemikalier skal reduseres vesentlig innen 2020 (se Tabell 14).

Med utgangspunkt i en variasjon i konsentrasjonen av elementer i sigevannet er det lagt inn en usikkerhet på 30 % i Figur 10. Resultatene viser at det er en synkende trend hva gjelder konsentrasjonen av tungmetallene Ni og Cr i sigevannet målt i effluenten i perioden fra 2004 til og med 2010. Det samme er ikke tilfelle for utlekking av Pb (se Figur 11). Myndighetenes målsetning er derfor ivarettatt for Ni og Cr men ikke for Pb når man trekker inn målingene gjort i 2010.

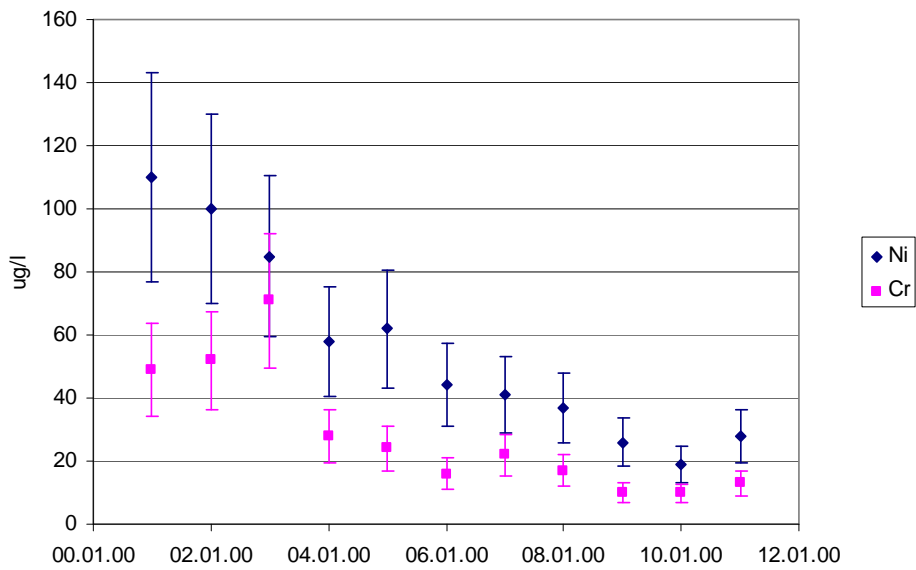
Tabell 14. Vurdering av utslipp av prioriterte forurensninger fra Dal skog – mål om vesentlig reduksjon i 2010

Prioriterte stoffer/elementer med mål om vesentlig reduksjon i 2010	Dal Skog	Merknader
As og As-forbindelser	!	
Pb og Pb-forbindelser	!	
BFH (bromerte forbindelser)	!	Målt i slam ikke i sigevann
DEHP (Di-etylheksylftalat)	!	Finnes i alle typer miljøprøver
1,2-dikloretan	?	
PCDD eller PCDF	?	Fluorerte forbindelser
Heksaklorbenzen	?	
Cd og Cd forbindelser	!	
Klorerte alkylbenzener	?	
Cr og Cr-forbindelser	!	Svært høye konsentrasjoner
Hg og Hg-forbindelser	!	
MCCP	!	Klorerte parafiner
Muskxylen	?	Aromastoffer
PAH-forbindelser	!	
PFOS	?	
Tetrakloreten	?	
TBT og TFT	!	Tinnorganiske forbindelser
Triklorbenzen	?	
Triklloreten	?	

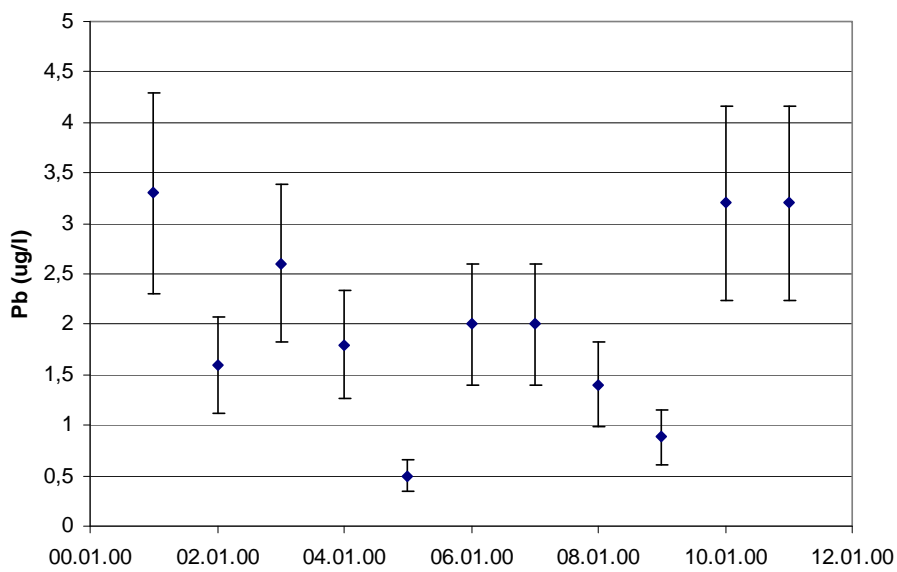
Ikke påvist: ”-”

Påvist: ”!”

