

Grønn Etat, Bergen Kommune

Miljøovervåkningsprogram for Rådalen avfallsdeponi

COWI AS
Solheimsgaten 13
Postboks 6051 Bedriftsenteret
5892 Bergen

Telefon 02694
www.cowi.no

Innholdsfortegnelse

1	Sammendrag	2
2	Innledning	3
3	Områdebeskrivelse	3
4	Geologiske forhold	5
5	Tidligere analyser	8
5.1	Sigevann	8
5.2	Sigevannssediment	10
5.3	Grunnvann	10
5.4	Overflatevann	12
5.5	Tilstand overvannsledninger	14
6	Forslag til overvåkningsprogram	17
6.1	Prøvepunkt	18
6.2	Prøvetidspunkt	21
6.3	Prøvetakingsmetodikk	22
6.4	Analyseprogram	23
7	Resipientundersøkelse	25
8	Vannbalanse	25
9	Referanser	27

Dokumentnr.
Versjon 01
Utgivelsesdato 29.11.10

Utarbeidet elne
Kontrollert ods
Godkjent

1 Sammendrag

Det er utarbeidet et forslag til miljøovervåkningsprogram for Rådalen avfallsdeponi. Planen bygger på tidligere overvåkningsprogram og rapporter, avfallsforskriften og Klif veileder om overvåking av deponier.

Deponiet består av totalt 8 ulike delfyllinger hvor det ble deponert industrielt og kommunalt avfall i perioden 1962 - 1997.

Deponiet er anlagt i naturlige forsenkinger i terrenget i tillegg til nye deponivolum som har blitt ledige etter uttak av steinmasser. Det er i tillegg avgravd overflatemasser før innfylling av avfall. De naturlige massene bestod av torv/myrjord. Større deler av deponiet er i dag tilbakeført til jordbruk.

Forslaget til overvåking består i prøvetaking og analyse av:

- Sigevann og sigevannssedimenter fra pumpestasjonen på Pålamyra og fra pumpestasjonen ved mekanisk verksted inne på FSG sitt område
- 6 grunnvannsbrønner
- 2 punkter med overflatevann
- Resultatene fra Pålamyrbekken skal vurderes og kommenteres mot de siste tilgjengelige resultatene av Byfjordsundersøkelsen for Raunefjorden (resipientundersøkelse)

For prøver av sigevann og sigevannsediment anbefales analyse etter SFT TA-2077/2005.

For grunnvannsprøver og overflatevannsprøver anbefales analyse av indikatorparametre med prøvetaking i januar og juni.

Det anbefales prøvetaking av sigevann i januar, april, juni og oktober hvert år.

Det anbefales prøvetaking av sigevannsediment i juni hvert år.

Som følge av at Grønn Etat har fått utført en tilstandsvurdering av overvannsnett i tilknytning til deponiet anbefales det prøvetaking fra en rekke kummer for å avgrense hvilke ledningsstrekker det er innsig av vann fra deponiet. Vannprøvene bør analyseres for de samme indikatorparametrene som grunnvannsprøvene og overvannsprøvene analyseres for. Prøvetaking i januar i første omgang, dersom Grønn Etat ser behov for en prøvetakingsrunde til legges denne til juni.

2 Innledning

Formålet med overvåkningsplanen for avfallsdeponiet er å overvåke vannkvalitet i sigevannet og vannforekomster rundt deponiet for å kontrollere at det ikke forekommer utslipp til grunnvann eller overflatevann. Overvåkingsdataene skal også benyttes til dokumentasjon av nedbrytningsprosessene i deponiet.

Det skal være mulig å estimere mengder og kvalitet av utslippene og det skal dokumenteres om det skjer endringer over tid.

Arbeidet bygger blant annet på informasjon fremkommet i data fra overvåkingsrapporter utarbeidet av Hardanger Miljøseniter AS i perioden 2003-09, utslippstillatelse gitt av Fylkesmannen i Hordaland (1996), stautsrapport av COWI (2009) og rapport etter tilsyn med etterdrift av Rådalen Avfallsdeponi (2010).

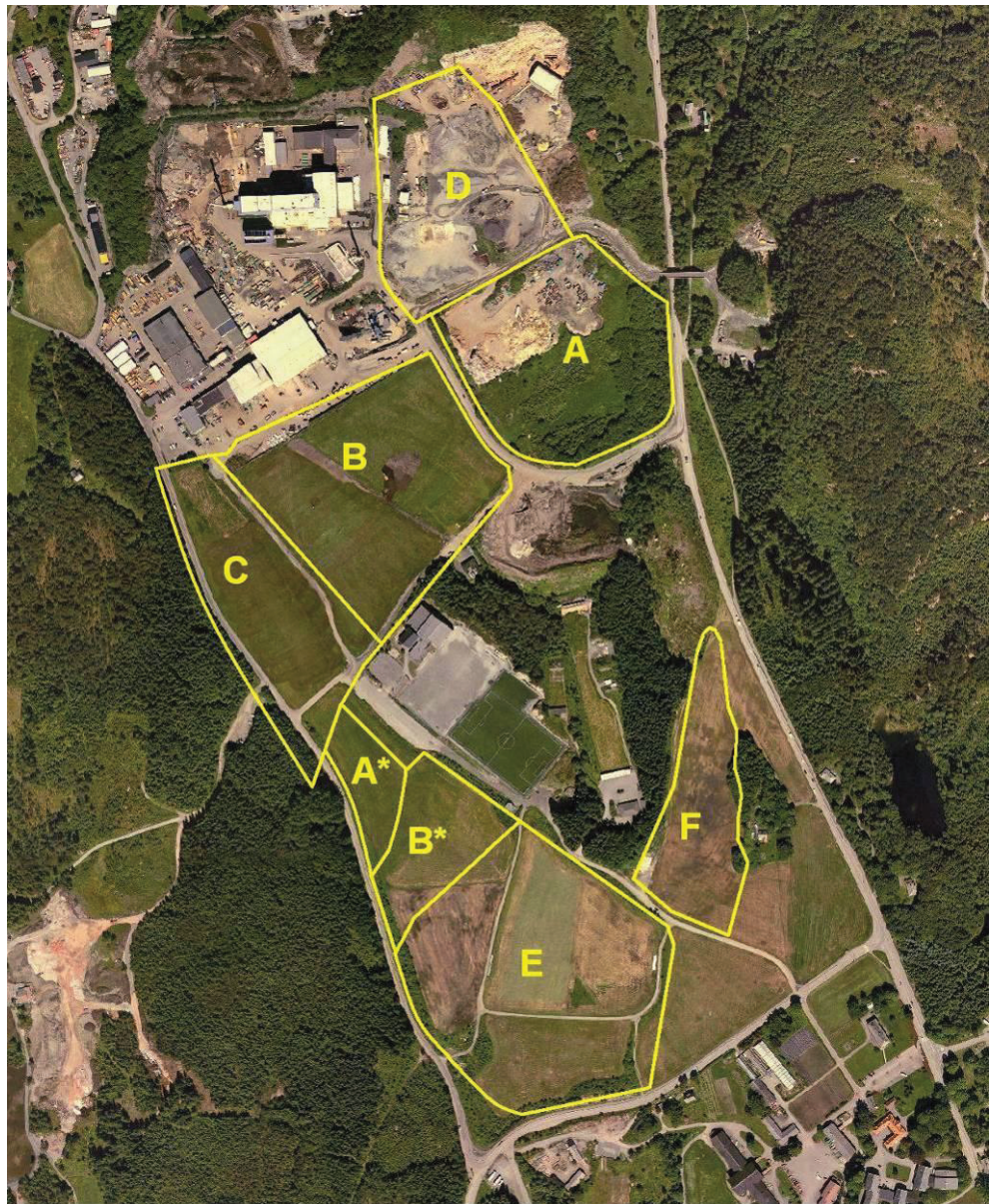
3 Områdebeskrivelse

Avfallsdeponiet var i drift i perioden 1962 - 1997. Det tok imot husholdningsavfall, slam og næringsavfall fra næringsliv og industri i regionen. Deponiet er bygd ut i 8 trinn, størrelse og driftsperiode er gjengitt i tabell 1.

