



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Miljøovervåkning av sigevann fra Bølstad avfallsdeponi i Ås kommune

Årsrapport 2023

NIBIO RAPPORT | VOL. 10 | NR. 34 | 2024



Trond Mæhlum

NIBIO Miljø og naturressurser, Ås

TITTEL/TITLE

Miljøovervåkning av sigevann fra Bølstad avfallsdeponi i Ås kommune. Årsrapport 2023

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Trond Mæhlum og Anna Maria Hatland

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKT NR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
20.02.2024	10/34/2024	Åpen	2110062	18/00558
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-03483-4	2464-1162	52	4	

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Ås kommune

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Øystein Fure Mæhlum

STIKKORD/KEYWORDS:

Avfallsdeponi, sigevann, miljøovervåkning

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Renseteknologi

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Renseanlegg behandler sigevannet fra Bølstad avfallsdeponi i en luftet lagune etterfulgt av sedimentering før utslipp til Bølstadbekken. Rapporten beskriver analysedata fra utslippskontroll og driftserfaringer fra 2023. Midlere vannføring i 2023 er målt til 99 m³/døgn i gjennomsnitt, totalt 36305 m³ som er nær et gjennomsnitt for de siste 10 årene. Sigevannet fra Bølstad har generelt lave konsentrasjoner i forhold til den aktive perioden, typisk for mange norske deponier i etterdriftsfasen. Krav til årlig middelkonsentrasjon (mg/liter) tilfredsstilles for alle parametere. Årlig utslippsmengde (kg/år) for ammonium-N, tot-N, jern, fosfor og KOF tilfredsstilles. Renseeffekt (%) tilfredsstilles med god margin både for jern og ammonium-N. Nivåene for tungmetallkonsentrasjoner ligger lavt og generelt under terskelverdier. Innholdet av undersøkte organiske miljøgifter er lavt, men det er påvist PFAS forbindelser, også etter rensing. Det er ikke påvist giftighet i utslippsvannet. Overvannet fra miljøstasjonen, som i dag ledes direkte til Bølstadbekken, er forurenset. Foruten åpne konteinere med sortert avfall kan det også forventes avrenning fra arealer med lagring av park/hageavfall og rankekompostering med jordproduksjon. Avbøtende tiltak bør vurderes i forhold til videre drift av miljøstasjonen og jordproduksjonsanlegget på tidligere deponi. Grunnvannet fra en fjellbrønn i utkanten av deponiet, som benyttes på miljøstasjonen til vasking av utstyr, er påvirket av sigevann. NIBIO anbefaler at driftsoppfølging og miljøovervåkingsprogrammet videreføres i 2024 med noen mindre justeringer.

FYLKE/COUNTY:

Akershus

KOMMUNE/MUNICIPALITY:

Ås

STED/LOKALITET:

Bølstad

GODKJENT /APPROVED



GUURO RANDEM HENSEL

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



TROND MÆHLUM



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forord

Rapporten er skrevet på oppdrag fra Ås kommune, som er ansvarlig for drift av Bølstad avfallsdeponi og renseanlegg. NIBIO har i perioden 1993 til 2023 bistått kommunen med miljøovervåking av utslipp til vann fra Bølstad avfallsdeponi, samt driftsassistanse for renseanlegget som behandler sigevannet før utslipp til Bølstadbekken.

Følgende personer ved NIBIO har vært involvert i arbeidet med miljøovervåking av Bølstad renseanlegg i 2023:

Prøvetaking, inspeksjon, rapportering:	Trond Mæhlum og Anna Maria Hatland (NMBU)
Ansvarlig for sigevannsdatabase:	Ove Molland
Kvalitetssikring:	Guro Randem Hensel
Prosjektleder:	Trond Mæhlum

Fra 2015 har driftspersonell fra Ås kommune gjennomført månedlig driftsoppfølging av renseanlegget, i tillegg til kvartalsvis befaring med prøvetaking fra NIBIO.

Årsrapporten gir informasjon om kontroll av sigevannets sammensetning, mengde og rensing. Det er gitt en sammenstilling av sigevannets sammensetning i driftsåret 2023 i sigevannsdatabasen Disig, som er tilgjengelig for kommunen på internett.

Analysedata for overvåking av resipient Bølstadbekken er rapport i databasen Vannmiljø.

Kapittel 7 gir en vurdering av renseanlegget og konklusjon som oppsummerer de viktigste funnene gjennom driftsåret og det gis anbefalinger om tiltak.

Oppfølging av renseanlegget har de to siste årene inngått som en aktivitet i Senter for forskningsdrevet innovasjon (SFI) earthresQue som administreres av NMBU. NIBIO deltar her med evaluering av miljøovervåking for sigevann og dokumenterer ulike renseløsninger. Erfaringer med renseanlegget på Bølstad i 2023, samt tidligere data vil derfor inngå i en sammenstilling om renseteknologi for sigevann og i PhD oppgaven til Anna Maria Hatland.

Fra januar 2024 overtar NIRAS miljøovervåkingen av Bølstad avfallsdeponi.

Ås, februar 2024

Innhold

1	Bakgrunn for miljøovervåkingen	5
2	Undersøkelser i 2023	6
2.1	Prøvetaking og analyser	6
2.2	Sigevannsmengder og renseevne	7
2.3	Drift av luftet lagune.....	7
3	Driftserfaringer og resultater	8
3.1	Værforhold, generelle driftserfaringer og observasjoner	8
3.2	Utslippskrav	11
3.3	Årlige stoffmengder	11
3.4	Resultater for 2023 i forhold til gitte utslippskrav.....	13
4	Analyseresultater ut av deponi og ut av renseanlegg	14
4.1	Uorganiske forbindelser	14
4.2	Tungmetaller	20
4.3	Organiske miljøgifter	25
5	Analyseresultater i sigevannssediment	28
6	Analyseresultater for diffust utslipp, grunnvann og Bølstadbekken	33
7	Oppsummering, konklusjoner og anbefalinger	39
7.1	Oppsummering	39
7.2	Konklusjon	40
7.3	Anbefalinger	40
	Litteratur	41
	Vedlegg.....	42

1 Bakgrunn for miljøovervåkingen

Bølstad renseanlegg mottar sigevann fra Bølstad kommunale fyllplass i Ås kommune. Deponiet, som ble avsluttet i 1997, har et samlet deponiareal på rundt 50 da og et avfallsvolum på ca 500 000 m³.

NIBIO bistår kommunen med miljøovervåking av utslipp til vann fra deponiet. Her inngår også kontroll av prosessene i renseanlegget, herunder lufting og sedimentering, samt miljøovervåking av innløps- og utløpsvann og påvirkning av resipienten Bølstadbekken og grunnvann. Renseanlegget omfatter en luftet lagune og et sedimenteringsbasseng etterfulgt av et våtmarksfilter.

Fra 2015 har driftspersonell fra Ås kommune hatt månedlig driftsoppfølging av renseanlegget, i tillegg til NIBIOs kvartalsvise befaringer med prøvetaking.

Årsrapportene gir Ås kommune og Statsforvalteren en vurdering av utslipp til resipienten fra deponiet, herunder urensset og rensset sigevann, overvann fra deponiområdet, bekkelukking gjennom deponiet og eventuelle diffuse utslipp. Årlige data blir sammenliknet med tidligere overvåkningsdata og relevante grenseverdier for klassifisering av vannkvalitet og sediment. Det foretas analyse av rensset sigevann og sediment i henhold til anbefalt, årlig overvåkningsprogram i gjeldende sigevannsveileder, TA-2077/2005 med lokale tilpasninger. Etter forslag fra NIBIO inngår PFAS-analyser i overvåkningsprogrammet fra 2020.

Analysedata rapporteres elektronisk i NIBIO sin sigevannsdatabase DISIG. I Disig kan analysedata for rapportering til Altinn hentes ut. En utskrift av Altinn-data for 2023 er vist i vedlegg 2. Kjemiske data for resipient Bølstadbekken oppstrøms og nedstrøms deponiet er også rapportert i databasen VannNett.

Miljødirektoratet utga i 2005 en veileder for miljøovervåking av avfalls-deponier (TA 2077/ 2005). Statsforvalteren har i brev datert 22.12.2005 anbefalt Ås kommune å legge denne veilederen til grunn for overvåkingen av utslipp fra Bølstad. I tillegg har Statsforvalteren i brev datert 30.01.2006 satt utslippskrav fra renseanlegget. Årsrapporter vurderer utslipp fra Bølstad til resipient opp mot pålegg fra Statsforvalteren. Årets rapport er bygget på samme mal som tidligere årsrapporter.

2 Undersøkelser i 2023

2.1 Prøvetaking og analyser

Prøvetakingssteder er beskrevet i figur 1 og tabell 1. Det gjennomføres fire prøvetakingsrunder på Bølstad gjennom året. For 2023 har det blitt tatt ut prøver følgende datoer:

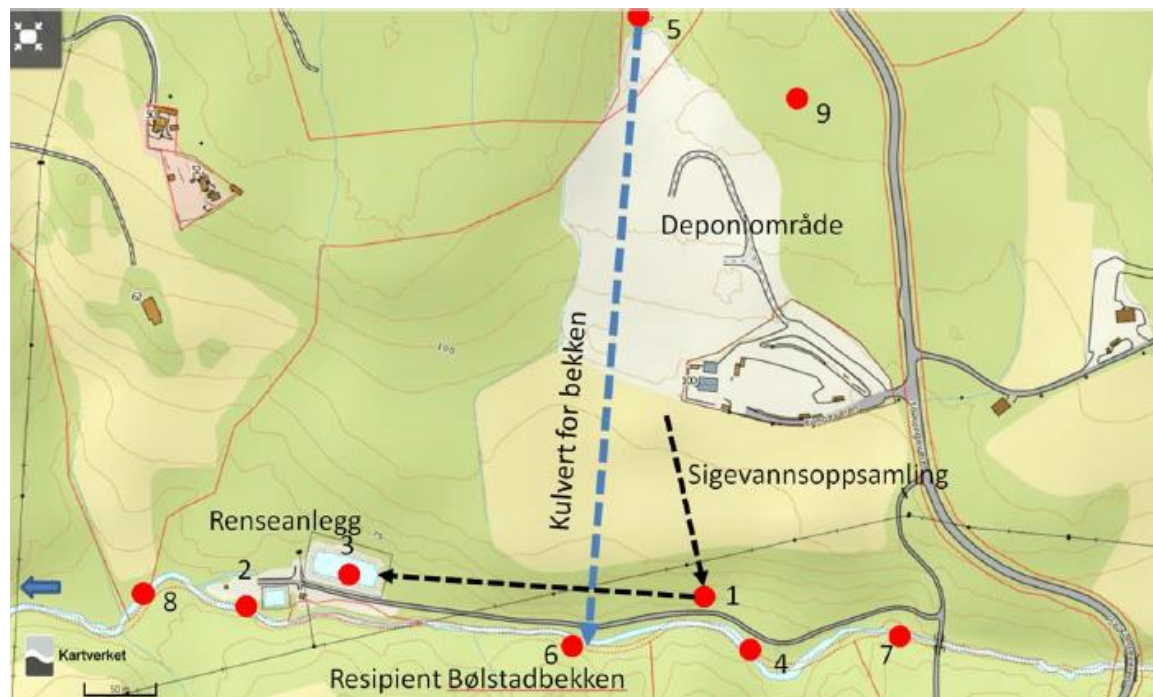
- 18. april: Vannprøver ut av renseanlegg (RA) og av overvann til bekk
- 28. juni: Vannprøver tatt ut fra deponi, ut RA, bekk oppstrøms og nedstrøms utslipp
- 26. september: Vannprøver tatt ut fra deponi, ut RA, inn og ut kulvert, bekk oppstrøms og nedstrøms deponi, grunnvannsbrønn, overvann til bekk, samt sediment fra sedimenteringsdam
- 12. desember: Vannprøver tatt ut av RA.

I tillegg til prøvetaking fire ganger per år, har driftspersonell fra Ås kommune gjennomført driftsoppfølging av renseanlegget en gang per måned. Dette rapporteres i et eget skjema (vedlegg 3).

Alle vannprøver er tatt ut som stikkprøver på nye, rengjorte flasker. Prøvene ble levert direkte til laboratorium for analysing. Sedimentprøve ble tatt ut i kum.

Prøver ble levert til ALS Laboratory Group Norway AS, som er et akkreditert analyselaboratorium for den aktuelle typen analyser. Analyserapport med beskrivelser av analysemetoder og driftsjournaler fra prøvetaking og inspeksjon oppbevares i NIBIOs prosjektarkiv.

En multisensor med logger og nitratsensor levert av SEBA ble testet av NIBIO høsten 2023 i regi av SFI earthresQue. Sensoren ble plassert i målerennen i målehytta etter luftet lagune. Et utdrag av sensordata (vedlegg 4) er presentert i rapporten.



Figur 1. Plassering av prøvetakingspunkter ved Bølstad avfallsdeponi. Beskrivelse av punktene er gitt i tabell 1 på neste side.

Tabell 1: Prøvetakingssteder ved Bølstad avfallsdeponi.

Nr	Plassering	Vanntype	Formål
1	Kum ved deponifront	Ubehandlet sigevann og sediment	Overvåke utslipp fra deponiet
2	Ut av renseanlegg etter sedimentering	Renset sigevann	Overvåke utslipp til resipient og renseanleggets funksjon
3	I lagune/dam	Sigevannssediment	Overvåke miljøgifter sigevannssedimentet
4	Overvannsrør ved bekken	Overvann deponi	Overvåke diffuse utslipp fra miljøstasjonen. Overvannsledning leder ut i Bølstadbekken ved foten av nedkjøringen (nederst av 2 rør).
5	Bekk innløp kulvert	Bekk fra Egget boligområde	Referanse til pkt 6.
6	Bekk utløp kulvert	Bekk fra Egget boligområde	Overvåke eventuell innlekking av sigevann til kulverten som leder bekkevann til Bølstadbekken
7	Bølstadbekken før deponi	Upåvirket bekkevann	Referanse til pkt 8, upåvirket av utslipp fra deponiet
8	Bølstadbekken etter deponi	Bekkevann påvirket av utslipp	Overvåke endringer i vannkvalitet etter diffust utslipp via grunnvann og punktutslipp fra renseanlegget
9	Fjellbrønn oppstrøms	Grunnvann	Vannkvalitet grunnvann: Vann benyttes til tekniske formål på miljøstasjon etter rensing. Prøven tas ut før rensing på miljøstasjonen.

2.2 Sigevannsmengder og renseevne

Meteorologiske data hentes fra værstasjon på NMBU (Stasjon Ås, SN17850) og er levert av yr.no/MET og av NMBU sin egen værstatistikk fra feltstasjon BIOKLIM (2024).

Vannføringen ut av lagunen har blitt registrert kontinuerlig med SEBA-logger med trykkcelle som registrerer vannhøyde i måleprofil (V-overløp) 4 ganger per døgn og lagrer data i en server tilgjengelig på NIBIO. Vannhøyden omgjøres til vannføring med følgende vannføringsformel:

$$\text{Vannføringsformel 90 grader V-overløp: } Q = 5,67384E-05 \times (vh)\exp2,445136337, \text{ } vh = \text{vannhøyde (m)}$$

Det er vanligvis god sammenheng mellom årsnedbør målt i Ås og akkumulert vannføring over året (figur 2).

Renseevne er beregnet på grunnlag av gjennomsnittsverdier inn og ut av renseanlegget, fra prøver tatt i løpet av 2023. Årlig stofftransport (fluks) er beregnet ut fra gjennomsnittsverdier av analyser multiplisert med total årlig vannmengde. I vurderingen av anleggets effekt og behov for oppgradering er det lagt til grunn konsesjonskrav, anleggets renseseffekt de siste 5 årene, endringer av sigevannets stoffkonsentrasjoner de siste 10 årene, samt tidligere anbefalinger.

2.3 Drift av luftet lagune

Luftemaskinens strømforbruk og generelle tilstand registreres ved inspeksjon av driftspersonell i Ås kommune en gang per måned og noteres i driftsjournal og driftsoppfølgings-skjema (vedlegg 3).

3 Driftserfaringer og resultater

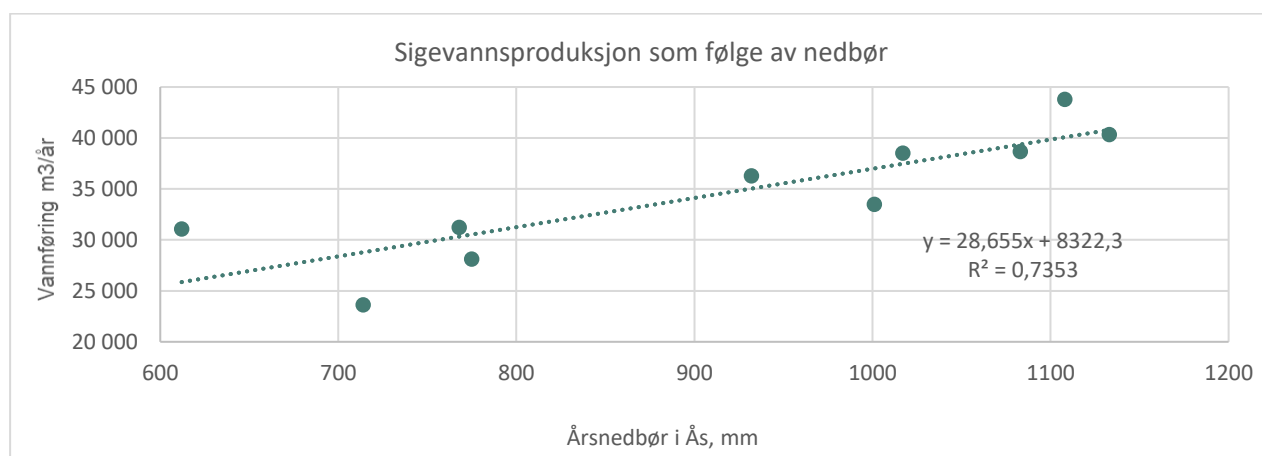
3.1 Værforhold, generelle driftserfaringer og observasjoner

Gjennom 2023 er følgende observasjoner gjort:

- Renseanlegget har hatt regelmessig tilsyn (vedlegg 3).
- Strømforbruk på lufter er stabilt i 2023. Se vedlegg 3 for driftsdata i 2023.
- Vannføringslogger har fungert bra. Noen opplagte feil data med unormalt lave vannføringer kort etter flomperioder er tatt ut av måleserien.

Tabell 2: Årlig avrenning og døgnmiddel avrenning fra Bølstad deponi, perioden 2009 til 2023

År	m ³ /år	m ³ /d	År	m ³ /år	m ³ /d
2009	64 605	177	2016	28 130	77
2010	45 625	125	2017	33 485	92
2011	33 580	92	2018	31 237	86
2012	34 675	95	2019	40 343	111
2013	36 135	99	2020	38 534	106
2014	38 690	106	2021	31 065	85
2015	43 800	120	2022	23 626	65
			2023	36 305	99



Figur 2. Sigevannsmengde som følge av årsnedbør i perioden 2014 til 2023.

I løpet av 2023 var det registrert ca 932 mm nedbør, noe som utgjør omtrent 3% mer enn det som er normal for Ås (892 mm) (BIOKLIM, 2024). Årets middeltemperatur i 2023 var 6,4 °C. Det er 0,1 °C høyere enn gjennomsnittstemperaturen for normalperioden 1991-2020. Året total sett kan betraktes som et gjennomsnittlig værår, selv om det likevel var både svært varme og kalde, samt tørre og våte perioder. Januar og februar var varmere og fuktigere enn normalt og gav noe snøsmelting som kan observeres i avrenningen (figur 3). Mars og april var kaldere, med snø som ble liggende lenge. Mai var tørr og varm. Væertypen fortsatte ut juni og gav lav avrenning (Figur 3).

Juli og august, med middeltemperaturer på henholdsvis 16,7 °C og 15,7 °C, var kaldere enn juni og kjølige i forhold til normaltemperaturen i Ås. Nedbørsmengdene var høye i perioder. Det ble registrert 140 mm i juli (82 mm normalverdi) og 173 mm i august (96 mm normalverdi). To ganger i august falt det mer enn 40 mm nedbør i løpet av et døgn: 7. og 26. august. Den første hendelsen skjedde i forbindelse med ekstremværet *Hans* (Bioklima, 2024). Avrenningen var i noen perioder svært høy i august, som følge av nedbørsepisoder (figur 3). Nedbør i september var som normalt, og resten av høsten var relativt tørr og kjøling. Det var videre noe nedbør i starten av november før frosten kom. Snøen la seg deretter i desember og gav lav avrenning.

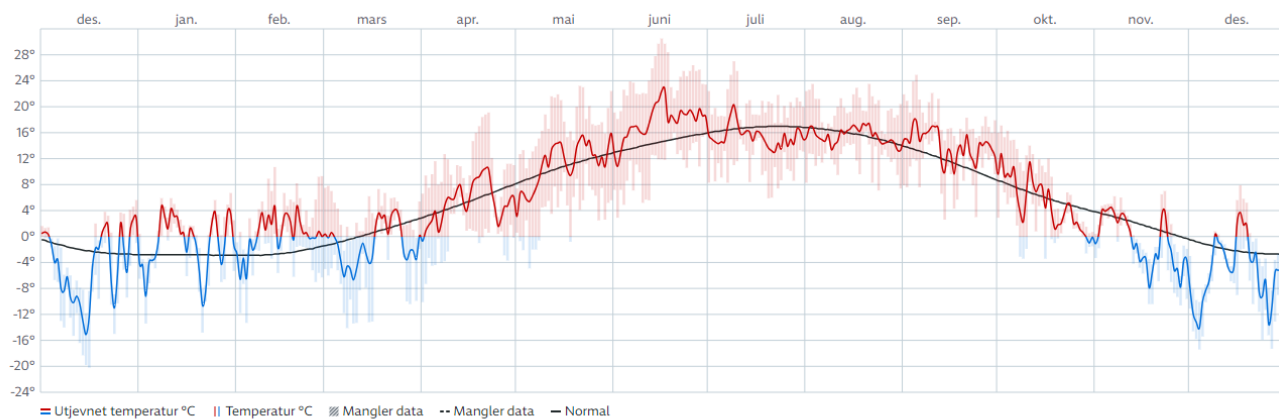
Deponiarealet omfatter totalt ca 70 daa. Av disse utgjør miljøstasjonen ca. 10 daa. Ved miljøstasjonen håndteres overvannet med egen drenering til bekken. Forutsatt en deponiflate på ca. 60 daa og at ca 60% av årsnedbøren på 932 mm danner sigevann som samles opp, vil det teoretisk dannes 34 000 m³ sigevann. Øvrig vann er da forutsatt å fordunste (anslag 30%), renne av på overflaten, eller infiltrere (anslag 10%). Estimert mengde er noe lavere enn målte verdier (36 000 m³ i 2023), men innenfor en akseptabel usikkerhet (figur 3).

I forhold til prøvetakingen har både tørre og fuktige perioder blitt representert. Prøvetakingen i september, etter en fuktig periode, viste unormalt stor fortykning av sigevannet før rensing.