Ikke analysert: ”?”



Figur 10. Utvikling i konsentrasjon av elementer i sigevann fra Dal Skog



Figur 11. Utslippet av Pb via sigevann fra Dal Skog

Tabell 15. Vurdering av utslipp av prioriterte forurensninger fra ØRAS – mål om vesentlig reduksjon i 2020 [12]

Prioriterte stoffer/elementer med mål om vesentlig reduksjon i 2020	Dal Skog	Merknader
Bisphenol A	?	
PFOA	?	Perfluoroktansyre
Dekametylsyklopentasiloksan	?	
Trikloran	?	
2,4,6 Triterterbutylfenol	?	

Ikke påvist: ”-”

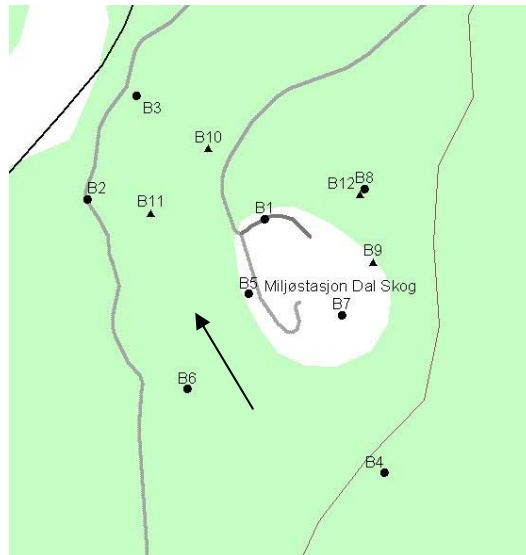
Påvist: ”!”

Ikke analysert: ”?”

8. OVERVÅKNING OG KONTROLL AV GRUNNVANN

8.1. Prøvetaking

For å følge opp mulig spredning av forurensninger fra deponiet via vannfase til grunnvannet, er det etablert i alt 12 brønner. Fire av brønnene er peilebrønner mens de resterende 8 er observasjonsbrønner. Strømningsretningen er anvist på figuren.



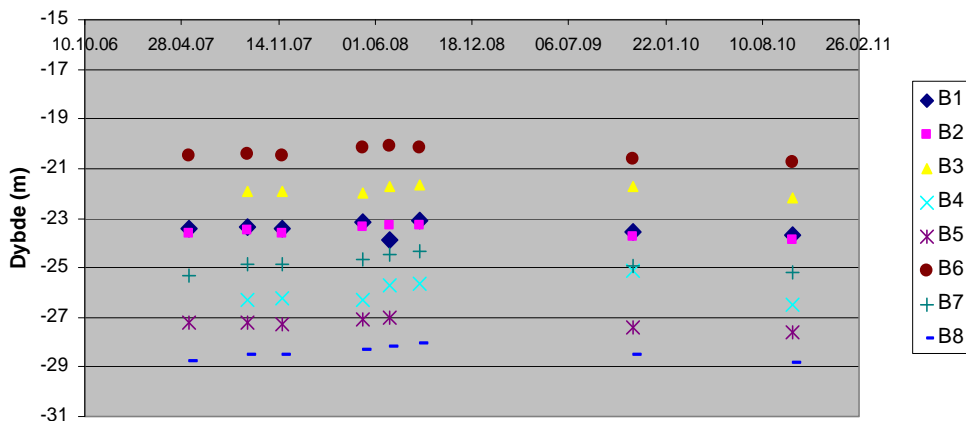
Figur 12. Beliggenhet og strømningsretning for grunnvannsbrønnene

For å sikre at det er grunnvann som det tas prøver av ble brønnene tømt før prøveuttak. Prøvene er tatt som stikkprøver og analysert etter filtrering. Dette ble utført innen 24 timer etter prøvetaking. Brønnene er listet opp i tabellen med henvisning til koordinater.

