

BERGEN KOMMUNE, BYMILJØETATEN

Ettervurdering av påslipp til overvanns- og sigevannssystemet ved Rådalen avfallsdeponi ifm. årsrapportering 2021

FAGNOTAT.
V1.0.
15.08.2022.

Innhold

1	Innledning	3
2	Sigevannsystemet	6
2.1	Oversikt sigevannsystem	6
2.2	Påslipp fra FSG sitt bergromsdeponi	7
2.3	Påslipp til sigevannsnettet fra andre aktører i nærområdet	9
2.3.1	Diffuse påslipp til sigevannsystemet	10
2.4	Vurdering av påslipp til deponiets sigevannsystem	11
3	Overvannssystemet	17
3.1	Oversikt overvannsystemet	17
3.2	Forurensning av overvannet	20
3.3	Påslipp til eldre OV-system	22
3.3.1	Aktører med påslipp til eldre OV-system	22
3.3.2	Oversvømmelse på industriområdet til Ragn Sells	23
3.3.3	Vurdering av påslipp til eldre OV-system	24
3.4	Påslipp til nyere overvannsystem	25
3.4.1	Påslipp av drivevann fra FSG sine anlegg	25
3.4.2	Andre aktører med påslipp til nyere overvannsystem	26
3.4.3	Vurdering av påslipp til nyere OV-system	27
4	Konklusjon/oppsummering	33
4.1	Sigevann	33
4.2	Overvann	34
4.2.1	Gammelt overvannsystem med utslipp i Fanafjorden	34
4.2.2	Nyere overvannsystem med utslipp i Melkeviken	34
5	Referanser	35

1 Innledning

På oppdrag fra Bymiljøetaten i Bergen kommune har COWI gjennomført en vurdering av påslipp til Rådalen avfallsdeponi sitt overvanns- og sigevannssystem.

Etter krav fra Statsforvalteren skal sigevann fra andre virksomheter og forurensning av overvann tas i betraktning ved vurdering av resultater i den årlige rapporteringen. Det er flere bidragsyttere i nærområdet med påslipp til deponiets systemer, blant annet sigevann og drivevann fra FSG (Fana Stein og Gjenvinning AS) og overvann fra det meste av industriområdet i Rådalen. FSG sin årsrapport var ikke offentliggjort før slutten av februar, og det ble derfor gjort en foreløpig vurdering i Rådalen avfallsdeponi sin årsrapport.

Aktører i nærområdet er vist på oversiktsbilder i figur 1 og figur 2.

Følgende notat er en ettervurdering av FSG og andre aktører sine bidrag til deponiets overvanns- og sigevannssystem i forbindelse med årsrapporteringen for 2021.

1. Skeielia Næringspark. Flere, små næringaktører, i stor grad lagervirksomhet.
2. Bergen Biogassanlegg
3. FSG Nettplassen, mellomlager for ren stein og forurenset masse
4. BIR Avfallsenergi, forbrenningsanlegg og lager av avfall, vaskehall og varmesentral
5. Ragn Sells, bl.a. lager av trevirke og flising
6. FSG, «Privaten». Lagring av knust masse til salg for privatpersoner
7. Flere aktører leier her, bl.a. Bulder bilverksted, Vitek Miljø og Implenia
8. Ragn Sells. Mottak, lagring og håndtering av avfall
9. NCC Rådal Asfaltfabrikk
10. FSG, «Høiebø». Lager av ferdig knust masse
11. BIR Avfallsenergi, «Magnusstykket». Lager for emballert avfall
12. Svein Boasson AS. Lager, anleggsgartner
13. Norscrap West. Mottak og sortering av metallavfall
14. Ølen betong



Figur 1: En liste over aktører i nordlig del av Rådal, og deres områder omtrentlig inntegnet med gult. De fleste av disse aktørene bidrar på varierende vis til deponiets sigevann- og overvannssystem. Figuren er kopiert fra COWI sin rapport fra 2022 (1). Den gule pilen peker på Bergen Engines Deponigassanlegg.



Figur 2: Flyfoto over Rådalen-området. Skjerm bilde fra google maps.

2 Sigevannsystemet

2.1 Oversikt sigevannssystem

Deponiets sigevannssystem er vist i figur 3. Sigevannet ledes til Pålamyra pumpe-stasjon, hvor det pumpes videre til Flesland renseanlegg.

Sigevannsystemet ble laget ved etablering av deponiet i 1962, før deponeringen av avfall startet opp. Mangegrenede sigevannsrør ble lagt i grov pukk i bunnen av deponiet, og samlerør ført til Pålamyra (1).

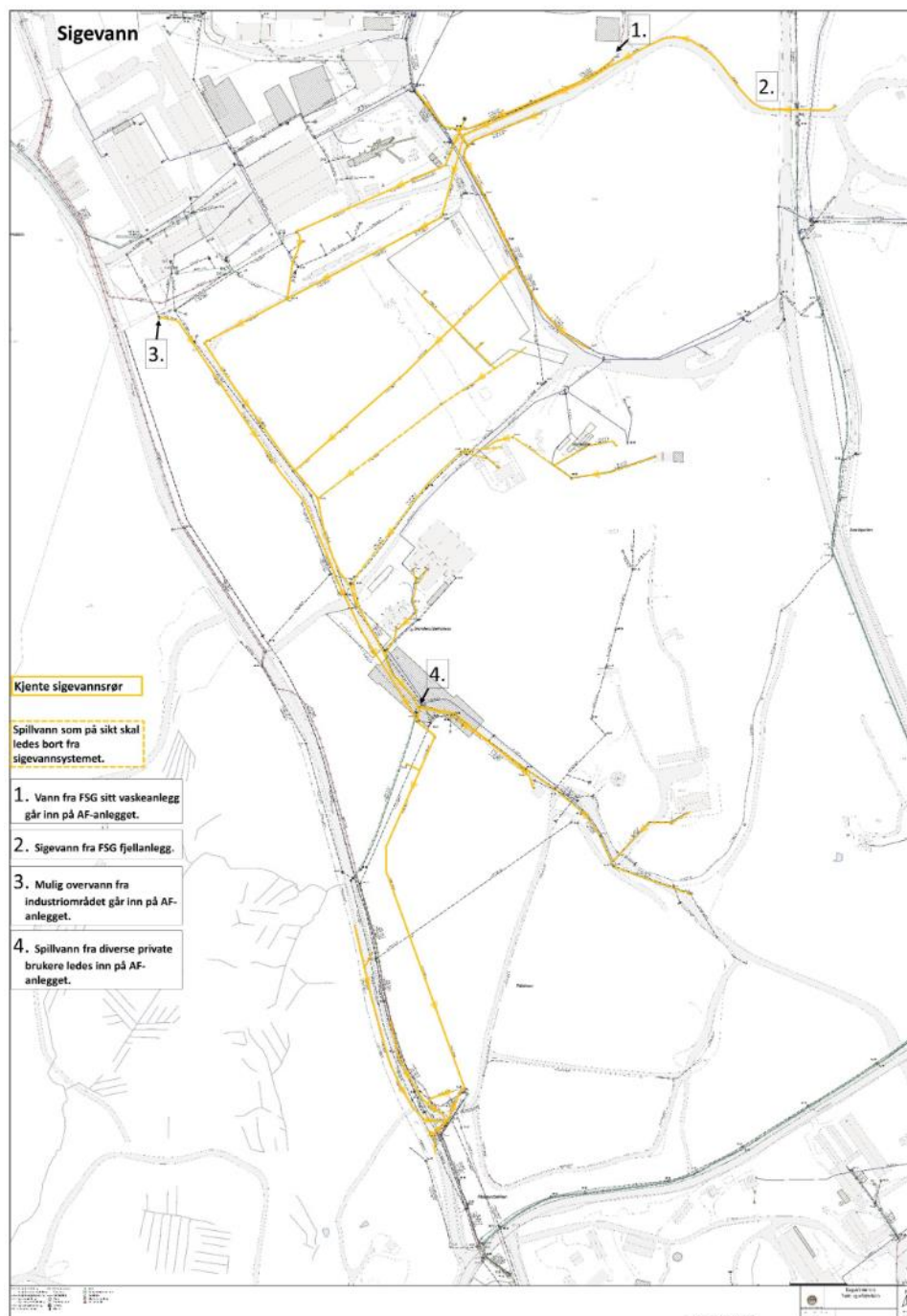
Sigevannsdannelsen til deponiet er styrt av nedbørsmengde og fordamping fra deponioverflaten. I tillegg til sigevann som dannes i deponiet, håndterer sigevannssystemet også følgende påslipp fra nærområdet (nummerert iht. påslippspunkt i figur 3):

- 1 Vaskevann fra FSG Nett AS sitt vaskeanlegg og ev. avrenning fra mellomlagrede masser ("Nettplassen")
- 2 Sigevann fra FSG sitt fjellanlegg (bergromsdeponiene)
- 3 Overvann fra deler av industriområdet ved Ragn Sells
- 4 Spillvann fra diverse private brukere; Bjarghuset, Bjarghallen, skytterhuset, Bergen Engines/deponigassanlegg og Ølen betong.

Flere av spillvannsledningene som i dag går på deponiets sigevannssystem skal på sikt ledes bort fra sigevannssystemet. Disse er markert med gul stiplet linje i figur 3.

Den totale sigevannsmengden ved pumpe-stasjonen ved Pålamyra blir estimert med utgangspunkt i driftstid for dreneringspumpene. Sigevannsmengden for 2021 er estimert til 402468 m³ (2).

Ved store vannmengder som overstiger kapasiteten til sigevannspumpene ved Pålamyra pumpe-stasjon vil sigevann gå i overløp til ledningen for Pålamyrbekken og deretter ledes ut på 40 m dyp i Fanafjorden (se figur 7). Sigevannet gikk ikke i overløp i 2021 (2).



Figur 3: Oversikt over sigevannssystemet, samt kjente påslipp av spillvann fra andre aktører.