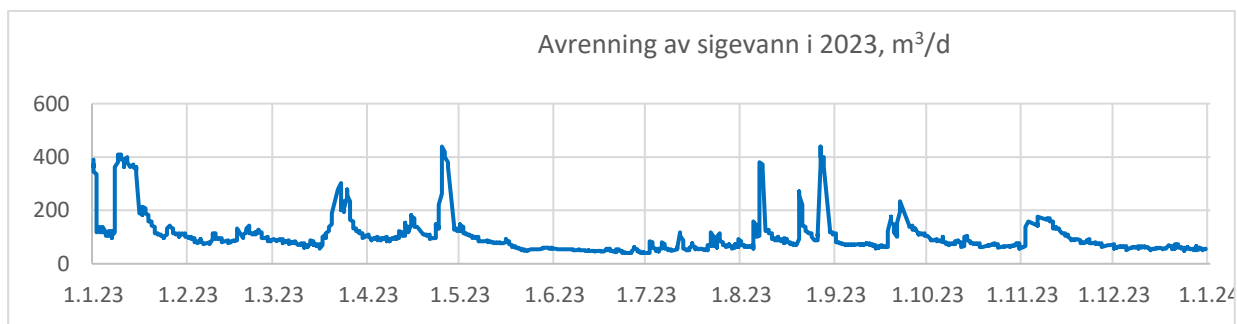
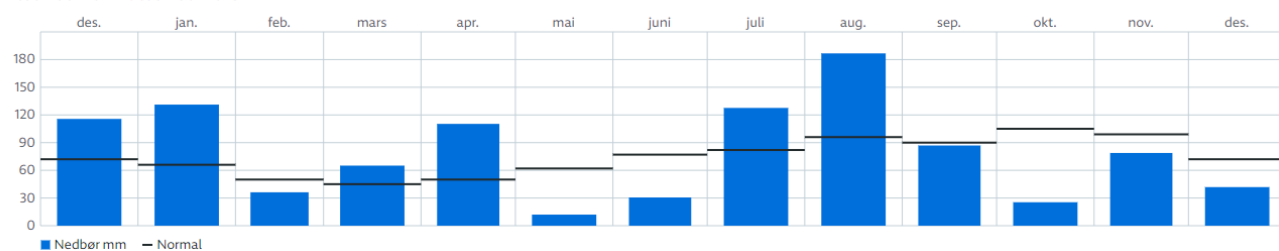
Temperatur

Desember 2022–desember 2023



Nedbør

Desember 2022–desember 2023



Figur 3. Nedbør (per døgn og måned), temperatur og snødybde i Ås, samt sigevannsføring for Bølstad i avfallsdeponi i 2023. Kilde: met.no og BIOKLIM, NMBU.

3.2 Utslippskrav

Statsforvalteren har i brev, datert 30.01.2006, satt utslippskrav for renseanlegget f.o.m. 2006. Utslippskravene er vist i tabell 3 nedenfor.

Tabell 3: Statsforvalterens utslippskrav for Bølstad avfallsdeponi f.o.m. 2006.

Parameter	Midlere årlig konsentrasjon i utløpet (mg/l)	Årlig utslippsmengde (kg)	Krav til fjerning i renseanlegg (%)
Organisk stoff, KOF	<100	2000	
Organisk stoff, BOF ₅	<25		50%
Ammonium nitrogen	<25	1000	50%
Nitrogen	<50	1250	
Fosfor	<0,2	10	
Jern	<5	1000	75%
Andre tungmetaller og organiske miljøgifter	Under terskelverdier*		

*Terskelverdier oppgitt i henhold til veileder om miljørisikovurdering av bunntetting og oppsamling av sigevann ved deponier, TA-1995/2003.

3.3 Årlige stoffmengder

Tabell 4 viser oversikt over stofftransport ut av deponiet og ut av renseanlegget de siste 5 årene (2019 - 2023). Utløpsverdi fra deponiet er prøvetatt i kum nedenfor deponiet (se målepunkt 1 i figur 1), mens utløpsverdier fra renseanlegget er målt etter siste rensetrinn før utslipp til Bølstadbekken (målepunkt 2 i figur 1).

Tabell 4: Stoffkonsentrasjoner ut av deponiet og renseanlegget, årlig utslipp (kg/år)* og årlig rensing (%) for de fem siste driftsårene (2019-2023) for NH₄-N, BOF₅, KOF, Fe, tot-P, tot-N og SS.

Parameter	2023	2022	2021	2020	2019	
Sigevannsmengder, (m ³ /år)	36 305	23 626	31 065	38 534	40 343	
Ammonium N	Utslippskonsentrasjon fra deponi (mg/l)	42	43	57	55	56
	Utslippskonsentrasjon fra renseanlegg (mg/l)	10,0	2,4	0,5	2,3	2,4
	Årlig utslipp fra deponi (kg/år)	1 520	1 010	1 780	2 110	2 260
	Årlig utslipp fra renseanlegg (kg/år)	363	56	15	87	95
	Årlig rensing, stoffmengde (kg/år)	1160	954	1770	2020	2160
	Årlig rensing (%)	76	94	99	96	96
BOF ₅	Utslippskonsentrasjon fra deponi (mg/l)	2,5	3,1	2,3	8,7	3,9
	Utslippskonsentrasjon fra renseanlegg (mg/l)	1,1	2,1	1,1	0,9	0,7
	Årlig utslipp fra deponi (kg/år)	91	73	71	334	155
	Årlig utslipp fra renseanlegg (kg/år)	39	50	35	34	28
	Årlig rensing, stoffmengde (kg/år)	52	24	37	300	127
	Årlig rensing (%)	57	32	51	90	82
Fosfor, total	Utslippskonsentrasjon fra deponi (mg/l)	0,09	0,08	0,17	0,10	0,17
	Utslippskonsentrasjon fra renseanlegg (mg/l)	0,15	0,09	0,06	0,08	0,10
	Årlig utslipp fra deponi (kg/år)	3	2	5	4	7
	Årlig utslipp fra renseanlegg (kg/år)	6	2	2	3	4
	Årlig rensing, stoffmengde (kg/år)	-2,33	-0,112	3,27	0,713	2,76
	Årlig rensing (%)	-73	-6	62	19	42
Jern (Fe)	Utslippskonsentrasjon fra deponi (mg/l)	4	28	29	21	26
	Utslippskonsentrasjon fra renseanlegg (mg/l)	0,25	0,03	0,26	0,41	0,40
	Årlig utslipp fra deponi (kg/år)	146	659	912	801	1 040
	Årlig utslipp fra renseanlegg (kg/år)	9	1	8	16	16
	Årlig rensing, stoffmengde (kg/år)	137	658	904	785	1020
	Årlig rensing (%)	94	100	99	98	98
KOF	Utslippskonsentrasjon fra deponi (mg/l)	71	69	86	96	116
	Utslippskonsentrasjon fra renseanlegg (mg/l)	48	49	50	54	48
	Årlig utslipp fra deponi (kg/år)	2 560	1 620	2 670	3 690	4 680
	Årlig utslipp fra renseanlegg (kg/år)	1 750	1 160	1 560	2 070	1 930
	Årlig rensing, stoffmengde (kg/år)	811	458	1 110	1 620	2 750
	Årlig rensing (%)	32	28	42	44	59
Nitrogen, total	Utslippskonsentrasjon fra deponi (mg/l)	45	47	63	57	58
	Utslippskonsentrasjon fra renseanlegg (mg/l)	32	27	24	32	26
	Årlig utslipp fra deponi (kg/år)	1 640	1 100	1 960	2 190	2 320
	Årlig utslipp fra renseanlegg (kg/år)	1 150	631	753	1 220	1 030
	Årlig rensing, stoffmengde (kg/år)	487	469	1210	976	1290
	Årlig rensing (%)	30	43	62	45	56
SS	Utslippskonsentrasjon fra deponi (mg/l)	43	25	44	45	54
	Utslippskonsentrasjon fra renseanlegg (mg/l)	4,2	4,5	4,6	2,63	1,67
	Årlig utslipp fra deponi (kg/år)	1 540	579	1 350	1 720	2 160
	Årlig utslipp fra renseanlegg (kg/år)	152	106	143	101	67
	Årlig rensing, stoffmengde (kg/år)	1 390	473	1 210	1 620	2 090
	Årlig rensing (%)	90	82	89	94	97

* Årlig utslipp i kg/år = (middelverdi av stoffkonsentrasjonen) x (estimert årlig avrenning)

3.4 Resultater for 2023 i forhold til gitte utslippskrav

Resultatene for 2023 vist i tabell 4 gir følgende resultater i forhold til gitte utslippskrav:

- **Ammonium nitrogen, NH_4-N :**

Er under krav til årlig utslippskonsentrasjon på <25 mg/l (10 mg/l) og årlig utslippsmengde på <1000 kg/år (363 kg/år). Renseeffekt på 76% tilfredsstillende også rensekravet på 50% fjerning i renseanlegget. Det er i de siste årene påvist betydelig stabil og høy nitrifikasjon også i kalde årstider, men i 2023 var det mindre nitrifikasjon i kalde perioder enn tidligere år.

- **Biologisk oksygenforbruk, BOF:**

Tilfredsstillende både krav til årlig utslippskonsentrasjon på <25 mg/l (1,1 mg/l), og rensekravet på 50% fjerning i renseanlegget (57%). Både innløp og utløp av renseanlegget har lave verdier på BOF₅ og det er en parameter som ikke lenger er viktig i forhold til utslipp siden utslippsnivåer er svært lave. BOF-analyser kan derfor tas ut av miljøprogrammet.

- **Kjemisk oksygenforbruk, KOF:**

Tilfredsstillende kravet til årlig middelkonsentrasjon i utløpet på <100 mg/l (48 mg/l). Tilfredsstillende krav til årlig utslippsmengde på <2000 kg/år (1 750 kg/år).

- **Jern:**

Tilfredsstillende både rensekravet på 75% fjerning i renseanlegget (94%), krav til årlig utslippskonsentrasjon på <5 mg/l (0,25 mg/l) og årlig utslippsmengde på <1000 kg/år (9 kg/år). Det var betydelig lavere konsentrasjoner av jern i sigevannet i 2023 enn tidligere år. Årsaken kan være endring av analysemetode.

Total fosfor, tot-P:

Tilfredsstillende både krav til årlig middelkonsentrasjon i utløpet på <0,20 mg/l (0,15 mg/l), og årlig utslippsmengde på <10 kg/år (6 kg/år). Det var likevel en økning i utslipp som kan skyldes at fosfor frigjøres fra sedimenteringsbassenget som ikke ble tømt i 2023, slik det ble anbefalt i forrige rapport.

- **Total nitrogen, tot-N:**

Tilfredsstillende kravet til årlig middelkonsentrasjon i utløpet på <50 mg/l (32 mg/l), og årlig utslippsmengde på <1 250 kg/år (1 150 kg/år). Lavere rensing av total nitrogen i 2023 (30%) enn tidligere år (40-60%) kan delvis skyldes at utløpsfilter (våtmark) ikke var i drift på grunn av gjentatt utløp (slam) i sedimenteringsbassenget.

- **Andre tungmetaller:**

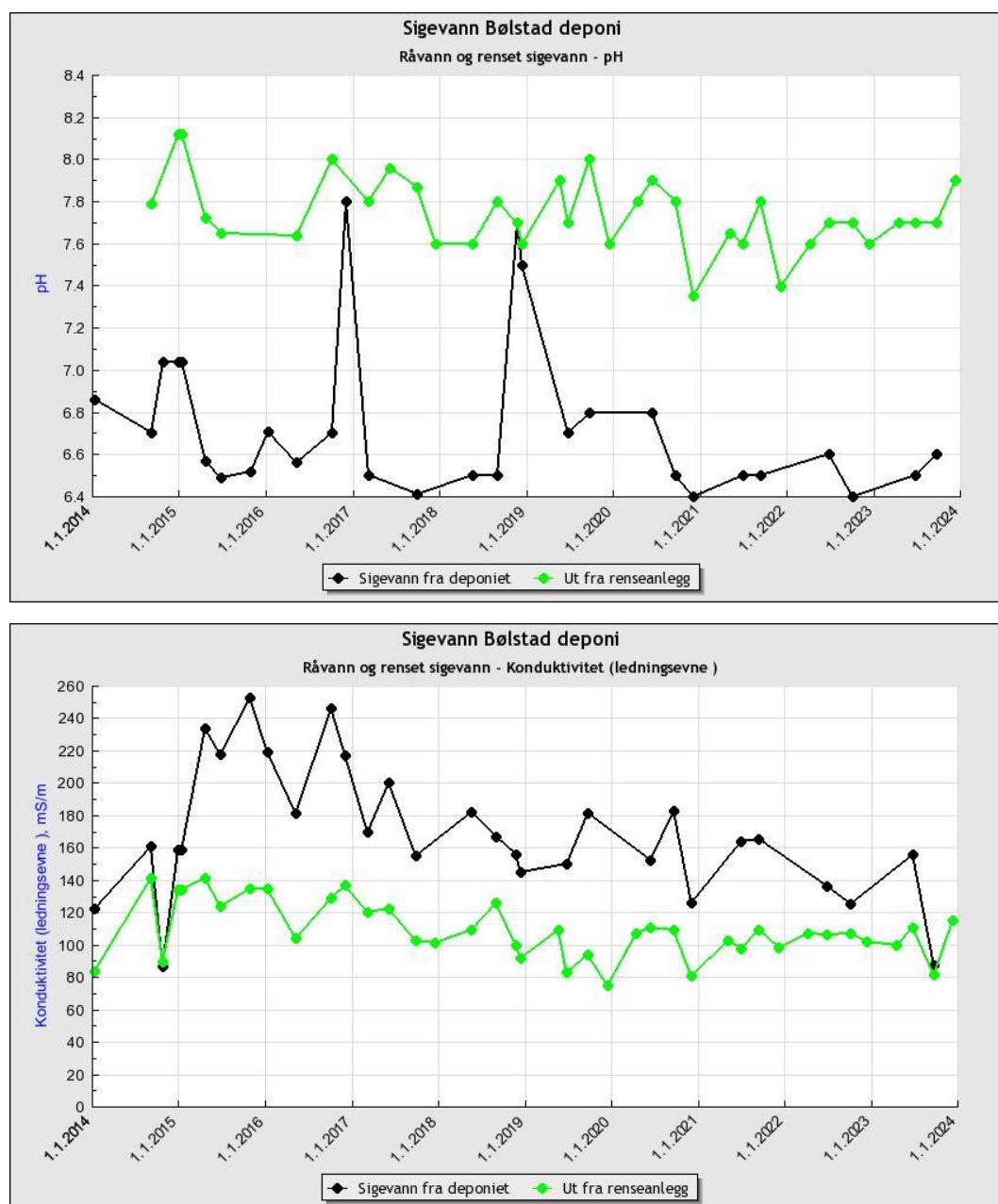
Som det kommer frem av figurene for tungmetaller nedenfor (figur 8-11), er verdiene for tungmetaller ut av renseanlegget hovedsakelig under terskelverdier de siste årene. En tidligere observert økning av sink og kvikksølv i sigevann har ikke blitt påvist i 2023.

Prøvetakingen er basert på stikkprøver, fordelt over året. Det vil derfor være usikkerhet om prøvene er representative for vannets sammensetning i hele den perioden prøvetakingen dekker, og dermed også de tilhørende utslipp som beregnes. Sett over flere år vil nivåer, rensing og eventuelle trender i utslipp kunne observeres.

4 Analyseresultater ut av deponi og ut av renseanlegg

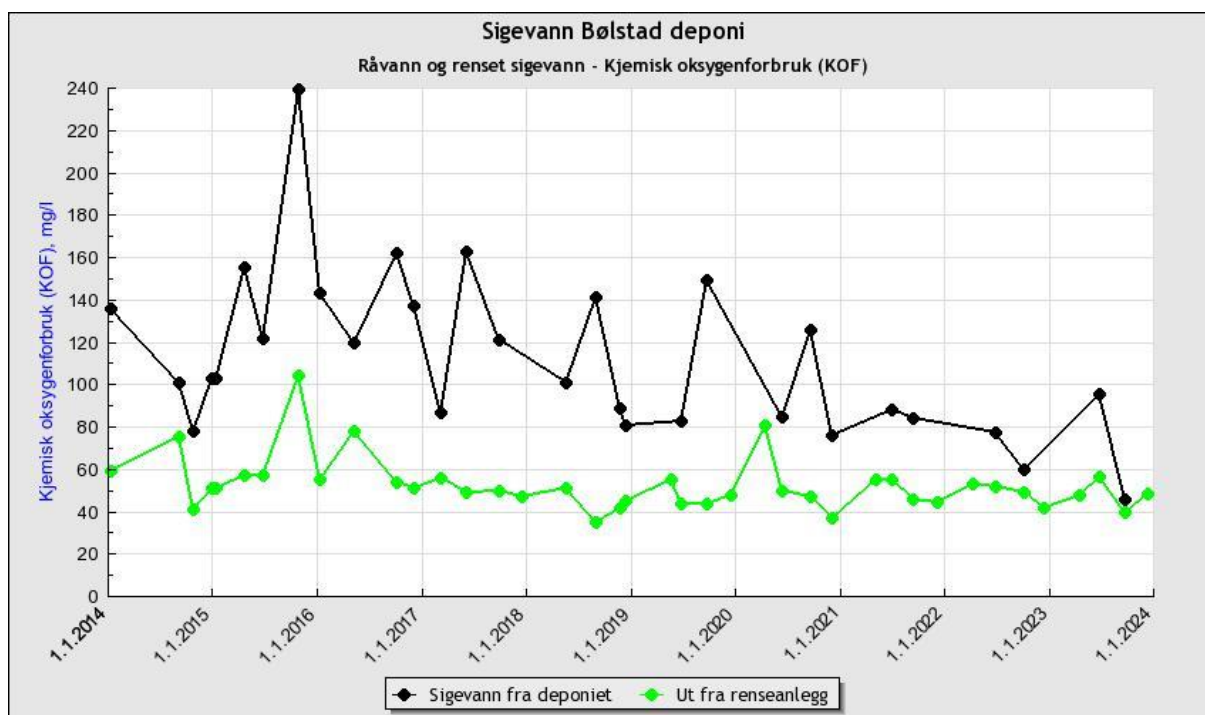
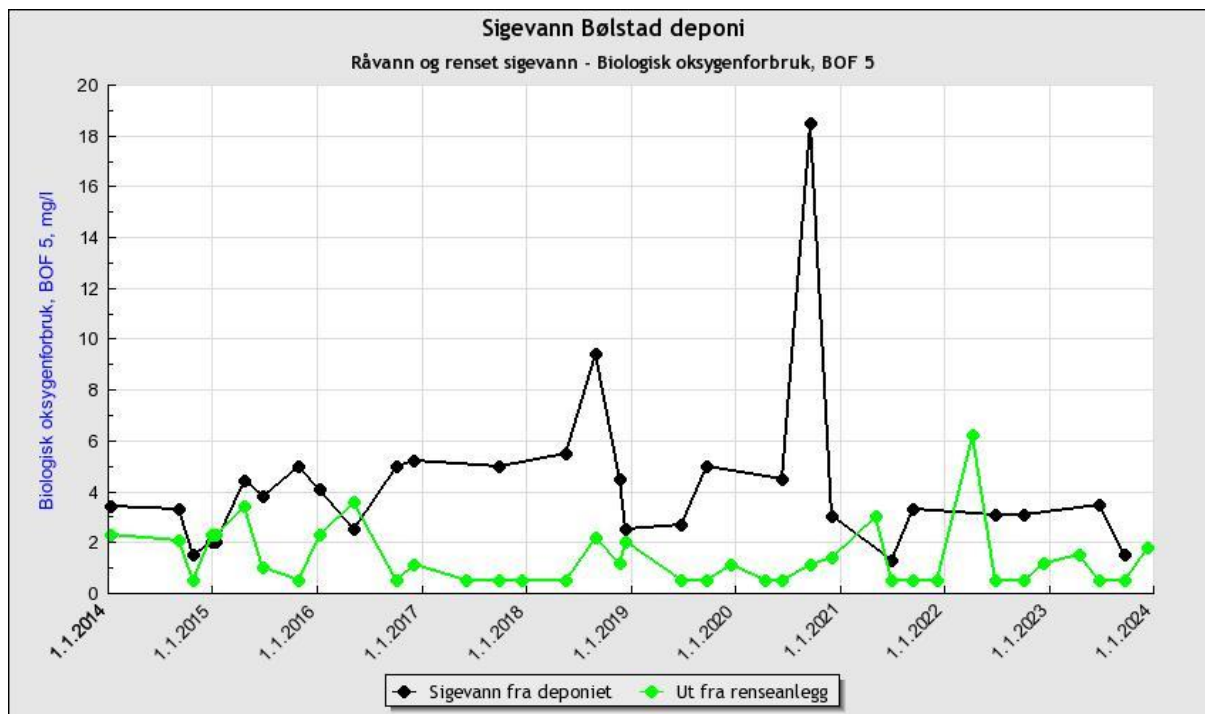
4.1 Uorganiske forbindelser

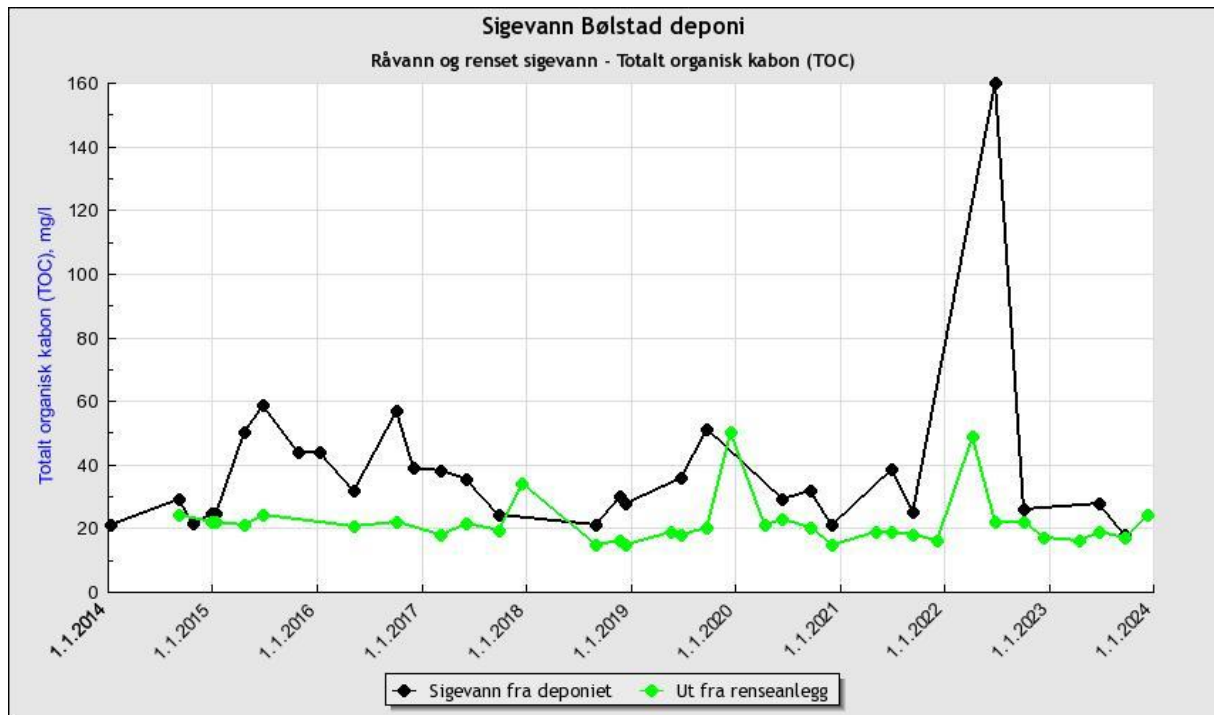
Nedenfor er det gitt en grafisk fremstilling av analyseverdier for ulike komponenter målt gjennom anlegget de senere årene (2014 – 2023). For å se på nivåene gjennom anlegget, er verdier målt ut av deponiet («sigevann fra deponiet») og ut av renseanlegget («ut fra renseanlegg») lagt inn i samme diagram.