Tabell 16. Koordinatposisjonering (EUREF89) av grunnvannsbrønner

Brønn	Lokalisering	Koordinater	
		X	Y
1	Inne på deponiområdet ved bomstasjonen	6679222,982	621586,082
2	Nordvest for deponiet	6679264,656	621214,753
3	Nordvest for deponiet	6679482,492	621317,667
4	Sørøst for deponiet	6678687,502	621839,937
5	Mellom det nye og gamle deponiet	6679064,464	621552,385
6	Sør for det nye deponiet	6678864,401	621424,280
7	Ved renseanlegget for sigevannet	6679019,860	621750,220
8	Øst/nordøst for fyllplassen	6679285,555	621797,885

Høyde vannspeil er registrert før utpumping av prøve. Resultatene er satt opp i Figur 13. Nivåene er tilnærmet konstante i prøveperioden. Det betyr at grunnvannet er lite påvirket av variasjoner i nedbør/overvann.



Figur 13. Høyde vannspeil i grunnvannsbrønner

8.2. Analyseresultater

For å kunne følge opp en eventuell diffus spredning av sigevann, må det benyttes parametere som er typiske for sigevann og som samtidig ikke har sterk affinitet til partikler. Det er derfor valgt å studere nivåene av komponentene satt opp i basisprogrammet.

Det er tatt ut to prøver av grunnvann i 2010. Det er gjennomført et basisprogram og et utvidet program med analyse av tungmetaller i brønn B4 og B5. Overskridelse med hensyn på drikkevannsforskriften er markert med rødt. Sammensetningen i grunnvannet er sammenlignet med drikkevannsforskriften. Ekskluderes brønn nr 5 og 6 er nivåene i grunnvannet rundt Dal Skog ikke alarmerende i forhold til kravene i drikkevannsforskriften. På grunn av at løsmassene er en del av renseprosessen rundt anlegget er det forventet en kontaminering av både B1 og spesielt B5 som ligger nærmest infiltrasjonsanlegget.

Tabell 17. Snittkonsentrasjoner basert på to prøver av grunnvann

Parameter	Enhet	Forskrift	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
pH		6,5-9,5	7,45	8,2	7,8	7,9	7,15	6,9	8,15	8
Cond	mS/m	250	105,15	14,4	10,05	18,85	428,5	13,9	18,3	10,85
Cl	mg/l	200	154	1,2	1,41	2,7	712,5	3,465	9,765	1,095
NH4+	ug/l	Id	14,5	12,15	3,1	9,6	39500	12	13	10
NO2+NO3	ug/l	10005	13	87	56,5	10	Ik	3950	1285	225
KOFcr	mg/l	5	30	11	10	16,5	335	11,5	10	Ik
B	ug/l	1000	150	Ik	Ik	Ik	3150	54,5	Ik	Ik
Fe	ug/l	200	106	20,05	18	1307,5	61	25,38	2,45	7,35

En visualisering av spredning av sigevann fra renseanlegget er satt opp Figur 14. Cl⁻ - ionet er brukt som indikatorparameter. Dette forekommer i lave konsentrasjoner naturlig i miljøet, og er en relativt sikker parameter for identifisering av antropogen påvirkning. Som det fremgår av illustrasjonen, er det de nærmeste brønnene som ligger i strømningsretningen for grunnvannet, som påvirkes mest.

Innholdet av tungmetaller er analysert for å vurdere spredning av elementer fra deponi og ut i grunnen. B4 er oppstrøms deponiet og er referanse for de øvrige brønnene. Det er tydelig at mobiliteten av tungmetaller er svært forskjellig i grunnen rundt anlegget. Basert på de

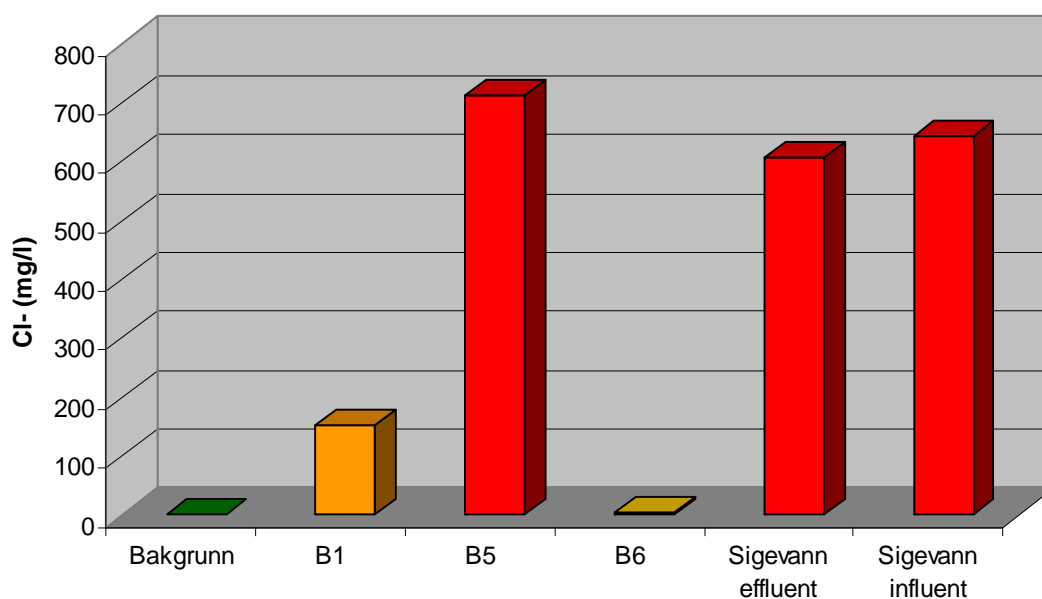
foreliggende resultatene er det sannsynlig at Cu, Cd, Ni og As ikke felles ut like effektivt i infiltrasjonsbassengene men transporteres ned i grunnvannet. Konsentrasjonen av de respektive tungmetallene er høye i B5 som ligger nærmest deponiet.