2.2 Påslipp fra FSG sitt bergromsdeponi

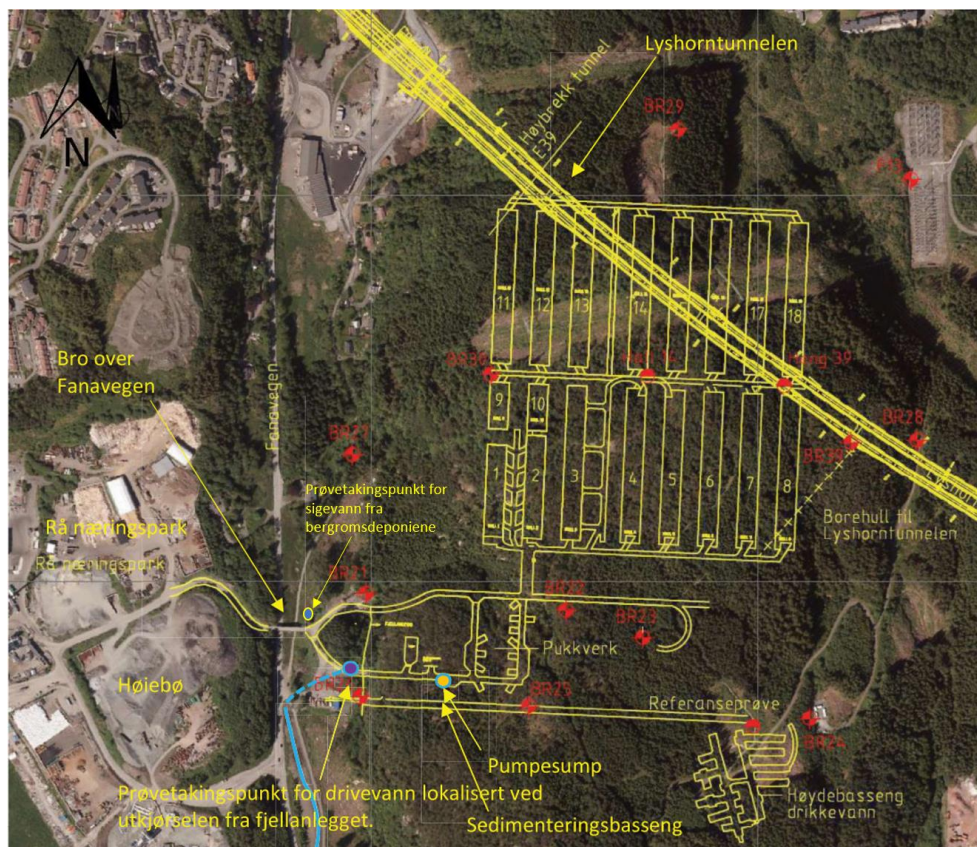
FSG har et bergromsdeponi i Stendafjellet. Bergromsdeponiet består av flere fjellhaller som er sprengt ut for steinuttak til pukkverk, og deretter benyttet som deponirom. Avfallet som deponeres er hovedsakelig forurensede gravemasser og bygningsavfall, i tillegg til enkelte andre fraksjoner. Sigevann i deponiet dannes fra vann som drypper inn i deponihallene fra tak og vegger, samt overskuddsvann i avfallet som deponeres. Sigevannet fra hver fjellhall dreneres ut via en drensledning til en kum på østsiden av broen over Fanavegen (se

prøvetakingspunkt i figur 4). Fra pumpesumpen pumpes sigevannet urensert til spillvannsledning som leder til Rådalen avfallsdeponi sitt sigevannssystem (punkt 2 i figur 3) (3).

Det er etablert prøvepunkt på rørledningen etter pumpekummen, før påslipp til spillvannsledning.

Tall fra FSG viser at det i 2021 ble pumpet ut totalt 6843 m³ sigevann i 2021. Tallet er basert på målte mengder med et flowmeter, og kontrollert med vannmengde stipulert av FSG basert på driftstid på pumpe. Avviket mellom de to måtene å måle på er oppgitt til 3,6% (3). Ifølge vannbalanseberegninger fra Multiconsult kan det teoretisk være produsert opptil 22418 m³ sigevann, et volum som er ca. 60% mer sigevann enn det som er fanget opp. Årsaken til dette kan skyldes flere ting, men Multiconsult antar at det hovedsakelig skyldes teknisk feil på flowmeteret til FSG (3).

FSG fikk i desember 2021 tillatelse til utviding av berggromsdeponiet, og i denne tillatelsen er det satt noen utslippsgrenser for sigevannet. Sigevannet fra nye fjellhaller skal også ledes til Rådalen avfallsdeponi sin sigevannsledning (kommunalt avløpssystem).



Figur 4: Illustrasjon over fjellannlegget til FSG, som viser prøvetakingspunkt for sigevann fra berggromsdeponiene (som har påslipp til deponiets sigevannssystem) og prøvetakingspunkt for drivevann (som har påslipp til deponiets overvannssystem). Figuren er hentet fra FSG sin rapport Drivevann fra fjellhaller fra 2021 (4), men modifisert med noe informasjon fra FSG sin Årsrapport fra 2021 (3).

2.3 Påslipp til sigevannssystemet fra andre aktører i nærområdet

De ulike aktørene som bidrar til deponiets sigevannssystem, og ev. hvilke forurensninger som er vanlig i avrenning fra den type aktivitet de driver med, er beskrevet i Tabell 1.

Forventet forurensning er basert på informasjon gitt i COWI sin rapport fra 2021 (1), og suppler med informasjon fra Miljødirektoratets faktaart M813 fra 2017 "grunnforurensning-bransjer og stoffer" (5).

Noen aktører har tillatelse etter forurensningsregelverket, og i noen av disse tillatelsene er det gitt grenseverdier for utslipp til kommunalt spillvannssystem. Grenseverdiene er vanligvis satt for stoffer på prioriteringslista (miljøgifter) eller stoffer som kan påvirke ledningsnett og/eller renseanlegget på Flesland, og gjenspeiler ikke nødvendigvis komponenter i bedriftens/aktørens utslipp.

Tabell 1: Aktører som bidrar til deponiets sigevannssystem, og ev. hvilke forurensninger som kan finnes i avrenningen

Aktør	Aktivitet	Påslipp til deponiets system	Mulig forurensning
FSG Nett AS, "Nettplassen". Nr. 3 i Figur 1.	Mellomlager for rene og forurensede masser. Behandling av forurenset masse/avfall før deponering eller gjenvinning.	Avrenning fra mellomlagrede masser og rensset vann fra vaskeanlegg på Nettplassen går via oljeutskiller til deponiets sigevannssystem (AF-anlegget). Påslippspunkt 1 i Figur 3.	I forurensede masser er det flere mulige forurensningsparametere, f.eks. tungmetaller, olje, PAH, PFAS, TBT. Forurensning kan transporteres med avrenning ved at de er partikulært bundet eller i oppløst tilstand.
Ragn Sells. Nr. 8 i Figur 1.	Mottak, lager og håndtering av avfall	Overvannsledning fra vestlig og nordlig del av industriområdet til Ragn Sells er påkoblet både deponiets sigevannssystem og det eldre overvannssystemet. Påslippspunkt til sigevannssystemet	Overvann fra denne delen av eiendommen er sannsynligvis diffust forurenset fra transport (typiske parametere er da oljeforbindelser, PAH, noen metaller).

		t er vist i punkt 3 i Figur 3.	
Ølen Betong, nr. 14 i Figur 1.	Produksjon av betong	Spillvann fra kontorbrakker går til spillvannsledning som har påslipp til sigevannssystemet i punkt 4 Figur 3.	Næringsstoffer, og ev. annet som spyles ned i vask og do i bygg.
Fana Skytterlag klubbhus	Skytterlagets møter, samlinger o.l.	Spillvann går til spillvannsledning som har påslipp til sigevannssystemet i punkt 4 Figur 3.	Næringsstoffer, og ev. annet som spyles ned i vask og do i bygg.
Bjarghuset og Bjarghallen	Sportsarrangementer og idrettlagets samlinger o.l.	Spillvann går til spillvannsledning som har påslipp til sigevannssystemet i punkt 4 Figur 3.	Næringsstoffer, og ev. annet som spyles ned i vask og do i bygg.
Bergen engines deponigassanlegg(se gul pil i Figur 1).	Deponigassanlegg. Den eneste aktiviteten her er driftsoperatør som er innom én gang i uken.	Spillvann fra driftsbygg.	Næringsstoffer, og ev. annet som spyles ned i vask og do i bygg.

2.3.1 Diffuse påslipp til sigevannssystemet

Deler av nærings- og industriarealene i Rådalen har grusdekke hvor overvann drenerer til terreng (se Tabell 2). Siden Pålamyra i sørenden av Rådalen avfallsdeponi utgjør det viktigste lavbrekket i terrenget i området, vil alt overvann som drenerer til terreng i hovedsak drenere mot Pålamyra. Det innebærer at det drenerer gjennom avfallet i deponiet og bidrar til økt volum av sigevann fra deponiet (6).

I tillegg til disse aktørene kan det ved oversvømmelse av området til Ragn Sells skje avrenning av forurenset vann til terreng, som bidrar til dannelsen av sigevann. Se avsnitt 3.3.2.

Tabell 2: Aktører hvor overvann drenerer til terreng

Aktør	Aktivitet	Beskrivelse	Mulig forurensning til sigevann
BIR avfallsenergi, "Magnusstykket", nr. 11 Figur 1.	Lager for emballert avfall	Areal på Magnusstykket har grusdekke, og overvann herfra drenerer til terreng og bidrar til sigevannsdannelse (6)	Forurenset avrenning fra avfallsballer som er skadet/ikke tette. F.eks. tungmetaller, oljer, PAH, mikroplast, bromerte flammehemmere, PFAS osv.
Svein Boasson AS, nr. 12 Figur 1.	Lager, anleggsgartner. Aktiviteten er i hovedsak begrenset til henting og levering av utstyr.	Her er det grusdekke, og overvann herfra drenerer til terreng og bidrar til sigevannsdannelse (6).	Ev. diffus forurensning fra kjøretøy

2.4 Vurdering av påslipp til deponiets sigevannssystem

Vannet som ledes til Pålamyra pumpestasjon er forurenset, og hovedparten av denne forurensningen kommer sannsynligvis fra dannelsen av sigevann i det gamle avfallsdeponiet. De andre aktørene i nærområdet som har påslipp til sigevannssystemet bidrar i tillegg til forurensning av dette vannet. Noen aktører, slik som FSG Nett, har rensning av spillvann via oljeutskiller og rensing av vaskevann fra behandlingsanlegg. Ellers er det hovedsakelig urensset spillvann som sleppes på sigevannssystemet.

Av de største aktørene i nærområdet med påslipp til deponiets systemer er det kun Fana Stein og Gjenvinning (FSG) som gjennomfører måling av konsentrasjoner og volumer. I forbindelse med årsrapporteringen fra 2021 er det tatt kvartalsvise stikkprøver av sigevann både fra Rådalen avfallsdeponi (2) og FSG (3). Resultatet fra prøvetakingen kan brukes til å vurdere FSG sitt bidrag til deponiets sigevannssystem. FSG sitt volum av sigevann er mye mindre enn det som dannes i Rådalen avfallsdeponi, men sigevannet fra FSG er mer konsentrert.

I tabell 3 er konsentrasjoner i sigevannsprøvene fra sigevannsledningen ved Pålamyra pumpestasjon vist mot konsentrasjoner i sigevannsprøvene fra FSG sitt bergromsdeponi. Gjennomsnittskonsentrasjonene fra 2021 brukes til å sammenligne de to aktørene. 4 vannprøver gir et begrenset grunnlag for sammenligning og konklusjoner, og en kan kun sammenligne parametere som er målt hos begge parter.

Det totale utslippet fra de to aktørene er vist i Tabell 4. Totale utslipp beregnes ved å multiplisere snittverdier for den aktuelle parameteren med total sigevannsmengde i løpet av året. For beregning av det totale utslippet i sigevann fra FSG er det benyttet både målt vannmengde ved bruk av flowmeter på 6843 m³ sigevann (minimum), og teoretisk beregnet mengde sigevann på 22418 m³ (maksimum) fra Multiconsult sin vannbalanseberegning (se avsnitt 2.2).

I vurdering av både gjennomsnittskonsentrasjon og totale utslipp, er det lagt vekt på de parametere som i hovedsak skyldes menneskeskapt forurensning og/ellers bidrar til forringelse av vannresipienten. At stikkprøvene er tatt på forskjellige dager, av forskjellige prøvetakingspersoner, og at de er analysert ved ulike laboratorium med ulik måleusikkerhet og deteksjonsgrenser, utgjør usikkerheter i vurderingen. Måleusikkerheten er ikke oppgitt i analyseresultatene i årsrapporten til Rådal (2). Stikkprøver gir et øyeblikksbilde av situasjonen, og gjennomsnittet påvirkes av topper og bunner. Derfor er standardavviket hensyntatt i vurderingen.