Deponi	Driftsperiode	Areal (daa)	Omtrentlig mengde avfall
A	1982-87	40	600 000
B	1962-77	50	700 000
C	1978-82	30	400 000
D	1988-92	25	650 000
E	1987-88, 1992-96	69	650 000
F	1983-84	20	Ukjent
A*	1995-96	12	Ukjent
B*	1993-96	15	Ukjent

Tabell 1: Deponihistorikk

Området er regulert til industriformål og jordbruk og Fylkesmannen i Hordaland har utarbeidet utslippstillatelse til avfallsplassen. Lokaliseringen av deponiet er vist i figur 1.



Figur 1. Oversiktskart over de ulike deldeponiene i Rådalen

4 Geologiske forhold

Berggrunn

Berggrunnen i Rådalen består av vekslende gneisbergarter, i hovedsak granitiske til mangerittiske gneiser. Stedvis er det finkornete til middelskornete mørke amfibolitter og forskifrede hornblendegabbroer til diorittiske og noen surere gneiser. Disse gneisene har et betydelig kalsiuminnhold og er næringsrike for planter. Kalkspat kan lett utfelles fra vannfylte sprekker i fjellet. Gneisene inneholder ofte aluminium, natrium, kalsium, magnesium og jern. Glimmer som også er en vanlig forekomst i gneis inneholder kalium, aluminium eller magnesium og jern (Noteby 1997).

Rådalen er en del av Bergensbuene. Gneisene har til dels markert struktur, eller foliasjon med strøk i nordvestlig og vestlig retning og fall mot sør. I hovedtrekk har berggrunnen foliasjonssprekker som er orientert Ø-V og faller 20 til 70 grader mot S. Disse sprekkeene er utholdne, men lite åpne og fører av den grunn lite vann. Det andre sprekkesystemet har strøketretning N20-30V og faller 50-90 grader mot N. Det tredje sprekkesystemet er orientert med strøk N10-40Ø og faller 50-90 grader mot N. I tillegg finnes det sporadiske horisontale sprekker, og sprekker med strøk nesten parallelt med foliasjonen, men med fall mot nord. Av disse sprekke/svakhetssonene er det særlig de N/NV-gående sonene som inneholder mindre sprekkemateriell og kan være åpne.

Kvartærgeologi

Den marine grense (MG) i området ligger på 52-54 m.o.h. Arealer som ligger over denne grensen (deponi A og D) er grunnlendt eller har eksponert fjell. I lavpunkt i terrenget forekommer torvdannelse. Områdene sør for deponi A og D kan ha hatt større mektigheter med løsmasser. Områdene B og C var opprinnelig et flatt myrområde. I område C lå det før avfallsdeponeringen startet opp et skogstjern med Pålemysrbekken som utløp. I dette området er det trolig mer finkornede løsmasser som silt og leire. I det sørlige området mellom Fanavegen og Hordnesvegen fantes det større løsmassemektigheter av lagdelt sand og grus. Dalen ned mot Melkeviken består av en deltaavsetning som for det meste består av silt.

Hydrogeologi

Grunnvannstransport i berggrunnen er knyttet til sprekke- og svakhetssonene i bergmassivet som utenom disse sonene regnes som tett. Dvs. verken grunnvann eller forurensninger transporteres gjennom denne delen av grunnen.

I 1997 var det antatt at bunnivået til deponiene var sammenfallende med grunnvannsnivået under deponiet. Dersom sivevannspumpingen hadde vært effektiv vil dette ha resultert i at grunnvannet ikke ville stige opp i avfallet og gi opphav til utadrettet drenering.

I følge Noteby (1997) er hoveddreneringsmønsteret uendret etter etableringen av de sørlige deponiene siden vannet renner sørover mot Melkeviken nå som før. Men i området lengst nordøst (deponi A og D) har vannskillet blitt flyttet nordover. Mindre deler av deponiene A og D kan ha noe drenering mot nordøst.

Basert på undersøkelser utført av BIR i 2002 og 2004 er det sannsynlig at bunnivået til deponiene ikke sammenfaller med grunnvannsnivå under deponiene. Vannfylte gassbrønner observert i 1997 kan enten være indikasjon på at utpumpingskapasiteten på pumpestasjonen er for lav eller at avfallet er så tett at vannet stuver seg. Observasjonene viser at det står vann opp i avfallet.

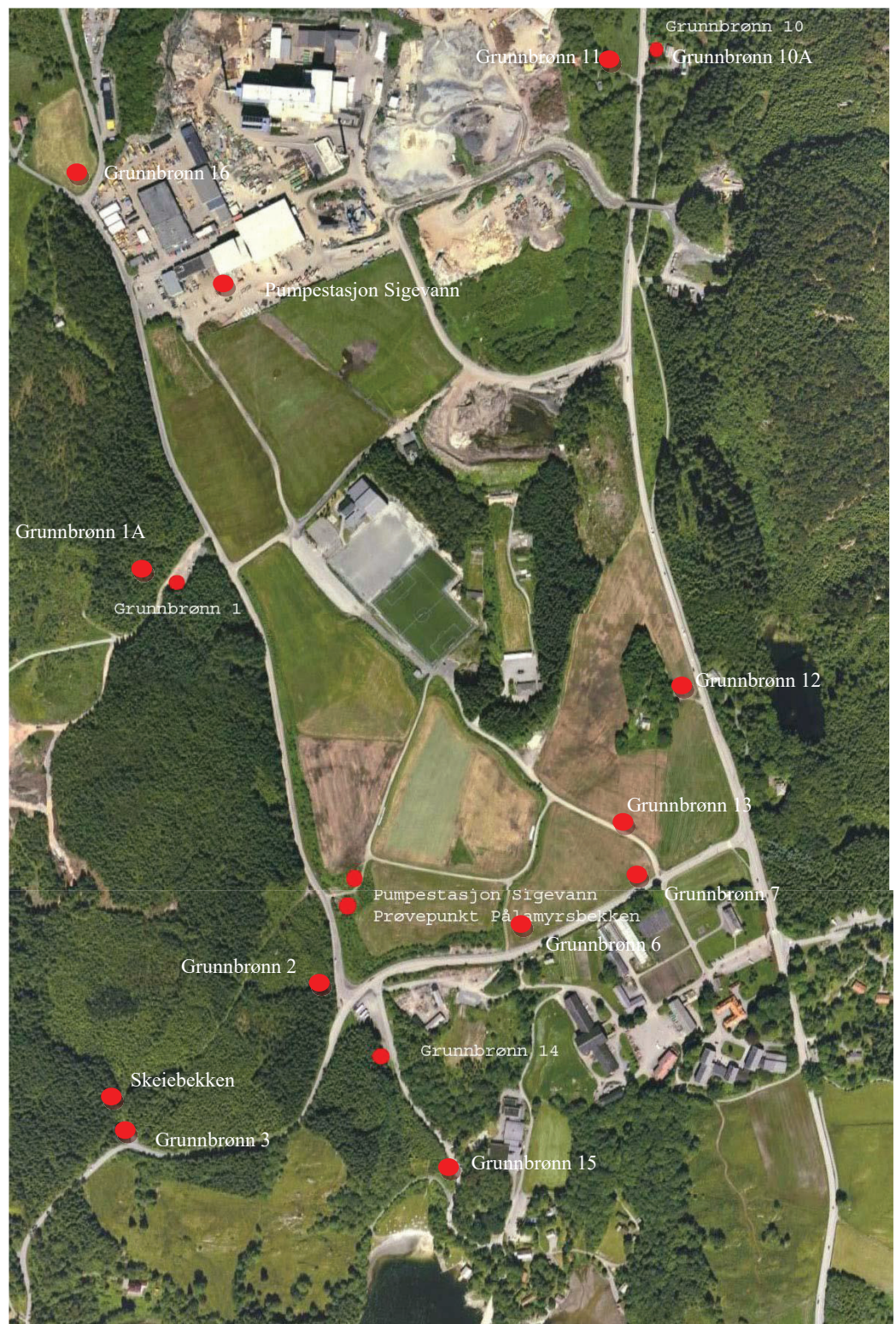
Før utarbeidelse av overvåkingsplanen i 1997 var det allerede etablert syv overvåkingsbrønner, GB 1 til GB 7. Syv supplerende overvåkingsbrønner/grunnvannsbrønner ble etablert i 1997. Fire av disse i berg og tre i løsmasser, GB 10 – GB 16.