Tabell 18. Elementer i grunnvannsbrønner (ug/l)

Punkt	Drikkevann	B4	B5	Infiltrasjonsbasseng
Zn	Id	25	26	29,2
Cu	100	0,96	21,5	2,7
Pb	10	1,3	0,037	0,52
Cd	5	0,0215	5,45	0,022
Ni	20	1,835	91,5	27
Cr	50	3,9	3,15	13,55
Mn	50	315	6900	Im
As	10	0,9	15,5	3,35
Hg	0,5	0,015	0,1405	0,0125

8.2.1. Klorid

Graden av spredning av sigevann i grunnen er illustrert i Figur 12 ved å plote konsentrasjonen av Cl⁻ som funksjon av avstanden fra deponiet. Cl⁻ ionet er godt egnet som indikator for å vurdere spredning av sigevann (antropogen forurensning) i grunnen. Årsaken er liten affinitet til partikler og ellers høy mobilitet i grunnvannet [13, side 219]. Fra deponiet til brønn nr 1 er konsentrasjonen av klorid redusert med en faktor 27 målt i 2009 (Sammenlignet med rått sigevann). I 2010 derimot er denne reduksjonen en faktor fire. Dette kan tyde på at forurensningssituasjonen er i ferd med å endre seg. Det vil si at sigevannet har en større spredning.



Figur 14. Graden av spredning av rensert sigevann fra infiltrasjon via grunnvannet

8.2.2. Nitrat

På grunn av reduserte forhold vil uorganisk nitrogen foreligge på redusert form i sigevann (NH_4^+). Ved spredning i grunnen under tilførsel av oksygen, vil man forvente nitrifisering og oppkonsentrering av nitrat. På samme måte som kloridionet er mobilt, er også nitraten mobilt på grunn av liten adsorpsjon til leirpartikler eller organisk materiale [13, side 217].

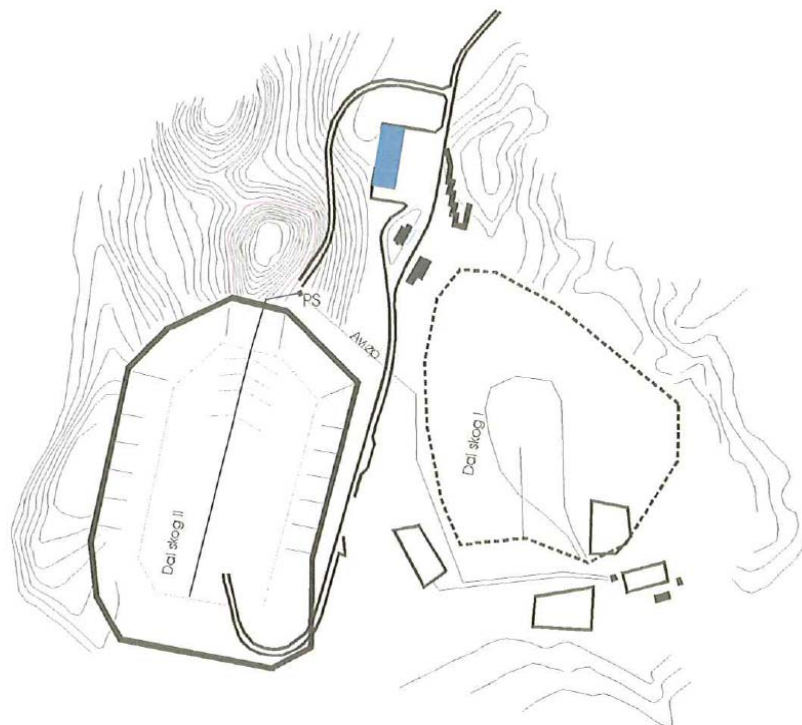
I utløpet fra sedimenteringsbassenget er konsentrasjonen av nitrat/nitritt svært variabelt og en funksjon av hvor godt den biologiske renseprosessen fungerer. Det er registrert høye konsentrasjoner av nitrat i brønnene som ligger lengst unna deponiet. Ser man bort i fra B4 som ligger oppstrøms anlegget, er konsentrasjonen lavest i B1 og B5 som ligger nærmest anlegget mens nivåene øker som funksjon av avstanden til deponiet. Konsentrasjonen er høyest i B6. Nitrifikasjon i grunnen forutsetter god tilgang på O_2 . Det bør vurderes å måle red/oks- forholdene i grunnvannet.