Figur 4. Endringer i pH og ledningsevne ut av deponiet og ut av renseanlegget de siste årene (2014 - 2023).

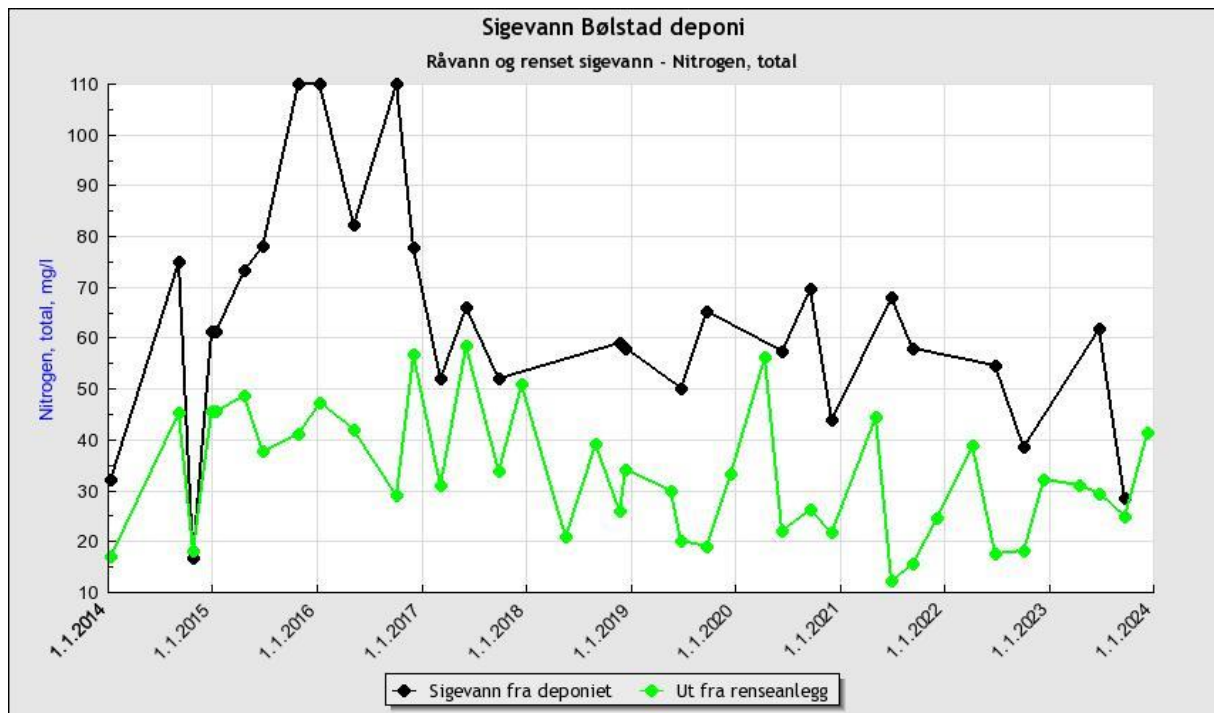
Det er forventet at pH øker som følge av nedbrytningsprosesser i renseanlegget (figur 4). Videre vil ledningsevnen avta grunnet utfelling av løste ioner i sigevannet (figur 4). Redusert ledningsevne over tid viser at sigevannet gradvis avtar i styrke på grunn av avtagende utvasking av salter.

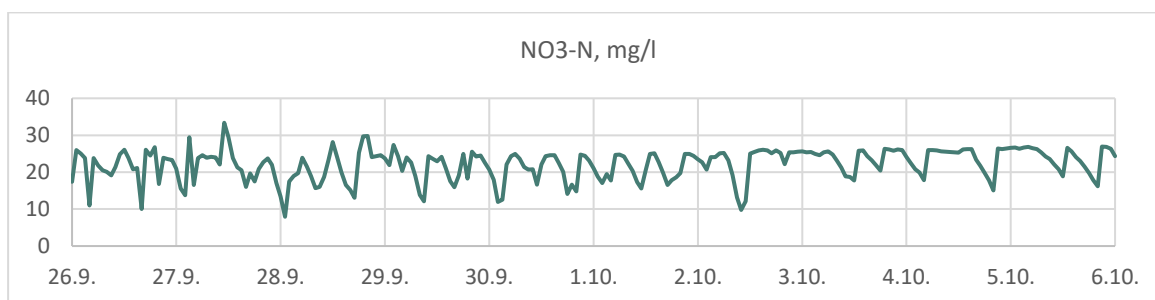
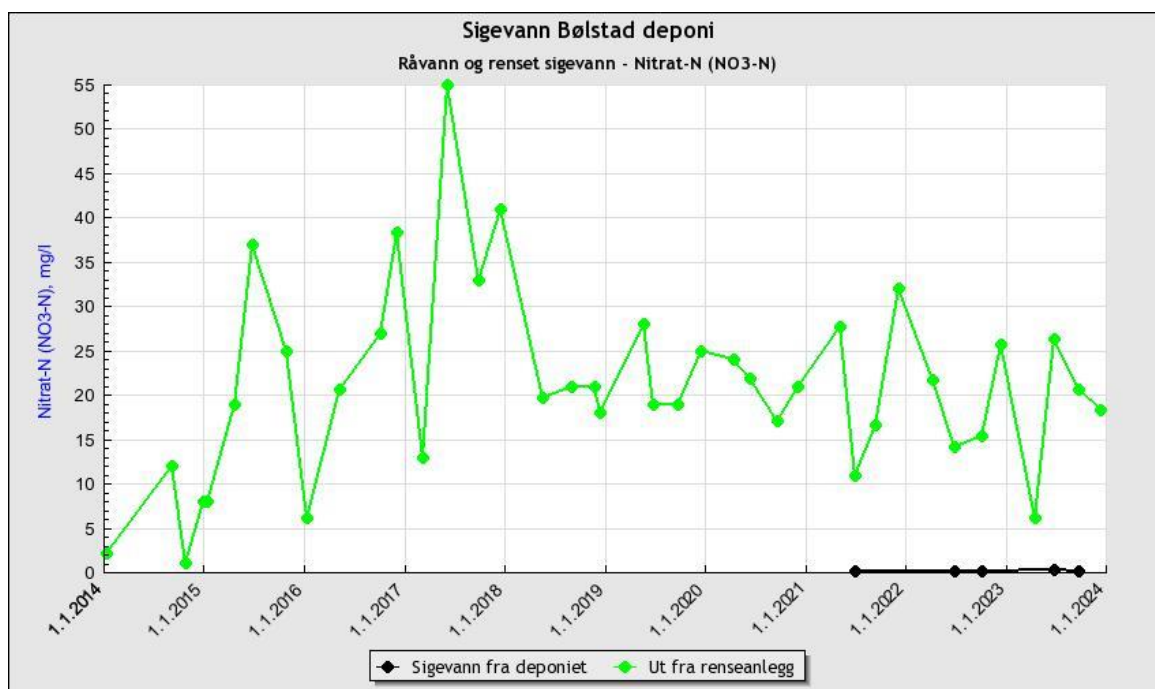
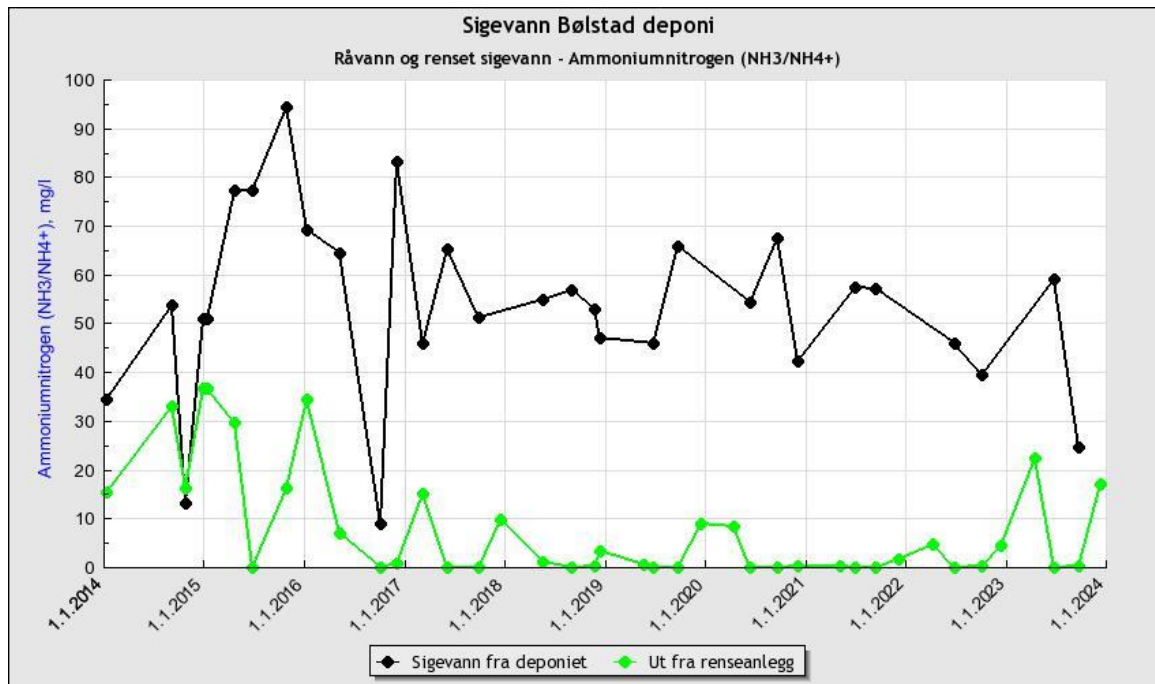




Figur 5. Endringer i BOF-, KOF- og TOC-konsentrasjon ut av deponiet og ut av renseanlegget de siste årene.

Analyse av BOF viser generelt lave verdier både inn og ut av renseanlegget de senere årene. Målingene viser en reduksjon i KOF på 32% for 2023. Det er lavere enn tidligere år, men innløpskonsentrasjon har også avtatt over tid. Utslipp av TOC (20 mg/l) er relativt stabilt i 2023 og de siste 10 årene med noe høyere utslipp om vinteren (nov-mars, figur 5).





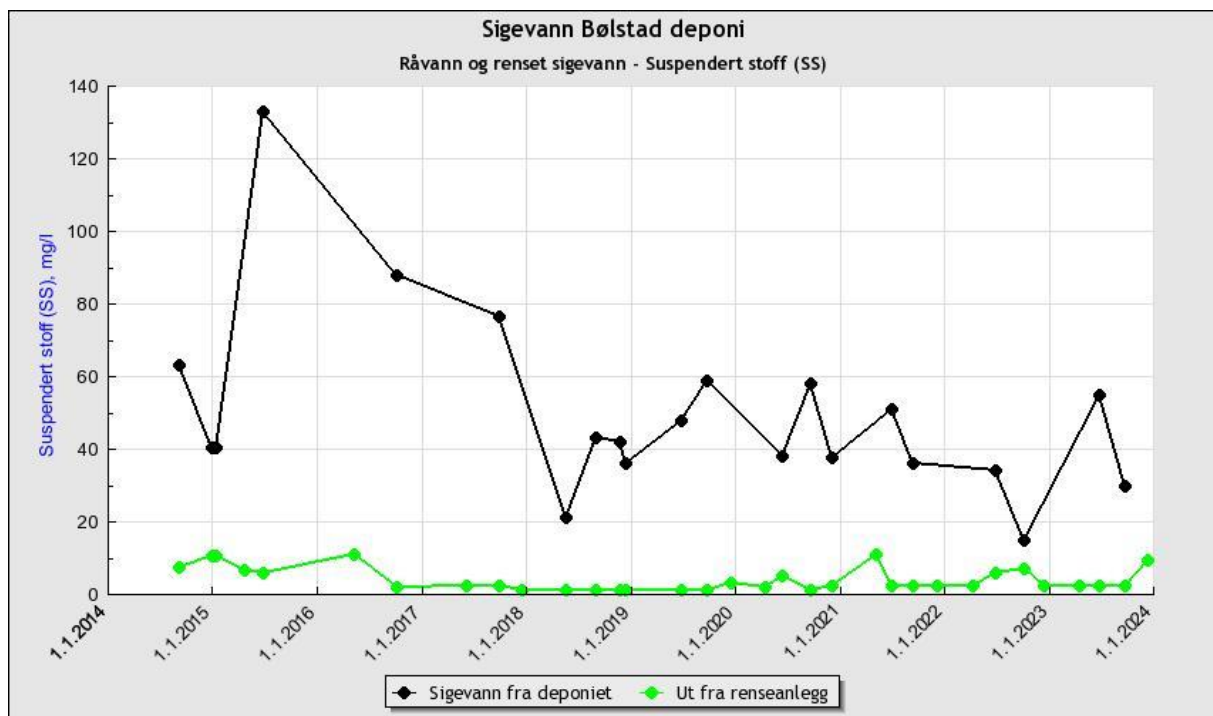
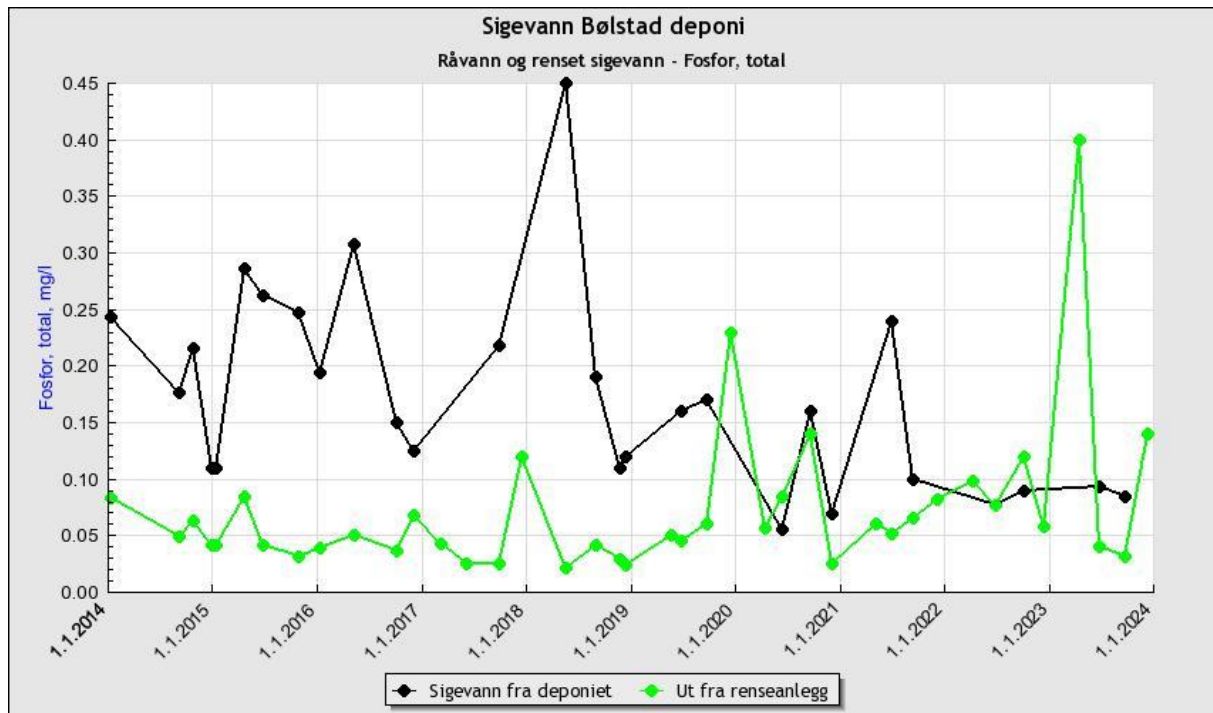
Figur 6. Endringer i konsentrasjonen av ammonium-N, Nitrat-N og Tot-N ut av deponiet og ut av renselegget de siste årene (2014 – 2023). Det er også inkludert eksempel på sensormåling av NO₃-N i utløpet av luftet lagune høsten 2023.

I 2023 er det oppnådd 76% reduksjon av ammonium og 30% reduksjon av tot-N i lagunen (se tabell 4 og figur 6). Ammoniumreduksjon er høy, selv i vinterperioden med lav vanntemperatur. Rensekravet på 50% fjerning av ammonium i renseanlegget tilfredsstilles med god margin i 2023.

Årsaken til god nitrogenfjerning skyldes dels driften av lufteaggregatet. Dette er konstruert slik at det lufttilførsel dels tilføres via sug fra propellen på ejektoren og et separat blåseaggregat. Lufttilførsel skjer intermittent over døgnet, mens omrøring skjer kontinuerlig. Det skaper et miljø for aerobe, anoksiske og anaerobe soner i dammen, noe som er en forutsetning for nitrifikasjon og denitrifikasjon i lagunen. Plaststrukturene (flytende Exponet terninger festet i et tau) med stor overflate som danner en vekstflate for våtmarksplanter, danner en flytende våtmark på tvers av dammen. Her er det en stor og permanent biofilmoverflate som bidrar i mikrobielle nedbrytningsprosesser av nitrogen.

Sensorovervåking av luftet lagune med multisensor ble testet i regi av SFI earthresQue høsten 2023 (Vedlegg 4). Figur 6 viser utdrag av data for nitratsensor i en periode denne høsten. Variasjon i nitrattivåer, på grunn av denitrifikasjon, antas være resultat av varierende oksygenforhold og/eller tilgang på en karbonkilde fra ubehandlet sigevann i lagunen. Disse variasjonene følger av driftssykluser i luftingen. Fjerning av ammonium-nitrogen og dannelse av nitrat (nitrifikasjon) pågår i dammen, selv om vanntemperaturen er nær 0°C i desember. Dette er uventet, da slike prosesser antas å være temperatursensitive. En syklus med høyest nitrifikasjon sommerstid er vanlig, men som det fremkommer av figur 6 stopper ikke prosessen helt i den kaldeste perioden.

Erfaringer med sensorteknologi for overvåking av denne type renseanlegg, og utslipp av rensset sigevann, vil rapporteres i regi av earthresQue senere i 2024.

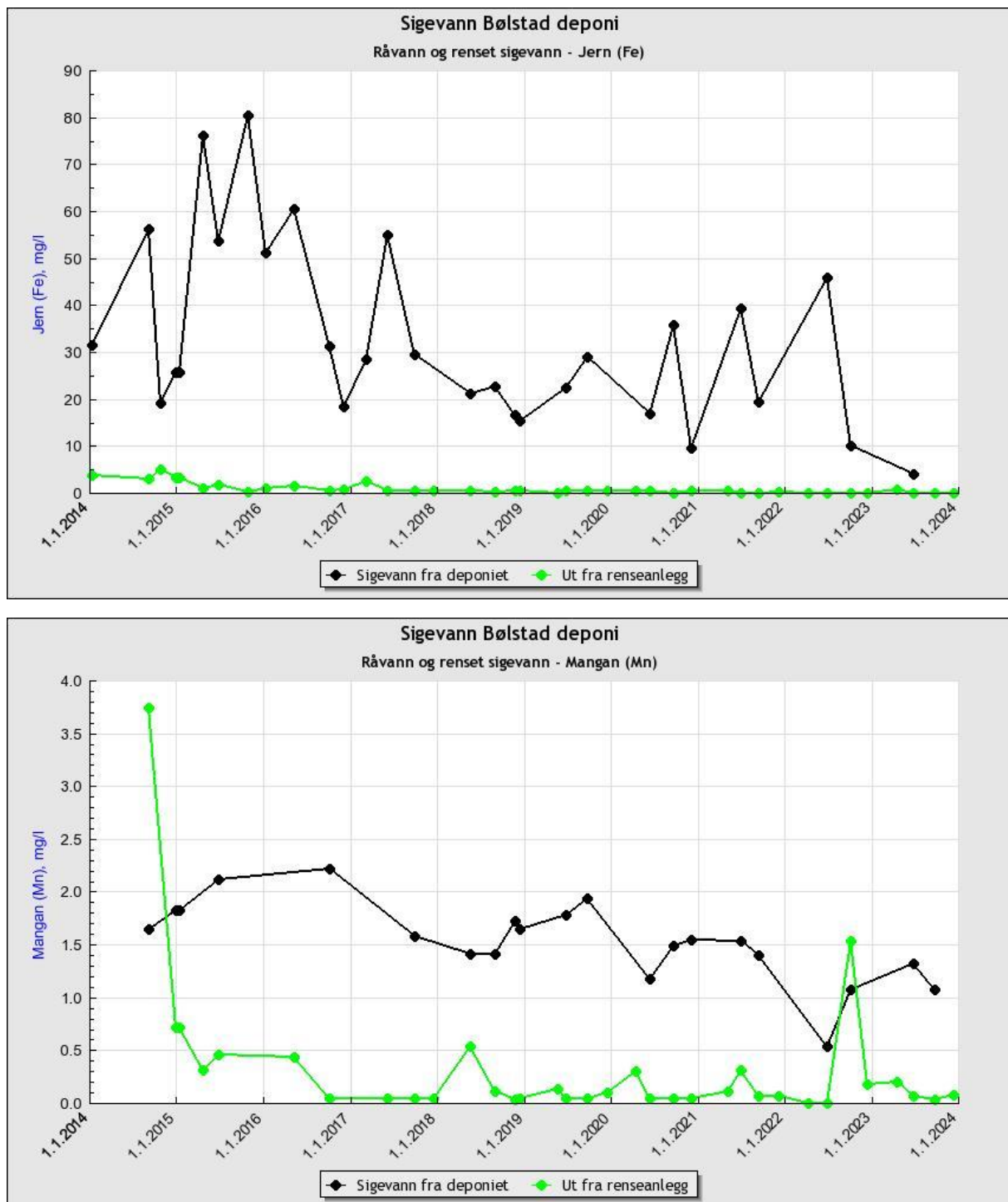


Figur 7. Endringer i tot-P og SS-konsentrasjon ut av deponiet og ut av renseanlegget de siste årene (2014 – 2023).

Sigevann inneholder lite fosfor og dette er begrensende for en effektiv biologisk rensing. Fosforsyre er i 2023 tilsatt månedlig (5 l) i rensedammen fra mars til november. Fosfor har en god effekt for mikroorganismer, som bidrar til oksidering av ammonium. Fosfor bindes vanligvis godt til jern i slamm. I 2023 øker utslippet av fosfor i utløpet, sannsynligvis på grunn av manglende tømning av sedimenteringdammen.