Snittkonsentrasjonen av følgende parametere er høyere i sigevannet fra FSG enn i sigevannsprøven fra Rådal avfallsdeponi: Ledningsevne, TOC, KOF, kadmium, kobber, arsen og nikkel.

I sigevannssystemet er kvaliteten på vannet summen av FSG sitt bidrag + bidraget fra de andre aktørene. Ledningsevnen i vannet fra sigevannssystemet er ca. én tredjedel av ledningsevnen i sigevannet fra FSG, som tyder på en høy grad av fortynning i sigevannssystemet.

Standardavviket til TOC fra Rådal avfallsdeponi er noe høyt sammenlignet med enkeltverdiene, men ettersom alle enkeltverdier fra FSG er høyere enn enkeltverdiene fra Rådal, tyder det på at det organiske innholdet i sigevannet fra FSG er høyere enn i sigevannet ved Pålamyra pumpestasjon. Det er forventet at TOC-nivået i sigevann fra et aktivt deponi (som FSG sitt bergromsdeponi er) er høyere enn TOC-nivået i sigevann fra et nedlagt deponi. Det totale utslippet av TOC fra FSG tilsvarer 5 -14 % (utregnet fra hhv. minimum og maksimum vannmengde) av det totale utslippet til Rådal avfallsdeponi.

Standardavviket for KOF, arsen og nikkel er relativt lav, så her kan den høyere gjennomsnittskonsentrasjonen i sigevann fra FSG brukes til å si at innholdet av disse parametere er høyere i sigevann fra FSG enn i sigevann ved Pålamyra pumpestasjon. Totalutslippet av de samme parametere kan ved maksimalt beregnet sigevannmengde utgjøre 10-13 % av det totale utslippet til Rådal avfallsdeponi.

Standardavviket til kobber i sigevann fra Rådal er høyt sammenlignet med enkeltverdiene, og dette skyldes høy verdi i vannprøve fra september. Når denne enkeltverdien tas med i beregning av gjennomsnitt og totale utslipp, ser det ut til at utslippet fra FSG bidrar med 2-7 % av det totale utslippet av kobber i sigevannet til Rådal avfallsdeponi. Når enkeltverdien tas ut av beregningen blir det totale årlige utslippet fra Rådal avfallsdeponi lavere, og utslippet fra FSG bidrar da med 10-30 % av dette. Kobber viser her hvor store differanser det kan

være på stikkprøver, som igjen gir tydelige utslag på utregningen av gjennomsnittsverdier og totale utslipp.

I prøver av sigevann ved Pålamyra pumpestasjon (Rådal avfallsdeponi) og fra FSG er det i enkeltprøver ikke kvantifiserbare målinger av kadmium, fordi mengden kadmium er lavere enn laboratoriets deteksjonsgrense. Dette gir usikre beregninger, og parameteren blir derfor ikke videre vurdert.

Selv med bruk av teoretisk beregnet sigevannsmengde utgjør det totale volumet av sigevann fra FSG en liten del av det totale volumet sigevann målt i sigevannsledningen ved Pålamyra pumpestasjon. Sigevannsmengden fra FSG begrenser deres bidrag på det totale utslippet av forskjellige parametere, og selv med de usikkerheter som er beskrevet ovenfor ser FSG ut til å bidra med opp mot 10% av totale utslipp. FSG sitt bidrag ser i hovedsak ut til å påvirke det organiske innholdet (TOC), kjemisk oksygenforbruk (KOF), samt innholdet av kobber, arsen og nikkel.

Ingen av de andre aktørene som har påslipp til deponiets sigevannssystem gjennomfører målinger av konsentrasjoner og volumer, og deres bidrag til sigevannssystemet vurderes kvalitativt ut fra tilgjengelig informasjon om deres utslipp og målingene av sigevann fra deponiets sigevannssystem.

Følgende forurensningsparametere har høyere gjennomsnittskonsentrasjon i vannprøvene tatt fra deponiets sigevannssystem enn i vannprøvene tatt fra FSG sitt sigevann; total nitrogen, ammonium, total fosfor, BOF, bly, krom, sink, oljeforbindelser og PAH-forbindelser. Bidraget av disse parametere må dermed hovedsakelig komme fra dannelsen av sigevann i deponiet og påslipp av spillvann fra de andre aktørene.

Næringsstoffer finnes typisk i kloakk, og aktørene med påslipp av spillvann fra kontor- og driftsbygg er trolig viktige bidragsyttere til disse parametere i vannet i sigevannssystemet.

Metaller, oljeforbindelser og PAH-forbindelser er typiske forurensningsparametere å finne i diffus avrenning fra transport og maskiner, avrenning fra avfall, og de kan finnes i avrenning fra forurensede masser. Dvs. at disse parametere kan finnes i avrenning fra industriområdet ved Ragn Sells, fra Magnusstykket, fra nettplassen, og fra området til Svein Boasson AS. Det er ikke mulig å estimere bidraget fra disse aktørene på sigevannskvaliteten, men det antas at bidraget er lite sammenlignet med det som kommer fra deponimassene fordi deponivolumet er veldig stort og inneholder mye avfall som lekker miljøgifter.

De høyeste konsentrasjonene av metaller, med unntak av nikkel, var høyest i sigevannsprøven fra 10. september 2021. Ifølge historikken til yr.no ble det ikke målt store nedbørshendelser (over 20 mm nedbør) på Bergen-Florida målestasjon i starten av september 2021 (7). Denne flushen av metaller som er målt denne dagen antas derfor å kunne skyldes bidrag fra en av de andre aktørene i nærområdet, og ikke fra dannelsen av sigevann i deponiet som i stor grad er nedbørsstyrt.

I årsrapporten til Rådal avfallsdeponi fra 2021 er det vist at det ikke alltid er samsvar mellom mengden vann målt i sigevannsystemet og nedbørsmengde (2). Det kan skyldes at det i perioder slippes betydelige mengder vann til sigevannsystemet fra andre aktører.

Tabell 3: Konsentrasjoner i sigevannsprøvene fra sigevannsledningen ved Pålamyra pumpestasjon vist mot konsentrasjoner i sigevannsprøvene fra FSG sitt bergromsdeponi. Snittverdier skrevet med rød tekst viser mengder beregnet for stoffer som ikke er påvist over deteksjonsgrensen i én eller flere av stikkprøvene. Her er en konsentrasjon lik halvparten av deteksjonsgrensen benyttet i beregningen.

	Parameter	Enhet	Sigevann Rådal avfallsdeponi - 2021						Sigevann FSG - 2021					
			08.03.2021	28.05.2021	10.09.2021	04.11.2021	snitt 2021	STD avvik	24.03.2021	19.05.2021	02.11.2021	15.12.2021	snitt 2021	STD avvik
Fysikalske parametere	pH-verdi		6,8	6,3	7	7,2	6,83	0,39	8	8,1	8,3	8	8,1	0,1
	Ledningsevne	mS/m	173	140	130	74	129	41,16	366	368	353	367	363,5	7,0
	Suspendert stoff	mg/L	68	87	130	54	85	33,06	2,7	3,6	29	<2	9,1	13,5
Næringsstoff	Total nitrogen	mg/L	33	41	54	28	39	11,34	11	11	8,7	9,3	10,0	1,2
	Ammonium-N	mg/L	37	38	32	31	35	3,51	0,17	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1
	Total fosfor	mg/L	0,51	0,25	0,85	0,31	0,480	0,27	0,1	0,14	0,13	0,19	0,14	0,0
Organiske stoff	TOC	mg/L	23	4,5	27	8,2	16	10,99	37	41	41	42	40,3	2,2
	KOF	mg O ₂ /L	50	55	80	51	59	14,17	94	119	119	97	107,3	13,6
	BOF	mg/L	<5	44	12	<5	15	20,78	<3	<3	<3	<3	1,5	0,0
Kjemiske parametere	Klorid	mg/L	250	130	110	74	141	76,27	460	660	370	340	457,5	144,3
	Jern	mg/L	25	49	58	25	39	16,86	0,16	0,15	0,2	0,16	0,17	0,0
	Mangan	mg/L	0,7	0,68	0,69	0,54	0,653	0,08	0,16	0,16	0,16	0,13	0,15	0,0
	Natrium	mg/L	238	113	<4	73	106,50	99,66	580	570	550	650	587,5	43,5
	Bor	mg/L	<0,150	<0,03	0,3	<0,150	0,08	0,15	7,7	7,9	19	7,4	10,5	5,7
Tungmetall	Kvikksølv	µg/L	0,008	<0,003	0,019	0,0069	0,01	0,01	<0,005	0,007	<0,005	0,005	0,004	0,0
	Bly	µg/L	0,57	0,99	14	2	4,39	6,43	0,25	<0,2	<0,5	0,25	0,2	0,1
	Kadmium	µg/L	<0,05	<0,01	0,11	<0,05	0,04	0,06	0,064	0,086	<0,01	0,047	0,1	0,0
	Krom	µg/L	8	5,1	9,7	5,1	6,98	2,27	1,9	1,9	2,2	1,9	2,0	0,2
	Kobber	µg/L	4,7	3,7	86	6,8	25,30	40,49	28	28	31	32	29,8	2,1
	Sink	µg/L	38	30	150	37	64	57,61	18	26	18	11	18,3	6,1
	Arsen	µg/L	0,79	0,93	1,7	1,3	1,18	0,41	3,1	3,3	2,4	2,7	2,9	0,4
	Nikkel	µg/L	7,1	4,2	5,5	5,2	5,5	1,20	13	14	13	12	13,0	0,8
Organiske miljøgifter	Sum aromater (BTEX)	µg/L	3,4	1,05	<0,42	0,73	1,40	1,47	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,0
	Sum olje(C10-C35)	µg/L	<130	<100	110	120	86,25	66,52	<100	<100	<100	<100	50,0	0,0
	PAH (EPA-16)	µg/L	2,1	0,02	1,92	1,85	1,47	0,97	<0,01	0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1

Tabell 4: Totale utslipp i sigevann fra Pålamyra pumpestasjon vist mot totale utslipp i sigevann fra FSG sitt bergromsdeponi. Total utslipp beregnes ved å multiplisere snittverdier for den aktuelle parameteren med total sigevannsmengde i løpet av året. Verdier skrevet med rød tekst viser mengder som er beregnet for stoffer som ikke er påvist over deteksjonsgrensen i én eller flere av stikkprøvene. Her er en konsentrasjon lik halvparten av deteksjonsgrensen benyttet i beregningen av gjennomsnittet som igjen er brukt til beregning av det totale utslippet.