9. VANNBALANSE I DEPONIET

9.1. Estimering av sigevannsmengder

Miljøstasjon Dal Skog ble etablert i 1981 med et deponi (Dal Skog 1) som ble gravd ut i en dal/dødisgrøp. Deponiet ble bunntettet med en singel 1 mm plastmembran. Deponiet har avløp med selvføll til pumpesump og pumpes derfra videre til etablert renseanlegg. Dette deponiet ble avsluttet i 1991 og overdekket med sandige masser. Dal Skog II ble etablert i 1991 som et separat deponi med en bunn og sidetetting som består både av LDPE og bentonitt membran. Deponiet har avløp til pumpesump og pumpes til sigevannsbehandlingsanlegget.

I deponiet Dal Skog I er det deponert blandet restavfall fra kommune og næringsliv. I Dal Skog II er det meste av driftsperioden deponert kildesortert restavfall. I 1998 ble det startet utsortering av våtorganisk avfall og i 2005 ble restavfallet fra husholdningene levert til energiutnyttelse. I løpet av de tre siste årene har mengden til sluttbehandling vært under 1000 tonn. Det er derfor sannsynlig at det største bidraget til innhold av miljøgifter vil komme fra Dal Skog I og at også mengdene sigevann fra dette deponiet er størst. Sistnevnte på grunn av den enkle membranen. Flateinnholdet Dal Skog I og II er ca 47000 m² for hvert av deponiene. En skisse av de to deponiene er vist i Figur 15 [14].



Figur 15. Skisse deponier Dal Skog

Kalkulering av vannbalansen er et meget krevende arbeid. Usikkerheter er relatert til blant annet:

- ◆ Måling av sigevannsmengde – påvirkes av blant annet SS og skumming
- ◆ Hydraulisk ledningsevne i toppdekke
- ◆ Registrering av nedbør
- ◆ Vannmengde i avfallet
- ◆ Mengde til evapotranspirasjon

Vannbalansen i deponiet er en funksjon av følgende variable [15]

$$LC = PR + SRT - SRO - EP - ST$$

LC er sigevann

PR er nedbørs mengde

SRO er vann som renner av som overflatevann

SRT er vann som renner via overflatevann inn i deponiområdet.

EP er det vannet som fordamper

ST er vannmagasinet som til en hver tid er i deponiet.

Sigevannsmengde – registrert LC

Mengden sigevann som er generert på Dal Skog er basert på avlesning av sigevannsmåler. I 2010 er mengden målt til 40317 m³.

Nedbørsmengde PR

Det er ikke etablert egen målestasjon på Dal Skog. Det er hentet inn nedbørsdata fra målestasjonen på Gardermoen. Ut i fra denne registreringen er nedbørs belastning 668 mm i 2010.

Fordampning – EP

Er inkludert i beregningene

Vannmagasinerer ST

ST vil være avhengig av blant annet felt kapasiteten. Det vil si den evnen avfallet som er deponert har til å magasinere vannet. Tidligere arbeid har vist at feltkapasiteten er om lag 125 l/m³ avfall [16].

I følge veileder for sigevannsovervåkning varierer vanninnholdet i avfallet mellom 25 % i tørt sortert avfall og 75 % avhengig av innslaget av våtorganisk avfall. ØRAS tar i mot svært lite våtorganisk avfall og restavfallet går til forbrenning. Dersom vanninnholdet settes til 35 % og tettheten i avfallet settes til 550 kg/m³ inneholder 1 m³ avfall 192 l med vann [17, side 65]. Av dette forbrukes ca 45 liter under anaerob nedbrytning. Det betyr at det gjenstår ca 147 liter vann/m³ avfall. Forutsatt en feltkapasitet på 125 l/m³ vil 1 m³ avfall bidra med 22 l med sigevann. Mengden vann som frigjøres/er drenerbart er avhengig av partikkelstørrelsen. Det er antatt at fra 25 til 50 % av vannet er drenerbart [17, side 65]. Vi antar at 50 % er drenerbart. Det vil si at 1 m³ avfall bidrar med 11 liter sigevann. Vi antar videre at denne mengden frigjøres i løpet av ”deponiåret”.