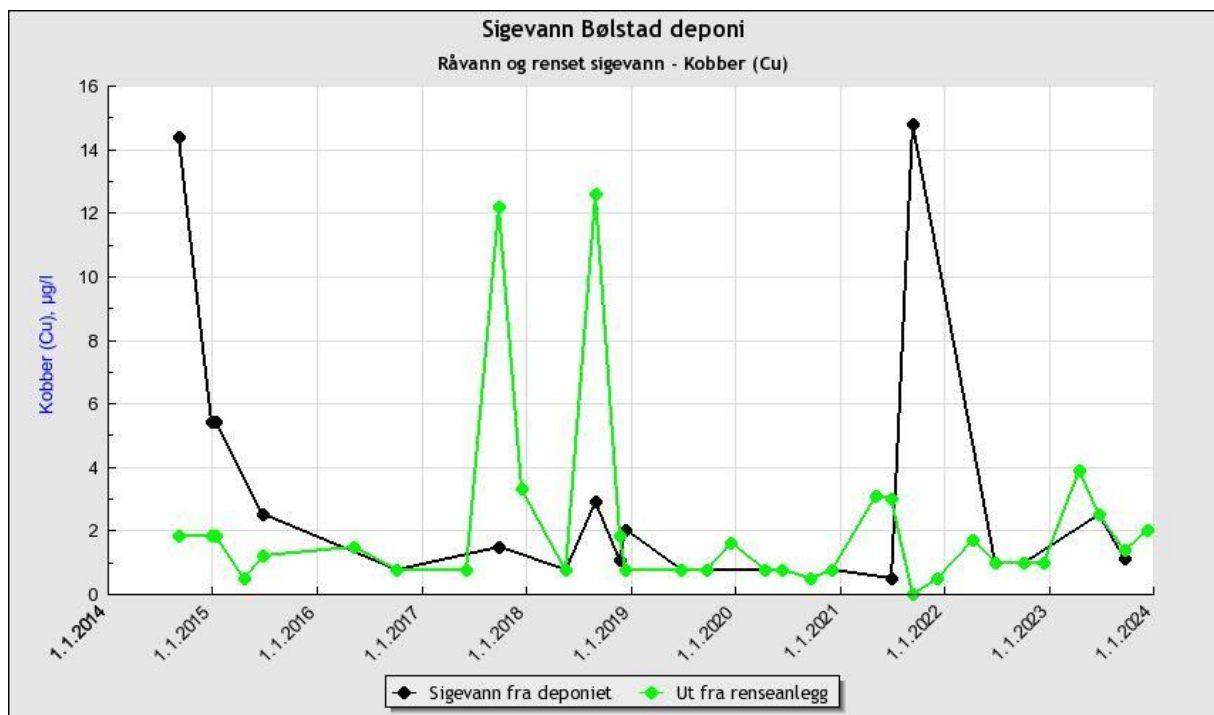
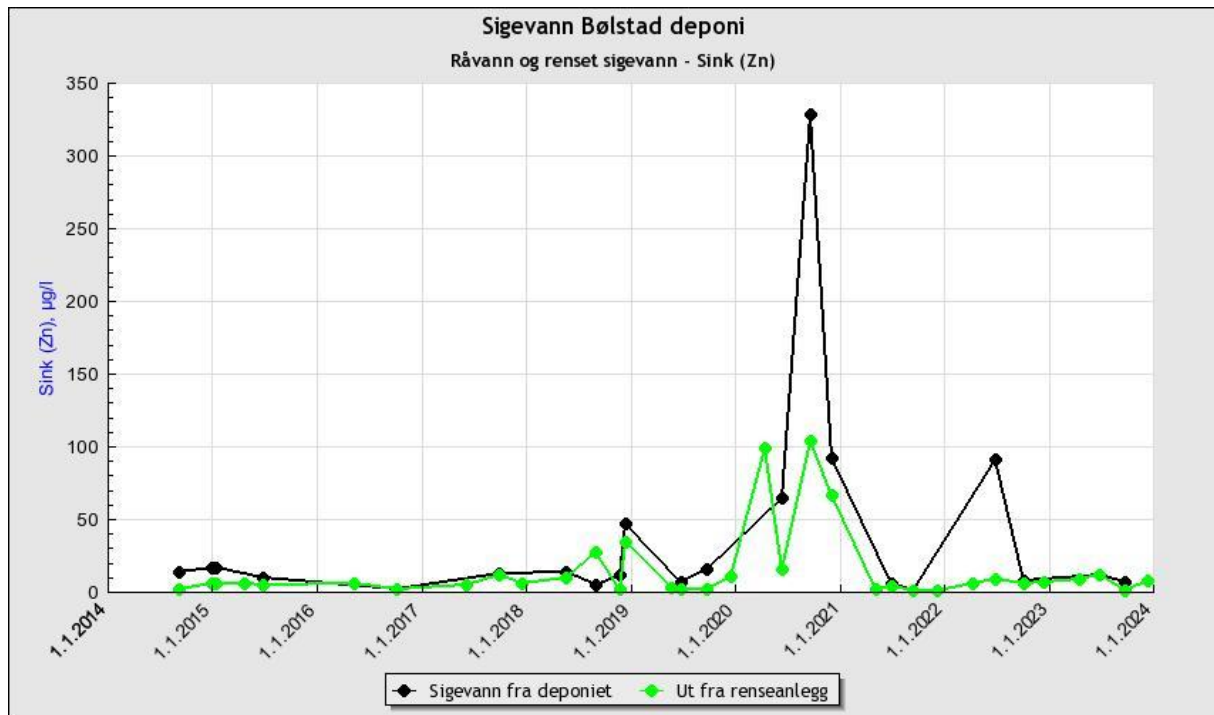
Utslippskravet fra 2006, med midlere årlig konsentrasjon i utløpet på <math><0,2\text{ mg fosfor per liter}</math> (figur 7 og tabell 4) og utslippsmengde på <math><10\text{ kg fosfor per år}</math> (tabell 4), tilfredsstilles med god margin i 2023. Anlegget har også god effekt på suspendert stoff (figur 7 og tabell 4), noe som indikerer at sedimenteringen er tilfredsstillende.

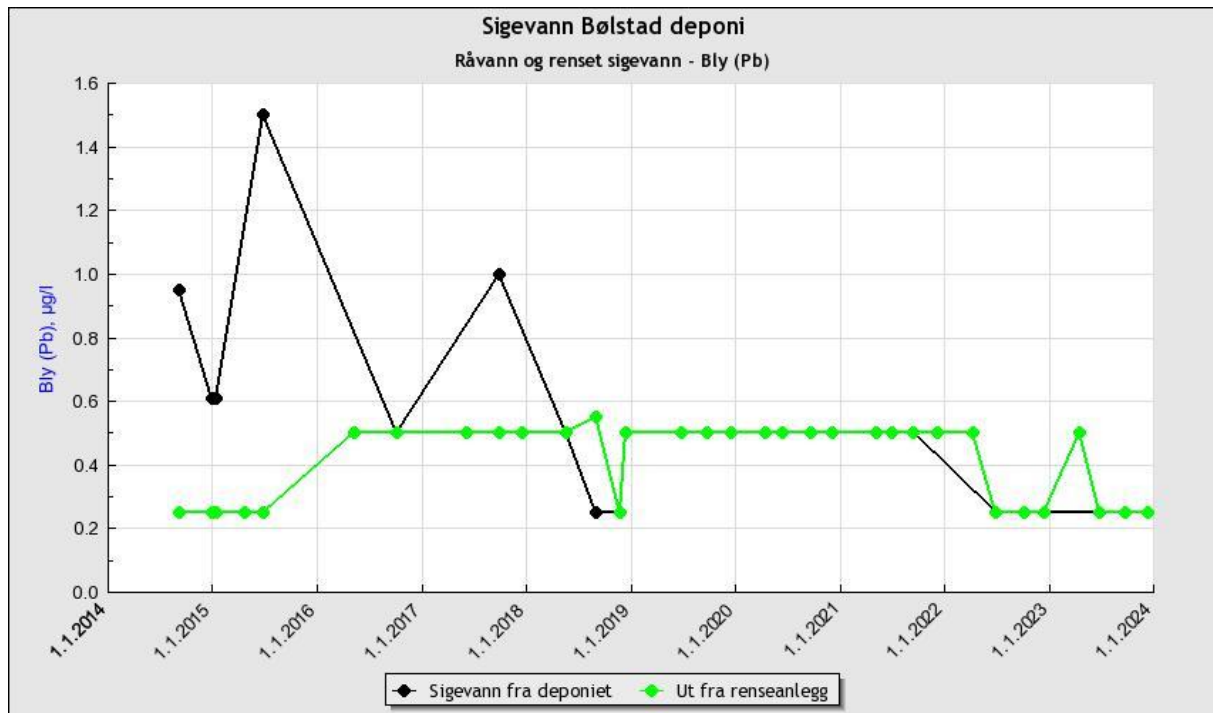
4.2 Tungmetaller



Figur 8. Endringer i jern- og mangan-konsentrasjon ut av deponiet og ut av rensanlegget de siste årene (2014-2023).

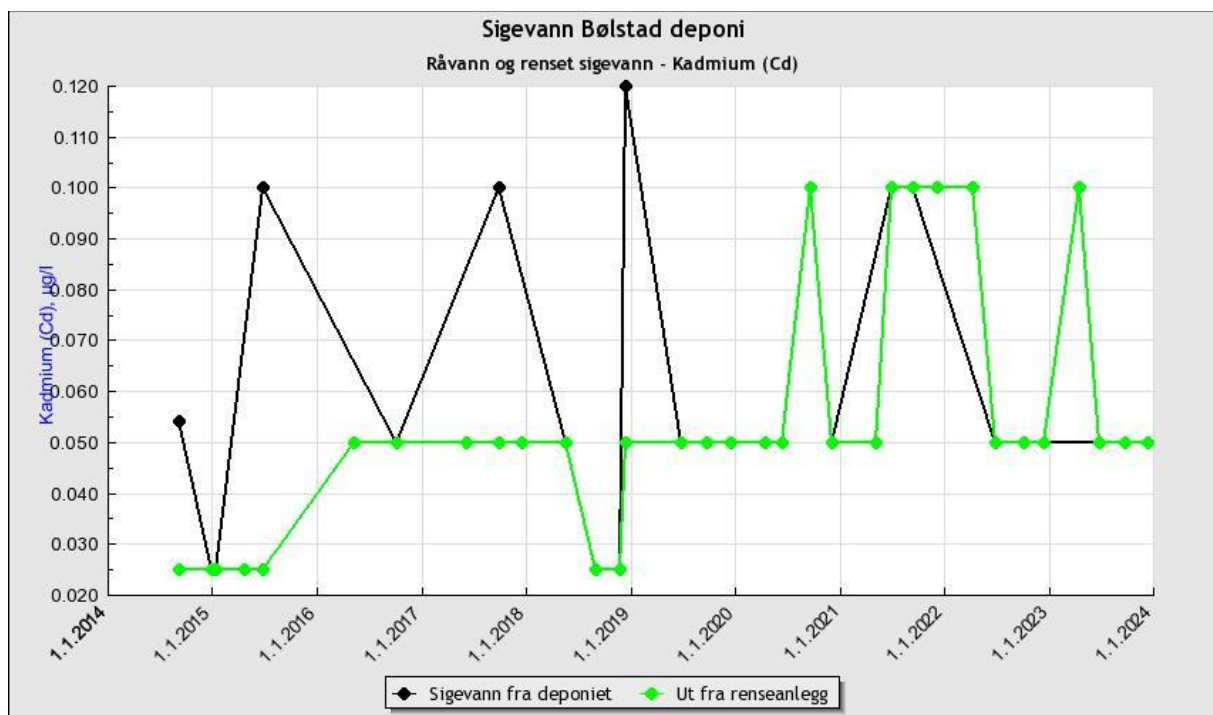
Utløpskonsentrasjonen for jern har vært stabilt lave, mens noe variabelt for mangan (figur 8). Utslippskravet for jern med midlere årlig konsentrasjon i utløpet på <5 mg per liter, renseseffekt på 75% og årlig utslippsmengde på <1000 kg er overholdt i 2023 (tabell 4).

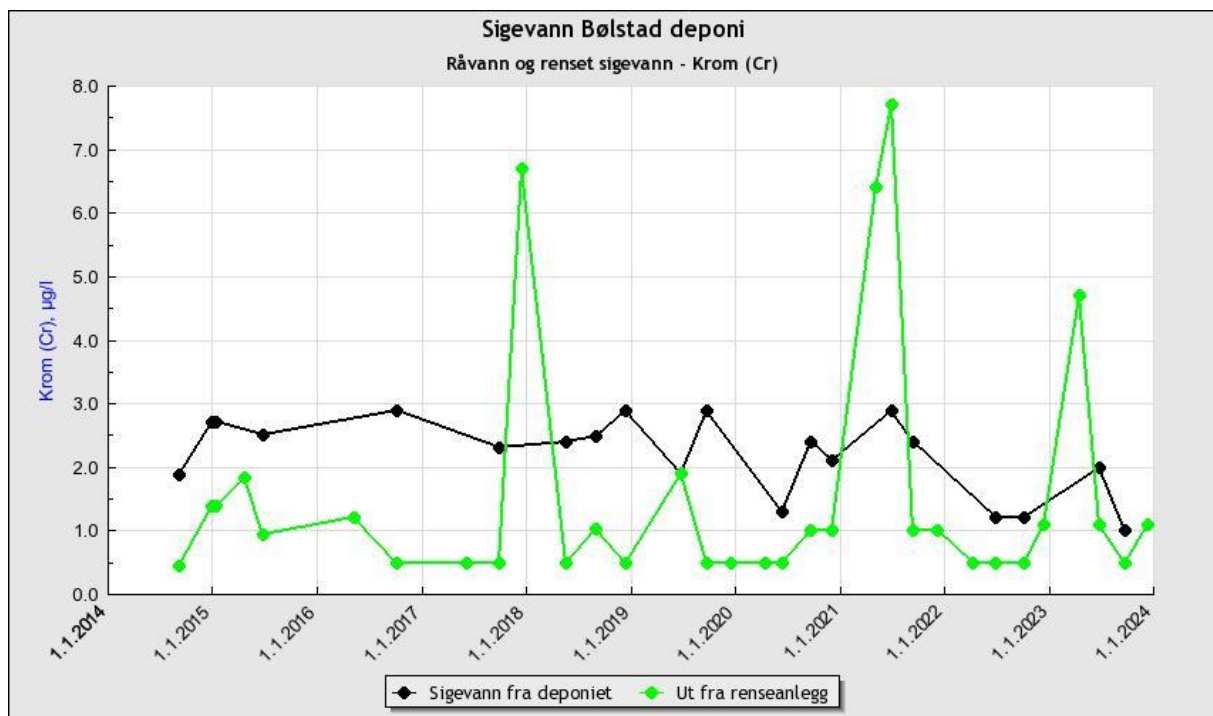
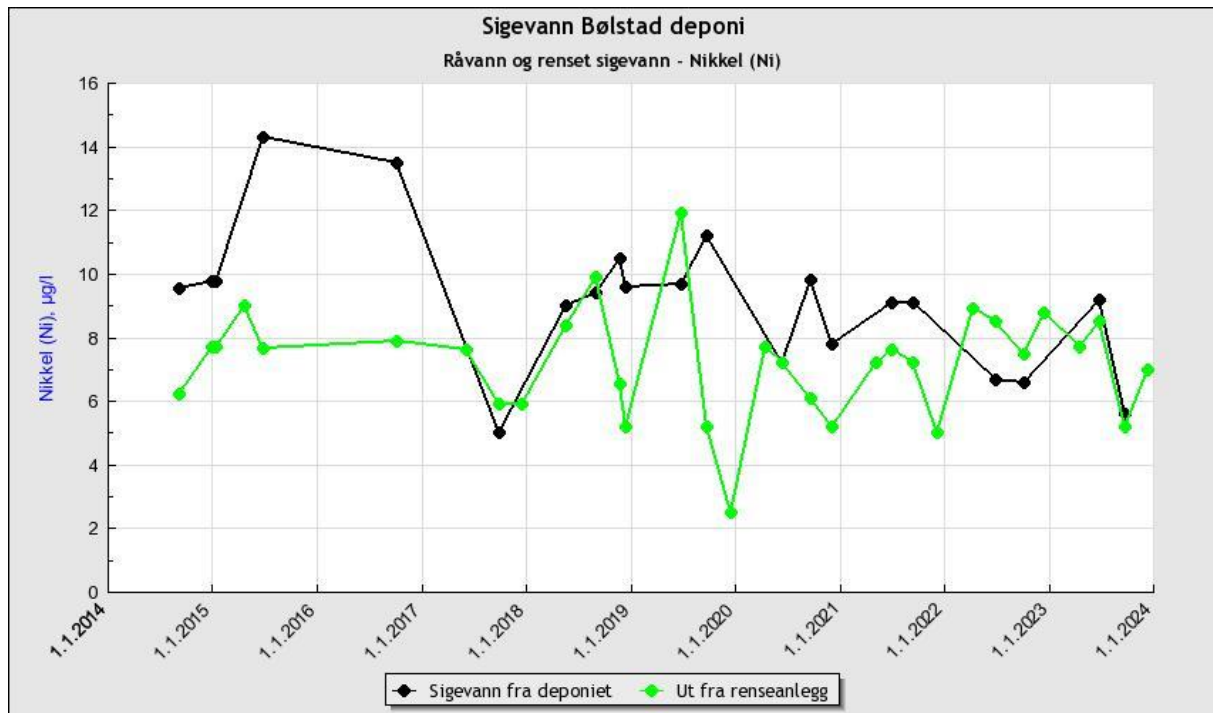




Figur 9. Endringer i sink-, kobber- og bly-konsentrasjon ut av deponiet og ut av renseanlegget de siste årene

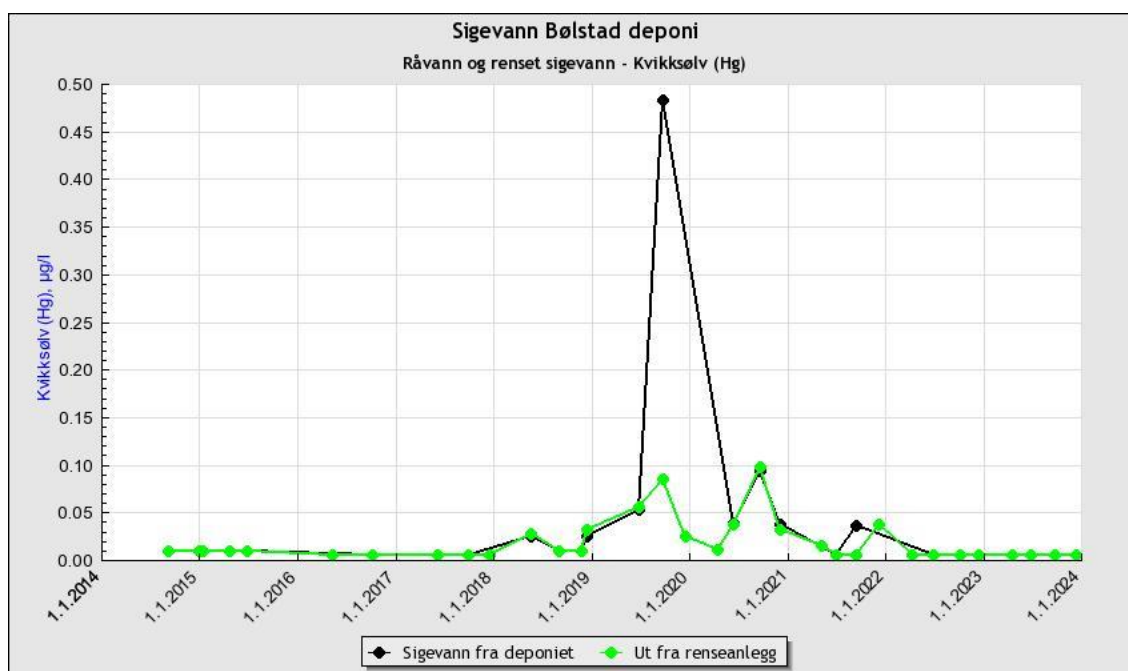
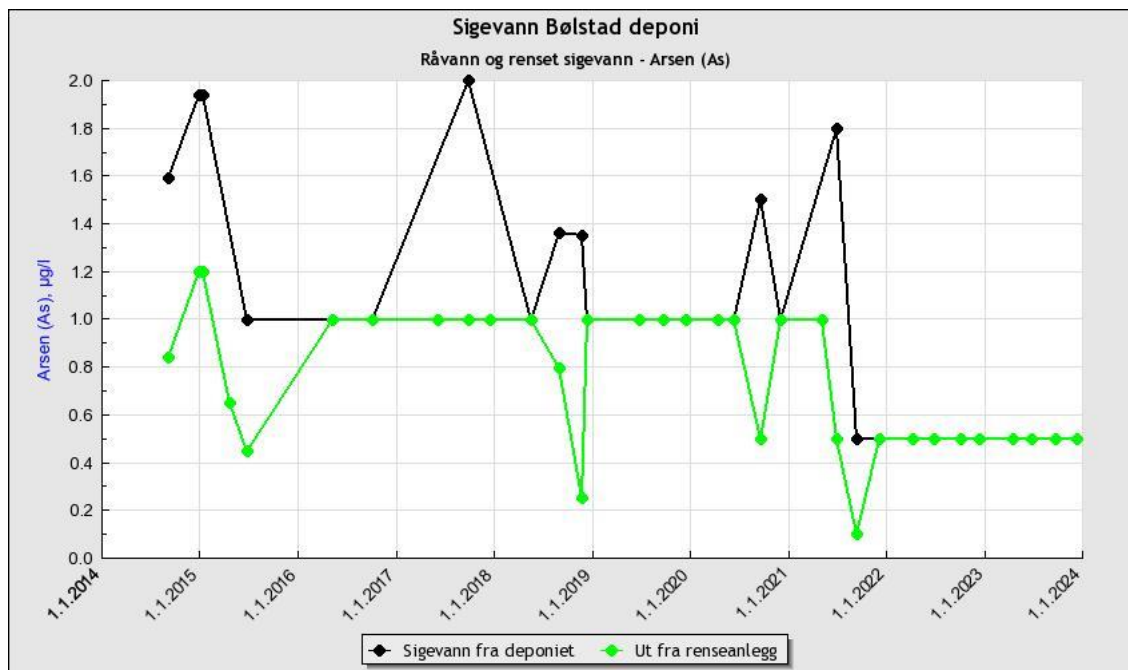
Terskelverdier i sigevann er på 35 µg/liter for sink, 2,3 µg/liter for kobber og 1,9 µg/liter for bly (SFT 2003). Verdiene målt både ut av renseanlegg de siste årene er generelt under terskelverdiene for sink og bly. Det er observert enkelte høyere verdier av sink som overstiger terskelverdi og tilstandsklasse V (svært dårlig) for ferskvann (Miljødirektoratet 2020). Det kan være en effekt av avrenning og infiltrasjon fra kompostering av park- og hageavfall. Barkavrenning kan ha forhøyet sinkinnhold. Manglende tømning av sedimenteringsdam kan også være en årsak.





Figur 10. Endringer i kadmium-, nikkel- og krom-konsentrasjon ut av deponiet og ut av renseanlegget de siste årene (2014-2023).