	Parameter	Enhet	Sigevann Rådal avfallsdeponi - 2021	Sigevann FSG - 2021	
			Total 2021	Min. total 2021	Max. total 2021
Fysikalske parametere	Suspendert stoff	kg/år	34109,2	62,1	203,4
Næringsstoff	Total nitrogen		15696,3	68,4	224,2
	Ammonium-N		13885,1	0,5	1,8
	Total fosfor		193,2	0,96	3,14
Organiske stoff	TOC		6308,7	275,4	902,3
	KOF		23745,6	733,9	2404,3
	BOF		6137,6	10,3	33,6
Kjemiske parameter	Klorid		56748,0	3130,7	10256,2
	Jern		15796,9	1,15	3,76
	Mangan		262,6	1,04	3,42
	Natrium		42862,8	4020,3	13170,6
	Bor		33,2	71,9	235,4
Tungmetall	Kvikksølv		3,6	0,025	0,081
	Bly		1766,8	1,5	4,8
	Kadmium		16,6	0,3	1,1
	Krom		2807,2	13,5	44,3
	Kobber	10182,4	203,6	666,9	
	Sink	25657,3	124,9	409,1	
	Arsen	474,9	19,7	64,5	
	Nikkel	2213,6	89,0	291,4	
Organiske miljøgifter	Sum aromater (BTEX)	563,5	0,3	1,1	
	Sum olje(C10-C35)	34712,9	342,2	1120,9	
	PAH (EPA-16)	592,6	0,4	1,1	

3 Overvannssystemet

3.1 Oversikt overvannssystemet

Overvannssystemet består av rør i bakken og åpne overvannsgrøfter. Rørene i bakken er hovedsakelig gamle (se figur 5), mens de åpne grøftene og noen av overvannsrørene ble etablert fra 2015 til 2019 (se figur 6). De åpne grøftene er membrangrøfter eller betonggrøfter, noe som skal hindre infiltrasjon i terrenget. Hensikten med oppgraderingen av overvannssystemet var å fange opp mer av overflatevannet før det infiltreres ned til avfallsdeponiene under bakken og bidrar til dannelselse av sigevann.

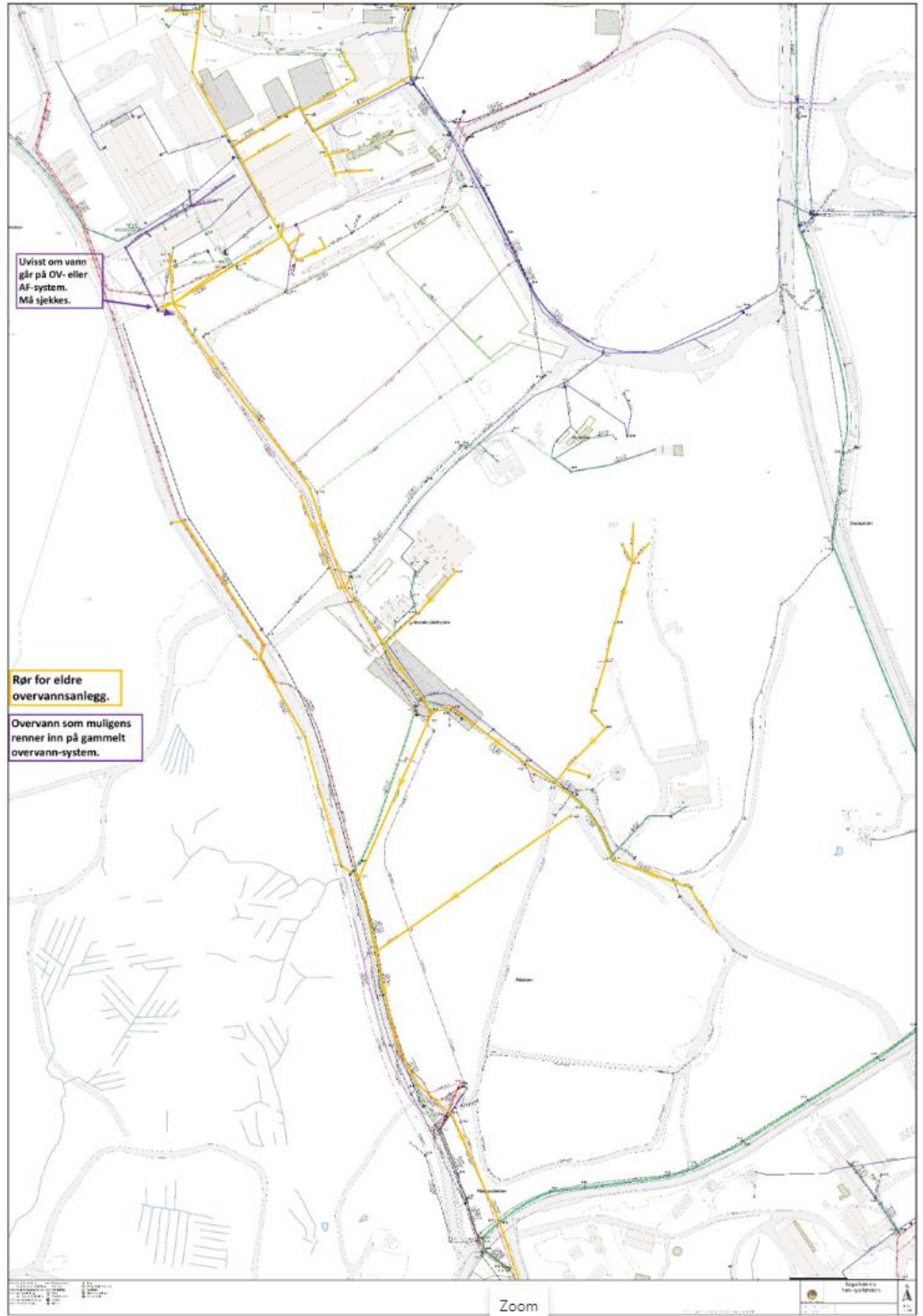
Vannet fra det eldre overvannssystemet ledes ut til utslippspunkt i Fanafjorden, på 40 m dyp.

Vannet som samles i det nye overvannsnettets ledes til nyetablert overvannsrør som går under Hordnesvegen og videre i åpen grøft ned til Melkevikken (se figur 7).

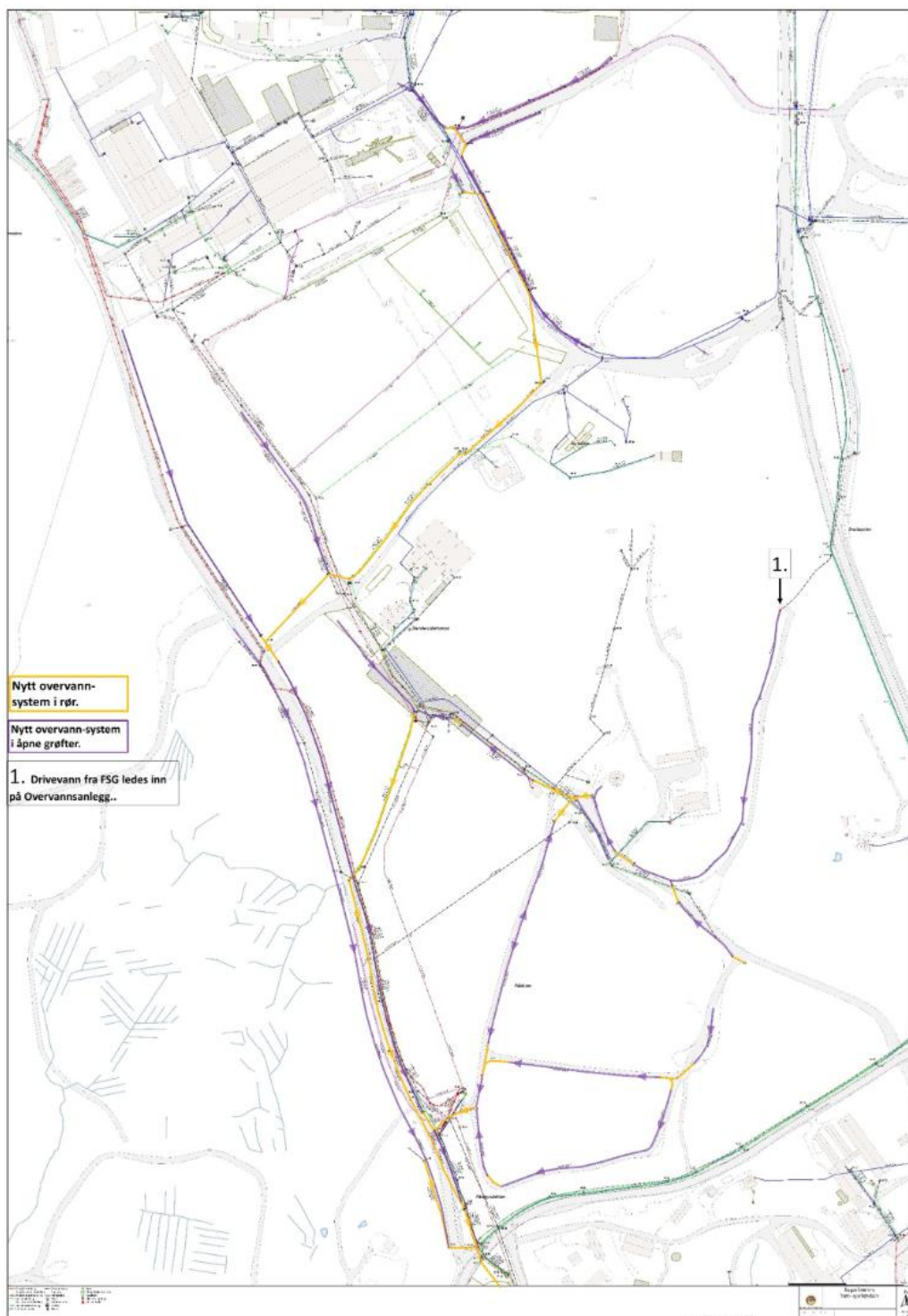
Det gamle overvannsnettets i området ligger dypt i deponimassene (på >10 m), og det skjer innlekking av sigevann til dette overvannsnettets. Det er estimert at maks mengde sigevann som lekker inn i det gamle overvannsnettets er 5 % (1). Dette medfører kontinuerlige mindre utslipp av sigevann til Fanafjorden.

På deler av deponioverflaten siger noe overvann gjennom avfallsmasser før det når overvannssystemet. Dette fører også til mindre utslipp av sigevann til Fanafjorden.