I 2010 ble det mottatt og deponert 775,77 tonn avfall. Det betyr om lag 1409 m³ avfall. Det betyr at avfallet bidro med bare 31 m³ sigevann i 2010.

Sigevannsmengde – beregnet LC

Resultatet sammenlignes med målt mengde sigevann. Ved beregning av sigevannsmengde er følgende antatt:

- ◆ Alt sigevann samles opp
- ◆ Feltkapasiteten i avfallet er basert på ”steady state”
- ◆ Tar ikke hensyn til innad rettede grunnvannsstrømmer (må beregnes separat)
- ◆ Ulik beskaffenhet i grunnen - diffuse utslipp må beregnes fra hvert enkelt delområdet.
- ◆ Resirkulering av sigevann er ikke inkludert i modellen
- ◆ SRT og SRO er satt til null

Det er i beregningene benyttet en modell som er empirisk fundert og hvor grunnlaget for dataene i modellen er hentet fra en rekke deponier [18]. Beregningene tar utgangspunkt i to situasjoner: aktivt deponiområde uten overdekning og område med ulike typer overdekning. Dette gir følgende formler:

$$(1) LC = PR \times S \times 0,6$$

$$(2) LC = PR \times S \times 0,4 \times Cc$$

LC er sigevann (m³)

PR er nedbørsmengde (m/m²)

S er overflate (m²)

Cc er overdekningsfaktor

Cc er 0,7 for området med et jorddekke > 0,3 m

Cc er 0,5 for et leiredekke med $K \leq 1 \times 10^{-9}$ m/s

Cc er 0,25 for et leirdekke (1m) inkludert drenasje lag og toppdekke av jord

Tabell 19. Toppdekke deponi korrelert med avrenning til sigevannssystem

Type område	Størrelse (m ²)	Type overdekning	Merknader Cc*	Beregnet sigevannsmengde m ³
Dal Skog I (Avsluttet)	47000	Overdekket med jordmasser > 0,3 m	0,7	8791
Dal Skog II (Avsluttet)	46500	Overdekket med jordmasser > 0,3 m	0,7	8697
Aktivt deponiområde	500**	Ingen	Ingen	134

* Cc - overdekningsfaktor

** Antatt driftsareal

Det er antatt at toppdekke på Dal Skog I består av jord med en tykkelse på over 0,3 meter. Det betyr en Cc på 0,7. Med dette som utgangspunkt blir bidraget fra det nedlagte deponiet på 13000 m³ pr år. Toppdekke på Dal Skog II vil bestå av både område hvor det er tildekket og et mindre område hvor det foregår aktiv deponering. Vi antar at det totale topparealet er det samme som for Dal Skog II - ca 47000 m². I tillegg antas at ca 500 m² er aktivt deponiområde uten toppdekke. På grunn av usikkerheten i beregningene antas at forskjellen i sigevannsmengde fra det nye deponiet er tilsvarende Dal Skog I. Det gir en total mengde sigevann på ca 17653 m³ fra begge deponiene inkludert mengden vann fra avfallet. *Det er viktig å være oppmerksom på en betydelig usikkerhet i beregningene.* Usikkerheten er blant

annet knyttet til toppdekkets beskaffenhet, feltkapasiteten og kilder til fremmedvann og mengden.

Vann fra ettermodning av kompost

Asfaltplate som tidligere ble brukt til kompostering av matavfall blir i dag brukt til ettermodning av kompost. Plata har et areal på 6700 m². Vannet som genereres på plata resirkuleres til Dal Skog 1 via en lagune på toppen av deponiet Dal Skog 1 (Figur 16).



Figur 16. Lagune for sigevann fra kompostplate

I 2010 ble det registrert 668 mm nedbør i området (nedbørsstasjon Gardermoen). Hvis vi antar en evapotranspirasjon på 240 mm betyr dette at en total sigevannsmengde på 4475 m³. Dette endrer regnskapet for vannbalanse til 22128 m³. Mengde målt sigevann i 2010 var 40317 m³. Det betyr at vannbalansen er innenfor ± 45 %. Usikkerheten kan ikke sies å være akseptabel.

I tillegg ble det observert ansamling av nedbør på både Dal Skog 1 og 2. Dette kan sees på figurene nedenfor.



Dal Skog 1



Dal Skog 2

Figur 17. Ansamling av overvann på toppdekke deponi

Det er tidligere påpekt at belastningen på sigevannet er for høy. Det vil derfor bedre situasjonen at toppdekke arronderes på en slik måte av overvann renner av deponiet og ikke bidrar til økt sigevannsmengde.