Terskelverdier i sige vann er på 0,2 µg/liter for kadmium, 5 µg/liter for nikkel og 6,3 µg/liter for krom (SFT 2003). De siste årene er det målt verdier under terskelnivå for kadmium og krom. Dette gjelder både ut av deponiet og ut av renseanlegget, med unntak av et par høyere målinger for krom i 2021 og en måling i 2017 (figur 10). Kadmium-nivå i utslipp ligger under nedre bestemmelsesgrense. Vanligvis er rensing av krom >50%. For nikkel er verdier i 2023 litt over terskelnivå uten rensing, men renseanlegget viser vanligvis noe retensjon av nikkel.



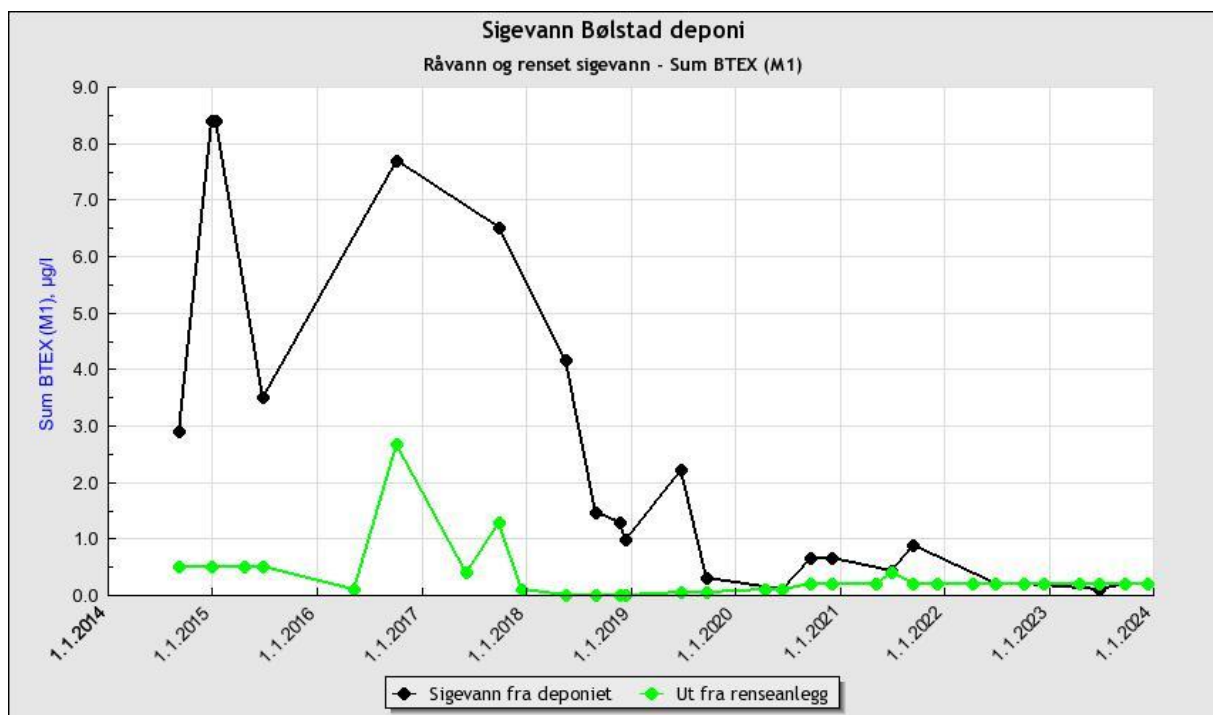
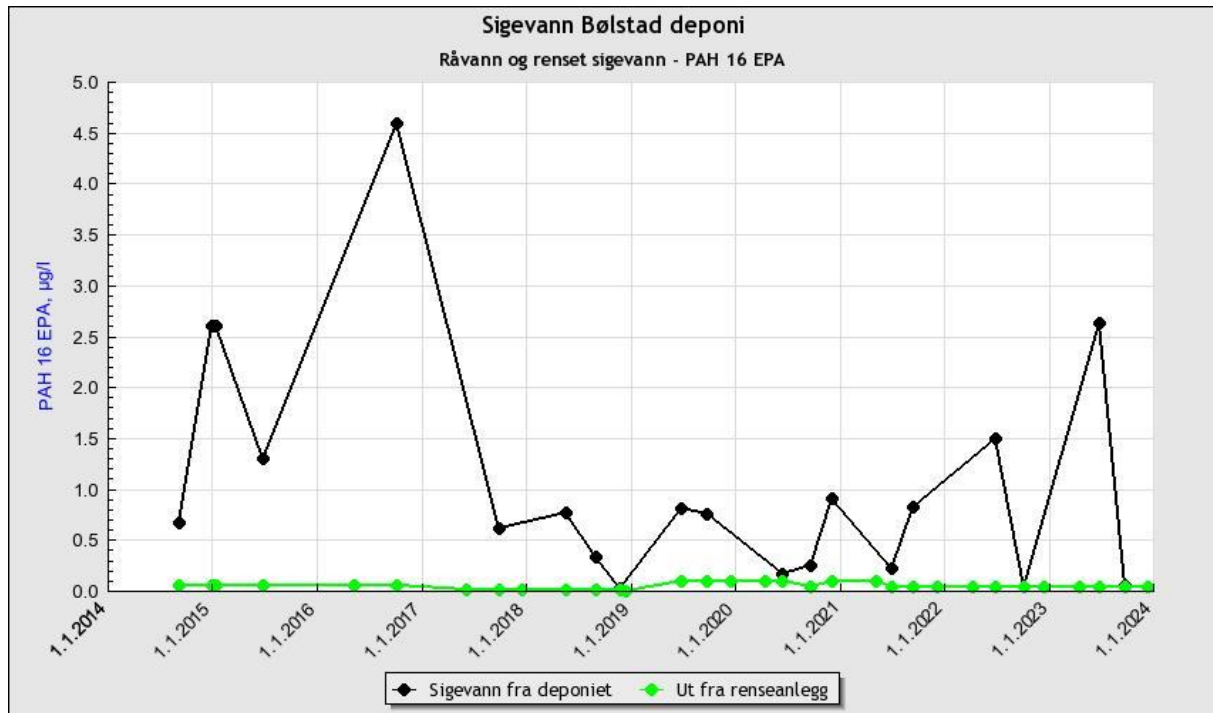
Figur 11. Endringer i arsen- og kvikksølv-konsentrasjon ut av deponiet og ut av renseanlegget de siste årene.

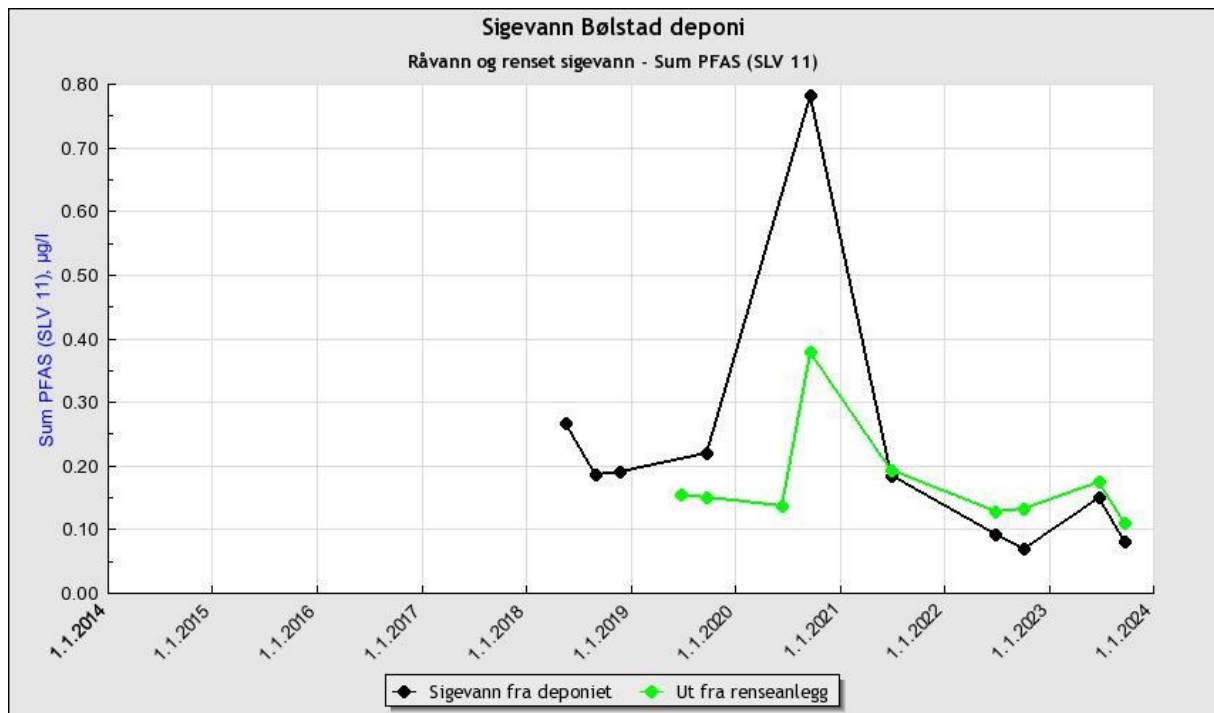
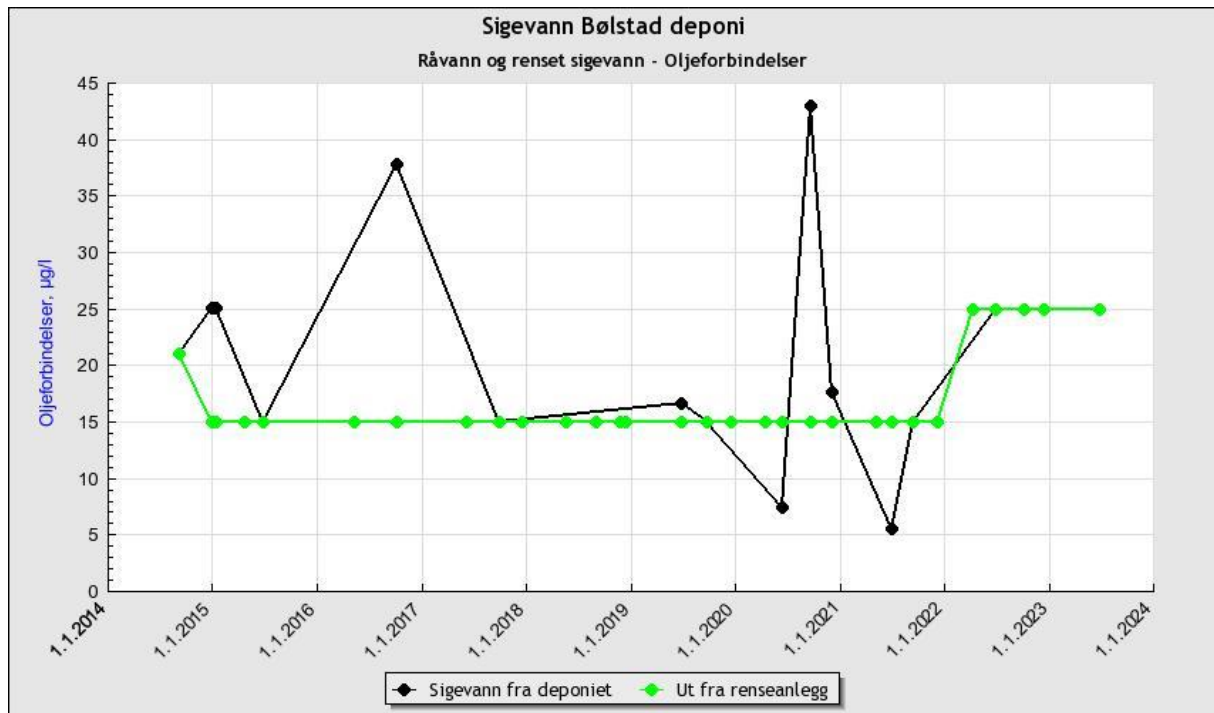
Terskelverdien for arsen og kvikksølv i sige vann er på hhv. 2 µg/liter og 0,01 µg/liter. Verdiene målt ut av renseanlegget er de siste årene generelt under terskelverdien for arsen. Noen verdier ligger over for kvikksølv i perioden 2018-2021, men er tilbake med lave funn under terskelverdi i 2022-23.

Konsentrasjoner av tungmetaller ut av renseanlegget er hovedsakelig under terskelverdier i 2023, med enkelte unntak for nikkell. Dersom tungmetaller klassifiseres ut ifra Miljødirektoratets miljøkvalitetsstandard M-608/2020 vil metallkonsentrasjoner plasseres i klasse I («Bakgrunn») eller klasse II («God») uten toksiske effekter. På grunn av stor fortykning i bekken (25 -100 ganger) forventes ikke utslipp av metaller å ha noen gifteffekt i vassdraget. Imidlertid gir episodiske økninger i konsentrasjoner, enten fra deponi og/eller etter rensing, grunn til å følge videre utvikling for tungmetaller.

4.3 Organiske miljøgifter

Det har tidligere vært foretatt utvidet analyse av rensert vann ut av renseanlegget, med hensyn til organiske forbindelser. Det er opp gjennom årene generelt blitt påvist lave verdier for de analyserte, organiske forbindelsene. Bølstad avfallsdeponi har vært i etterdriftsfase i mange år. Behovet for utvidede analyser, med hensyn til organiske forbindelser, anses derfor som lite. Fra 2015 er det derfor ikke foretatt utvidet analyse av organiske forbindelser ut av renseanlegget, men analysert etter årlig analyseprogram i henhold til anbefalinger i sigevann sveileder TA-2077/2005. En ny screeninganalyse for miljøgifter kan vurderes ved neste, større revisjon av prøvetakingsprogrammet.





Figur 12. Endringer i PAH-, BTEX, oljeforbindelser og sum PFAS (11 forbindelser) ut av deponiet og ut av renseanlegget.

Figur 12 viser at reduksjon av PAH, BTEX og olje er effektiv, med stabilt lave utslippsnivåer når dette påvises i sigevannet. Endring i nivå av olje skyldes endring i rapporteringsgrenser (LOQ) da det ikke er påvist olje etter rensing. Siden 2018 har det blitt foretatt analyser av PFAS-forbindelser (per- og polyfluoreerte alkylstoffer). PFAS-er er en syntetisk stoffgruppe av svært stabile forbindelser (>4000 forbindelser) som hoper seg opp i mennesker og miljø. PFAS-er har vært brukt i industrielle prosesser

og forbruksprodukter siden 1950-tallet. Eksempler er brannhemmende stoff (brannskum), vannavisende belegg i tekstiler (for eksempel teflon) og fluorholdig skismøring. PFAS-er påvist i sigevann fra mange deponier og forurenset grunn i Norge. NIBIO har derfor anbefalt at et utvalg PFAS-er inngår i standard overvåkning ved Bølstad.

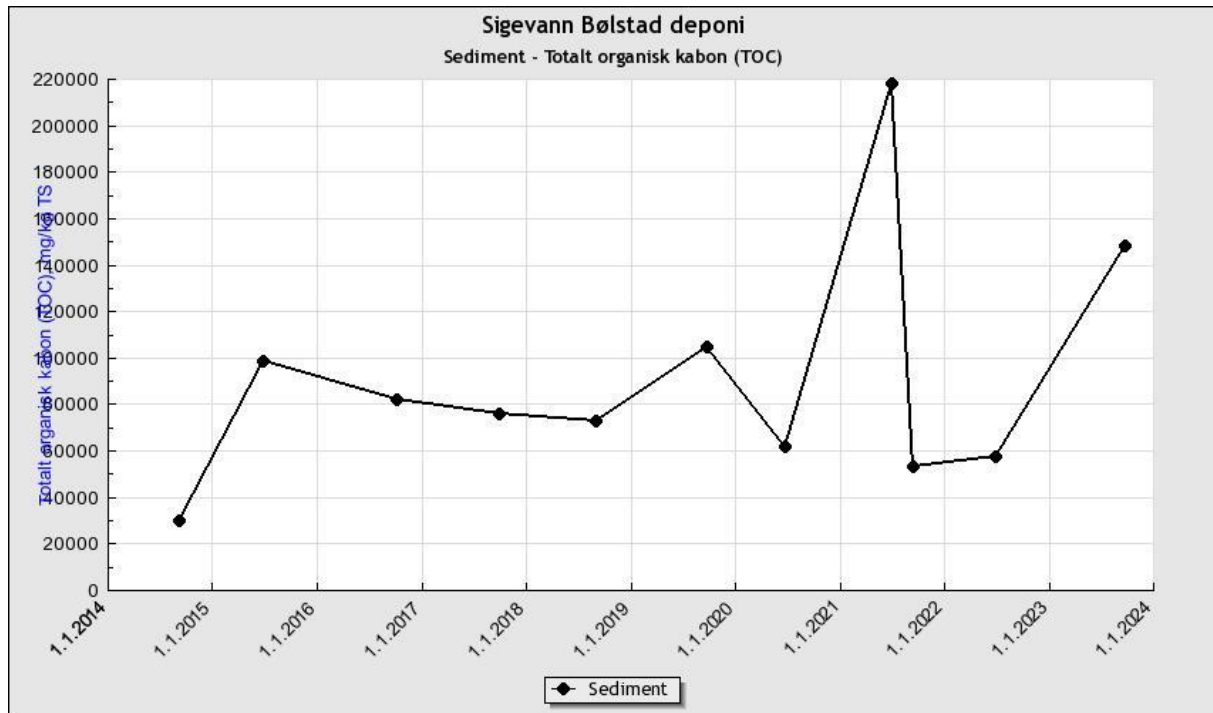
Viktige stoffgrupper her, som nå er faset ut av bruk i Norge, er PFOS og PFOA, og disse ble påvist i sigevannet i 2023 på nivå med tidligere år. Sum av PFAS-forbindelser i sigevannet var i 2023 0,1 µg/l. PFOS og PFOA var de enkeltforbindelsene som hadde høyeste konsentrasjoner, i området 0,03 -0,05 µg/l. Dette er på nivå med tidligere, og på nivå med målte verdier i andre deponier. PFAS-forbindelser ble også påvist i utløpet av renseanlegget, noe som viser at retensjonen er begrenset med denne type renseteknologi.

Urenset og behandlet sigevann har blitt analysert med hensyn til akutt giftighet ved Microtox-test. Microtox er en biotest hvor giftighet ovenfor bakterier måles i form av hemming av lysutsendelse.

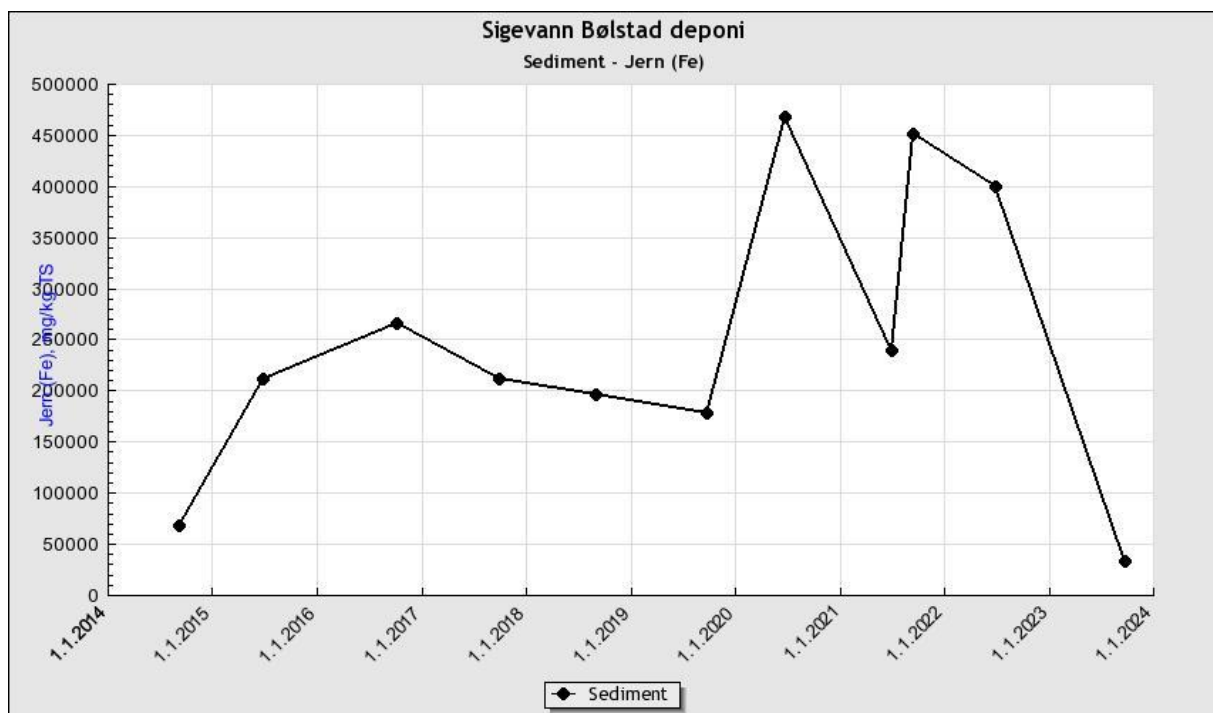
Det har i liten grad blitt påvist giftighet i vannet. Både urenset sigevann og rensert sigevann er testet mht. toksisitet i 2023. Det ble ikke påvist giftighet i vannet på noen av de aktuelle målepunktene.

5 Analyseresultater i sigevannssediment

Sedimentprøve ble tatt ut i sedimenteringsdammen med sedimentprøvetaker. Det ble analysert for årlig sigevannssediment i henhold til TA-2077/ 2005. Det er dermed analysert med hensyn til TOC, tungmetaller, polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), polyklorerte bifenyler (PCB) og oljeforbindelser (THC).