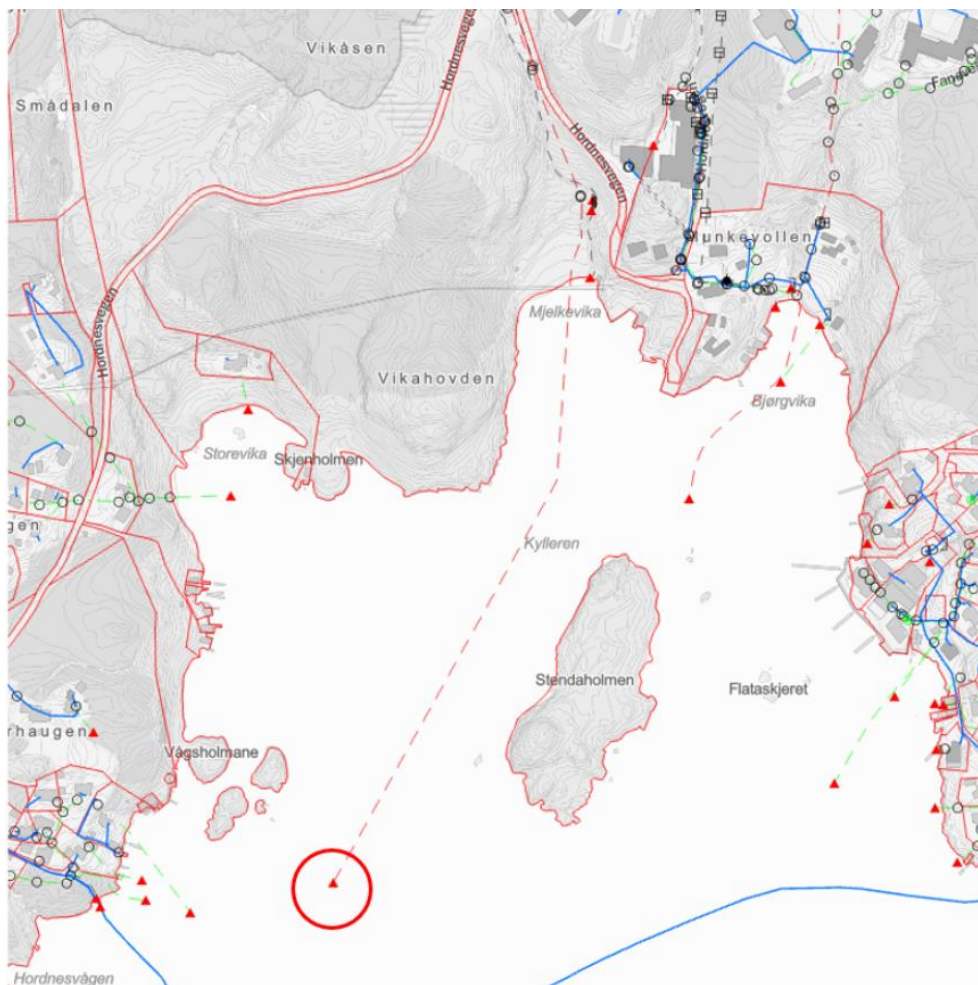
Renset drivevann fra FSG slippes på det nye overvannssystemet ved punkt 1 i figur 6.



Figur 5: Eldre overvannssystem. Systemet ligger i rør under bakken og har utslipp i Fanafjorden, på 40 m dyp, se figur 7.



Figur 6: Nyetablert overvannssystem. Deler av systemet er i rør, og deler er i åpne grøfter.



Figur 7: Utslippspunkt for eldre overvannssystem i Fanafjorden, på 40 m dyp. Overvann fra det nye overvannssystemet ledes i rør under Hordnesvegen og renner i åpen grøft ned til Melkevika.

3.2 Forurensning av overvannet

Overvannssystemet til Rådalen Avfallsdeponi, håndterer overvann fra flere aktører i nærområdet i tillegg til drivevann fra FSG.

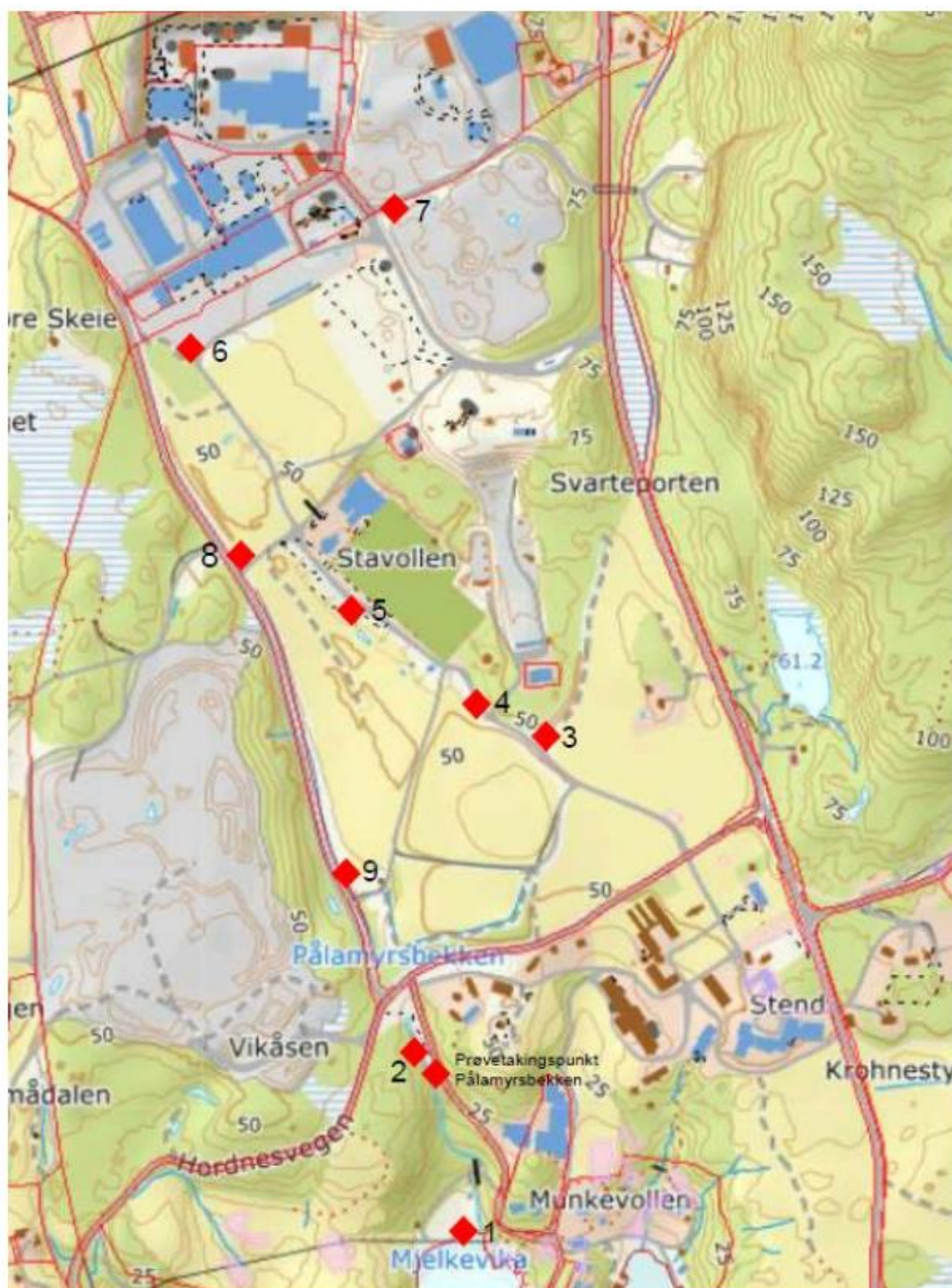
Alle nærings- og industriareal hvor det foregår aktiviteter som lagring av avfall og finpartikulært stoff som sand og grus, og/eller transport med maskiner og tunge kjøretøy, utgjør en fare for forurensning av overvann, spesielt når det ikke er tett dekke i form av betong/asfalt med styrt avrenning til sandfangskummer som driftes hensiktsmessig. Deler av nærings- og industriarealene i Rådalen har asfaltdekke/tett dekke og styrt avrenning til sluk og sandfangkummer eller nyetablerte overvannsgrøfter, med påkobling til overvannsnett. Resterende deler av nærings- og industriarealene i Rådalen har grusdekke hvor overvann drenerer til terreng (1). Overvann som drenerer til terreng er grundigere omtalt i avsnitt 2.3.1. Følgende vurderinger gjelder for overvann som renner til overvannssystemet.

Figur 8 viser prøvepunkt for prøvetaking av overvann fra overvannssystemet gjennom 2021. Det er tatt ut vannprøver fra Pålamyrbecken, og punkt 2, 3, 4,

5, 6, 7 og 8. Prøvene er tatt for å vurdere tilførselen av forurensende elementer til overvannet. Resultatene er hentet fra Rådalen avfallsdeponi sin årsrapport (2).

Resultatene fra prøvetakingen presenteres i kommende avsnitt sammen med en vurdering av påslipp av drivevann fra FSG og overvann fra andre aktører. Se plassering av aktører i figur 1 og figur 2.

Vurderingen av påslipp av fra andre aktører er gjort på bakgrunn av én eller to prøver fra hvert av Rådalen sine prøvepunkter, og 4 prøver av FSG sitt drivevann.



Figur 8: Prøvepunkt ved prøvetaking av overvann fra overvannssystem i 2021 (2).

3.3 Påslipp til eldre OV-system

Det gamle overvannsystemet består av rør som mottar overvann fra deler av industriområdet i nord og ved Stavollen. Innenfor deponiarealet ligger det gamle overvannsystemet dypt i deponimassene (på >10 m), og det skjer innlekking av sigevann til dette overvannsnett. Det er estimert at maks mengde sigevann som lekker inn i det gamle overvannsnett er 5 % (1). Dette medfører kontinuerlige mindre utslipp av sigevann til Fanafjorden. Se utslippspunkt fra det gamle OV-systemet i figur 7.

3.3.1 Aktører med påslipp til eldre OV-system

I Tabell 5 står de enkelte aktørene som antas å bidra til det gamle overvannsystemet. Felles for disse aktørene er at de ikke gjennomfører måling av volumer og konsentrasjoner i overvannet. Deres bidrag til overvannsystemet må dermed vurderes ut fra deres aktiviteter og analyseresultatet i Rådalen sin årsrapport (1).

Forventet forurensning er basert på informasjon gitt i COWI sin rapport fra 2021 (1), og suppler med informasjon fra Miljødirektoratets faktaart M813 fra 2017 "grunnforurensning-bransjer og stoffer" (5).

Tabell 5: Aktører som bidrar til det eldre OV-systemet, og ev. hvilke forurensninger som kan finnes i avrenningen

Aktør	Aktivitet	Påslipp til deponiets system	Mulig forurensning
Ragn Sells, nr. 8 i Figur 1	Mottak, lager og håndtering av avfall	Overvann som genereres på industriområdet til Ragn Sells går hovedsakelig på det gamle overvannsystemet til Rådalen avfallsdeponi. Overvannsledningen fra vestlig og nordlig del av eiendommen er påkoblet både deponiets sigevannsystem, og det gamle overvannsystemet (se Figur 5). Ragn Sells har i tillegg utfordringer med tilstrømming av overvann fra andre aktører, som BIR og NCC, og oversvømmelse av pumpestasjon for spillvann på deres eiendom. Se avsnitt 3.3.2.	Overvannet kan bli diffust forurenset fra håndtering av avfall, og ved bruk av maskiner og kjøretøy. F.eks. tungmetaller, oljeprodukter, løsemidler, og PAH.
NCC Rådal Asfaltfabrikk, nr. 9 i Figur 1.	Produksjon av asfalt	Overvann går via sandfangskummer til det gamle overvannsnett. Sandfangskummer tømmes 2-3 ganger i året (1). De har hittil ikke hatt oljeutskiller i drift.	Overvannet kan bli diffust forurenset av maskiner og kjøretøy som benyttes i produksjonen, samt

		Ved regnskyll kan overvann i tillegg renne ned mot Ragn Sells sin eiendom. Se avsnitt 3.3.2.	avrenning fra selve produksjonen.
Stavollen skytebane, se Figur 2.	Skytebane	Skytevollene drenerer mot myr i skytebanen, og i myren er det kum for overvann. Overvannsledningen er koblet på det gamle overvannsnett med utslipp i Fanafjorden (1).	Bly, kobber, antimon, sink, PAH.

3.3.2 Oversvømmelse på industriområdet til Ragn Sells

På området som Ragn Sells leier (se figur 1) er det en pumpestasjon som leder spillvann videre til Flesland. Pumpestasjonen tar hånd om spillvann som kommer fra områder nord, nordøst og øst for Ragn Sells sitt område. Pumpestasjonen har lav kapasitet, noe som flere ganger har medført oversvømmelse av spillvann i området (6).

Arealet til Ragn Sells ligger i lavbrekk, slik at når det regner strømmer overvann fra andre områder inn på eiendommen.

Overvann på Ragn Sells sin eiendom renner dels til det gamle overvannsnett, og dels til terreng. Vannet som renner til terreng renner gjennom deponiet og bidrar til sigevannsdannelse (se avsnitt 2.3.1). Overvannet på Ragn Sells sin eiendom kan pga. pumpestasjon med dårlig kapasitet, tidvis være iblandet spillvann fra både dem selv og andre aktører oppstrøms.

Ved oversvømmelse av pumpestasjonen ved Ragn Sells, eller ved regnskyll, kan følgende aktører bidra til overvannsdannelse på Ragn Sells sin eiendom, se Tabell 6.

Tabell 6: Aktører som bidrar til overvannsdannelse på industriområdet til Ragn Sells

Aktør	Aktivitet	Beskrivelse	Mulig forurensning
BIR avfallsenergi, nr. 4 i figur 1	Forbrenningsanlegg og lager av avfall, vaskehall og varmesentral	Spillvann fra oljeutskiller ved vaskehallen og BKK varme føres til spillvannsnett via pumpestasjon på Ragn Sells sitt område. Ved oversvømmelse av pumpestasjonen kan spillvann fra BIR bidra til overvannsdannelse på Ragn Sells sin eiendom. Ved regnskyll kan overvann fra BIR renne langs veien mot Ragn Sells.	Spillvann fra vaskehall skal være rensert for olje (via oljeutskiller), men kan inneholde andre forurensende parametere f.eks løsemidler, PAH, metaller.
Bulder bilverksted	Bilverksted	Bulder bilverksted og Vitek Miljø deler vaskehall. Avrenning fra	Spillvann skal være rensert for olje (via

, Nr.7 i Figur 1		verksted og vaskehall føres til oljeutskiller som er koblet på spillvannsnett via pumpestasjon på Ragn Sells sitt område. Ved oversvømmelse av pumpestasjonen kan spillvann fra Bulder og Vitek bidra til overvannsdannelse på Ragn Sells sin eiendom.	oljeutskiller) men kan inneholde andre forurensende parametere som sink, bly, kadmium, kobber, kvikksølv, PAHer, løsemidler, flykoler, fenoler
Vitek Miljø, nr. 7 i Figur 1	På denne lokaliteten vasker Vitek Miljø bilene sine		
NCC Rådal Asfaltfabrik, nr.9 i Figur 1	Produksjon av asfalt	Alt spillvann fra bedriften ledes til kommunalt spillvannsnett via pumpestasjon på Ragn Sells sitt område. Ved oversvømmelse av pumpestasjonen kan spillvann fra asfaltfabrikken bidra til overvannsdannelse på Ragn Sells sin eiendom.	

3.3.3 Vurdering av påslipp til eldre OV-system

Vannet i det gamle overvannsystemet er prøvetatt i ett punkt kalt Pålamyrsbekken i årsrapporten. Se plassering av prøvepunktet i figur 8. Det ble bare tatt én prøve i 2021. Analyseresultatet er vist i Tabell 7. I samme tabell er analyseresultatet fra vannprøver fra sigevannsystemet ved Pålamyra pumpestasjon vist. Det er tatt vannprøve i sigevannsystemet samme dag som den ene fra det gamle overvannsystemet (28.05.2021).

Det er kjent at det skjer innlekking av sigevann fra deponiet til det eldre overvannsystemet. I årsrapporten til Rådalen avfallsdeponi står det at det ved prøvetaking fra Pålamyrsbekken er lett å kjenne den karakteristiske lukten av sigevann (2).

Fra vannprøvene fra 28. mai 2021 fra de to systemene ser en at verdiene for de fleste parameterne er relativt like i de to systemene. Ifølge yr.no sin historikk med nedbørsdata fra Bergen-Florida målestasjon (7) var det lite nedbørsdager i løpet av mai 2021, og ingen større nedbørshendelser (med nedbør >20 mm) før 28. mai som vannprøvene fra de to systemene er tatt.

Basert på beskrevet lukt av vannet i overvannsystemet, analyseresultatene og at det ikke er registrert noen større nedbørshendelser tett opptil prøvetakingstidspunktet, konkluderes det her med at vannet fra Pålamyrsbekken/det gamle overvannsystemet denne dagen hovedsakelig bestod av sigevann fra det gamle deponiet.

Ut fra tilgjengelig informasjon om andre aktørers overvannshåndtering antas det at særlig ved regnskyll og oversvømmelse av pumpekummen på Ragn Sells sin eiendom kan det føres forurenset vann fra andre aktører inn på det gamle overvannsystemet.

Tabell 7: Analyseresultat for overflatevann prøvetatt fra Pålamyrsbekken og sigevann fra Pålamyra pumpestasjon i 2021 (2).

Parametergrupper	Parameter	Enhet	Pålamyrsbekken		Rådal sigevann		
			28.05.2021	08.03.2021	28.05.2021	10.09.2021	04.11.2021
	pH-verdi		6,9	6,8	6,3	7	7,2
	Ledningsevne	mS/m	150	173	140	130	74
	Suspendert stoff	mg/L		68	87	130	54
Næringsstoff	Total nitrogen	mg/L	53	33	41	54	28
	Ammonium-N	mg/L	43	37	38	32	31
	Total fosfor	mg/L		0,51	0,25	0,85	0,31
Organiske stoff:	TOC	mg/L		23	4,5	27	8,2
	KOF	mg/L	92	50	55	80	51
	BOF	mg/L		<5	44	12	<5
Kjemiske parameter:	Klorid	mg/L	140	250	130	110	74
	Jern	mg/L	17	25	49	58	25
	Mangan	mg/L	0,66	0,7	0,68	0,69	0,54
	Natrium	mg/L	150	238	113	<4	73
	Bor	mg/L		<0,150	<0,03		0,3
							<0,150
Tungmetall:	Kvikksølv	µg/L	<0,004	0,008	<0,003	0,019	0,0069
	Bly	µg/L	0,71	0,57	0,99	14	2
	Kadmium	µg/L	<0,010	<0,05	<0,01	0,11	<0,05
	Krom	µg/L	7,5	8	5,1	9,7	5,1
	Kobber	µg/L	8	4,7	3,7	86	6,8
	Sink	µg/L	38	38	30	150	37
	Arsen	µg/L	1,4	0,79	0,93	1,7	1,3
	Nikkel	µg/L	4,3	7,1	4,2	5,5	5,2

3.4 Påslipp til nyere overvannssystem

Det nye overvannssystemet består dels av åpne grøfter og dels av rør. Overflatevannet renner i grøfter fra prøvepunkt 6, 7 og 8 fra nord, og via 3, 4, og 5 fra sør-øst, før det ledes videre via prøvepunkt 9, 2 og 1 og ut i Melkeviken (se figur 8).

Renset drivevann fra FSG slippes på overvannssystemet ved punkt 1 i figur 6. Derfra renner vannet via prøvepunkt 3, 4, og 5 i figur 8 i åpne grøfter, før det ledes videre til Melkevika.

Andre aktører enn FSG med påslipp til overvannssystemet, gjennomfører ikke måling av volumer og konsentrasjoner i overvannet. Deres bidrag må dermed vurderes ut fra deres aktiviteter, og plassering ift. prøvepunktene i Rådalen sin årsrapport.

3.4.1 Påslipp av drivevann fra FSG sine anlegg

I tillegg til systemet for oppsamling av sigevann fra fjellhallene, er det etablert et eget avløpssystem som håndterer innlekket grunnvann i interne veier/tunneler, vann fra pukverket, produksjonsvann fra driving av nye haller, og vann som lekker inn gjennom sprekken i fjellhallene som ikke er tatt i bruk for deponering av masser. Dette vannet er ikke i kontakt med deponert avfall, og betegnes samlet som "drivevann". Drivevannet ledes til to sedimenteringsbasseng, og videre til to sedimenteringskontainere via "pumpesump 2" (se figur 4). Fra kontainerne slippes vannet på selvføll til det kommunale overvannsnett i åpen grøft (se punkt 1 i figur 6). Det er installert vannmåler på vann som pumpes opp i sedimenteringskontainerne. Dette tilsvarer vannmengden som slippes til overvannsnett (4).

Det er etablert et prøvetakingspunkt for utslippsvannet fra sedimentasjonsanlegget (se figur 4).

3.4.2 Andre aktører med påslipp til nyere overvannssystem

I Tabell 8 står andre aktører i nærområdet som antas å bidra med vann på det nye overvannssystemet, og ev. hvilke forurensninger som er vanlig i avrenning fra den type aktivitet de driver med.

Forventet forurensning er basert på informasjon gitt i COWI sin rapport fra 2021 (1), og suppler med informasjon fra Miljødirektoratets faktaart M813 fra 2017 "grunnforurensning-bransjer og stoffer" (5).

Tabell 8: Aktører som bidrar til det nye OV-systemet, og ev. hvilke forurensninger som kan finnes i avrenningen

Aktør	Aktivitet	Påslipp til deponiets system	Mulig forurensning
FSG, "Privaten", og FSG "Høiebø", Nr. 6 og 10 i Figur 1.	Lagring av knust masse (rene masser fra pukkverk)	Overvann renner til overvannsgrøfter som er tilknyttet det nye overvannssystemet	Suspendert stoff. I tillegg kan avrenning fra pukk inneholde nitrogen.
Norscrap west, nr 13. i Figur 1.	Mottak og sortering av metallavfall	Alt overvann ledes til ny grøft og kum for overvann. Overvannet er tydelig betongpåvirket og misfarget av jern eller næring. Ved mye nedbør kommer fremmed overvann fra øst og FSG Høiebø (1).	Suspendert stoff, jern, næringsstoffer, og ev. diffus forurensning fra kjøretøy.
Ølen Betong, nr. 14 i Figur 1	Produksjon av betong	Overvann går ut til nye overvannsrenner langsmed veien eller til overvannskum tilkoblet nye overvannsrør i vest (1).	Bedriften sin miljøutfordring for området er avrenning av finstoff med overvannet når det regner (1). Betongvann kan ha svært høy pH.
Naturbruklinja, Stend vgs	Lagring av hestemøkk like ved skytebanen	Det kan skje avrenning fra lagringsområdet til åpen grøft tilknyttet det nye overvannssystemet, like ved prøvepunkt 4 i Figur 8.	Avrenning fra hestemøkk tilfører vannet næring, og kan bidra til blakking.
Statens vegvesen	Steindeponi i forbindelse med utbygging av ny E39 Svegatjørn-Rådal.	Tunneldrivevann renses lokalt og slippes til overvannsledningen som går ut i Fanafjorden. Arbeidet skal ha blitt avsluttet mai 2022.	Avrenning fra sprengstein kan inneholde nitrogen og suspendert stoff.

3.4.3 Vurdering av påslipp til nyere OV-system

Fana Stein og Gjenvinning (FSG) måler konsentrasjoner av forurensningsparametere i drivevannet som de slipper på deponiets overvannssystem. I forbindelse med årsrapporteringen fra 2021 har de tatt kvartalsvise stikkprøver av drivevann (3). Resultatet fra prøvetakingen er vist i tabell 9.

Fra FSG sitt påslipp, renner overvannet i grøfter via prøvepunkt 3, 4 og 5 (se figur 8) før det ledes videre via prøvepunkt 9, 2 og 1 og ut i Melkevikken. Resultatene fra prøvetaking i punkt 3,4, og 5 er også vist i tabell 9.

Nitrogeninnholdet i drivevann fra FSG er høyere enn i vannprøvene fra de åpne grøftene, og i første prøvetakingsrunde av de åpne grøftene avtar konsentrasjonen fra prøvepunkt 3 til prøvepunkt 5. Det indikerer at FSG bidrar med nitrogen til det åpne overvannssystemet.

I andre prøvetakingsrunde av de åpne grøftene er nitrogeninnholdet høyest i prøvepunkt 4, og det kan skyldes avrenning fra hestemøkk-lageret like oppstrøms dette punktet.

For metaller er gjennomsnittskonsentrasjonen i drivevann fra FSG omtrent lik, eller høyere enn, gjennomsnittskonsentrasjonen fra prøvepunkt 3, 4 og 5. Dette antyder at drivevann fra FSG er en kilde til metaller i overvannet. Ettersom flesteparten av enkeltprøvene fra FSG har verdier under deteksjonsgrensen er det noe usikkerhet i vurderingen. I første prøvetakingsrunde av de åpne grøftene er sink-konsentrasjonen av sink og bly høyest i prøvepunkt 4, mens i andre prøvetakingsrunde er konsentrasjonen av sink og bly høyest i prøvepunkt 3. Dette tyder på at det finnes flere kilder enn FSG til disse parameterne, f.eks. avrenning fra vei og nærliggende bygg.

Ved prøvepunkt 5 er det en kum hvor sigevann ved overløp kan renne ned til overvannsgrøften. Dette har skjedd tidligere under større nedbørshendelser. Dette er spillvann fra private brukere, som hovedsakelig vil være forurenset med kloakk.

Tabell 9: Analyseresultat for drivevann fra FSG og overflatevann fra grøfter mellom FSG sitt påslippspunkt og Stavollen i 2021 (2) (8). For parametere under deteksjonsgrensen (i rød tekst) er det brukt halv verdi på enkeltverdier til beregning av gjennomsnitt.

Parametergruppe	Parameter	Enhet	Prøvepunkt 3			Prøvepunkt 4			Prøvepunkt 5			Drivevann fra FSG				
			28.05.2021	10.09.2021	snitt	28.05.2021	10.09.2021	snitt	28.05.2021	10.09.2021	snitt	25.03.2021	20.05.2021	02.11.2021	16.12.2021	snitt
Fysiske parametere	pH-verdi		8,9	6,9	7,9	6,9	8,7	7,8	7,1	8,3	7,7	7,9	7,9	7,7	7,8	7,83
	Ledningsevne	mS/m	62	66	64	66	62	64	64	48	56	57	51	68	57	58,25
Næringsstoff	Suspendert stoff	mg/L									<2	<2	17	<2	5,00	
	Total nitrogen	mg/L	14,3	3,5	8,9	3,5	11,1	7,3	2,9	4,3	3,6	7,6	7,6	40	8,6	15,95
	Ammonium-N	mg/L	<0,025	<0,025	0,0125	<0,025	<0,025	0,0125	<0,025	0,04	0,026	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,05
Organiske stoff	Total fosfor	mg/L									0,09	0,08	0,06	0,01	0,06	
	TOC	mg/L									1,9	5,5	4,7	1,9	3,50	
	KOF	mg/L	3,5	3,8	3,65	3,8	<1	2,15	4	4,8	4,4	11	<5	5,9	5	6,10
Kjemiske parametere	BOF	mg/L									<3	<3	<3	<3	<3	
	Klorid	mg/L	11	51	31	50	110	80	45	32	38,5	52	43	41	52	47,00
	Jern	mg/L	0,13	0,54	0,335	0,54	0,15	0,345	0,21	0,6	0,405	0,054	0,029	1,4	0,05	0,38
	Mangan	mg/L	0,016	0,053	0,0345	0,053	0,075	0,0325	0,031	0,11	0,0705	0,059	0,015	0,073	0,02	0,04
	Natrium	mg/L	35	58	46,5	58	37	47,5	57	27	42	32	26	29	30	29,25
Tungmetall	Bor	mg/L									94	71	59	71	73,75	
	Kvikksølv	µg/L	<0,004	<0,004	0,002	<0,004	<0,004	0,002	<0,004	<0,004	0,002	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,00
	Bly	µg/L	0,075	0,95	0,5125	0,95	0,13	0,54	0,24	0,095	0,1675	<0,2	<0,2	1,7	<0,2	0,50
	Kadmium	µg/L	0,012	0,02	0,016	0,02	0,012	0,016	0,01	<0,01	0,0075	<0,01	<0,01	0,023	<0,01	0,01
	Krom	µg/L	0,22	0,51	0,365	0,51	0,26	0,385	0,27	0,39	0,33	<0,5	<0,5	3,1	<0,5	0,79
	Kobber	µg/L	2,1	4,1	3,1	4,1	2,4	3,25	3,6	3,1	3,35	2,8	3,1	4,2	1,9	3,00
	Sink	µg/L	3,5	11	7,25	11	3,1	7,05	4,8	10	7,4	<2	<2	20	<2	5,75
	Arsen	µg/L	0,13	0,2	0,165	0,2	0,17	0,185	0,18	0,2	0,19	<0,2	<0,2	0,32	<0,2	0,16
	Nikkel	µg/L	0,52	0,9	0,71	0,9	0,57	0,735	0,72	0,74	0,73	<0,5	<0,5	2,3	<0,5	0,76

Det ble bare tatt én vannprøve i prøvepunkt 6, 7 og 8 i løpet av 2021. Resultatene er vist tabell 10.

Se oversikt over prøvepunkt i figur 8. Prøvepunkt 6 er fra en vanndam som dannet seg etter vanning av trær i tredepoet til Stend like ved. Dette vannet renner videre til en åpen grøft like nedstrøms. Prøvepunkt 7 er fra grøft like ved FSG Privaten og FSG Høiebø (se figur 1), og prøvepunkt 8 er fra grøft som starter ved sørvestlig hjørne av industriområdet i nord og renner parallelt med Skeievegen og jordbruksområdet.

Fra prøvepunkt 6, 7 og 8 renner overvannet via hver sine overvannsgrøfter som samles i felles OV-ledning og ledes videre via prøvepunkt 9, 2 og 1 og ut i Melkevikken.

Total-nitrogen nivået er høyt i alle de tre prøvene. Ved prøvepunkt 6 er trolig avrenning fra tredepoet til Stend kilden til nitrogen, ettersom dammen ble dannet etter vanning av trærne. Ved prøvepunkt 7 kan nitrogeninnholdet skyldes avrenning fra sprengstein som lagres ved FSG sine lokaliteter "Høiebø" og "Privaten". Ved prøvepunkt 8 er vannprøven tatt i september, så avrenning fra jordbruksområdet er trolig ikke kilden til nitrogen i denne vannprøven da vi antar at det ikke har skjedd gjødsling her i september. Av flyfoto fra 2020 (se figur 9) ser det ut som det enten var et mellomlager for overskuddsmasser eller at det skjedde oppfylling av jordbruksområdet med tilførte masser like øst for prøvepunktet. Helen Kvåle fra COWI har informert om at det er lagt ut sprengstein her, og det kan trolig utgjøre en kilde til nitrogenavrenning til overvannet.

Konsentrasjonen av tungmetaller er for det meste lavt i vannprøvene fra disse tre prøvepunktene. Sinkinnholdet er høyt i vannprøvene fra prøvepunkt 6 og 7, og arseninnholdet er moderat høyt i vannprøvene fra prøvepunkt 7 og 8. Både sink og arsen kan finnes naturlig i sprengstein, og sink er også vanlig å finne i avrenning fra trafikkerte veier.

Tabell 10: Analyseresultat for overflatevann fra grøfter i nordlig del av deponiet i 2021 (2).

Parametergruppe	Parameter	Enhet	Prøvepunkt 6 28.05.2021	Prøvepunkt 7 10.09.2021	Prøvepunkt 8 10.09.2021
Fysikalske parametere:	pH-verdi		8	8,8	7,8
	Ledningsevne	mS/m	4,7	47	89
	Suspendert stoff	mg/L			
Næringsstoff	Total nitrogen	mg/L	2300	1100	3400
	Ammonium-N	mg/L	1,200	0,380	0,160
	Total fosfor	mg/L			
Organiske stoff:	TOC	mg/L			
	KOF	mg/L	<1	7,3	6,5
	BOF	mg/L			
Kjemiske parameter:	Klorid	mg/L	0,019	0,012	0,027
	Jern	mg/L	4	0,44	0,103
	Mangan	mg/L	0,22	0,037	0,71
	Natrium	mg/L	0,022	0,058	0,045
	Bor	mg/L			
Tungmetall:	Kvikksølv	µg/L	<0,004	<0,004	<0,004
	Bly	µg/L	0,45	0,22	0,133
	Kadmium	µg/L	0,013	0,011	0,028
	Krom	µg/L			
	Kobber	µg/L	2,5	3,6	3,15
	Sink	µg/L	24	11	2,85
	Arsen	µg/L	0,47	0,6	0,675
	Nikkel	µg/L	1,7	1,5	1,65



Figur 9: Flyfoto fra 2020 hentet via skjermdump fra norgebilder.no. Plassering av prøvepunkt 8 er vist med rød firkant. Like ved prøvepunktet ser det ut til å ha vært et mellomlager for overskuddsmasser, eller at det har skjedd oppfylling av masser.

Alt vann som renner via prøvepunkt 3, 4, 5 og fra 6, 7, 8 samles og renner via prøvepunkt 2 og til slutt ut i Melkeviken. Resultatene fra alle prøvepunkt i det nye overvannsystemet er vist i tabell 11, sammen med resultatet fra Pålamyrbecken.

Vannet i prøvepunkt 2 ser ikke ut til å være påvirket av sigevann, da resultatene er veldig forskjellige fra vannprøven fra Pålamyrbecken tatt 28.mai 2021. På deler av deponioverflaten siger noe overvann gjennom avfallsmasser før det når overvannsystemet, men ut fra sammenligning av analyseresultatet fra prøvepunkt 2 og Pålamyrbecken virker det som denne mengden er ubetydelig.

Metallkonsentrasjonen er for det meste lavere ved prøvepunkt 2 enn ved prøvepunktene oppstrøms.

Det er hovedsakelig nitrogennivået og ledningsevnen som er høyt i prøvepunkt 2, og tyder på tilførsel av forurenset vann. Nitrogennivået er noe lavere enn nitrogennivået vannprøven fra prøvepunkt 8, men ellers høyere enn i alle de andre vannprøvene fra åpne grøfter. Det tyder på at kilden til nitrogen i

prøvepunkt 8, også er en betydelig kilde til nitrogen i prøvepunkt 2, og følgelig Melkeviken. Statens vegvesens steindeponi har påslipp mellom prøvepunkt 8 og prøvepunkt 2, og avrenning fra sprengstein herfra kan også utgjøre en kilde til nitrogen i prøvepunkt 2 og Melkeviken.

Konklusjonen er at det hovedsakelig er tilførsel av nitrogen og suspendert stoff som forverrer vannkvaliteten i det nye overvannssystemet. Tilførselen av forurenset vann stammer trolig fra flere kilder. Ut fra det som er funnet i denne kartleggingen ser det ut til at FSG Høiebø og FSG Privaten, Stend sitt tredepo, antatt mellomlager/utfylling av sprengstein langsmed Skeievegen, og Statens vegvesens sitt steindeponi langsmed Skeievegen utgjør, eller har utgjort, viktige kilder til forurensning.

Tabell 11: Analyseresultat for overflatevann fra nyere overvannssystem fra årsrapport i 2021 (2). For parametere under deteksjonsgrensen (i rød tekst) er det brukt halv verdi på enkeltverdier til beregning av gjennomsnitt.

Parametergruppe	Parameter	Enhet	Pålamsrsekken	Pkt 2			Pkt 3			Pkt 4			Pkt 5			Pkt 6	Pkt 7	Pkt 8
			28.05.2021	28.05.2021	10.09.2021	snitt	28.05.2021	10.09.2021	snitt	28.05.2021	10.09.2021	snitt	28.05.2021	10.09.2021	snitt	28.05.2021	10.09.2021	10.09.2021
Fysiske parametere:	pH-verdi		6,9	7,1	8,5	7,8	8,9	6,9	7,9	6,9	8,7	7,8	7,1	8,3	7,7	8	8,8	7,8
	Ledningsevne	mS/m	150	90	88	89	62	66	64	66	62	64	64	48	56	4,7	4,7	89
	Suspendert stoff	mg/L																
Næringsstoff	Total nitrogen	mg/L	53	3700	3100	3400	14,3	3,5	8,9	3,5	11,1	7,3	2,9	4,3	3,6	2300	1100	3400
	Ammonium-N	mg/L	43	<0,025	0,16	0,16	<0,025	<0,025	0,013	<0,025	<0,025	0,013	<0,025	0,04	0,026	1,200	0,380	0,160
	Total fosfor	mg/L																
Organiske stoff:	TOC	mg/L																
	KOF	mg/L	92	6,5	6,5	6,5	3,5	3,8	3,65	3,8	<1	2,15	4	4,8	4,4	<1	7,3	6,5
	BOF	mg/L																
Kjemiske parameter:	Klorid	mg/L	140	0,0053	0,0054	0,005	11	51	31	50	110	80	45	32	38,5	0,019	0,012	0,027
	Jern	mg/L	17	0,086	0,12	0,103	0,13	0,54	0,335	0,54	0,15	0,345	0,21	0,6	0,405	4	0,44	0,103
	Mangan	mg/L	0,66	0,022	0,12	0,071	0,016	0,053	0,035	0,053	0,075	0,033	0,031	0,11	0,071	0,22	0,037	0,71
	Natrium	mg/L	150	0,053	0,036	0,045	35	58	46,5	58	37	47,5	57	27	42	0,022	0,058	0,045
	Bor	mg/L																
Tungmetall:	Kvikksølv	µg/L	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
	Bly	µg/L	0,71	0,25	0,016	0,133	0,075	0,95	0,513	0,95	0,13	0,54	0,24	0,095	0,168	0,45	0,22	0,133
	Kadmium	µg/L	<0,010	0,04	0,016	0,028	0,012	0,02	0,016	0,02	0,012	0,016	0,01	<0,01	0,008	0,013	0,011	0,028
	Krom	µg/L	7,5				0,22	0,51	0,365	0,51	0,26	0,385	0,27	0,39	0,33			
	Kobber	µg/L	8	3,9	2,4	3,2	2,1	4,1	3,1	4,1	2,4	3,25	3,6	3,1	3,35	2,5	3,6	3,15
	Sink	µg/L	38	3,5	2,2	2,9	3,5	11	7,25	11	3,1	7,05	4,8	10	7,4	24	11	2,85
	Arsen	µg/L	1,4	0,69	0,66	0,675	0,13	0,2	0,165	0,2	0,17	0,185	0,18	0,2	0,19	0,47	0,6	0,675
	Nikkel	µg/L	4,3	1,8	1,5	1,7	0,52	0,9	0,71	0,9	0,57	0,735	0,72	0,74	0,73	1,7	1,5	1,65

4 Konklusjon/oppsummering

4.1 Sigevann

Sigevannsdannelsen til deponiet er styrt av nedbørsmengde og fordamping fra deponioverflaten. I tillegg til sigevann som er dannet i deponiet, håndterer sigevannssystemet også følgende påslipp fra nærområdet:

- Sigevann fra FSG sitt fjellanlegg (bergromsdeponi)
- Vaskevann fra FSG Nett AS sitt vaskeanlegg og ev. avrenning fra mellomlagrede masser ("Nettplassen")
- Overvann fra deler av industriområdet ved Ragn Sells (flere aktører sitt overvann)
- Spillvann fra diverse private brukere; Bjarghuset, Bjarghallen, skytterhuset, Bergen Engines/deponigassanlegg og Ølen betong.

Overvann som drenerer til terreng mot Pålamyra vil drenere gjennom avfallet i deponiet og bidra til sigevannsdannelse. Dette skjer bla. med overvann fra Svein Boasson AS, BIR avfallsenergi ved Magnusstykket, ved oppstuvning av vann langs transportveier i området, og ev. ved oversvømmelse av spillvann og/eller overvann på industriområdet til Ragn Sells (overvannet inkluderer her vann fra flere aktører).

Det totale volumet av sigevann fra FSG utgjør en svært liten del av det totale volumet sigevann målt i sigevannsledningen ved Pålamyra pumpestasjon. Dette begrenser FSG sitt bidrag på det totale utslippet, selv om konsentrasjonen i sigevannet fra FSG for flere parametere er høyere enn konsentrasjonen målt i sigevannsledningen ved Pålamyra. FSG sitt bidrag ser i hovedsak ut til å påvirke det organiske innholdet (TOC), kjemisk oksygenforbruk (KOF), og innholdet av kobber, arsen og nikkell. Ledningsevnen i vannet fra Pålamyra pumpestasjonen er ca. én tredjedel av ledningsevnen i sigevannet fra FSG, som tyder på en høy grad av fortykning i sigevannssystemet.

Næringsstoffer finnes typisk i kloakk, og aktørene med påslipp av spillvann fra kontor- og driftsbygg er trolig viktige bidragsyttere til disse parameterne i vannet i sigevannssystemet. Metaller, oljeforbindelser og PAH-forbindelser stammer i hovedsak fra sigevann som er dannet i deponiet, og det er ikke mulig å anslå bidraget fra andre aktører. Bidraget er til stede, men for dårlig kartlagt og trolig svært lite i forhold til hva som kommer av avfallet i deponiet.

I årsrapporten til Rådal avfallsdeponi fra 2021 er det vist at det ikke alltid er samsvar mellom mengden vann målt i sigevannssystemet og nedbørsmengde (2). Det kan skyldes at andre aktører i perioder slipper på betydelige mengder vann til sigevannssystemet. De høyeste konsentrasjonene av metaller i vannprøvene fra Pålamyra pumpestasjon er målt uten at det har vært en større nedbørshendelse i forkant. Flushen av metaller målt denne dagen antas derfor å kunne skyldes bidrag fra en av de andre aktørene i nærområdet, og ikke fra dannelsen av sigevann i deponiet som i stor grad er nedbørsstyrt.

4.2 Overvann

4.2.1 Gammelt overvannsystem med utslipp i Fanafjorden

Vannet i det gamle overvannsystemet ble prøvetatt i ett punkt, og kun én gang, i løpet 2021. Basert på at vannprøven luktet sigevann, og at analyseresultatene var relativt like analyseresultater av vannprøver fra sigevann samme dag, konkluderes det med at vannet i det gamle overvannsystemet denne dagen hovedsakelig bestod av sigevann fra det gamle deponiet.

Ut fra tilgjengelig informasjon om andre aktørers overvannshåndtering antas det at særlig ved regnskyll og oversvømmelse av pumpekummen på Ragn Sells sin eiendom kan det føres forurenset vann inn på det gamle overvannsystemet. Dette inkluderer sigevann og/eller overvann fra Ragn Sells, NCC Rådal Asfaltfabrikk, BIR avfallsenergi, Bulder bilverksted og Vitek Miljø.

4.2.2 Nyere overvannsystem med utslipp i Melkevik

Det er hovedsakelig tilførsel av nitrogen og suspendert stoff som forverrer vannkvaliteten i det nye overvannsystemet. Tilførselen av forurenset vann stammer trolig fra flere kilder. Ut fra det som er funnet i denne kartleggingen ser det ut til at FSG Høiebø og FSG Privaten, Stend sitt tredepo, antatt mellomlager/utfylling av sprengstein langsmed Skeievegen, oppfyllingsmasser på deponiet, og Statens vegvesens sitt steindeponi i Hordnesskogen utgjør, eller har utgjort, viktige kilder til forurensning.

Drivevann fra FSG ser ut til å være en kilde til både nitrogen og metaller i overvannsystemet ved Stavollen, men deres bidrag ser ikke ut til å ha betydning for kvaliteten på vannet som renner ut i Melkevik. Det er synlig partikulært vann som kommer fra FSG.

Ved store nedbørsmengder kan vannet som renner i overvannsgrøfter nedenfor Stavollen forurennes av spillvann som går i overløp. Dette er spillvann fra private brukere, og innebærer hovedsakelig kloakk. Slik eventuell forurensning har ikke gitt utslag på prøvetakingen i forbindelse med årsrapporten for 2021.

5 Referanser

1. **COWI.** *Helhetlig vurdering av miljø for Rådalen og Hordnesskogen.* 2022.
2. **Hardanger miljøseniter AS.** *Etterdrift av Rådal avfallsdeponi. Miljøovervåkingsprogrammet 2021. . 2022.*
3. **Multiconsult.** *6010288-RIGm-RAP-024. Stendafjellet bergromsdeponi. Overvåking av sigevann og grunnvann - Årsrapport for 2021.* 2022.
4. —. *10224036-RIGm-RAP-001. Stendafjellet Bergromsdeponi. Drivevann fra fjellhaller - vurdering av utslipp i Fanafjorden.* 2021.
5. **Miljødirektoratet.** *Faktaark M-813. Grunnforurensning - bransjer og stoffer.* 2017.
6. **COWI.** *Helhetlig vurdering av miljø for Rådalen og Hordnesskogen.* 2021.
7. **yr.no. Florida.** [Internett] [Sisert: 29 06 2022.]
<https://www.yr.no/nb/historikk/graf/1-2318767/Norge/Vestland/Bergen/Florida?q=2021-09>
8. **FSG.** *Årsrapport 2021 Fana Stein og Gjenvinning Nett AS.* 2022.
9. **Ragn Sells AS.** *Årsrapport 2021 Ragn-Sells AS.* 2022.

Rapporten utarbeidet av:	Thea K. M. Aamodt, tkat@cowi.com
Sidemannskontroll:	Helen Kvåle, hekv@cowi.com