Følgende momenter bør blant annet følges opp også i 2011:

- ◆ Kalibrering og bestemmelse av usikkerhet mengdemåler.
- ◆ Redusere inntregning av vann ved å korrigere setninger i toppdekke. Fallet ut mot kantene bør minst være 2 % etter setninger.
- ◆ Endelig avslutning av Dal Skog I med overdekningsmasser med lav hydraulisk ledningsevne i kombinasjon med tilsåing.

10. OVERVÅKNING AV DEPONIGASS

10.1. Beskrivelse av anlegget

Uttak av deponigass fra deponiet på Dal Skog ble anlagt i 1997. Det bestod, i utgangspunktet av totalt 29 brønner, jamt fordelt mellom horisontale og vertikale brønner. Det er i tillegg etablert en brønn i en biocelle bestående av matavfall. Gassen trekkes ut av deponiet ved hjelp av en vifte frem til reguleringsstasjonen. Fra reguleringsstasjonen går gass-strømmen direkte til produksjon av strøm og varme. Avfaling brukes som beredskapsløsning. Fakkelen har en kapasitet på 450 Nm³/h.

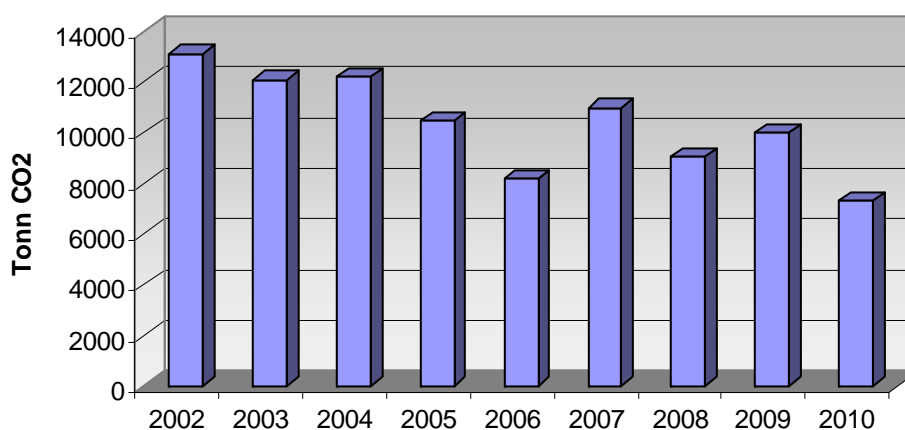
10.2. Drift av gassanlegget

Estimert uttaksvolum i 2010 er 1384134 m³ med deponigass. Av dette er 409381 m³ deponigass brukt til produksjon av energi i form av varme. Varmen er brukt i et lokalt gartneri. Det som ikke er utnyttet til varmeproduksjon er forbrent i fakkell. Snittkonsentrasjonen av metan har i perioden vært 35 %. Dette representerer 484446 m³ med metan.

10.3. Påvirkning på klimaet

Basert på resultatene i avsnitt 10.2 er den totale mengden metan som er behandlet lik 484446 m³ som representerer en reduksjon sammenlignet med 2009. Metan er en betydelig absorberende av IR stråler og dermed en klimagass. Den er i henhold til GWP 21 ganger mer effektiv som klimagass enn CO₂. Med en tetthet på 0,72 kg/Nm³ tilsvarer dette 349 tonn¹ med metan. Regnet om til CO₂ ekvivalenter tilsvarer dette en miljøbesparelse på ca 7325 tonn.

Utvikling i effektiviteten i reduksjon av klimagassutslippene er satt opp i Figur 18. Fra 2002 til 2004 er uttaksmengden rimelig konstant. I 2005 og 2006 er markant nedgang mens uttaksmengden i 2007 har tatt seg opp. Blant annet intensivering av ettersyn av anlegget har gitt gode resultater. Fra 2008 til 2009 var det også en oppgang mens mengden CO₂ ekvivalenter behandlet i 2010 representerer en betydelig nedgang.



Figur 18. Reduksjon i utslipp av klimagass fra deponiet på Dal Skog

¹ noe avvik på grunn av at det ikke er normale verdier som er avlest på deponigassanlegget

11. INTERNKONTROLL OG KVALITETSSIKRING

11.1. Registrering av avvik

Det ble registrert totalt 16 avvik eksklusiv avvikene fra mottakskontrollen. Avvikene kan grupperes i følgende alvorlighetsgrad:

Mindre avvik

Dette er avvik som inkluderer mindre forsøpling og mindre uhell. Det er blant annet registrert 11 avvik i forbindelse med drift av kompostanlegg og transport. Fyringsanlegget har også hatt en del driftsstans som er inkludert i denne kategorien. Dette er dog ikke avviksført.

Alvorlige avvik

Alvorlige avvik er:

- Alarmer som er knyttet til overvåkning av deponigass og sivevann.
- Ukjent farlig avfall/lekkasje farlig avfall
- Forurensning i avfallsfraksjoner (containerbil)
- Tyveri/hærverk

Av alvorlige avvik er det registrert 6 slike avvik i 2010:

- ◆ Asbest i rene masser
- ◆ Fenghetter funnet i brennbar fraksjon

Kritiske avvik

Kritiske avvik er knyttet til

- punktutslipp av forurensning
- brann og personulykker

Det er registrert to slike avvik i denne kategorien i 2010. Blant annet er det registrert oversvømmelse på kompostplata. I tillegg var det en betydelig brann i restavfallet som også ødela restavfallskverna.

11.2. Mottakskontroll

Mottakskontrollen ble oppgradert betydelig allerede i 2005. Fra stikkprøvebasert kontroll er det gjennomført en fullstendig kontroll med hvert lass som skal sluttbehandles. Det benyttes gravemaskin med grabb for å sortere avfallet. Det er etablert kontroll av restavfall på tre forskjellige steder. Dette henger sammen med tilbudet som private og næring har for levering til sluttbehandling. For private leveranser foregår kontrollen på gjenvinningsstasjonen. For næring foregår kontrollen delvis under innveing og dels på rampe ved deponiet. I avviksrapporten er avvikene kategorisert i EE-avfall, farlig avfall og annet sorterbart avfall. I registreringene som gjennomføres under innveing deles det kun mellom godkjente og innveinger med avvik.

11.2.1. Kontroll på gjenvinningsstasjonen

Det er lagt ned en betydelig innstans for å følge opp leveransene på gjenvinningsstasjonen i den hensikt å øke renheten på de fraksjonene som sorteres ut. Spesielt er innsatsen økt mot container for restavfall. Det ble registrert totalt 5001 avvik i forbindelse med levering på gjenvinningsstasjonen.

12. REFERANSER

- 1 Aquateam, "Rapport fra gjennomgang av sigevannsanlegg", Rapport nr 03-040, (2003)
- 2 C. Øman, M. Malmberg, C. W-Watz, Utvekling av metoder før karakterisering av lakvatten från avfallsupplag - slutrapport", RVF Rapport - B1353, (2000)
- 3 B. E. Berg, "Lokal rensing av sigevann fra deponi – Erfaringsammenstilling", NRF-Rapport, ISBN 82-8035-049-7, (2005)
- 4 B. Rusten, B. Paulsrud, "Bakgrunn for søknad om endring av utslippstillatelse for rensed sigevann fra Dal Skog avfallsdeponi", Notat 21.12 (2004)
- 5 SFT, "Retningslinjer for å stille krav til utslipp av miljøgifter i sigevann fra deponier", utkast (2007)
- 6 A. Helweg (ed), "Kemiske stoffer i miljøet", Gads forlag København (2000)
- 7 SFT rapport, "Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn", TA 2553 (2009)
- 8 Carl Einar Amundsen, Petter Snilsberg, Stein Turtumøygard og Hege Stubberud, "Sammenstilling av resultater fra screening-analyser av sigevann fra avfallsfyllinger", TA 2075/2005
- 9 Miljøverndepartement, "Miljøvernpolitikk for en bærekraftig utvikling – dugnad for framtida", Stortingsmelding nr. 58., (1996-1997)
- 10 SFT, "Obs-listen 2002", TA1910, (2002)
- 11 Miljøverndepartementet, "Resultatmål 3 – underområde 4 miljøgifter", For budsjettåret (2010).
- 12 NOU, "Et Norge uten miljøgifter", Rapport: 9 (2010)
- 13 G. Kiely, "Environmental engineering", McGraw-Hill, Malaysia (1998)
- 14 S. Lorentzen, "ØRAS – Dal Skog II – miljørisikovurdering", ANØ Miljøkompetanse, (2003)
- 15 SFT, Veileder om miljørisikovurdering av bunntetting og miljørisikovurdering av bunntetting og oppsamling av sigevann ved deponier", TA-1995/2003, Desember (2003)
- 16 K. Haarstad, T. Mæhlum, T. Hartnik, S. Turtumøygard, VANN, 3 (2003) 286
- 17 T. Mæhlum, T. Hartnik, K. Haarstad, T. Källquist, "Fra produkt til avfall – miljøproblemer ved deponering", Utkast, TA-nummer-1945/2003, (2003) 113 sider
- 18 T. Gisbert, C. Bloquet, G. Barina, C. Petitpas, "Assessing the quantity of leachate: a simple tool for short term prediction and its evaluation on real size landfill sites, Presented at Sardinia (2003)