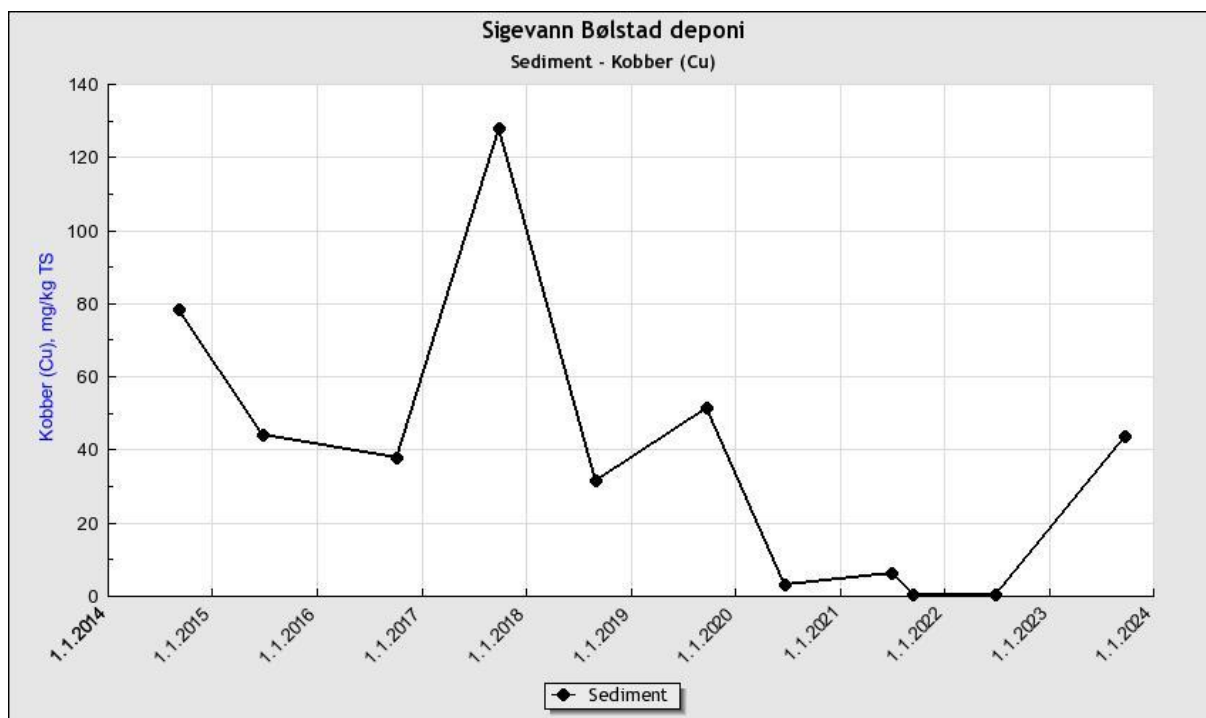
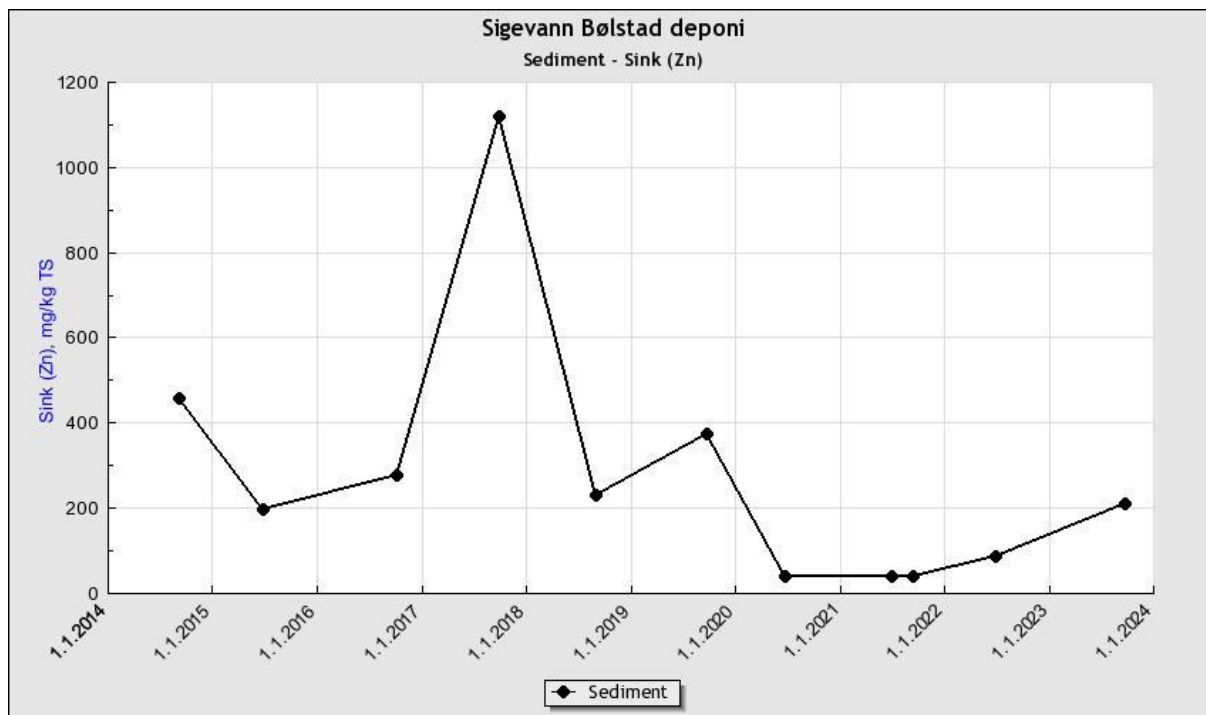


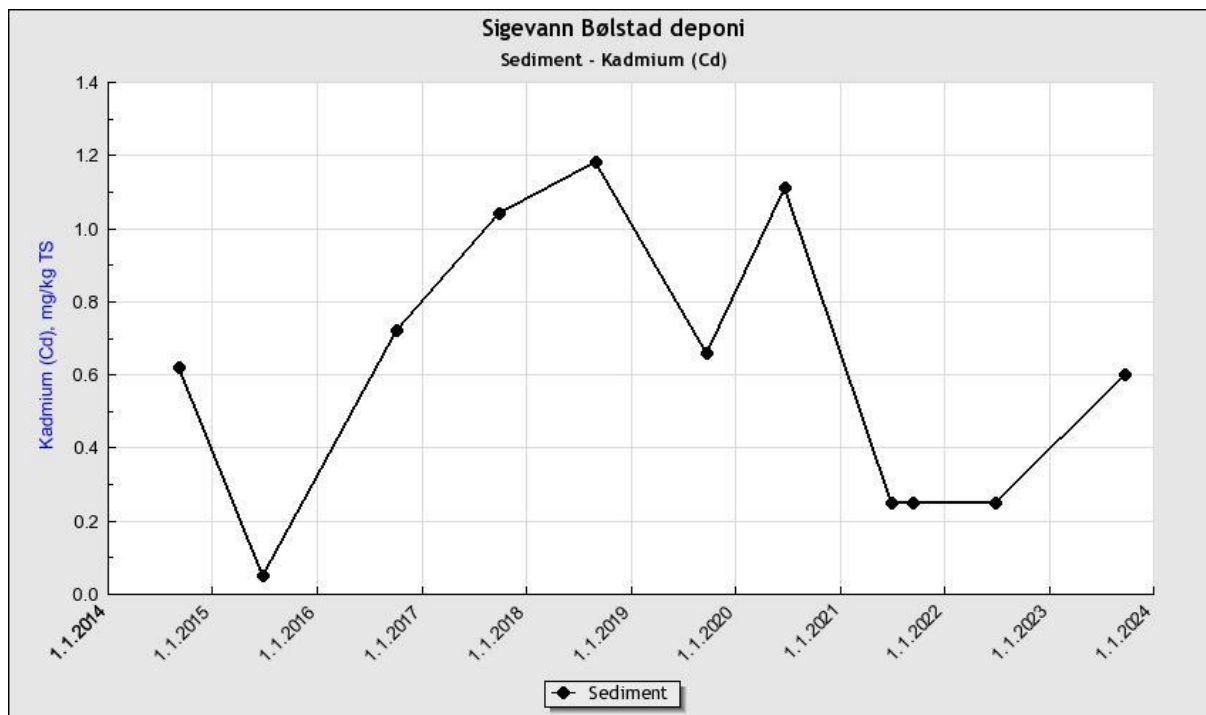
Figur 13. Endringer i TOC-konsentrasjon i sediment (mg/kg TS) tatt ut i sedimenteringsdammen i perioden 2014-2023.



Figur 14. Endringer i jern-konsentrasjon i sediment (mg/kg TS) tatt ut i sedimenteringsdammen i perioden 2014-2023.

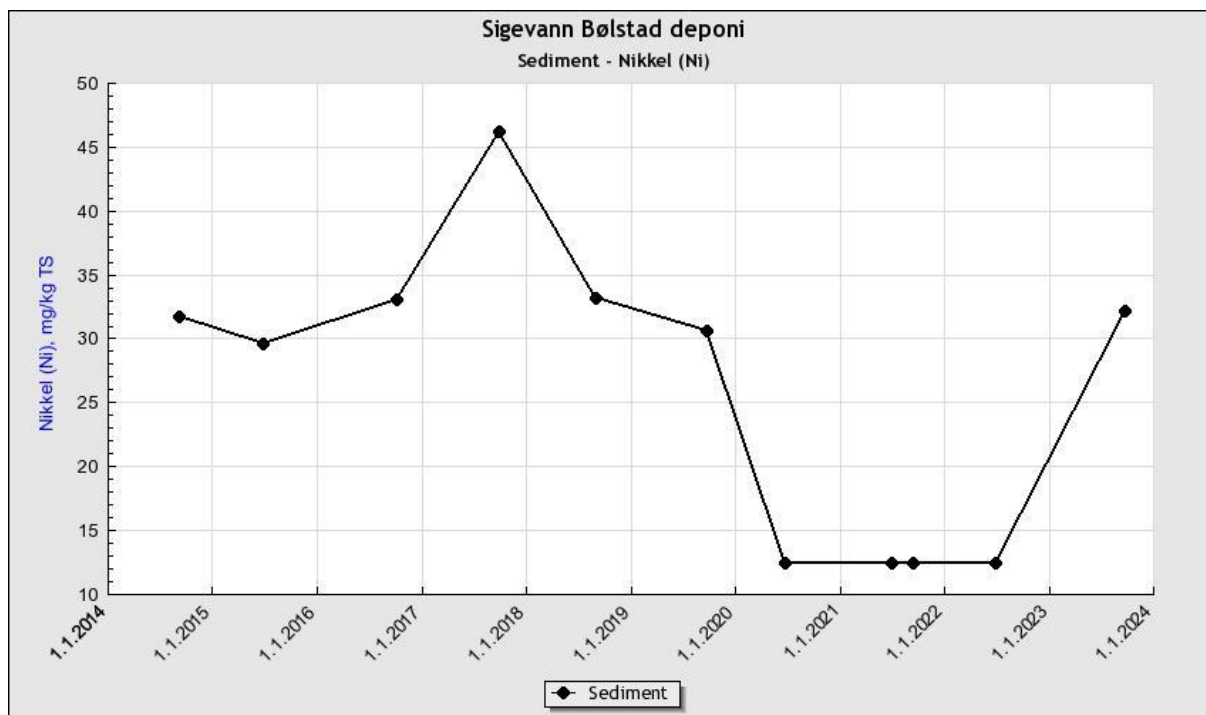
Ved tilstrekkelig oksygentilførsel og aerobe forhold, vil jern (III) felles ut i slammet. Figur 14 viser at en stor andel av slammet (ca. 5-45%) er utfelt jern.

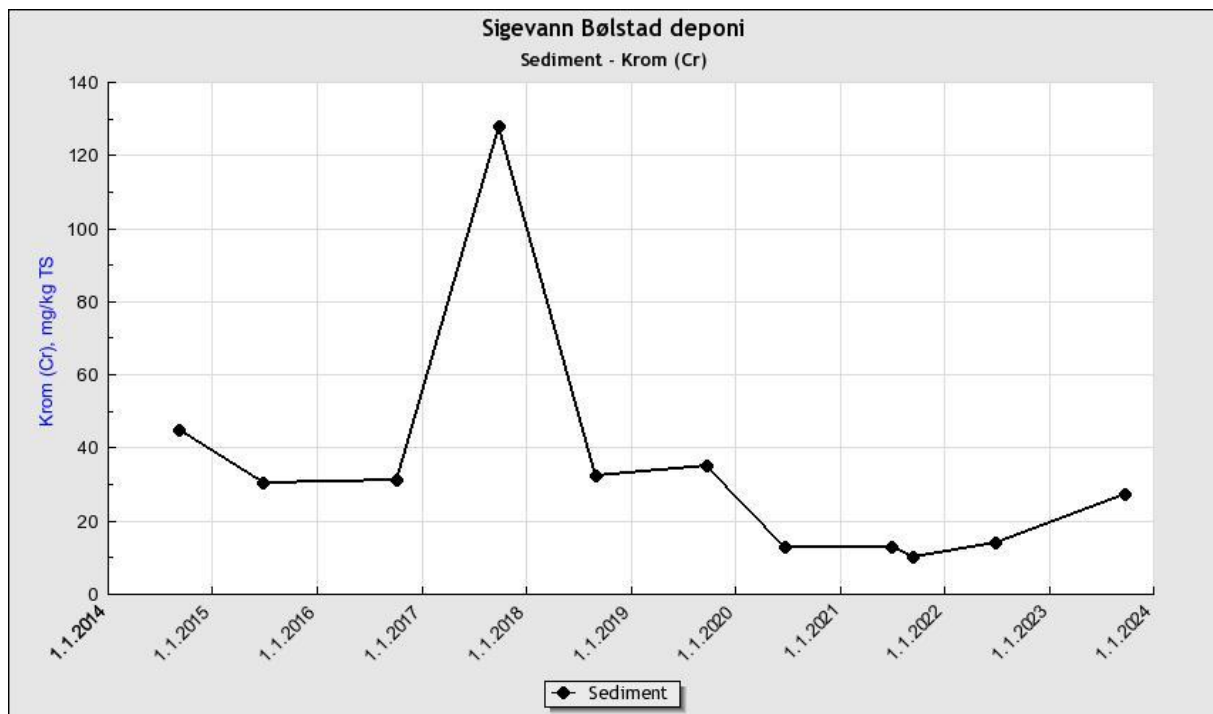
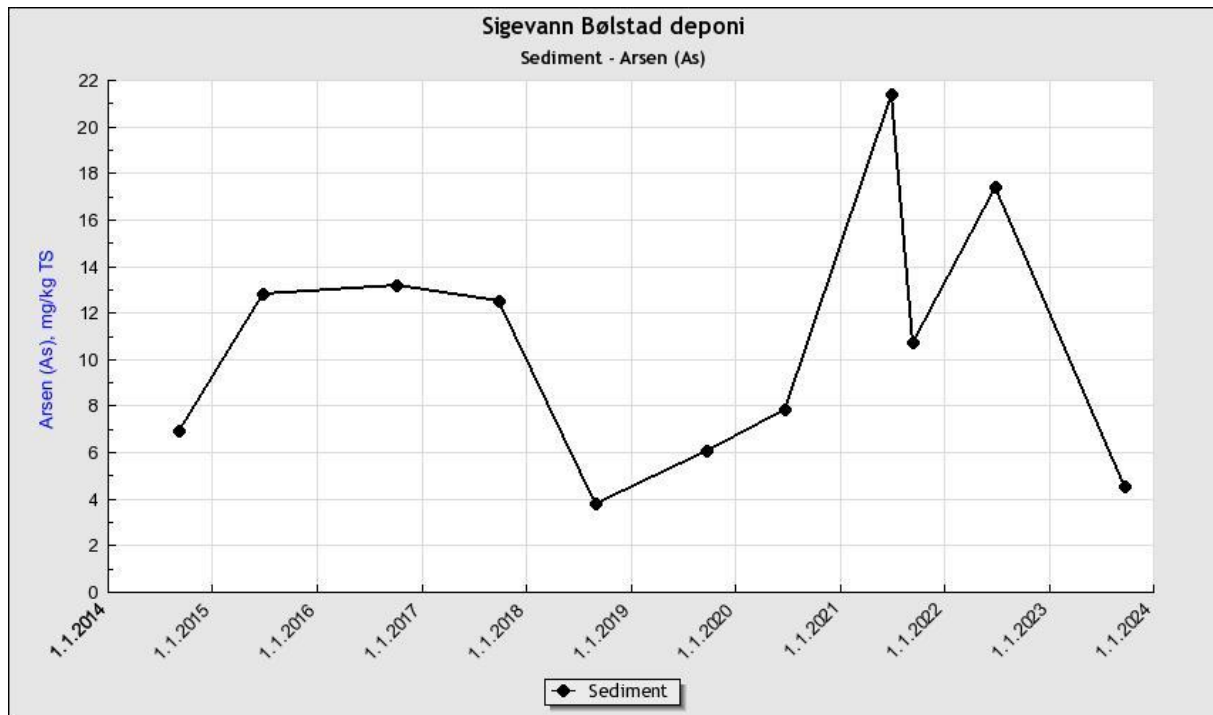




Figur 15. Endringer i sink-, kobber- og kadmium-konsentrasjon i sediment (mg/kg TS) tatt ut i sedimenteringsdammen i perioden 2014-2023.

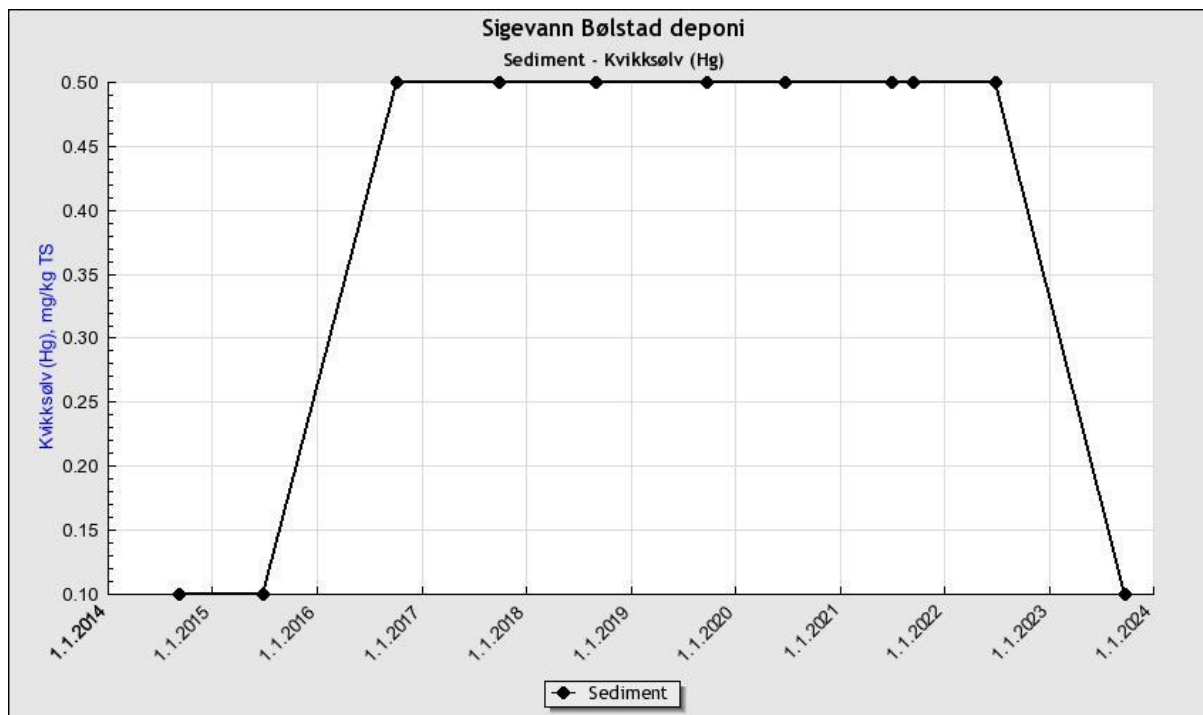
Terskelverdien i sigevannsediment er på 1875 mg/kg TS for sink, 375 mg/kg TS for kobber og 6,75 mg/kg TS for kadmium (SFT 2003). Verdier målt i sigevannsedimentet fra Bølstad de siste årene er dermed godt under terskelverdien for både sink, kobber og kadmium.





Figur 16. Endringer i nikkel-, arsen- og krom-konsentrasjon (mg/kg TS) i sediment tatt ut i sedimenteringsdammen i perioden 2014-2023.

Terskelverdien i sigevannsediment er på 625 mg/kg TS for nikkel og 65 mg/kg TS for arsen (SFT 2003). Verdiene målt i sigevannsedimentet fra Bølstad de siste årene er dermed godt under terskelverdiene for nikkel og arsen. Sammenliknet med miljøkvalitetsstandarder for klassifisering av miljøgifter i sediment i ferskvann (Miljødirektoratet 2020) er nivåene lave av de analyserte forbindelser, generelt Klasse II (ikke giftige konsentrasjoner) i 2023.



Figur 17. Endringer i kvikksølv-konsentrasjon i sediment (mg/kg TS) tatt ut i sedimenteringsdammen.

Terskelverdien for kvikksølv i sigevannsediment er på 1,05 mg/kg TS (SFT 2003). Hg-verdiene målt i sigevannsedimentet fra Bølstad de siste årene er under nedre bestemmelsesgrense, og dermed også under terskelverdien.

Som det kommer frem av figurene ovenfor (figur 14-17), ligger metallnivået i sigevannsedimentet fra Bølstad generelt godt under terskelnivå for de undersøkte metallene.

I tillegg til TOC og tungmetaller har det de senere årene også vært analysert for PCB, PAH og upolare hydrokarboner (olje, THC) i sigevannsediment på Bølstad. Tabell 5 nedenfor viser resultater for disse parametere de siste årene. Verdier målt i 2023 er på tilnærmet samme nivå som tidligere år eller lavere.

Tabell 5: PCB, PAH og THC i sediment, 2013-2023 (mg/kg tørrstoff (TS)).

Parameter/År	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013
Sum PCB-7	<0,009	0,003	<0,007	<0,007	0,027	<0,002	<0,002	0,049	0,018	0,020	0,013
Sum PAH-16*	0,049	<0,08	<0,08	0,05	0,13	0,20	0,16	0,17	0,26	0,38	0,12
Sum THC	248	16	<10	12	734	80	646	93	481	592	364

* Terskelverdi for PAH i sediment er 0,3 mg/kg TS (SFT 2003), klasse III grense er 3 mg/kg TS.

Analyseresultater fra sedimentprøve i 2023 har ingen funn av PCB og lave verdier for PAH og olje. Funn fra tidligere år (tabell 5), anses ikke å være problematiske, men bekrefter at sigevann kan inneholde hydrofobe miljøgifter som ikke fanges opp i vannanalyser, men som bindes til partikler i renseanlegget. Om disse ikke sedimenterer kan de derfor følge med partikler ut av anlegget til resipienten.