Løsmassebrønnene (GB 11, GB 13, GB 15) ble plassert i tre områder utenfor deponiene i nordøst og i sør. GB 11 og 13 skulle brukes til å avsløre utslipp av sigevann med grunnvann ut fra deponiene. GB 15 skulle brukes til å prøveta grunnvannet nedstrøms for deponiet i hoveddreneringsretningen.

Bergbrønnene GB 10, 12, 14 og 16 ble plassert langs svakhetssonene, henholdsvis NØ for deponiet på Grønnestølen, SØ på Stend, S på Melkeviken og NV på Skeievegen/Skeielia for å kunne overvåke mulige ukontrollerte utslipp og transport av sigevann.

Brønnene(14 stk.) ble plassert og inngikk i en overvåkingsplan der hensikten var at alle skulle inngå i det permanente overvåkingssystemet for deponiet. Oversikt over brønnene er markert inn i figur 2. Brønn 4 og 5 er ikke markert på kartet da de ligger sørvest for området som er med på flyfotoet.

Over tid har overvåkningsprogrammet blitt endret og antallet brønner som har blitt prøvetatt har gradvis blitt redusert. I perioden 2000-05 ble tatt prøver fra GB 1A, 10A, 11, 14 og 15. Fra og med 2006 ble prøvetakingsprogrammet videre nedjustert til kun å gjelde brønn GB1A, 10A og 14. Det oppstod problemer med grunnvannsbrønn 1 og 10 og det ble i 2004 boret nye brønner ikke langt fra de gamle brønnene. De nye brønnene blir kalt for GB 1A og GB 10A.



Figur 2: Oversikt over prøvetakingspunkter av grunnvann, overflatevann og sigevann.

5 Tidligere analyser

Det er analysert vannprøver av sigevann, overflatevann og grunnvann ved deponiet i varierende grad fra 1997 og frem til dags dato. Fullstendige analyseresultater finnes i overvåkningsrapportene fra Hardanger Miljøsenster AS(2003-09).

Sigevann er prøvetatt fra pumpestasjonen ved Pålamyra og fra pumpestasjonen ved verkstedet på området til FSG (avsluttet 2005). Prøvepunkt for grunnvann har som nevnt i punkt 4 blitt redusert fra 7 til 3 brønner over tid. Overflatevannprøver blir tatt fra Skeiebekken, som referanseprøve, vest for deponiområdet og fra Pålamyrsbekken nedstrøms deponiet før Melkeviken. Alle prøvetakingspunkt er avmerket i figur 2.

5.1 Sigevann

Pumpestasjon verksted			
2003-05		Median	Variasjon
pH		7,01	1,1
turbiditet	FTU	48,15	69
Ledningsevne	mS/m	326,5	8,6
Tot-nit	mg/l	178	2,2
Ammonium-N	mg/l	171	2,0
Tot-fos	ug/l	1350	3,9
KOF Cr	mg/l	310,5	5,0
BOF	mgO2/l	80	8,6
Klorid	mg/l	376	3,6
Sulfat	mg/l	25,2	6,2
Jern	mg/l	10,25	13
Kvikksølv	ug/l	<0,01	>12
Bly	ug/l	7,465	115
Kadmium	ug/l	0,075	>31
Krom	ug/l	40	3,30
Kobber	ug/l	14	13
Sink	ug/l	58	18
Arsen	ug/l	3,785	1,7
Nikkel	ug/l	17,45	3,3
AOX	mg/l	0,185	6,1
Fenol	ug/l	1,8	>1200
Aromater	ug/l	2,8	>22
PCB	ug/l	<0,06	>35
PAH	ug/l	1,6	>8

Tabell 2: Sammenstilling av sigevannsanalyser, pumpestasjon verksted i perioden 2003-05 (Hardanger Miljøsenster).

Pålamyrr pumpest.		Med	Var		Med	Var		Med	Var		
pH		6,595	1,1	Tinn	ug/l	1,01	1,0	Tetrabrom bisfenol A	ng/l	<0,01	1,0
turbiditet	FTU	244	4,6	Kvikksølv	ug/l	<0,01	>11	Bisfenol A	ng/l	38	1,0
Suspendert stoff	mg/l	72	7,5	Bly	ug/l	1,25	>13	Alkylfenoler	ng/l	455	1,0
Ledningsevne	mS/m	151,5	12	Kadmi-um	ug/l	<0,04	>2,3	Alkyletoksila-ter	ng/l	<300	1,0
Tot-nit	mg/l	59,8	277	Kobolt	ug/l	<2	>1	Fenol	ug/l	<1	>39
Ammonium-N	mg/l	58	6182	Krom	ug/l	6,515	>31	Klorfenoler	ug/l	<0,1	1,0
Tot-fos	ug/l	287	633	Kobber	ug/l	<1	>12	TBT	ng/l	21	1,0
KOF Cr	mg/l	111	97	Sink	ug/l	19	17	TFT	ng/l	<1	1,0
TOC	mg/l	22	>31	Arsen	ug/l	0,985	>5,5	di-(2-etylhex-yl)ftalat	ug/l	<1	1,0
BOF	mg/l	59	>116	Nikkel	ug/l	4,17	>4,4	di-isodekylftalat	ug/l	<1	1,0
Klorid	mg/l	119	71	Aroma-ter	ug/l	7,85	>15	di-isononylftalat	ug/l	<1	1,0
Sulfat	mg/l	6,65	4,2	Bensen	ug/l	2,85	>405	1,2,3-triklorbensen	ng/l	<0,01	1,0
Jern	mg/l	28	>107 40	Toluen	ug/l	<0,75	>33	1,2,4-triklorbensen	ng/l	0,022	1,0
Mangan	ug/l	590	316	Etylen	ug/l	0,165	>5,6	1,2,5-triklorbensen	ng/l	<0,01	1,0
Bor	mg/l	0,45	>153 33	Xylen	ug/l	1,4	>42	Hexaklorben-sen	ng/l	<0,01	1,0
Natrium	mg/l	104,5	26	SUM BTEX	ug/l	6,415	43	1,2.dikloretan	ug/l	<0,1	1,0
Kalsium	mg/l	93,8	1,0	AOX	mg/l	0,075	11	Triklormetan	ug/l	<0,2	1,0
Kalium	mg/l	35,6	1,0	Bensen-C10	ug/l	18	>16	1,1,1-trikloretan	ug/l	<0,2	1,0
Magnesium	mg/l	13	1,0	C10-C12	ug/l	31	>11	1,1,2-trikloretan	ug/l	<0,5	1,0
Barium	ug/l	392	1,0	C12-C16	ug/l	<30	>9,2	Trikloretylen	ug/l	<0,1	1,0
Aluminium	ug/l	81	1,0	C16-C35	ug/l	37	>10	Tetraklorety-len	ug/l	<0,1	1,0
Sølv	ug/l	<5	1,0	SUM olje	ug/l	52	316	Lin. alkylben-sosulfonater	mg/l	<1	1,0
Beryllium	ug/l	0,05	1,0	PAH	ug/l	2,2	>530	Fenoksysyrer	ug/l	0,37	1,0
Molybden	ug/l	<1	1,0	PBDE-99	ng/l	<0,000 2	1,0	PCB	ug/l	<0,06	>35
Selen	ug/l	0,318	1,0	PBDE-154	ng/l	<0,001	1,0	Heksabrom-cyclododekan	ng/l	<0,01	1,0
Strontium	ug/l	476	1,0	PBDE-203	ng/l	<0,002 5	1,0	Antimon	ug/l	0,183	1,0
Vanadium	ug/l	3,7	1,0	PBDE-209	ng/l	0,0022	1,0				

Tabell 3: Pålamyrr pumpestasjon. Sammenstilling av sigevannsanalyser i perioden 2003-09 (Hardanger Miljøsenster).

Analyseresultatene for pumpestasjonen ved FSG sitt verkstedområde, tabell 2, og for Pålamyrr pumpestasjon, tabell 3, viser at det er noe variasjon i datamaterialet. I de analysesettene som viser en faktor på 10 eller mer i forholdet mellom største og minste konsentrasjon er det gjort en gulmarkering av tallene. Tabellene viser at sigevannet her er forurenset ved begge pumpestasjonene og pumpestasjonen ved verkstedet bør inngå i overvåkningsprogrammet igjen.

5.2 Sigevannssediment

I veilederen om overvåkning av sigevann fra avfallsdeponier anbefales det at det årlig tas prøver av sigevannssedimentene. Dette er ikke utført for i Rådalen. COWI AS har utført en enkelt prøvetakingsrunde for sedimenter fra pumpestasjonen ved Pålamyra og ved verkstedet på FSG sitt område (notat fra 20.09.09). Resultatene av den undersøkelsen viser at det ved pumpestasjonen på FSG sitt område ble påvist PAH og PCB i lave konsentrasjoner, mens sedimentene ved Pålamyra pumpestasjon var lettere forurenset med krom, sink og PCB. Det anbefales at prøvetaking av sigevannssedimenter innføres i overvåkningsprogrammet.

5.3 Grunnvann

Grunnvannsanalysene er systematisert i tabell 4 og 5.

		Brønn 15		Brønn 11	
		Median	Variasjon	Median	Variasjon
Termostab.kolif	/pr 100 ml	0	27	0	25
Koliform. bakt	/pr 100 ml	15,5	120	16	>100
pH		5,96	1,1	5,53	1,1
ledningsevne	mS/m	38,45	5,3	5,81	2,6
Tot-fos	ug/l	81	293	48	5,2
Tot-nit	ug/l	300,5	2,9	463	5,6
KOF Mn	mg/l	2,59	12	4,85	2,9
Sulfat	mg/l	74,1	1,5	3,035	2,5
Klorid	mg/l	46,1	1,4	5,695	5,0
Jern	ug/l	469	79	197	57
Bly	ug/l	0,55	>6,7	1,12	>15
Kadmium	ug/l	0,065	3,8	0,075	>4
Sink	ug/l	24	23	31	>186
Nikkel	ug/l	84,2	6,1	55,3	>350
Kvikksølv	ug/l	<0,01	>1	<0,01	>1
Kobber	ug/l	3	6,0	6,5	>23
AOX	mg/l	0,045	34	0,01	>7
Fenol	ug/l	<0,5	<10	0,275	>20
Aromater	ug/l	<1,25	>3,4	1,1	<1,5
PAH	ug/l	<0,6	>2,4	<0,6	<2,4

Tabell 4: Sammenstilling av grunnvannsanalyser for brønn 11 og 15 i perioden 2003-05(Hardanger Miljøsenster).

		Brønn 1		Brønn 10		Brønn 14	
		Median	Variasjon	Median	Variasjon	Median	Variasjon
Termostab.kolif	/pr 100 ml	0	0	0	0	0	0
Koliform. bakt	/pr 100 ml	0	0	0	0	0	0
pH		8,34	1,8	9,95	1,1	9,55	1,0
Ledningsevne	mS/m	15,35	15	30,2	12	53,35	11
Suspendert stoff	mg/l	<5	1,0	<5	1,0	9	1,0
Tot-fos	ug/l	13	10	61	9,7	151	5,0
Tot-nit	ug/l	353	6,3	217	3,2	100	11
Ammonium	ug/l	28	1,0	26	1,0		
TOC	mg/l	9	1,0	1,5	1,0	0,85	1,0
BOF	mg/l	<1	1,0	<1	1,0	<1	1,0
KOF Mn	mg/l	2,7	3,4	2,2	>3,4	1,16	>2,1
Sulfat	mg/l	4,765	6,4	18,5	5,5	16,95	1,5
Klorid	mg/l	5,99	9,9	10,4	3,3	14,1	1,1
Natrium	mg/l	20,5	1,7	61,1	2,2	115	1,5
Jern	ug/l	44	178	14	>537	85	15
Bor	ug/l	<34	>1,3	107,5	2,4	186,5	1,4
Mangan	ug/l	3	1,0	<1	1,0	<1	1,0
Bly	ug/l	0,685	>4,4	<0,4	>7,6	0,43	>1,6
Kadmium	ug/l	<0,04	>2,3	<0,04	>6,5	<0,04	>2,3
Sink	ug/l	8,65	>79	3,5	>35	2,4	>7
Nikkel	ug/l	2,59	>5,1	1,565	>4,4	<1,5	6,1
Krom	ug/l	1,73	5,1	2,88	4,2	0,8	>2,22
Kvikksølv	ug/l	<0,01	1,0	<0,01	>19	0,01	>1
Arsen	ug/l	0,95	1,0	1,43	1,0	1,26	1,0
Kobber	ug/l	3,5	>8	1,5	>6	3,5	>7
Aromater	ug/l	<1,25	>2,5	<1,25	>1,9	<1,25	>4,1
Bensen	ug/l	<0,2	1,0	<0,2	1,0	<0,2	1,0
Toluen	ug/l	1,5	1,0	<0,5	1,0	0,81	1,0
Etylen	ug/l	0,18	1,0	<0,1	1,0	0,12	1,0
Xylen	ug/l	0,88	1,0	<0,3	1,0	0,42	1,0
SUM BTEX	ug/l	2,76	1,0	<1,1	1,0	1,55	1,0
C10-C12	ug/l	<5	1,0	<5	1,0	<5	1,0
C12-C16	ug/l	<5	1,0	6	1,0	<5	1,0
C16-C35	ug/l	<30	1,0	210	1,0	190	1,0
SUM olje	ug/l	<40	1,0	216	1,0	190	1,0
PAH	ug/l	<0,6	<27	<0,06	<102	<0,6	<10
AOX	mg/l	0,02	>6	0,02	>3	0,02	>4
Fenol	ug/l	<0,5	<20	<0,5	>10	<0,5	<10

Tabell 5: Sammenstilling av grunnvannsanalyser for perioden 2003-09 for brønn 1, 10 og 14 (Hardanger Miljøsenster) Røde tall: Høyeste konsentrasjoner. Gule markeringer: Variasjon >10.

De høyeste konsentrasjonene er markert med rød skrift. For de av parametrene som det er analysert for i både tabell 4 og 5 er sammenlignet med hverandre slik at det er den høyeste konsentrasjonen av alle i de fem brønnene totalt som er markert med rød skrift. I de analysesettene som viser en faktor på 10 eller mer i forholdet mellom største og minste konsentrasjon er det gjort en gulmerking av tallene.

Alle brønnene, inkludert referansebrønnen, er forurenset dersom man sammenligner analyseresultatene med klassifiseringskonsentrasjonene oppgitt i veileder for klassifisering av ferskvann 97:04. Da har alle brønnene for høye konsentrasjoner av et eller flere metaller og/eller totalt fosfor og totalt nitrogen (tilsvarende tilstandsklasse III eller høyere). Brønn 1 kan være påvirket av et jordmottak vest for Skeievegen. Brønn 11 og 15 har høyest konsentrasjoner for flere av parametrene det er analysert for. I følge prøvetaker hos BIR ble brønn 15 kuttet ut som følge av problemer med jernutfelling og tilslemming.

5.4 Overflatevann

Overflatevannprøver er tatt fra Skeiebekken, referansepunkt, og fra Pålamyrsbekken som går i rør under deponiet.

Resultatene fra analysene av overflatevann er sammenstilt i tabell 6.

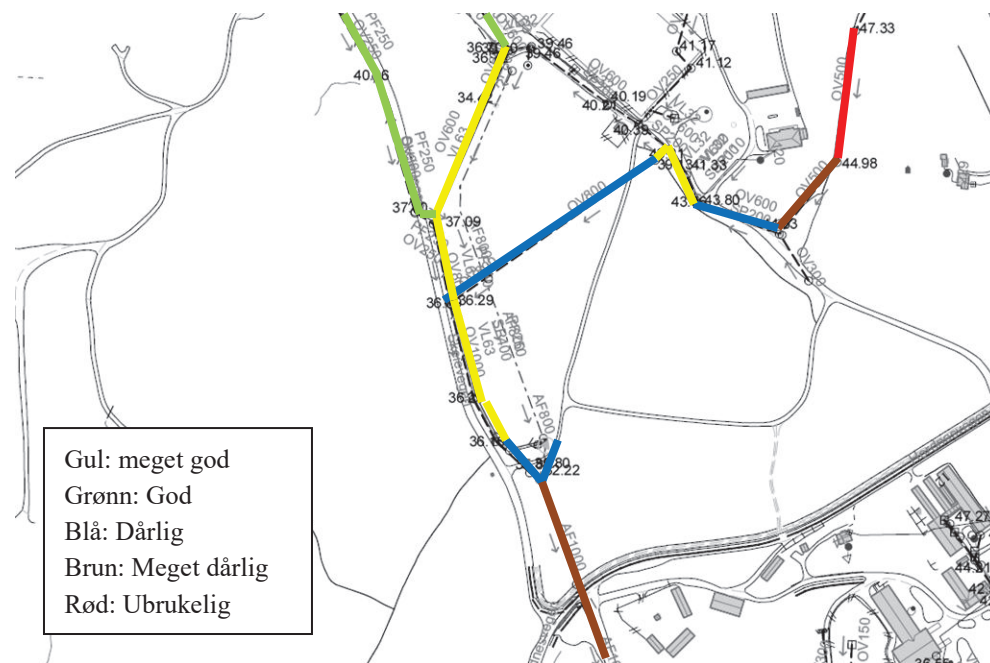
		Pålamyrsbekken		Skeiebekken	
		Median	Variasjon	Median	Variasjon
Termostab.kolif	/pr 100 ml	>100	>2	1	38
Koliform. bakt	/pr 100 ml	>100	>38	29	>1000
pH		7,04	1,1	4,59	1,6
Ledningsevne	mS/m	61	23,7	5,47	1,7
Susp. stoff	mg/l	5	1,0	28,3	1,0
Tot-fos	ug/l	234,5	33,3	16	24,3
Tot-nit	ug/l	12950	26,3	504	27,1
Ammonium	ug/l	27550	35,7	13,5	>1,7
TOC	mg/l	9,9	1,0	25	1,0
BOF	mg/l	13	1,0	<1	1,0
KOF Mn	mg/l	17,5	3,9	35,9	5,7
Sulfat	mg/l	27,3	5,4	2,375	3,5
Klorid	mg/l	64,4	93,1	7,9	38,4
Natrium	mg/l	47	9,7	5,9	1,2
Jern	ug/l	4129	619,3	606	2,7
Bor	ug/l	127	5,7	65	4,5
Mangan	ug/l	380	1,0	22	1,0
Bly	ug/l	6,63	38,1	3,11	1,6
Kadmium	ug/l	0,16	11,5	0,04	>2,5
Sink	ug/l	44	>65	6	>44
Nikkel	ug/l	3,84	>29	<1,5	2,7
Krom	ug/l	6,1	10,5	1,4	3,0
Kvikksølv	ug/l	<0,01	>2	<0,01	>6
Arsen	ug/l	2,18	1	1,45	1,0
Kobber	ug/l	7	27	1	>4,7
Aromater	ug/l	<1,25	>5,4	<1,25	>3,5
Bensen	ug/l	<0,2	1	<0,2	1,0
Toluen	ug/l	<0,5	1	<0,5	1,0
Etylen	ug/l	<0,1	1	<0,1	1,0
Xylen	ug/l	<0,3	1	<0,3	1,0
SUM BTEX	ug/l	<1,1	1	<1,1	1,0
C10-C12	ug/l	<5	1	<5	1,0
C12-C16	ug/l	<5	1	<5	1,0
C16-C35	ug/l	330	1	<30	1,0
SUM olje	ug/l	330	1	<40	1,0
PAH	ug/l	<0,6	>3,3	0,22	1,0
AOX	mg/l	0,065	7,3	0,225	2,0
Fenol	ug/l	1,45	>50	<0,5	>50

Tabell 6: Sammenstilling av analyser for Pålamyrsbekken og Skeiebekken (Hardanger Miljøsenster) Røde tall: Høyeste konsentrasjoner. Gule markeringer: Variasjon >10.

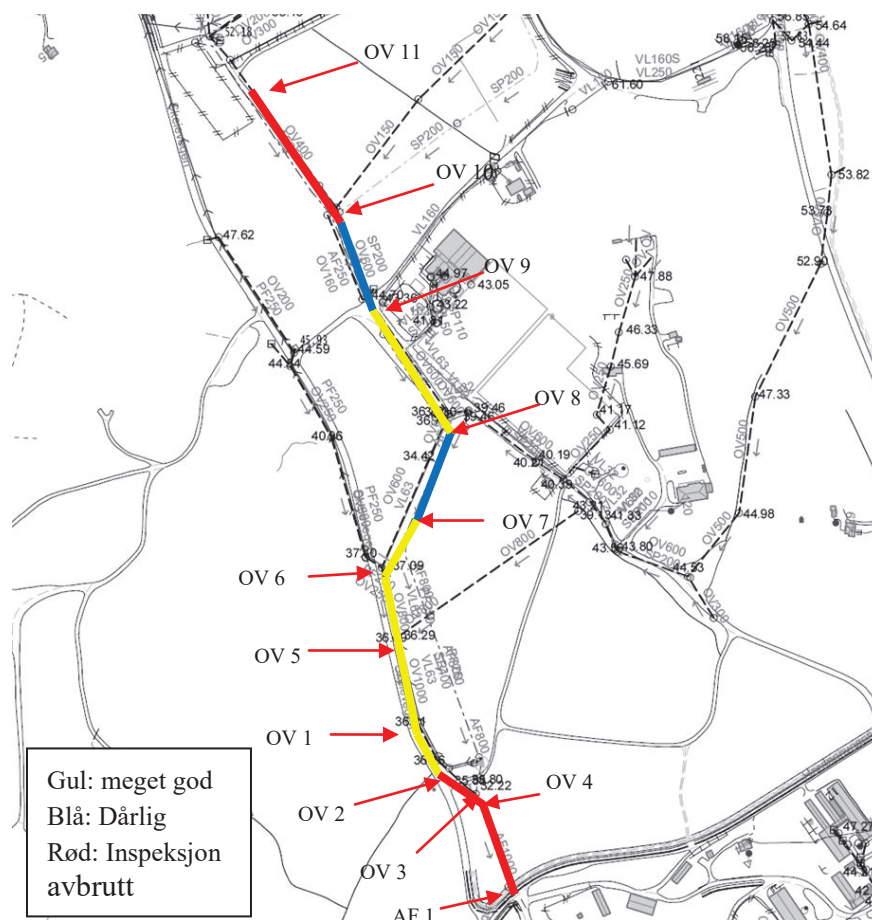
Resultatene viser at Pålamyrsbekken er meget sterkt forurenset og er tydelig påvirket av sigevann. Skeiebekken har også flere parametere i tilstandsklasse V, meget sterkt forurenset, for ferskvann (suspendert stoff, totalt fosfor, KOF_{Mn} , jern og TOC). Skeiebekken er ikke egnet som referansepunkt da bekken antagelig er påvirket et flisdeponi som ligger oppstrøms prøvetakingspunktet.

5.5 Tilstand overvannsledninger

Asplan Viak har utarbeidet en rapport etter at det ble gjennomført rørinspeksjon på deler av overvannsnettet i 2010. Resultatene fra denne inspeksjonen er sammenlignet med resultatene etter en inspeksjon som ble gjennomført i 1996, figur 3 og 4.



Figur 3: Resultat rørinspeksjon 1996 (Asplan Viak 2010)



Figur 4: Resultat rørinspeksjon 2010 (Asplan Viak 2010).

Resultatet fra inspeksjonen utført i 2010 viser at det på strekket OV10 til OV 2 er jevnt god kvalitet på ledningene, men på strekket mellom OV6 og OV 10 er observert flere plasser med utfelling/belegg med innsig av fukt i rørskjøt og/eller sprekker og da særlig rundt kummene. Asplan Viak har tolket dette slik at det vil være mulig å få innsig fra omkringliggende deponi på dette strekket.

På strekket mellom OV 10 og OV 11 var det ikke mulig å gjennomføre inspeksjon på grunn av deformasjon på ledning og sedimenter/steiner på deler av strekket.

Konklusjonen i rapporten til Asplan Viak var at det kan være innlekkingsproblematikk på ledningen, men at det er vanskelig å definere størrelsen på problemet da det kan være flere årsaker til utslipp av sigevann:

- Det er kun hovedledningsstrek som er inspisert. Det er et omfattende nettverk av mindre tilslutningsledninger som kan være utsatt for innlekking. Det kan også være punkter der det forekommer feilkobling (spillvannsledninger som ved feil er koblet inn på overvannsledninger)

- Avløpspumpe-stasjonen ved Pålamyra skal pumpe sigevann som kommer inn på eget rørlednings-system opp til selvfalssystem nordvest for FSG. Pumpe-stasjonen har en overløpsledning til det aktuelle overvannssystemet med utslipp til Melkeviken. Det finnes ingen data om pumpe-stasjonens beskaffenhet, hvor ofte den går i overløp og hvor mye sigevann som går i overløp.

Ved avløpspumpe-stasjonen ved Pålamyra er det etablert et fordrøyningsmagasin i forkant av stasjonen. Magasinet er et sprengsteinmagasin. Intensjonen var at kun sigevann fra deponiet skulle håndteres i pumpe-stasjonen og således lite partikler. Dagens kartverk viser imidlertid at Bjarghallen er tilknyttet spillvannsnettet. Det er trolig at påslipp av sanitært avløpsvann vil kunne tette et sprengsteinmagasin. Et tett fordrøyningsmagasin vil kunne medføre at spillvann/sigevann finner egne veier og ledes inn på utslippsledning nedstrøms pumpe-stasjonen.

6 Forslag til overvåkningsprogram

I SFT sin veileder om overvåking av sigevann fra avfallsdeponier (TA-2077/2005) er det ikke satt opp spesifikke krav til hvordan grunnvann skal overvåkes med unntak av plassering av prøvepunkt:

Forskriften krever minst ett målepunkt i grunnvann oppstrøms deponiet (grunnvann upåvirket av deponiet) og to i grunnvann nedstrøms deponiet. Prøvepunkter nedstrøms plasseres i overgangen mellom akseptert influensområde og upåvirket grunnvann. Plassering av grunnvannsbrønner nedstrøms må være slik at de har mulighet til å fange opp eventuelt sigevann fra deponiet.

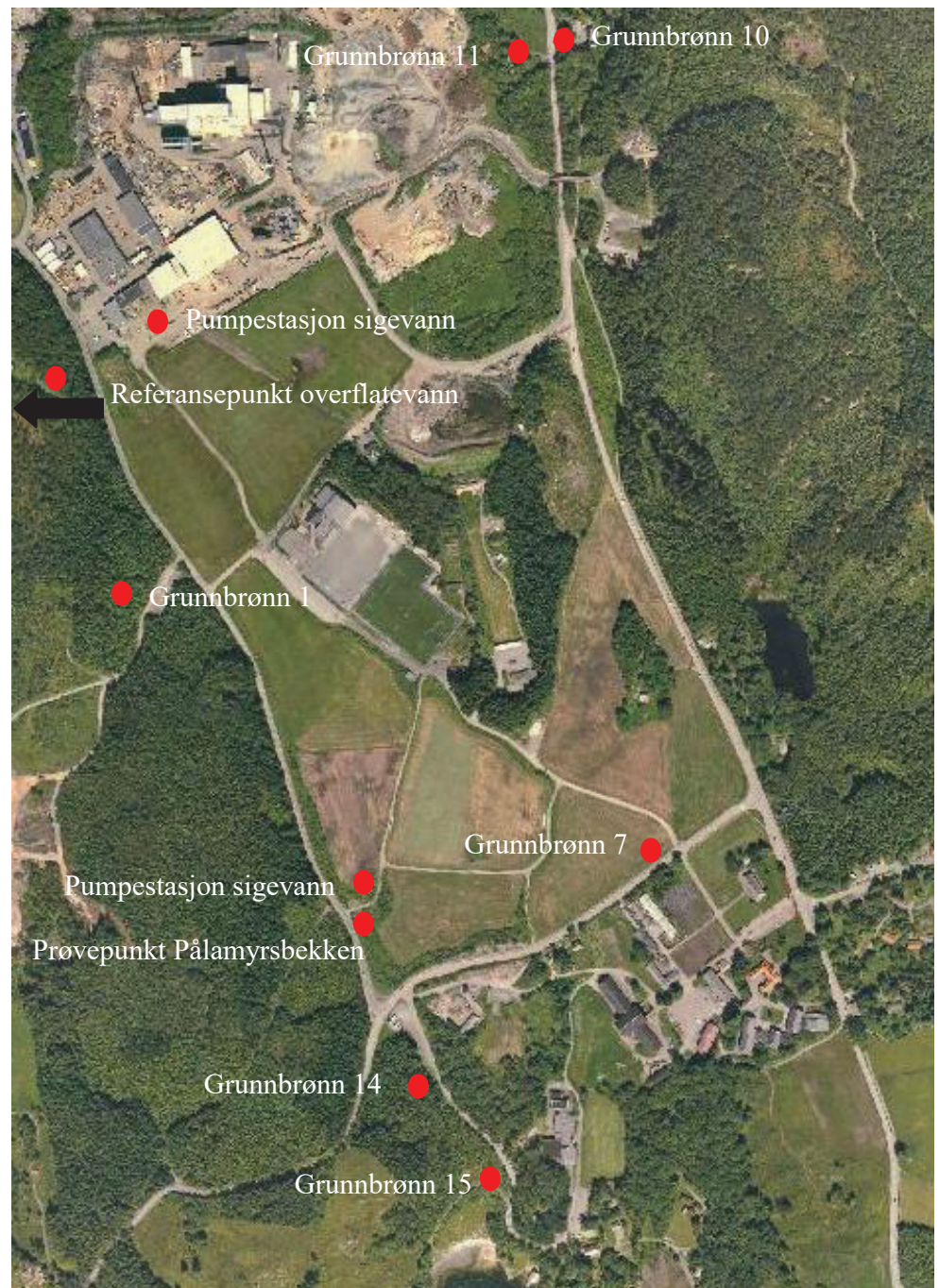
Veilederen har videre formuleringer som:

Veilederen inneholder ikke kriterier for forsvarlig forurensning, men overvåkningsprogrammet skal fremskaffe data som er relevante for en resipientbasert vurdering av det forsvarlige forurensningsnivået for hvert enkelt deponi. Programmet vil særlig kunne gi informasjon om *systemet for vern av miljøet fungerer som planlagt*, men det vil også gi nyttig informasjon til vurdering av om *prosessene i fyllingen forløper som ønsket* og om *vilkårene i tillatelsen er oppfylt*.

Dette betyr at overvåkingen skal være resipientorientert og gi informasjon om man har kontroll på sigevannet.

Overvåkingen skal reflektere de stedsspesifikke forhold der særlig forholdet til Melkevikken vektlegges.

6.1 Prøvepunkt



Figur 5: Oversikt anbefalte prøvetakingspunkt for sigevann, grunnvann og overflatevann.

6.1.1 Sigevann og sigevannssediment

Det anbefales at man innfører prøvetaking fra pumpestasjonen ved verkstedsområdet til FSG igjen. Sigevannet fra område A og D, se figur 1, pumpes via denne pumpestasjonen mot Flesland renseanlegg. I følge overslag utført av COWI 2009, utgjør mengdene sigevann fra denne pumpestasjonen ca 3 % av alt vann som pumpes ut fra deponiet. Årsaken til at det bør innføres prøvetaking fra denne pumpestasjonen er at man da kan følge med på utviklingen/nedbrytningsprosessene i avfallet i område A og D.

Det bør også innføres prøvetaking av sedimenter i henhold til veilederen (TA-2077/2005).

6.1.2 Grunnvann

Det er ikke funnet noen informasjon om hvilke vurderinger som ligger til grunn for fjerning av brønner fra overvåkningsprogrammet.

Ut fra geologiske forhold sør og øst for deponi F, deltaavsetninger med vekslende skrå lag (Noteby 1997) vil vannføringen antagelig være bra her og kvaliteten på grunnvannet bør sjekkes. Det anbefales derfor at brønn 7 legges til overvåkningsprogrammet.

De analyseresultatene som finnes for brønn 11 og 15 tyder på at disse brønnene kan være påvirket av sigevann fra deponiet og bør derfor også innføres i overvåkningsprogrammet igjen.

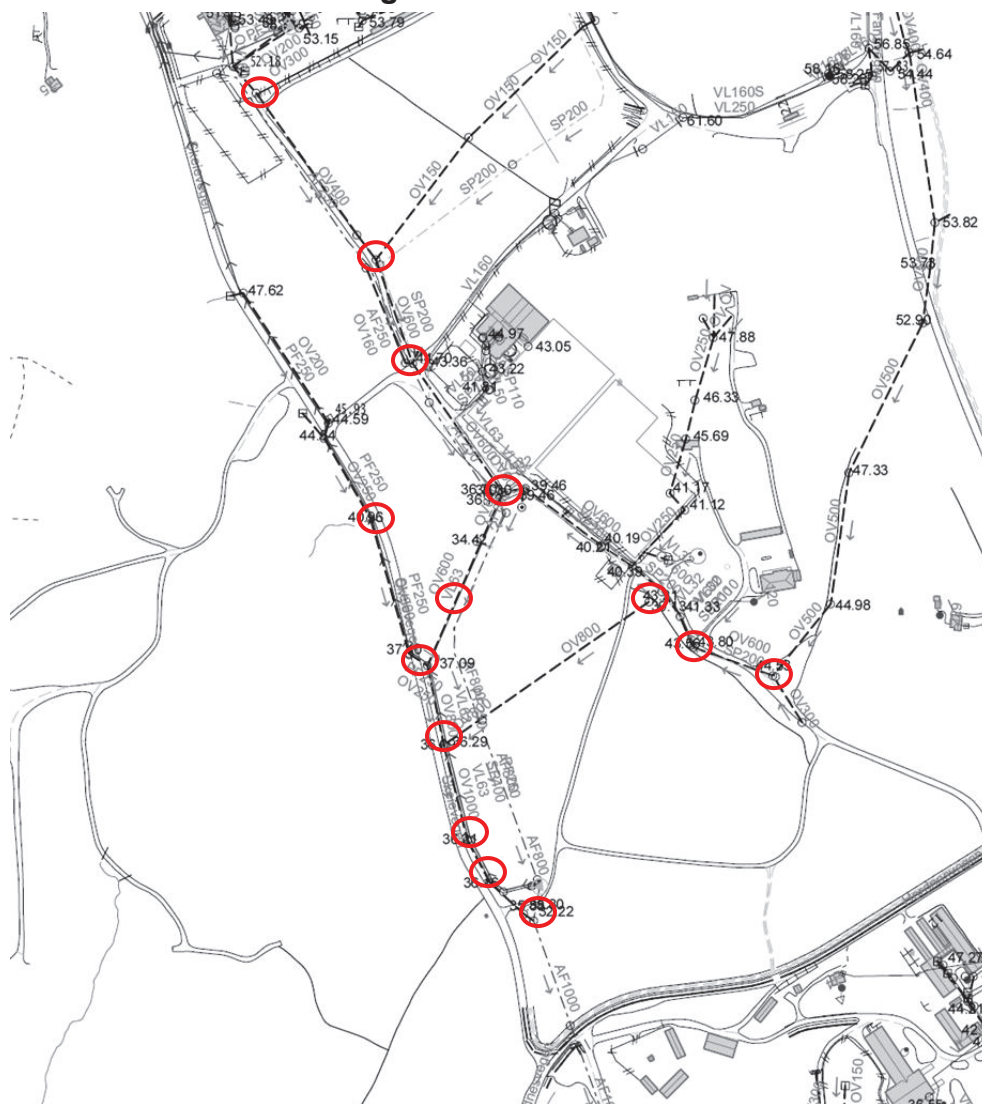
Det anbefales derfor at det tas grunnvannprøver fra brønn 1, 7, 10, 11, 14 og 15 (figur 5).

6.1.3 Overflatevann

Det bør fortsatt tas prøver av Pålamyrbekken da denne er påvirket av sigevann fra deponiet.

Skeiebekken kan ikke defineres som referansepunkt for naturlige konsentrasjoner i området da den antagelig er påvirket av et område som er brukt som deponi for flis. I følge ansvarlig prøvetaker i BIR kan det tidvis være problemer med at det ikke er vann i bekken i tørre perioder om sommeren og i kalde perioder om vinteren. Det anbefales at referansepunktet flyttes lenger nord i Skeieåsen slik at prøvetakingspunktet kommer oppstrøms flisdeponiet.

6.1.4 Overvannsledninger



Figur 6: Anbefalte prøvetakingspunkt på overvannsledningene

Det anbefales at det tas prøver fra relativt mange kummer for å kunne bestemme på hvilke strekk man har problem med innsig av vann fra deponiet på overvannsnettet. Dette gjennomføres en gang sammen med resten av prøvetakingen som skal utføres i januar. Dersom det er behov for det, som følge av lite vann eller usikkerhet til prøvenes representativitet, kan det gjennomføres på nytt i juni.

6.2 Prøvetidspunkt

Avfallsforskriften angir følgende anbefaling til antall prøvetaking pr år (tabell 7).

Overvåkingstema	Frekvens
Sigevannsmengde	Kontinuerlig
Sigevannets sammensetning	Kvartalsvis og utvidet hvert 5.år
Sigevannssedimentets sammensetning	Årlig og utvidet program hvert 5.år
Overflatevannets mengde	2. ganger pr år
Overflatevannets sammensetning	2. ganger pr år
Grunnvannsnivå	2. ganger pr år
Grunnvannets sammensetning	2. ganger pr år

Tabell 7: Prøvetakingsfrekvens (FOR 2004-06-01 nr 930: Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften), med tillegg spesifisert i utslippstillatelsen.

Årlige prøver:

Anbefalte prøvetidspunkt: juni.

- Sigevann: Mars, Juni, September og Desember.
- Overflatevann: Juni og September.
- Grunnvann: Juni og September
- Sigevannsediment: Juni

Utvidet program hvert 5. År

Neste utvidede prøve blir i 2011, deretter 2016, 2021 osv.

Tidspunkt i året følger årlige prøvetakingstidspunkt.

For nedlagte deponier kan det ifølge veilederen være tilstrekkelig å ta stikkprøver og det anbefales for dette overvåkningsprogrammet at all prøvetaking gjennomføres som stikkprøver.

6.3 Prøvetakingsmetodikk

Under all prøvetaking skal det benyttes engangshansker. Mellom hvert prøvested skal det tas nye hansker. Kun prøveemballasje som er mottatt fra laboratoriet skal brukes. Flaskeåpningen skal ikke berøres. Prøveflasker skal ikke åpnes før bruk.

GRUNNVANN

Brønner skal pumpes med egnet prøvetakingspumpe 30 min før prøvetaking og prøver skal samles inn på flasker som er klargjort av laboratoriet som skal analysere prøvene. Pumpen desinfiseres før hver prøvetaking.

Vannet skal pumpes direkte fra pumpe til flasker. Etter rensing av brønner, skrur frekvensen på pumpen ned slik at vannet renner uten sprutdannelse ned i flaske. Prøvetakingsflasker holdes med ca 30 grader helling og vannet skal renne langs flaskeveggen under fylling. Etter prøvetaking i en brønn skal pumpe og slange rengjøres ved spyling med rent vann før det tas prøver fra neste brønn.

Når pumpe og slange ikke er i bruk skal oppbevaring foregå i rom uten fare for forurensing av utstyret. SFT veileder TA-720 skal legges til grunn for prøvetaking fra brønner. Grunnvannsnivå skal måles under prøvetaking.

OVERFLATEVANN

Det må her tas forbehold om at overflatevann på prøvepunktene ikke er tilgjengelig hele året. Prøvene bør også tas et par dager etter nedbør for å forhindre at for mye regnvann fortynner prøven slik at regnvannet utgjør en for stor andel i forhold til eventuelt sigevann som lekker ut i overflatevannet.

Prøvetaking består av å holde flasketut mot strømmen og å senke flaskebunn ned i vannet. Umiddelbart etter prøvetaking skal kork skrur på. Dersom mulig skal det tas prøver uten partikler fra bunnslam.

Vannmengden i bekken skal måles ved å måle vannivå i bekken. Det skal etableres faste punkt med en fast montert målestav. Vannivået skal avleses som avstand fra topp målepunkt til vannflate. Det skal ved hjelp av saltfortynningsmålinger og vannivåmålinger etableres et forhold mellom vannføring og vannivå som skal brukes til mengdemålinger av overflatevann.

SIGEVANN

For å få representative prøver må det være god omblending på prøvestedet, dvs turbulens. Man må være oppmerksom på at overflater kan være besatt med avleiringer og belegg. Dersom slikt belegg kommer i prøven vil analyseresultatet bli vesentlig feil.

Prøvene bør tas et par dager etter nedbør for å forhindre at for mye regnvann fortynner prøven slik at regnvannet utgjør en for stor andel i forhold til sigevann som har vært i kontakt med avfallet.

SIGEVANNSEDIMENT

Sigevannsediment tas fra sigevannssump. Det samles inn minimum 2 liter med sediment i en rustfri beholder, et alternativ er å plassere ut en sedimentfelle i sigevannssumpen som over tid vil fylles med sedimenter. Vannet dekanteres av etter 1 time og minimum 500 g tas over i en Rilsanpose. Prøven oppbevares mørkt og kjølig før forsendelse.

OPPBEVARING OG FORSENDELSE AV PRØVER

Prøver som ikke kan sendes samme dag som prøvetaking, oppbevares kjølig til neste dag og sendes som ekspress over natt.

Prøver skal forsendes i kjølebagg med kjøleelementer.

DOKUMENTASJON

Bruk prøvetakingsprotokollen i SFT 2077/2005 under prøvetaking.

6.4 Analyseprogram

6.4.1 Grunnvann og overflatevann

- KOF
- pH
- Elektrisk ledningsevne
- Klorid
- Total nitrogen
- Jern
- Tungmetall (Arsen, bly, kadmium, kvikksølv, krom, kopper, nikkel, sink)

Om det oppstår store avvik fra tidligere målinger analyseres en prøve etter parametervalget for sigevann.

6.4.2 Sigevann og sigevannssediment

Det skal analyseres etter SFT sitt forslag, tabell 8.

Parameter	Forkortelse	Sivevann Kvartalsvis		Sivevannssediment 1 gang per år	
		Enhet	Best. grense ¹	Enhet	Best. grense ¹
ÅRLIG PROGRAM					
Surhetsgrad	pH				
Temperatur		°C			
Ledningsevne		mS/m	1		
Suspendert stoff	SS	mg/l			
Tørstoff innhold	TS			vekt-%	
Korngradering					
Sporingsstoff (se kapittel 4.2.1)					
Kjemisk oksygenforbruk	KOF	mg/l	10		
Biokjemisk oksygenforbruk	BOF	mg/l	10		
Total organisk karbon	TOC	mg/l	1	mg/kg TS	1
Total nitrogen	N-tot	mg/l	0,1		
Ammonium nitrogen	NH ₃ / NH ₄ ⁺	mg/l	0,1		
Total fosfor	P-tot	mg/l	0,05		
Jern	Fe	mg/l	1	mg/kg TS	1
Mangan	Mn	mg/l	0,1	mg/kg TS	0,1
Sink	Zn	µg/l	3	mg/kg TS	3
Kobber	Cu	µg/l	1,5	mg/kg TS	1,5
Bly	Pb	µg/l	1	mg/kg TS	1
Kadmium	Cd	µg/l	0,1	mg/kg TS	0,1
Nikkel	Ni	µg/l	5	mg/kg TS	5
Krom	Cr	µg/l	1	mg/kg TS	1
Arsen	As	µg/l	2	mg/kg TS	2
Kvikksølv	Hg	µg/l	0,01	mg/kg TS	0,01
Oljeforbindelser ²	Upolare HC	µg/l	100	mg/kg TS	100
Polysykliske aromatiske ² hydrokarboner	PAH ₁₆	µg/l	0,2	mg/kg TS	0,01
Monosykliske aromater ²	BTEX	µg/l	0,2		
Polyklorerte bifenyler ²	PCB ₇			mg/kg TS	0,002
Akutt toksitet screening		TU			

Tabell 8. Analyseparametre for sivevann og sivevannssediment (TA-2077/2005).

6.4.3 Vann fra overvannsledninger

Formålet med prøvetakingen er å fastslå om man har innsig av vann fra deponiet på overvannsnettet og eventuelt på hvilke ledningsstrek man har størst innlekkning av sivevann. Det anbefales derfor at man benytter håndholdt feltutstyr for å måle ledningsevne i alle kummene som er markert i figur 6. For enkelte av kummene, først og sist på strekket og noen til anbefales det at man analyserer for de samme indikatorparametrene som for grunnvann og overflatevann, se

punkt 6.4.1. Det vil være tilstrekkelig å ta vannprøver som analyserer fra en 5 kummer jevnt fordelt på hele strekket.

Indikatorparametre:

- KOF
- pH
- Elektrisk ledningsevne
- Klorid
- Total nitrogen
- Jern
- Tungmetall (Arsen, bly, kadmium, kvikksølv, krom, kopper, nikkel, sink)

7 Resipientundersøkelse

Overvåkningsprogram for Raunefjorden (resipientundersøkelse) inngår i Byfjordsundersøkelsen. I henhold til tillatelsen fra fylkesmannen er det derfor ikke behov for egen resipientundersøkelse for Raunefjorden. Men resultatene fra overvåkingen av avfallsdeponiet skal vurderes opp mot de seneste eksisterende resultatene fra Byfjordsundersøkelsen. Dette skal tas med i den årlige rapporten som skal utarbeides.

8 Vannbalanse

Det anses ikke som behov å etablere en egen stasjon for måling av nedbør og temperatur, vind og luftfuktighet i forbindelse med deponiet. Det utføres daglig nedbørsmålinger på Stend som rapporteres til www.met.no som kan benyttes. For fullstendige meteorologiske data kan måledataene fra Flesland brukes. Klimatdata benyttes for å lage en vannbalansemodell. Modellen skal benytte Thorntwaites formel for evapotranspirasjon.

Overflateavrenning fra deponiområdet skal beregnes basert på observasjoner på stedet.

Vannbalansen skal sammenholdes med mengder rensesigevann for vurdering av om lekkasje foregår.

I følge beregninger utført av COWI AS i 2009 ble det målt 10 % mindre sigevann fra pumpestasjonene enn hva vannbalansen skulle tilsi. Dette kan skyldes magasinering i deponiene, diffuse utslipp via grunn eller at registreringene i pumpestasjonene ikke er korrekte.

Pr i dag er det ingen kontinuerlig måling av sigevannsmengde på pumpestasjonen på FSG sitt område. De registrerte vannmengdene er beregnet ut fra driftstiden til pumpen og det tas derfor ikke hensyn til når pumpen står og vannet går i overløp.

Som et av tiltakene til Asplan Viak i sin rapport, 2010, anbefales det at det utføres overløpregistrering på avløspumpestasjonene ved Pålamyra og ved FSGs lokales som registrerer både når stasjonene går i overløp samt overløpsmengde. Det bør også gjøres en evaluering av pumpenes beskaffenhet. Dersom pumpestasjonen er i dårlig forfatning bør de vurderes og oppgraderes.

9 Referanser

FM i Hordaland: Krav til drift og avslutning av Pålamyra fyllplass og tillatelse til etterdrift av alle fyllplassene i Rådalen i Bergen kommune (1996)

FM i Hordaland: Rapport etter tilsyn med etterdrift av Rådalen avfallsdeponi (2010)

SFT: Veileder til overvåkning av sigevann fra avfallsdeponier TA-2077/2005

Asplan Viak: Evaluering videoinspeksjon av rørledninger 2010.

COWI AS: Totalrådgivning for etterdrift av Rådalen avfallsdeponi, 2009

COWI AS: Vurdering av sigevannssediment og jord ved sørenden av deponiet i Rådalen (20.09.09)

Hardanger Miljøseniter AS: Oppsummering av miljøovervåkningsprogrammet, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 og 2009.

Noteby: Fyllplasser i Rådalen, Hydrogeologiske miljøundersøkelser (1997)

SFT: Veiledning 97:04: Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann 1997.