6 Analyseresultater for diffust utslipp, grunnvann og Bølstadbekken

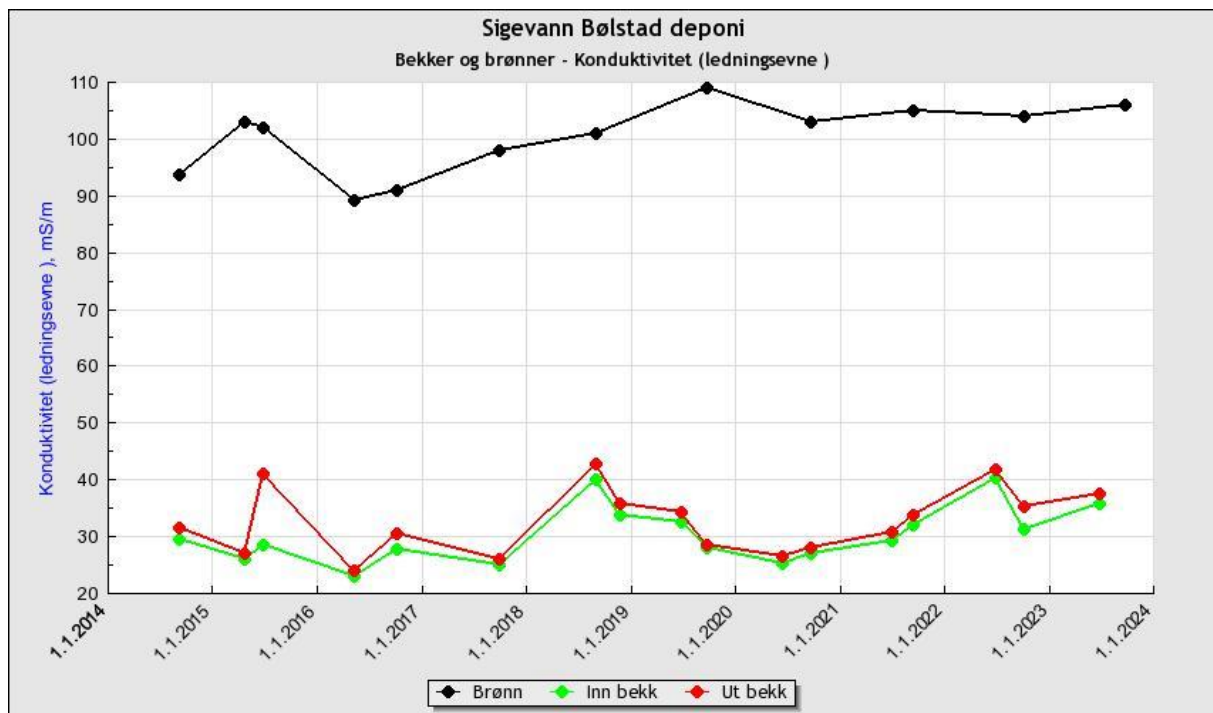
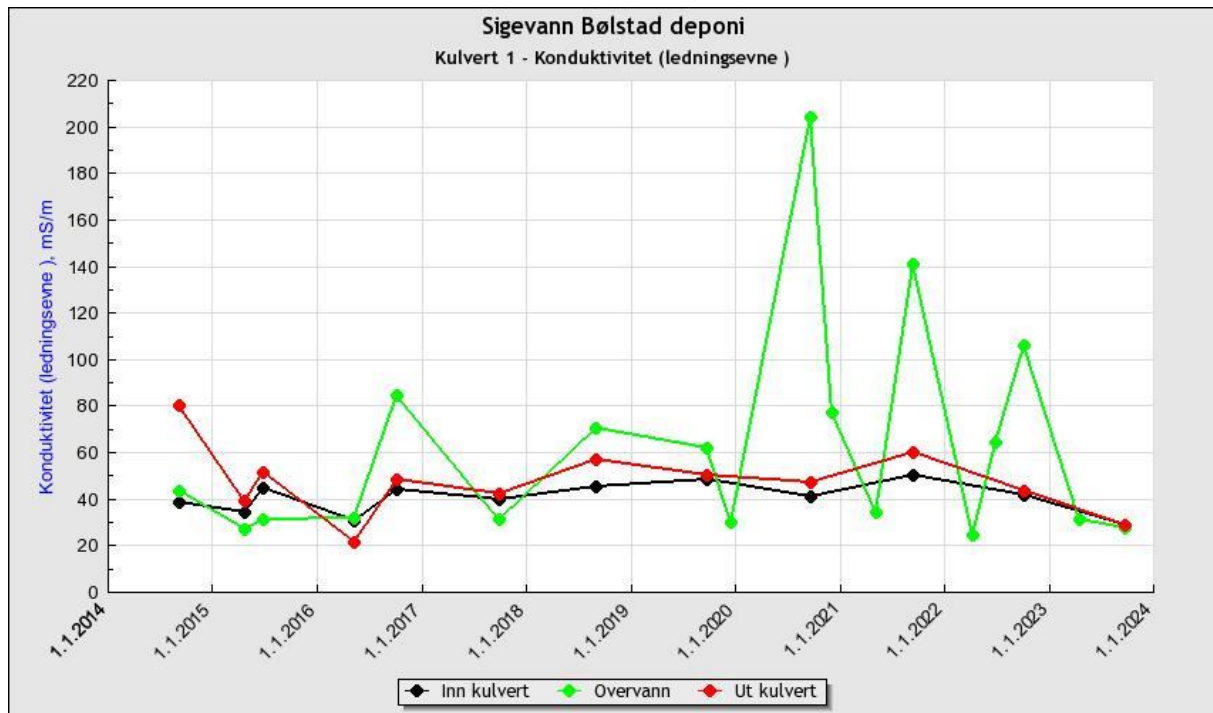
Overvannsledningen fra deponiet (miljøstasjon) ledes direkte ut i Bølstadbekken. Bekkens vannkvalitet preges av nedbørsfeltet oppstrøms som består av landbruk i leirområder og tettbebyggelse (deler av Ski), samt noe spredt bebyggelse. Vannet har høyt innhold av blant annet partikler, fosfor og nitrogen. Bølstadbekken er prøvetatt oppstrøms («Inn bekk») og nedstrøms («Ut bekk») deponiet (punkt 7 og 8 i figur 1). Dette for å se om det er noen forhøyede verdier nedstrøms deponiet, som følge av utslipp. Utslipp kan komme av rensesigevann, samt øvrige diffuse utslipp fra deponiet, via grunnvann og overvann.

Det er tatt prøve av overvannet fra miljøstasjonen og fjellbrønnen nordøst for deponiet i september 2023, henholdsvis punkt 4 og 9 i figur 1. Disse prøvene er sammenstilt i figurene under og navngitt henholdsvis «Overvann» og «Brønn». Fjellbrønnen benyttes til driftsvann og ble prøvetatt før lokal vannbehandling (filtrering og ionebytte).

Verdier for kulvert inn («Inn kulvert») og ut («Ut kulvert»), samt overvann («Overvann») viser de diffuse påvirkningene av deponiet. Navngivningen er benyttet i flere av figurene nedenfor.

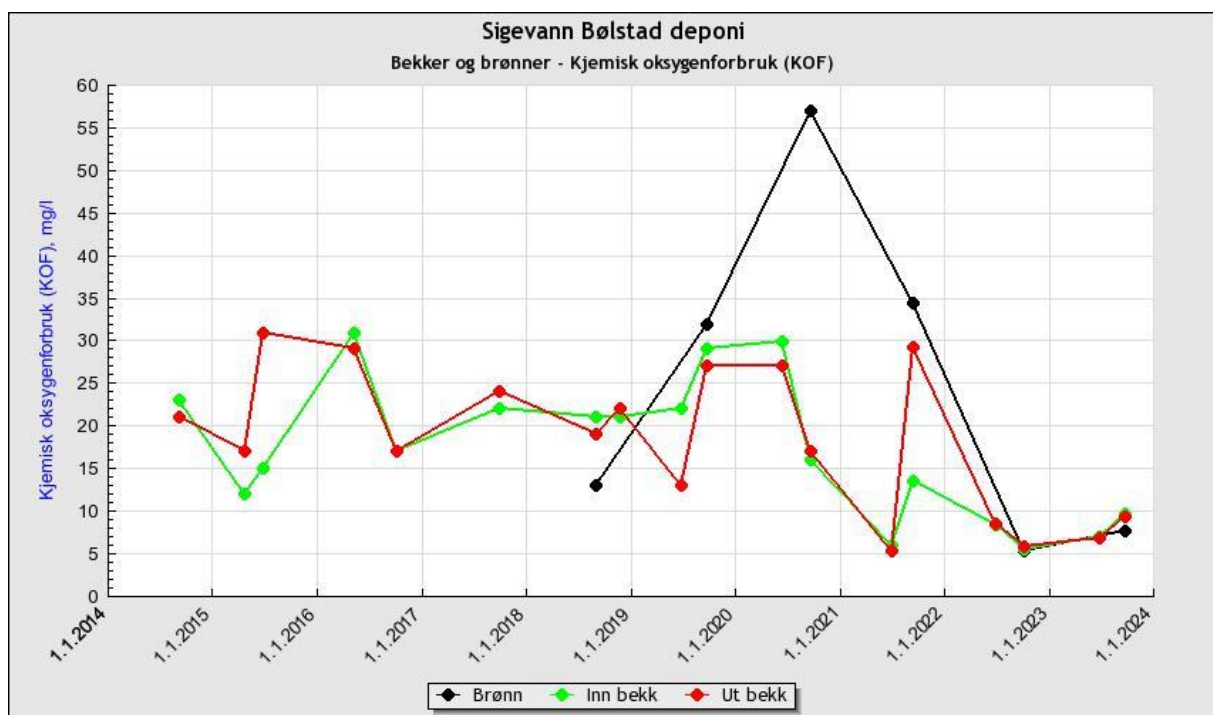
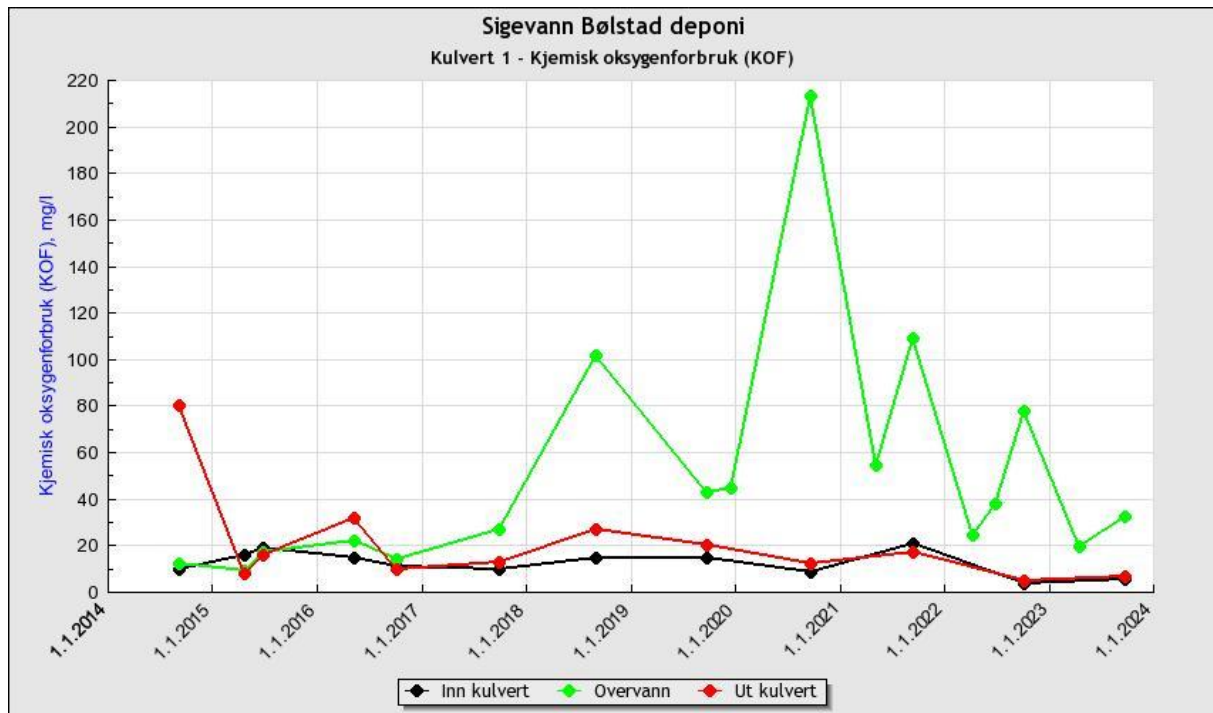
For å klassifisere tilstand i vassdraget med hensyn på næringsstoffer (Tot-N og Tot-P) har Miljødirektoratets veileder 02:2018: *Klassifisering av økologisk tilstand i vann*, blitt benyttet. Veilederen er delt inn i fem tilstandsklasser fra «tilstandsklasse I, Referanseverdi» til «tilstandsklasse V, Svært dårlig». Det er også en inndeling etter høyderegion og vanntype. Bølstadbekken har vanntype LN8a som er kalkrik og humusholdig i lavland (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018).

Nedenfor vises et utvalg av analyserte data som illustrerer i hvilken grad vassdraget påvirkes av diffuse kilder og punktutslipp fra deponiområdet.



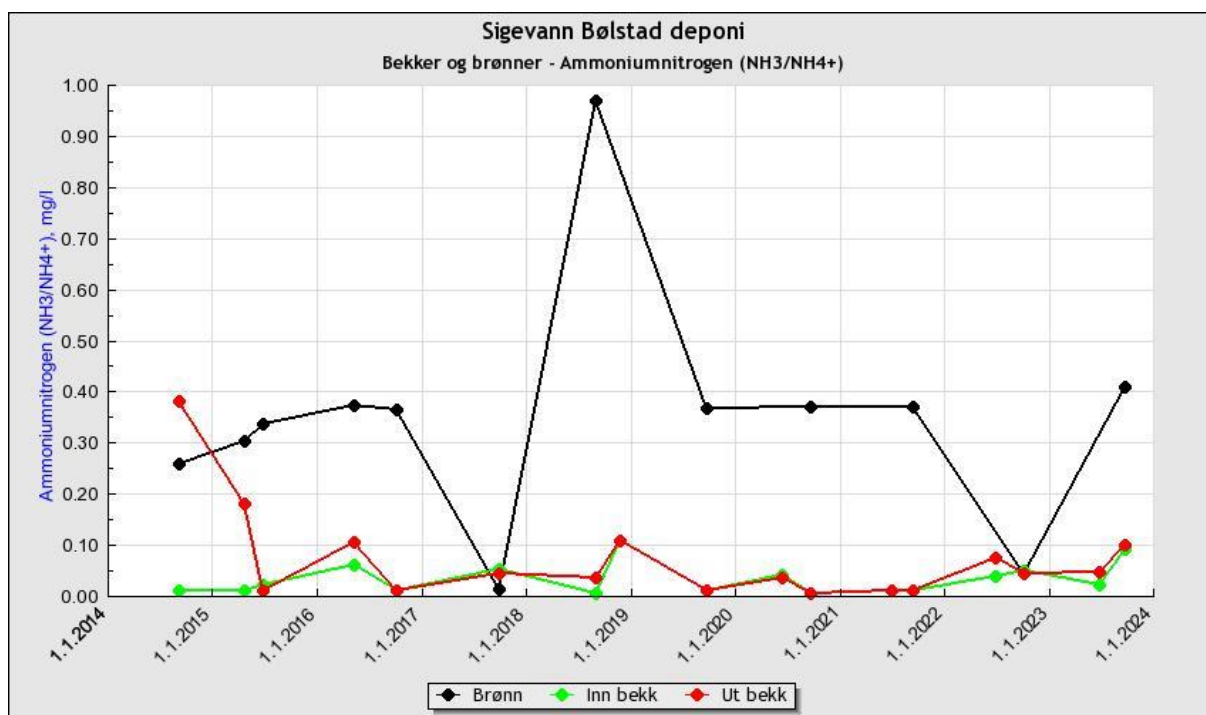
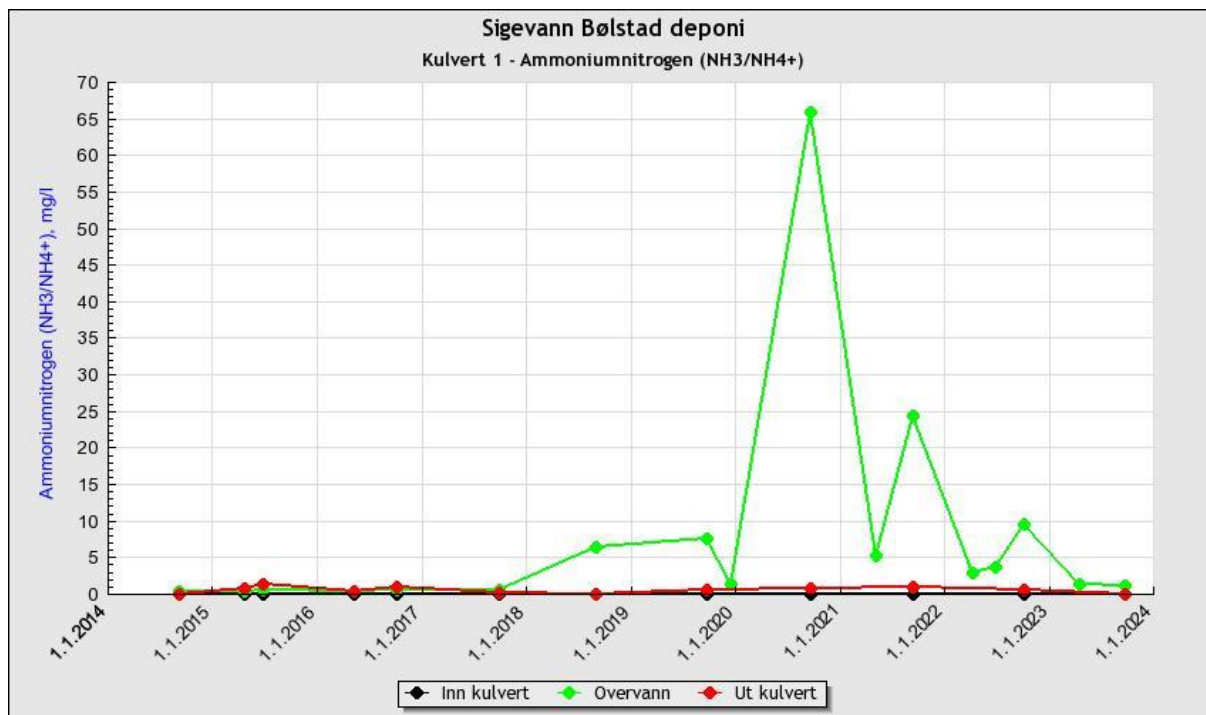
Figur 18. Øverst: Endringer i ledningsevne inn og ut av kulvert, samt overvann ut av rør i bekken. Nederst: Endringer i ledningsevne inn og ut av Bølstadbekken og i grunnvannsbrønn.

Prøver tatt de siste årene (figur 18) viser at det ikke er store endringer i ledningsevne for overvann og bekken fra boligområdet Egget («Inn kulvert»). Det er heller ingen store endringer i ledningsevne inn og ut av kulverten, og det er minimale endring i ledningsevne inn og ut av Bølstadbekken. Det er en liten økning som følge av salter som slippes ut med sigevannet. Overvannet viser en trend med høy ledningsevne om høsten og noe variasjon gjennom året, men ellers ikke så ulikt vannet som går i kulverten.



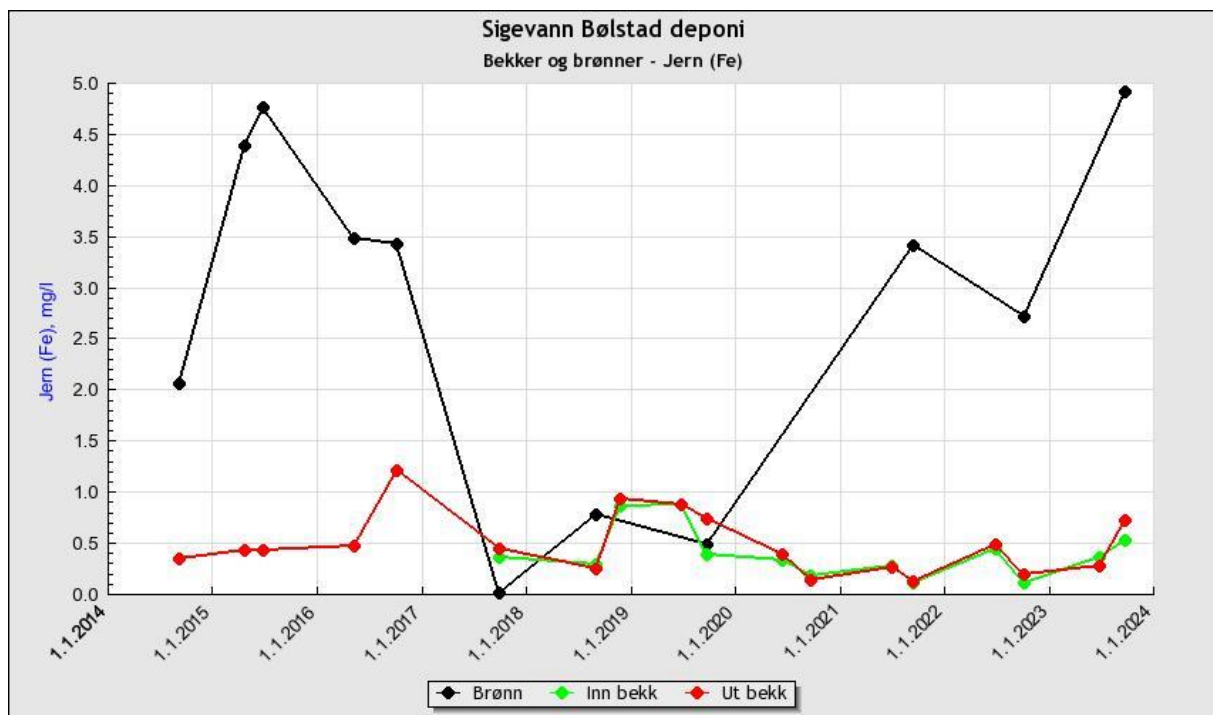
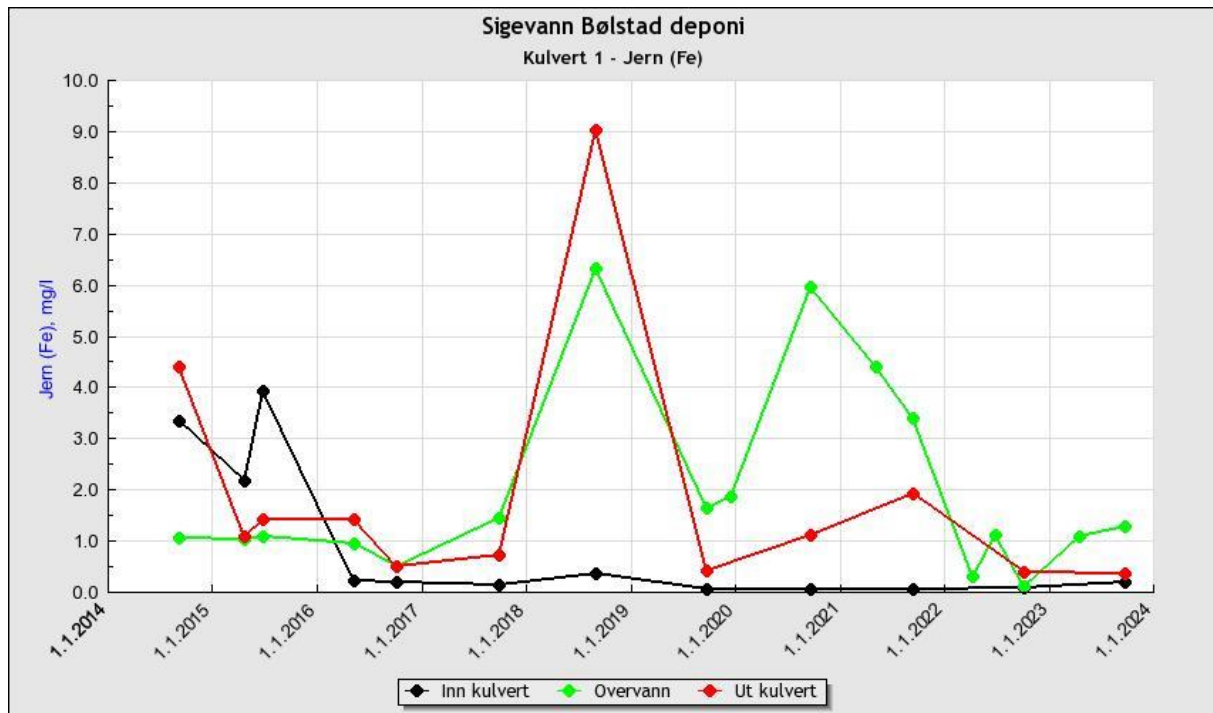
Figur 19. Øverst: Endringer i KOF-konsentrasjon inn og ut av kulvert, samt overvann ut av rør i bekken. Nederst: Endringer i KOF-konsentrasjon inn og ut av Bølstadbekken og i grunnvannsbrønn.

Analyserte verdier de siste årene (figur 19) viser at både Nordbybekken («Inn kulvert») og Bølstadbekken («Inn bekk») har en betydelig organisk belastning allerede oppstrøms deponiet. Det er ingen markant økning nedstrøms deponiet. Enkelte prøver av KOF (figur 19) og ammonium i overvann (figur 20) har siden 2019 vist enkelte høye verdier i forhold til tidligere år. Dette gjelder ikke for 2023. Det er ikke observert noe større innlekking av sigevann i kulverten i form av økte konsentrasjoner.



Figur 20. Øverst: Endringer i ammonium-konsentrasjon inn og ut av kulvert, samt overvann ut av rør i bekken. Nederst: Endringer i ammonium-konsentrasjon inn og ut av Bølstadbekken og i grunnvannsbrønn.

Det er ikke observert noen vesentlig økning av ammonium i Bølstadbekken, som følge av deponiet de siste fem årene (figur 20). Nivå av ammonium og jern i fjellbrønnen tyder på at sigevann påvirker grunnvannet ved brønnen, og sannsynligvis også øvrig grunnvann i området. Det er grunn til å anta at deponiet i hovedsak er anlagt på leirjord i opprinnelig ravinedal. Leire tetter ofte mot fjellgrunn. NIBIO har så langt ikke anbefalt å etablere miljøbrønner nedstrøms deponiet siden overvåking av bekken forventes å fange opp en påvirkning via grunnvannstilførsel i dette området.



Figur 21. Øverst: Endringer i jern-konsentrasjon inn og ut av kulvert, samt overvann ut av rør i bekken. Nederst: Endringer i jern-konsentrasjon inn og ut av Bølstadbekken og i grunnvannsbrønn.

Figur 21 viser at det, siden 2019, i perioder har vært noe økning i jern ut av kulverten. Det samme gjelder for jern i overvann i samme periode. Terskelverdien for jern i sigevann er på 0,2 mg/liter, dvs. at verdiene målt i overvannsrør og ut av kulvert generelt er 5-20 ganger høyere enn terskelverdien for tidligere målinger. De fleste verdier i «Inn kulvert» (Nordbybekken oppstrøms deponiet), er imidlertid også høyere enn terskelverdien.

Verdiene målt både i overvannsrør og ut av kulvert de siste årene er under terskelverdiene for kadmium (0,2 µg/l), krom (6,3 µg/l) og arsen (2 µg/l).

Figur 19 og 20 og viser at verdiene av organisk stoff og ammonium i overvann har enkelte høyere målinger siden 2019. Dette kan være indikasjon på en ny type avrenning som er mer forurenset (figur 20). Det foregår jordproduksjon på avsluttet deponi ovenfor miljøstasjonen. Deler av avrenning fra komposteringsranker for hageavfall og jordproduksjon kan inngå i overvannet uten at dette er undersøkt spesielt i 2023.

Ut fra målte verdier og de observasjoner som er gjort av vannføring er det ikke grunn til å anta at de diffuse utslippene utenom renseanlegget (overvann, kulvert og øvrige bidrag) vil gi noen betydelig forverring av vannkvaliteten i Bølstadbekken. Vannmengdene i disse utslippene er betydelig mindre enn sigevannet som passerer renseanlegget.

Siden det er planer om å fase ut miljøstasjonen på Bølstad kan det forventes at disse utslippene reduseres etter at virksomheten opphører. Videre vil tiltak for å rense avrenning fra jordproduksjonen bidra til reduserte utslipp.

7 Oppsummering, konklusjoner og anbefalinger

7.1 Oppsummering

Vannmengde og konsentrasjoner:

- Produksjonen av sigevann i 2023 er i gjennomsnitt beregnet til 99 m³/døgn, noe som er normalt i forhold til årsnedbøren (932 mm) og ligger nær et gjennomsnitt.
- Konsentrasjoner gjennom renseanlegget er tilnærmet lik tidligere år, med noen variasjoner. Det er en trend de siste 10 årene at stoffkonsentrasjoner avtar, nær 50% for organisk stoff, nitrogen og jern. I løpet av 30 år hvor det nå foreligger overvåkingsdata har konsentrasjoner avtatt for de fleste parametere. Utslippsnivåer er likevel ikke så lave at renseanlegget kan stenges ned.

Parametere med fastsatt rensekrav:

- Krav til årlig middelkonsentrasjon (mg/liter) tilfredsstilles for alle parametere der det er satt krav til dette; NH₄-N, BOF, KOF, jern, tot-P og tot-N.
- Rensekrav i % tilfredsstilles for både jern og ammonium der det er satt rensekrav på henholdsvis 75% og 50%. Nitrifikasjon varierer gjennom året, men foregår også ved svært lave vann-temperaturer utover høsten.
- Årlig utslippsmengde (kg/år) tilfredsstilles med god margin for jern, tot-P, ammonium N, total N og KOF.
- Utslippskravet er overholdt for tungmetaller, som hovedsakelig ligger under terskelverdier (miljøskadelige nivåer). Det er ikke noen negativ utvikling med hensyn til økte tungmetallutslipp fra deponiet.

Organiske parametere:

- Målte verdier av PAH, BTEX og oljeforbindelser ut av renseanlegget og i overvann er generelt lave. Renseanlegget gir en god effekt. Det ble i 2023 påvist PFAS-forbindelser i ubehandlet sigevann og noe lavere konsentrasjoner i rensset vann, men rensingen er lav for slike forbindelser.

Sigevannets giftighet:

- Tester for akutt giftighet, målt med metoden Microtox, indikerer ingen giftighet i vannet.

Overvann:

- Forurensningsnivået i overvannet fra miljøstasjonen er i perioder på nivå med sigevann for organisk stoff, ammonium og dels jern. Vannmengdene og utslipp av overvann er begrenset i forhold til sigevannet.

Tilstand i kulvert og Bølstadbekken:

- Analyse av Bølstadbekken oppstrøms og nedstrøms deponiet (etter innblanding) viser ingen, eller kun en svak økning i konsentrasjoner av jern, nitrogen og organisk stoff.
- Prøver tatt i kulverten, som leder Nordbybekken gjennom deponiet, viser at bekken er forurenset før innløpet til kulverten. Nivået av næringssalter og organisk materiale er på omtrent samme nivå som Bølstadbekken. Innlekking av sigevann ble ikke påvist i 2023. Lekkasjene og utslippet vurderes å være av begrenset betydning for resipienten.

Grunnvann:

- Fjellbrønnen som inngår i overvåkningsprogrammet, anses å være påvirket av sigevann selv om brønnen ligger i overkant av deponiet. Forhøyet nitrogeninnhold er en god indikator på forurensning, og brønnen har i perioder hatt økende innhold av ammonium. Grunnvannet benyttes på miljøstasjonen til vasking av utstyr etter rensing ved ionebytte og filtrering.
- Løsmassene under og på sidene av deponiet antas å bestå av marin leire som tetter mot fjellgrunnen. Det er ikke grunn til å anta betydelig forurensning av fjellgrunnen under og nedstrøms deponiet, men det kan ikke utelukkes at grunnvannet er forurenset, slik brønnanalysene indikerer.

7.2 Konklusjon

Overvåkingen i 2023 viser at renseanlegget fungerer tilfredsstillende ut fra gitte krav. Utslippskonsentrasjoner (mg/liter) er under fastsatte krav for alle parametere der konsentrasjonskrav er fastsatt. Renseeffekt (%) tilfredsstilles for de parametere der det er satt krav til dette. Utslippsmengde (kg/år) tilfredsstilles også. Konsentrasjoner i sigevannvannet har avtatt betraktelig siden oppstart for 30 år siden, men er fortsatt på en nivå som krever rensing før utslipp.

7.3 Anbefalinger

1. Dammen for sedimentering tømmes for sediment i løpet av 2024, fortrinnsvis vår/sommer i en tørr periode. Luftet lagune bør også vurderes for slamtømming da det er områder med begrenset omrøring hvor sedimentering kan forekomme.
2. NIBIO anbefaler en rensing/spyling av inntakskummen og av overføringsledning frem til renseanlegget for å fjerne jernutfellinger. Slikt utfellinger kan over tid løsne og tette til rørene.
3. Siden nivået på sigevannets stoffkonsentrasjoner som renses med lufting har avtatt kan det vurderes å redusere driften av lufteaggregatet og derfor spare energi. Dette kan gjøres i samråd med leverandør av lufteutstyr (J.C.Cock AS).
4. NIBIO anbefaler at driftsoppfølging og miljøovervåkingsprogrammet i 2024 omfatter følgende steder og frekvens (vedlegg 1): Overvann, brønn og kulvert (inn og ut) prøvetas en gang pr år, fortrinnsvis sommerstid. Bølstadbekken (oppstrøms og nedstrøms deponiet og renseanlegg) prøvetas to ganger sommerstid. Sigevann (urenset) prøvetas to ganger per år og utløp renseanlegget prøvetas fire ganger per år med parametere i årlig sigevannsanalyser, samt to prøver av PFAS-forbindelser. Sigevannssediment fra sedimenteringsdammen prøvetas en gang per år.

NIBIO viser også til en kunnskapssammenstilling om miljøovervåking av sigevann som Miljødirektoratet utgav i 2023 (Slinde et al.) i forhold til videre overvåking av Bølstad avfallsdeponi og tilpasning til resipientforhold.

Litteratur

BIOKLIM. 2024. Meteorologiske data for Ås 2023. Fakultet for realfag og teknologi, NMBU.

Direktoratsgruppen vanddirektivet. 2018. Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann.

Miljødirektoratet (Statens forurensningstilsyn). 2003. Veileder for miljørisikovurdering av bunnsetning og oppsamling av sigevann ved deponier. Veileder TA 1995/2003. Vedlegg IV: Analyseparametere og terskelverdier for sigevann og sediment.

Miljødirektoratet (Statens forurensningstilsyn). 2005. Veileder om overvåking av sigevann fra avfallsdeponier. Veileder TA-2077/2005.

Miljødirektoratet. 2020. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota – revidert 30.10.2020. Veileder M-608.

Slinde, G. A. , T. Mæhlum, S.B. Ranneklev, M. Mjelde, H.C. Trannum, M. Grung, A. Tobiesen og H.K. French. 2023. Vurdering av sigevann fra deponier i Norge – Faktagrunnlag. NGI rapport 20220358-01-R på oppdrag for Miljødirektoratet.

Vedlegg

Oversikt over vedlegg

Nr	Emne
1	Forslag til miljøovervåkningsprogram for Bølstad i 2024
2	Data som rapporteres til databasen Altinn for Bølstad i 2023
3	Driftsoppfølgingsskjema for månedlige befaringer i 2023 foretatt av Ås kommune
4	Dataserie fra SEBA multisensor med nitrat-sensor for kontinuerlig overvåkning av renseanleggets funksjon

Vedlegg 2 Data til innlegging i Altinn for Bølstad

Deponi:	Bølstad
År:	2023
Prøvetype:	Årlig prøve
Sigevannsvolum (m ³ /år):	36 305
Resipient:	Bekk (Bølstadbekken)
Prøvetakingsmetode:	Stikkprøve
Sedimentprøvetaking:	Sediment i målepunkt sedimenteringsdam

3.1c Sigevann og rensset vann fra deponiet

Parameter	Benevning	Sigevann til rensanlegg			Til resipient			Merknad
		Ant. målinger	Verdi	Ant. <LOD	Ant. målinger	Verdi	Ant. <LOD	
Ammoniumnitrogen (NH ₃ /NH ₄ ⁺)	mg/l	2	42		4	10		
Arsen (As)	µg/l	2	1		4	1	4 <1	
Benzen	µg/l	2	0,2		4	0,2	4 <0,2	
Biologisk oksygenforbruk, BOF 5	mg/l	2	2,5		4	1,3	2 <1	
Bly (Pb)	µg/l	2	0,5		4	0,6	3 <0,5	
Fosfor, total	mg/l	2	0,089		4	0,153		
Jern (Fe)	mg/l	1	4,0		4	0,2		
Kadmium (Cd)	µg/l	2	0,10		4	0,13		
Kjemisk oksygenforbruk (KOF)	mg/l	2	71		4	48		
Kobber (Cu)	µg/l	2	3,1		4	3,1		
Konduktivitet (ledningsevne)	mS/m	2	122		4	102		
Krom (Cr)	µg/l	2	1,5		4	2,0		
Kvikksølv (Hg)	µg/l	2	0,01		4	0,01		
Mangan (Mn)	mg/l	2	1,2		4	0,10		
Nikkel (Ni)	µg/l	2	7,4		4	7,1		
Nitrogen, total	mg/l	2	45		4	32		
Oljeforbindelser	µg/l	1	50		1	50		
PAH 16 EPA	µg/l	2	1,37		4	0,095		
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	µg/l	2	0,028		2	0,037		
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/l	2	0,052		2	0,060		

pH		2	6,6	4	7,8
Sink (Zn)	µg/l	2	9,2	4	7,7
Suspendert stoff (SS)	mg/l	2	43	4	6
Totalt organisk karbon (TOC)	mg/l	2	23	4	19

3.3 Sediment

<i>Parameter</i>	<i>Benevning</i>	Sediment			<i>Merknad</i>
		<i>Ant. målinger</i>	<i>Verdi</i>	<i>Ant. <LOD</i>	
Arsen (As)	mg/kg TS	1	4,6		
Bly (Pb)	mg/kg TS	1	17,9		
Jern (Fe)	mg/kg TS	1	33 200		
Kadmium (Cd)	mg/kg TS	1	0,6		
Kobber (Cu)	mg/kg TS	1	43,8		
Krom (Cr)	mg/kg TS	1	27,3		
Kvikksølv (Hg)	mg/kg TS	1	0,2	1	<0,2
Mangan (Mn)	mg/kg TS	1	970		
Nikkel (Ni)	mg/kg TS	1	32,2		
PAH	mg/kg TS	1	0,049		
PCB-7	mg/kg TS	1	0,009	1	<0,009
Sink (Zn)	mg/kg TS	1	211		
Totalt organisk karbon (TOC)	mg/kg TS	1	148 000		
Tørrstoffinnhold	vekt-%	1	15,7		

4.2 Grunnvann inn og ut av deponiet

<i>Parameter</i>	<i>Benevning</i>	Grunnvann inn			Grunnvann ut			<i>Merknad</i>
		<i>Ant. målinger</i>	<i>Verdi</i>	<i>Ant. <LOD</i>	<i>Ant. målinger</i>	<i>Verdi</i>	<i>Ant. <LOD</i>	
Ammoniumnitrogen (NH ₃ /NH ₄ ⁺)	mg/l	1	0,41					
Fosfor, total	mg/l	1	0,005					
Jern (Fe)	mg/l	1	4,9					
Kjemisk oksygenforbruk (KOF)	mg/l	1	8					
Konduktivitet (ledningsevne)	mS/m	1	106					
Sink (Zn)	µg/l	1	48					
Sporingsstoff klorid (Cl)	mg/l	1	170					
Totalt organisk karbon (TOC)	mg/l	1	16					

4.2 Overflatevann inn og ut av deponiet

<i>Parameter</i>	<i>Benevning</i>	Overflatevann inn			Overflatevann ut			<i>Merknad</i>
		<i>Ant. målinger</i>	<i>Verdi</i>	<i>Ant. <LOD</i>	<i>Ant. målinger</i>	<i>Verdi</i>	<i>Ant. <LOD</i>	
Ammoniumnitrogen (NH ₃ /NH ₄ ⁺)	mg/l	2	0,058		2	0,074		
Fosfor, total	mg/l	2	0,080		2	0,079		
Jern (Fe)	mg/l	2	0,45		2	0,50		
Kjemisk oksygenforbruk (KOF)	mg/l	2	8,4		2	8,1		
Konduktivitet (ledningsevne)	mS/m	1	35,9		1	37,6		

Vedlegg 3

Driftsoppfølging ved Bølstad renseanlegg i 2023

Tell fra dato og ikke med regens

Driftsoppfølging Bølstad renseanlegg

År: 2022

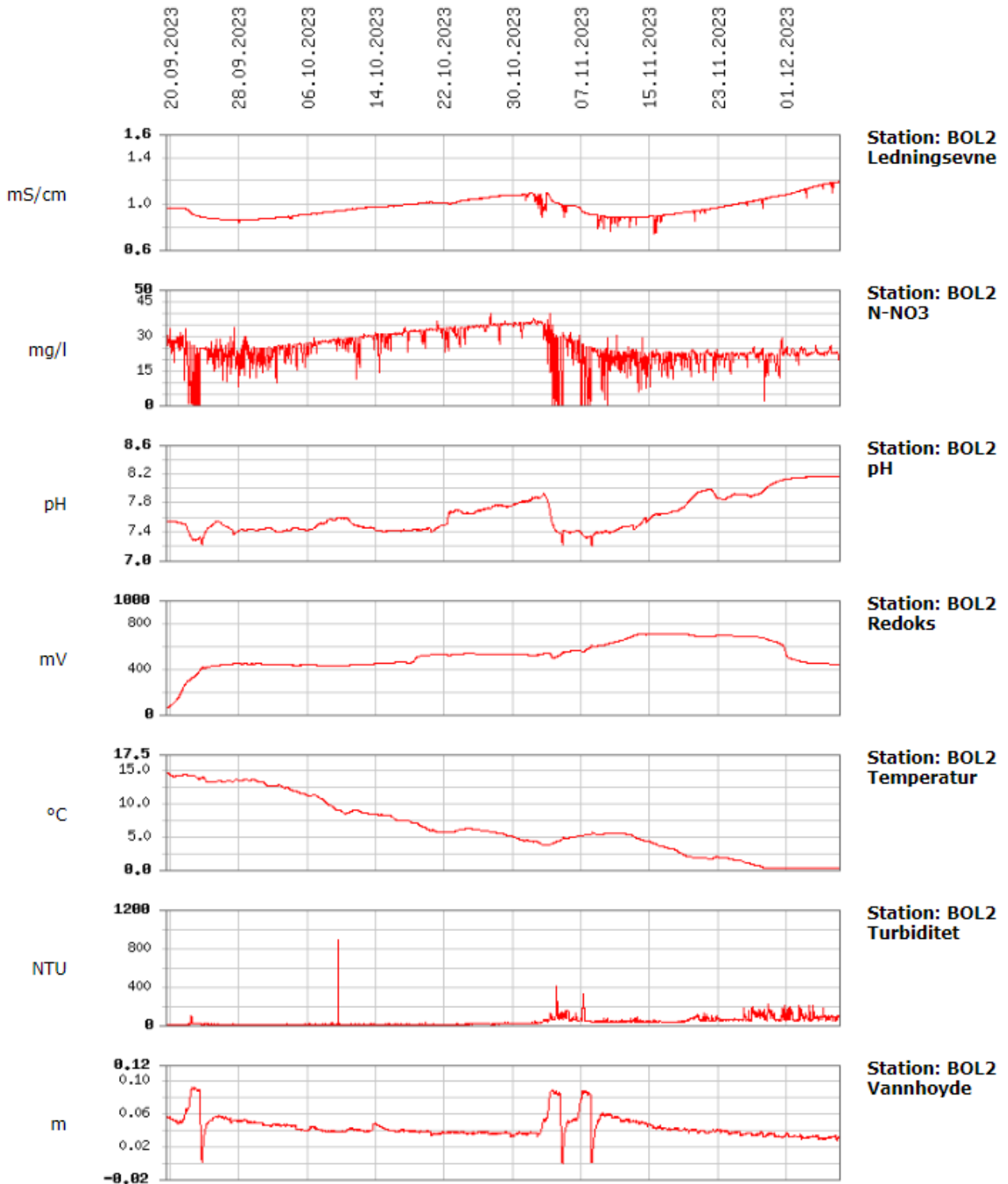
Dato	Signatur	INNLOPSKUM			LUFTET LAGUNE			MÅLEHYTTE + BEREGNINGER								MERKNADER	
		Vannføring (høy/middels/lav)	Skum (ja/nei)	Slam (mye/lite)	Ulyd motor (ja/nei)	Skum/is (mye/lite)	Tilsetning P-syre (5 liter) (ja/nei)	Dager i periode (beregnes)	kWh (avleses fra måler i skap)	kWh i perioden (beregnes)	kWh per døgn (beregnes)	kWh per time (beregnes)	Antall overløp (avleses måler)	Timer i overløp (avleses måler)	Vannføring (høy/middels/lav)		Skum i v-overløp (ja/nei)
1/8-22	ZH	Lite	nei	Lite	nei	5%	JA	22	325758	4377	198,95	8,28	-	-	LAV	nei	
15/9-22	ZH	-	nei	-	-	-	JA	35	332746	7038	201,08	8,37	-	-	-	-	
26/10	ZH	-	nei	-	-	-	JA	41	341290	8494	207,17	8,63	-	-	-	-	
11/11	ZH	-	nei	-	-	5%	JA	16	344705	3415	213,4	8,89	-	-	-	-	
23/12	ZH	-	nei	-	-	95% ^{is}	nei	42	353600	8895	211,78	8,82	-	-	-	-	Bøstade
18/1-23	ZH	-	nei	-	-	25%	JA	26	359154	5554	213,61	8,90	-	-	-	-	ZH
10/2-23	ZH	-	nei	-	-	25%	nei	23	364207	5053	219,69	9,15	-	-	-	-	ZH
3/3-23	ZH	-	nei	-	-	100%	nei	25	369849	5642	225,7	9,40	-	-	-	-	ZH
14/4-23	ZH	-	nei	-	-	1%	JA	33	37748	7899	239,4	9,97	-	-	-	-	ZH
15/5	ZH	-	nei	-	-	2%	JA	31	384223	6475	208,82	8,70	-	-	-	-	ZH
7/6-23	ZH	-	nei	-	-	2%	JA	22	38880	4617	209,86	8,70	-	-	Skru opp motor og kundes berf propell!	-	ZH/cu
28/7	ZH	-	nei	-	-	2%	JA	51	399030	10190	199,80	8,32	-	-	-	-	Luftseanlegg CERT
25/8	ZH	-	nei	-	-	3%	JA	28	404755	5725	204,48	8,51	-	-	-	-	ZH
27/9	ZH	-	nei	-	-	4%	JA	33	411571	6816	206,54	8,60	-	-	-	-	ZH
20/10	ZH	-	-	-	-	5%	JA	23	416480	4909	213,43	8,89	-	-	-	-	ZH
14/11	ZH	Lite	nei	Lite	nei	nei	JA	24	421914	5434	226,4	9,43	-	-	LAV	nei	

Vedlegg 4

Test av SEBA multisensor på utløpet fra luftet lagune på Bølstad høsten 2023.



Logout (bolstad1) Listview Evaluation Settings Export Language Help



Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter.