



Resipientundersøkelse

av

Harvalands-/Selekanalen i 2014

Utført av Karl Olav Gjerstad og Geir Skogerbø

Stavanger, 24. februar 2016

Resipientundersøkelse av Harvalands-/Selekanalen i 2014

1. Innledning

Fylkesmannen ga i vedtak av 11.02.2009 tillatelse til avslutning og etterdrift av Sele avfallsplass. Sige vann fra avfallsplassen drenerer ned mot Selekanalen og videre ut i sjøresipienten utenfor Sele.

I tillatelsens vilkår 5.2.6 er det presisert at det hvert 5.år skal utføres en resipientundersøkelse i sjøområdet utenfor Sele. Undersøkelsen skal også omfatte Selekanalen.

Det er utført flere resipientundersøkelser i sjøområdene utenfor Sele og på bakgrunn av resultatene herfra sendte IVAR den 09.12.2013 i inn en søknad om å sløyfe resipientundersøkelsen i det aktuelle sjøområdet. I brev fra Fylkesmannen 05.08.2014 gis det tillatelse til at undersøkelsene i sjøområdet hvert 5.år utgår, men kravet om resipientundersøkelse i Selekanalen opprettholdes.

Dette er bakgrunnen for at IVAR høsten 2014 startet forberedelser til en målrettet og tilpasset undersøkelse av kanalen. Vi kontaktet ekspertmiljøet på IRIS v/Åge Molværsmyr og fikk anbefalt at den mest relevante undersøkelse av kanalen ville være uttak av sedimentprøver for analyse av miljøgifter. Vi valgte å supplere med næringssalter, organisk stoff og et utvalg av kjemiske/fysiske støtteparametre.

Kanalstrekningen har en lengde på ca. 3.2 km fra utløpet fra Harvalandsvatnet og til utløpet i Figgjoåna ved Sele. Før uttak av prøver ble det den 14.august 2014 foretatt en befaring langs kanalen fra utløpet av Harvalandsvatnet og til utløpet i sjø. En del av kanalen (mellom punkt H2 og S1) er overdekket. Strekningen fra punkt S1 (figur 1) og ca. 1.3 km nedover kanalløpet ble befart med kano. Både under befaringen til fots og gjennom kanoferden på «Selefloden» syntes det åpenbart at både det nære nedbørfelt og områdene i lengre avstand fra «floden» var sterkt preget av intensiv jordbruksdrift.

Jordbruksaktiviteten fremgår for øvrig også av figur 1. Den del av «floden» som ble befart med kano er karakterisert med en bredde på 1,5 m – 2m der dybdeforholdene varierte i området 0,3 – 1 m. Bunnforholdene var for det meste preget av mudder, men med enkelte korte strekk der grov stein ble registrert. Det var en tett vegetasjon av takrør langs en strekning på ca 500 m nedenfor punkt 3 i figur 1.

Et spesielt punkt vedrører en drensledning (15-20 cm i diameter) som munner ut i kanalens vestre side like ovenfor punkt S1 (pkt 3, figur 1). Vannprøver tatt fra denne drensledningen i 2012 antydte forhøyde verdier for noen tungmetaller, og det ble i årsrapporten for deponiet til Fylkesmannen spekulert på om ledning kunne ha kontakt med deponiet. De siste årene har forhøyet vannstand i Selekanalen (trolig på grunn av gjengroing av deler av kanalløpet nedenfor dette punktet) gjort det umulig å ta nye prøver fra drensledningen. Personell hos IVAR som var ansvarlig for drift og avslutning av deponiet mener imidlertid at det er svært vanskelig å tenke seg at det skulle ha blitt «liggende igjen» en drensledning med kontakt til deponiet, og spesielt ikke i den posisjonen ledning ligger i (på motsatt side av kanalen i forhold til deponiet). Dimensjonen på ledningen samsvarer heller ikke med ledningstyper som ble brukt på/ved deponiet. Nåværende grunneier hadde heller ikke



Figur 1. Kart (flyfoto) av Harvalands-/Selekanalen med prøvepunkter avmerket. Punkt 1-4 tilsvarer henholdsvis prøvepunkt H1, H2, S1 og S2.

konkrete opplysninger om drensledningen, men kunne opplyse om at tidligere grunneier hadde brukt området til å kaste fôrrester og lignende. De opplysninger vi har gir således ingen grunn til å tro at drensledning har, eller har hatt, noen forbindelse med deponiet.

Etter de forberedende vurderinger ble det bestemt å ta ut vann- og sedimentprøver fra fire punkter langs Harvalands-/Selekanalen (H1, H2, S1 og S2 ved to tidspunkt høsten 2014. Prøvepunktene H2 (innløpet til overdekket løp) og S1 (nedenfor pumpehus for sigevann fra deponiet) tilsvarer punktene som blir brukt ved de rutinemessige analysene (4 ganger pr år) av selve kanalvannet. I forbindelse med resipientundersøkelsen er det i 2014 ved to tidspunkt (1. september og 10. desember) tatt prøver ved ytterligere to punkt, ett øverst i Harvalandskanalen (H1, ved utløpet fra Harvalandsvatnet), og ett i lenger nede i Selekanalen (S2; ca 0,9 km nedenfor punkt S1). Prøvepunktene er vist i kartutsnittet i figur 1. Gitt den sterke påvirkningen på kanalen fra annen aktivitet i området, er analysene, samt de vurderinger som er gjort i forbindelse med disse, i hovedsak ikke rettet mot en generell beskrivelse av kanalens tilstand, men mot en spesifikk undersøkelse av muligheten for en eventuell påvirkning av kanalens tilstand fra deponiet på Sele.

2. Resultater og diskusjon

Det ble tatt sediment- og vannprøver ved prøvepunktene H1, H2, S1 og S2 den 1.september og 10.desember 2014. Prøvene ble analysert av laboratorier ved firmaet ALS Global AS ved bruk av standardisert metoder. For å få en oversikt over eventuell utvikling over tid, ble det i tillegg gjort en statistisk analyse av data fra årlige vannprøver for perioden 2011 til 2014.

2.1 Vannprøver 2011-2014

2.1.1 Endring i konsentrasjoner mellom målepunkt H2 og S1

Det er sannsynlig at en eventuell påvirkning av deponiet på Harvalands-/Selekanalen vil være sterkest i den overdekkete delen av kanalløpet, som ligger like neden for fase 2 av deponiet på Sele (se figur 1), og årlige analyser blir derfor tatt like ovenfor (H2) og nedenfor (S1) denne delen av kanalen. En oversikt over analyserte verdier for flere år gir sikrere estimater for den aktuelle kjemiske belastningen på kanalen, og vi har derfor inkludert årlige analysedata for perioden 2011-14 som en del av grunnlaget for rapporten.

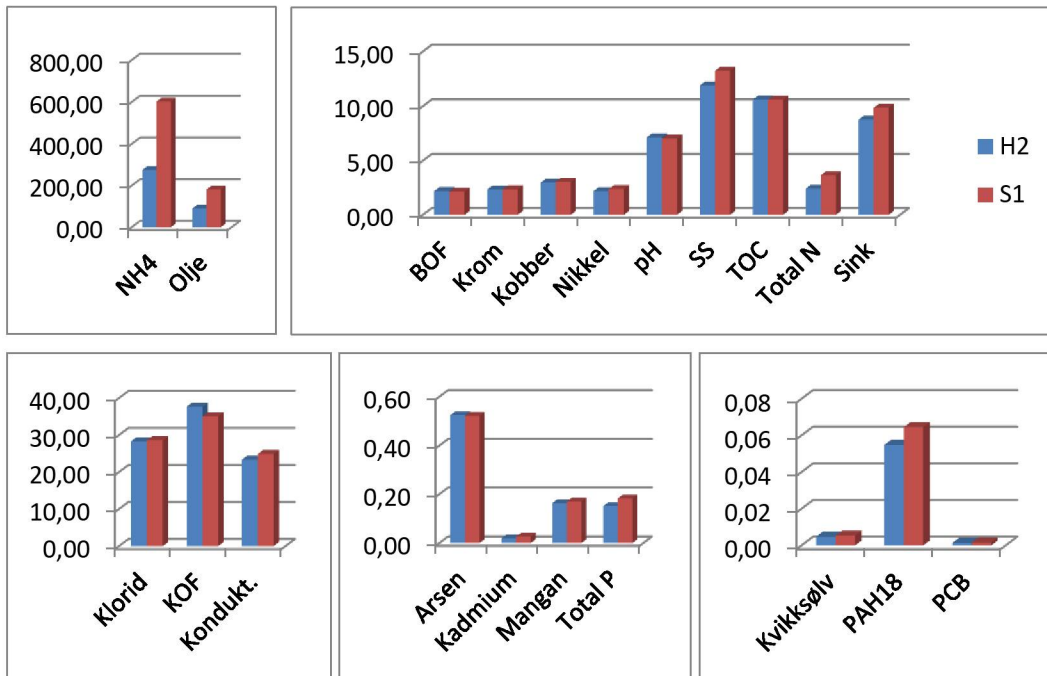
En del parametre viser en økning i målteverdier mellom øvre (H2) og nedre (S1) målepunkt (fig. 2). Den relative økningen (i %) mellom prøvepunkt H2 og S1 (figur 3) er størst for ammonium, total N og oljeinnhold. Økningen i nitrogen-forbindelser kan trolig for en stor del tilskrives at arealet over den dekkete delen av kanalløpet er fulldyrket og gjødslet mark. Det har imidlertid også vært en økning i enkelt tungmetaller, særlig kopper (3 %), kvikksølv (12 %), mangan (4 %), nikkel (9 %) og sink (12 %), mens andre (arsen, bly, krom) viser ingen økning eller en liten reduksjon. Også polyaromatiske forbindelser (PAH 18) og polyklorerte bifenyler (PCB) viser en økning på 17-18 % mellom målepunktene. Endringene konsentrasjonsverdiene mellom øvre og nedre målepunkt er små og usystematiske, og er bare statistisk signifikante¹ ($p < 0.05$) for tre av parametrene (total N, ammonium og ledningsevne).

2.1.2 Endring i konsentrasjoner over tid

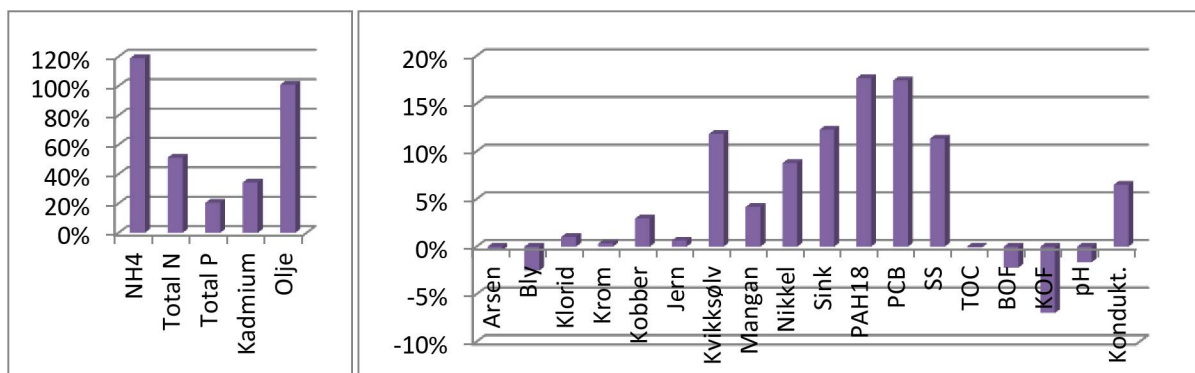
Prøveserien over fire år gir grunnlag for å vurdere om den eventuelle påvirkningen fra deponiet på kanalen endrer seg over tid. I figur 4 viser utviklingen i den relative forskjellen² mellom øvre (H2) og nedre (S1) prøvepunkt (jfr. figur 3) over tid. Som det går frem av figuren, er det relativt store (og mest sannsynlig tilfeldige) variasjoner fra prøvetidspunkt til prøvetidspunkt, men det er knapt mulig å se noen gjennomgående trend i analyseresultatene; dvs. at dersom det skjer en påvirkning av deponiet på kanalen har ikke denne endret seg merkbart i perioden 2011-14.

¹ Statistisk signifikans er testet med Students t-test (parvis), signifikansnivå $p = 0.05$, korrigert for multipl testing ($m = 23$ parametre) med Holm-Bonferroni korreksjon.

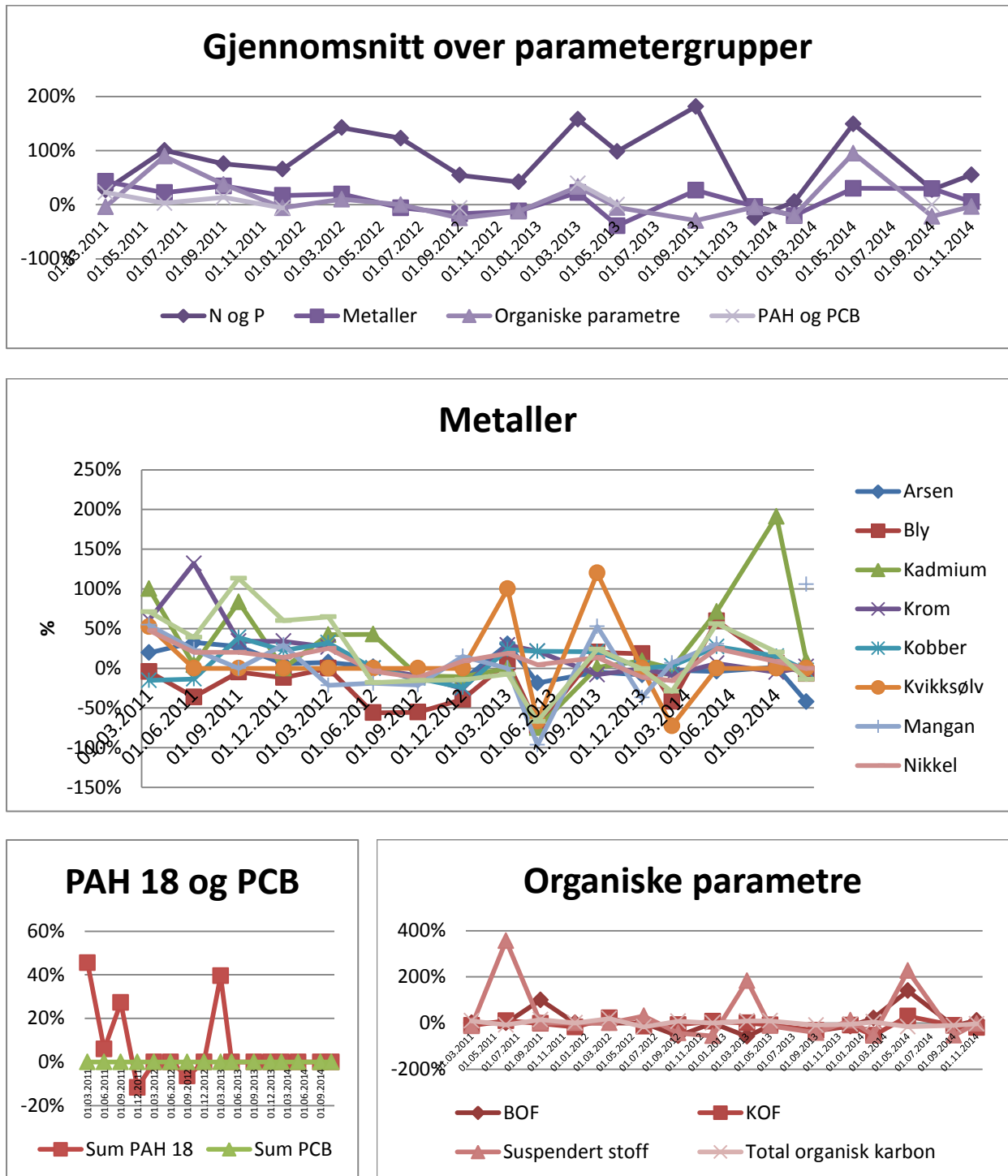
² Relativ forskjell (%) = $100 \times (\text{Konsentrasjon ved S1} - \text{Konsentrasjon ved H2}) / \text{Konsentrasjon ved H2}$



Figur 2. Endring i målte konsentrasjoner mellom øvre (H2) og nedre (S1) målepunkt. Gjennomsnitt for 16 målinger i perioden 2011-14. Benevnninger er ug/l (ammonium [NH₄], arsen, bly, kadmium, krom, kopper, kvikksølv, nikkel, oljeinnhold, PAH18, PCB, og sink), mg/l (BOF, klorid, KOF, mangan, SS, TOC, total N og total P) og mS/m (konduktivitet).



Figur 3. Relativ endring i gjennomsnittlige verdier av målte parametre ($100 \times ([S1] - [H2]) / [H2]$) mellom øvre (H2) og nedre (S2) målepunkt i perioden 2011-14.



Figur 4. Utvikling over tid. Figuren viser endring over tid (2011-14) i målte mengder av ulike parametre ved nedre prøvepunkt (S1) som prosent av målt mengde ved øvre prøvepunkt (H2). Øverste panel viser gjennomsnitt av prosentvis endring for fire parametergrupper. Øvrige panel viser endring i enkeltparametre.

2.1.3 Sammenligning med sigevann fra deponiet

Samtidig med årlige analyser av vannet i Harvalands-/Selekanalen tas det også prøver av sigevannet fra deponiet. Dersom innholdet av miljøgifter og andre parametre i kanalen er vesentlig påvirket av deponiet, ville dette kunne komme til uttrykk som positive korrelasjoner mellom innholdet av miljøgifter i kanalvannet og konsentrasjonene i sigevannet målt på samme tidspunkt. Som vist i tabell 1 er korrelasjonskoeffisientene mellom parametre målt i sigevann og kanalvann stort sett lave, og ofte negative. Det er imidlertid minst to grunner til en eventuell påvirkning av deponiet på kanalvannet ikke vil komme til uttrykk som en positiv korrelasjon i en tidsserie av målinger. Den ene er at påvirkning av nedbør på kanalvann og sigevann vil ikke være synkron; effekten av nedbør på sigevann vil være vesentlig forsinket i forhold til effekten på vannføringen i kanalen. Den andre er at sigevann fra ulike deler av deponiet kan ha forskjellig sammensetning. Sigevannsprøvene tas i pumpehuset, som samler sigevann fra hele deponiet, mens kanalen, dersom den er påvirket av deponiet, vil være sterkest påvirket av den delen av deponiet som grenser opp til kanalen.

Tabell 1. Korrelasjoner (r) mellom analyserte parametre i sigevann og kanalvann. Kolonne 1 viser korrelasjoner mellom målte konsentrasjoner ved punkt S1 og konsentrasjoner i sigevann. Kolonne 2 viser korrelasjoner mellom konsentrasjonen i sigevann og differensen i konsentrasjon mellom prøvepunkt S1 og H2 (dvs. $[S1]-[H2]$).

	S1-Sigevann	Sigevann - Diff([S1]-[H2])
Ammonium	-0,116	-0,126
Arsen	0,381	-0,040
BOF	-0,094	0,158
Bly	-0,043	-0,072
Kadmium	0,169	0,328
Klorid	0,379	0,667
Krom	0,120	0,219
Kobber	-0,288	-0,067
Jern	0,231	0,136
Kvikksølv	-0,135	-0,077
KOF	-0,226	-0,058
Konduktivitet	0,496	0,143
Mangan	-0,218	-0,083
Nikkel	-0,027	-0,055
Oljeinnhold	0,007	-0,094
Sum PAH 18	0,044	-0,166
pH	0,726	0,236
Suspendert stoff	-0,249	-0,150
Total organisk karbon	0,317	0,209
Total Nitrogen	0,526	0,410
Total fosfor	0,375	0,471
Sink	0,071	0,142

2.2 Resipientundersøkelse 2014

2.2.1 Kanalvannet

I forbindelse med resipientundersøkelsen i 2014 ble det gjort analyser av vann- og sedimentprøver fra fire punkter langs Harvalands-/Selekanalen (H1, H2, S1 og S2) ved to tidspunkt (1. september og 10. desember). Prøvepunktene H2 og S1 tilsvarer punktene som blir brukt ved de jevnligte analysene av kanalvannet (se B.1, ovenfor), mens H1 tilsvarer et punkt ved utløpet av Harvalandsvatnet og S2 et punkt ca 0,9 km nedenfor punkt S1. Figur 5 viser gjennomsnittlige konsentrasjoner av alle metallparametre samt ledningsevne ved de fire målepunktene. Som figuren viser er endringene i konsentrasjoner langs kanalløpet relativt små, og konsentrasjonsvariasjonene er «jevnt fordelt» mellom alle fire prøvepunkt. Kopper, kadmium og sink er de tre parametrene som viser størst økning i konsentrasjon mellom prøvepunktene H2 og S1, der en mulig påvirkning fra deponiet er forventet å være sterkest. For kopper og sink øker imidlertid konsentrasjonene også mellom punkt S1 og S2, dvs. i en del av kanalløpet der en ville vente å finne en uttynning av en eventuell påvirkning fra deponiet, og for kadmium var konsentrasjonen ved H1 høyere enn ved S1. Det er derfor sannsynlig at variasjonene mellom prøvepunktene i stor grad skyldes tilfeldig variasjon langs kanalløpet, samt eventuell påvirkning fra annen aktivitet i området.

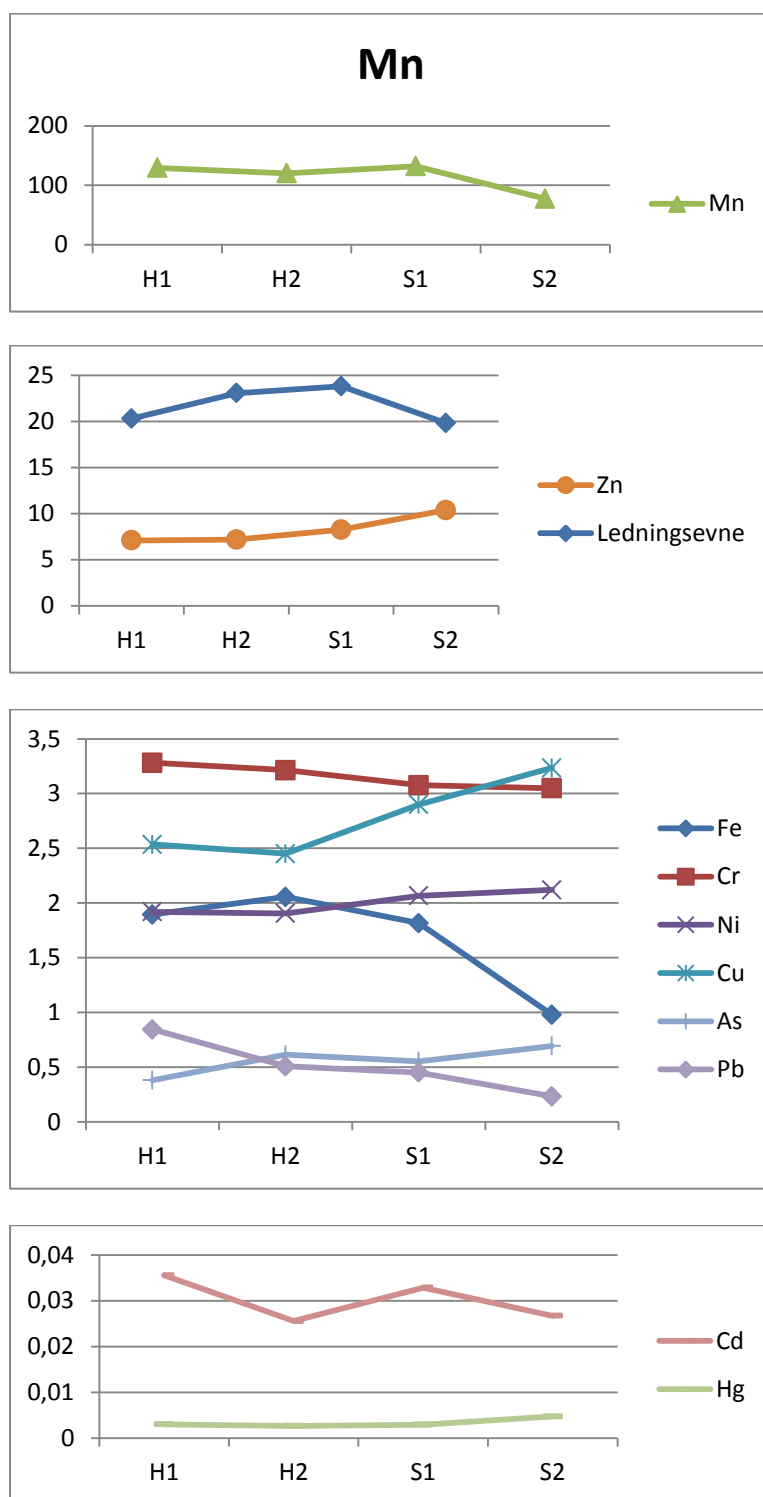
Figur 6 viser endring i alle ikke-metallparametre³ langs kanalløpet. Konsentrasjonen av suspendert stoff samt biologisk og kjemisk oksygenforbruk er høyest ved utløpet av Harvalandsvatnet (H1) og går tydelig ned langs kanalløpet, noe som tyder på at innholdet av organiske komponenter i kanalen skyldes forhold som ligger ovenfor den delen av kanalløpet som eventuelt kan påvirkes av deponiet. Innholdet av total-N øker på den andre siden mest mellom punkt S1 og S2, dvs i den delen kanalen som ligger nedenfor (utenfor) det området som kan direkte påvirkes av deponiet, og skyldes trolig påvirkning fra omliggende jordbruk, muligvis i kombinasjon med en økende sandholdighet i jordmonnet ut mot Sele.

2.2.2 Kanalsedimentet

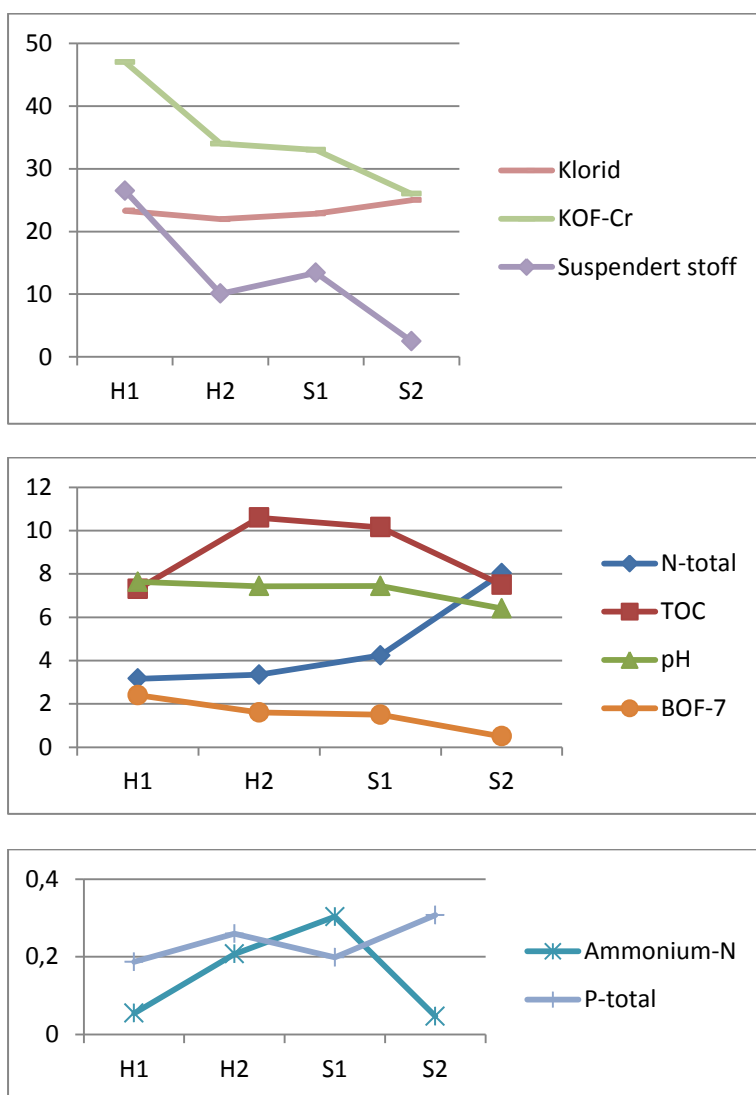
Figur 7 og 8 viser gjennomsnittlige konsentrasjoner av henholdsvis alle metallparametre og alle ikke-metallparametre kanalsedimentene ved de fire målepunktene. Alle konsentrasjonsparametre viser tilsynelatende et entydig resultat – sterkt forhøyete verdier ved målepunkt S1. I gjennomsnitt over alle parametrene i figur 7 og 8 (unntak TOC og TS) er konsentrasjonene i bunnsedimentet ved S1 2.45 ganger høyere enn middelet av alle fire prøvepunkt. S1 er det prøvepunktet som vil sannsynligvis vil være påvirket av en eventuell forurensning fra deponiet, og analyseresultatene kan umiddelbart tyde på at det skjer – eller har skjedd – en slik påvirkning.

Det er imidlertid to forhold som peker i retning av en annen forklaring. For det første er sedimentene ved prøvepunkt S2 tilsynelatende helt upåvirket av den forurensning som eventuelt har forårsaket de forhøyete konsentrasjonene ved prøvepunkt S1. Konsentrasjonene ved S2 er på samme nivå som konsentrasjonene ved H1/H2. For det andre er kornfordelingen i bunnsedimentet ved S1 radikalt forskjellig fra de andre tre prøvepunktene (figur 9). Sedimentene ved H1, H2, S2 består i hovedsak av mineralmateriale med en kornstørrelse over 0.125 mm (fin sand). Sedimentet ved S2

³ Verdiene for PAH, PCB og oljeinnhold var under deteksjonsgrensene for disse stoffene for alle målepunkt.



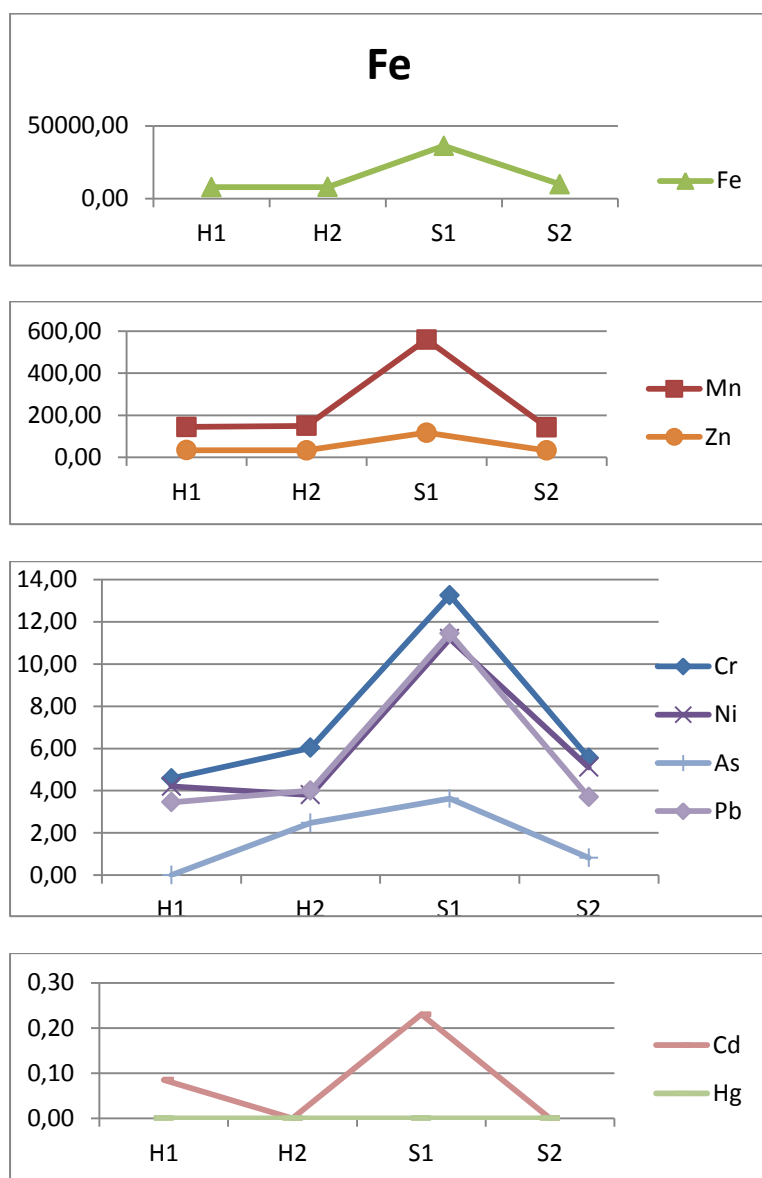
Figur 5. Konsentrasjoner av metallparametre, samt ledningsevne, i kanalvannet langs Harvalands-/Selekanalen høsten 2014. Figuren viser gjennomsnitt av to prøvetidspunkt. Benevninger er ug/l (arsen, bly, kadmium, krom, kopper, kvikksølv, nikkel, sink, mangan), mg/l (jern) og mS/m (ledningsevne).



Figur 6. Konsentrasjoner av ikke-metalliske/andre parametre i kanalvannet langs Harvalands-/Selekanalen høsten 2014. Figuren viser gjennomsnitt av to prøvetidspunkt. Benevninger er mg/l for alle parametre.

består i hovedsak av godt sortert sand med kornstørrelse mellom 0.25 og 0.5 mm, mens sedimentene ved H1 og H2 består av noe finere sand (0.125-0.5) med en viss andel av grovere materiale. Ingen av sedimentene ved H1, H2, og S2 har mer enn 5-9 % materiale med kornstørrelse mindre enn 0.063 mm (silt eller finere), mens for sedimentet fra S1 er denne andelen 30 %. Årsaken til denne forskjellen er sannsynligvis at S1 ligger i eller ved et myrområde (muligvis et gjengrodd tjern) med en jordbunn som er vesentlig forskjellig fra det omliggende området. Det avspeiles både i et større innhold av finstoff og et høyere innhold av organisk materiale i tørrstoffet (figur 9 og 8).

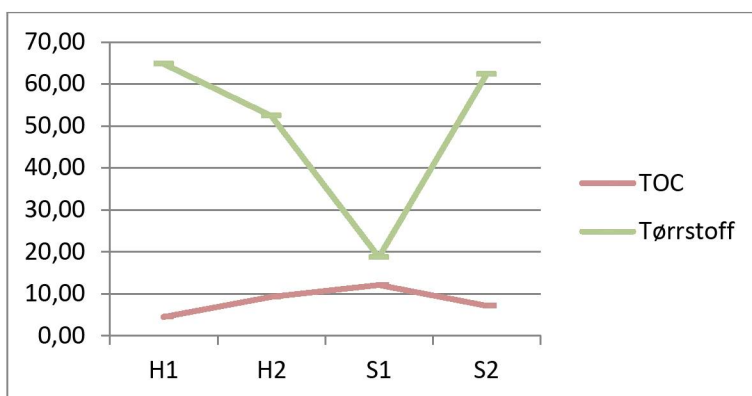
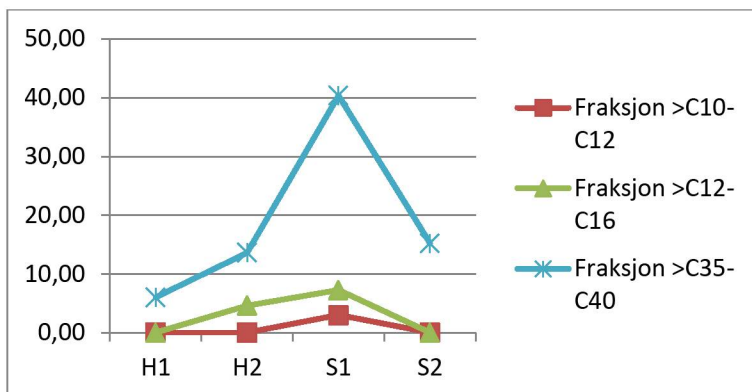
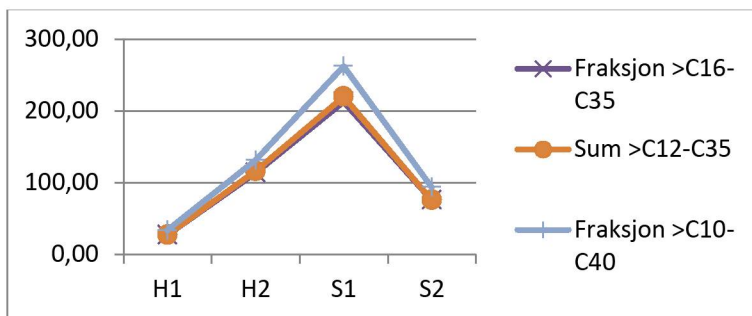
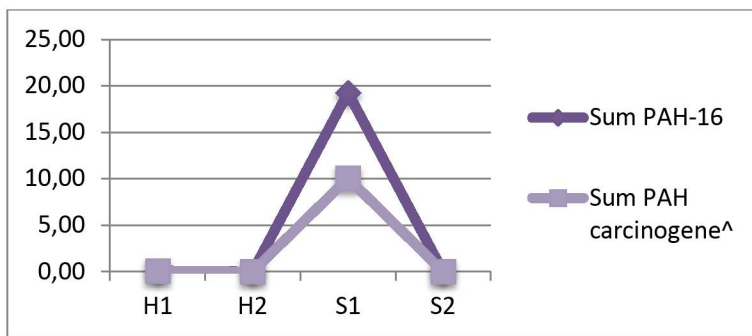
Det er rimelig å anta at en eventuell adsorpsjon/absorpsjon av kjemiske stoffer fra deponiet til bunnsedimentet vil være sterkest i den mest finkornige fraksjonen av sedimentet, både på grunn av større spesifikk overflate og kjemisk sammensetning (leirmineraler, humuskomponenter), og den



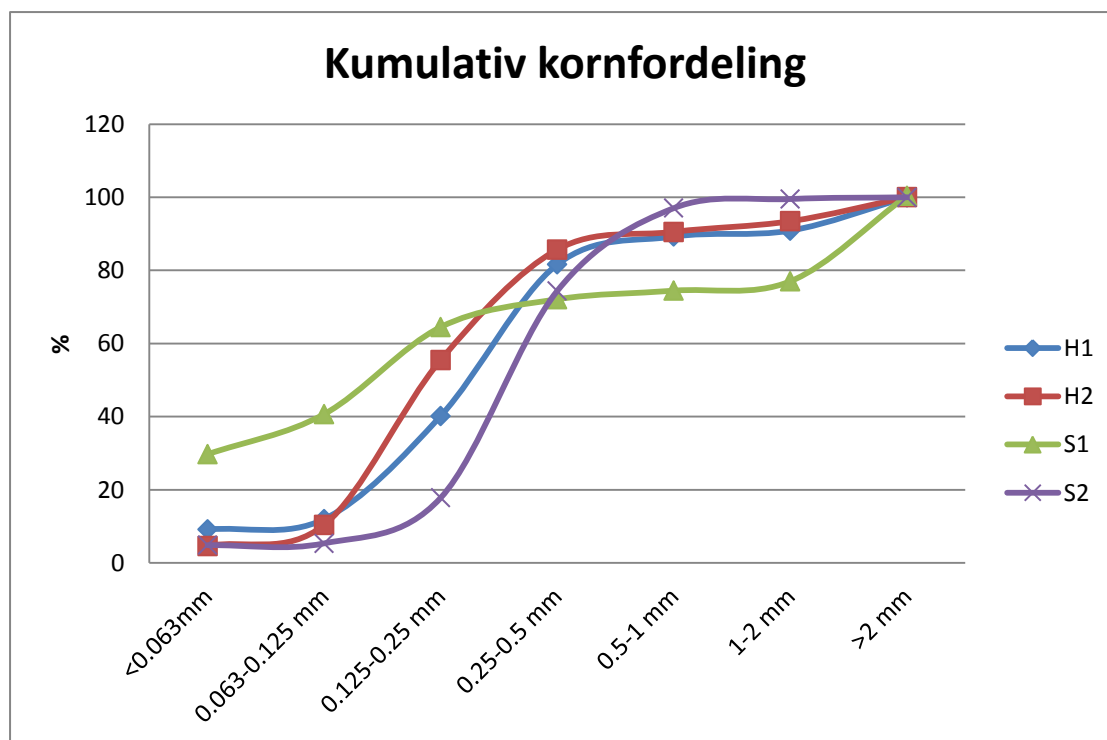
Figur 7. Konsentrasjoner av metallparametre i bunnsediment ved fire prøvepunkt langs Harvalands/Selekanalen. Gjennomsnitt av to prøvetidspunkt. Benevnning er mg/kg tørrstoff for alle parametre. (Kvikksølv var under deteksjonsgrensa ved alle målinger.)

spesifikke påvirkningen på denne delen av sedimentet vil derfor være en bedre indikator på en eventuell påvirkning fra deponiet. Figur 10 og 11 viser konsentrasjonsverdier av de ulike metalliske og organiske parametre i bunnsedimentene justert⁴ for mengden av finmateriale (>0.063 mm) i sedimentet. Justeringen er relativt moderat (det antas at 50 % av forskjellene i parameterkonsentrasjonene kan forklares av mengde finstoff i bunnsedimentet). Som det fremgår

⁴ Justert verdi = ([målt konsentrasjon] + [målt konsentrasjon] / [% finstoff (< 0.063 mm) i sedimentet]) x 0.5. Som grunnlag for justeringen antas at hele mengden av finstoff i sedimentet er ansvarlig for 50% av den observerte variasjonen i parameterkonsentrasjonene.



Figur 8. Konsentrasjoner av organiske parametre i bunnsediment ved fire prøvepunkt langs Harvalands/Selekanalen. Gjennomsnitt av to prøvetidspunkt. Benevning er mg/kg tørrstoff for alle parametre unntatt TOC (% av ts) og TS (%). (PCB var under deteksjonsgrensa ved alle målinger.)



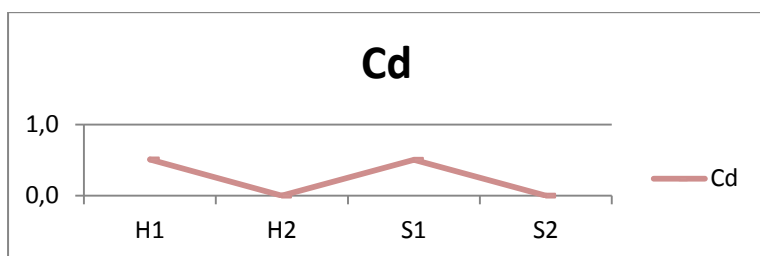
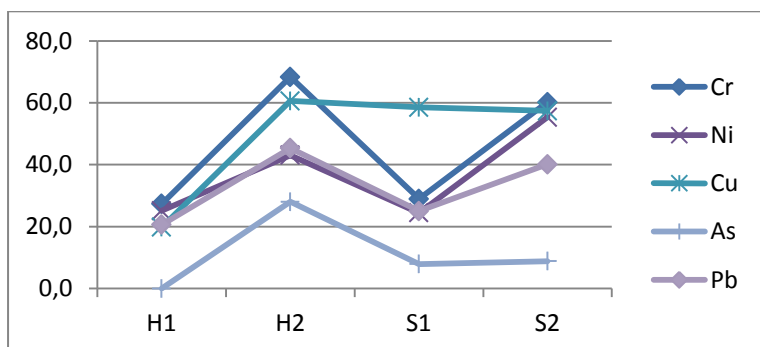
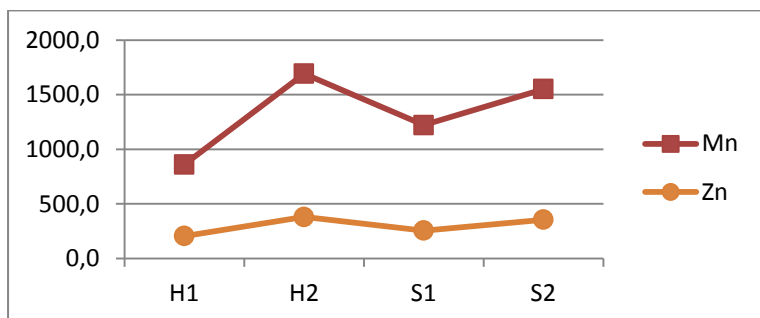
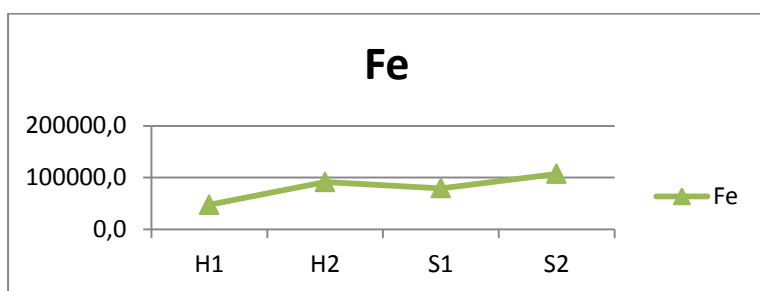
Figur 9. Kumulativ kornfordeling for bunnsediment fra fire prøvepunkt langs Harvalands/Selekanalen. Gjennomsnitt av to prøver.

av figurene, faller nesten alle parameterkonsentrasjonene ved S1 etter justeringen innenfor variasjonen mellom de øvrige prøvepunktene.

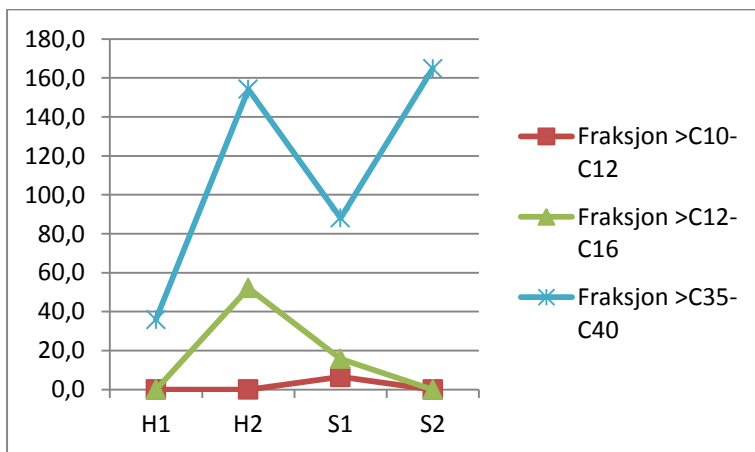
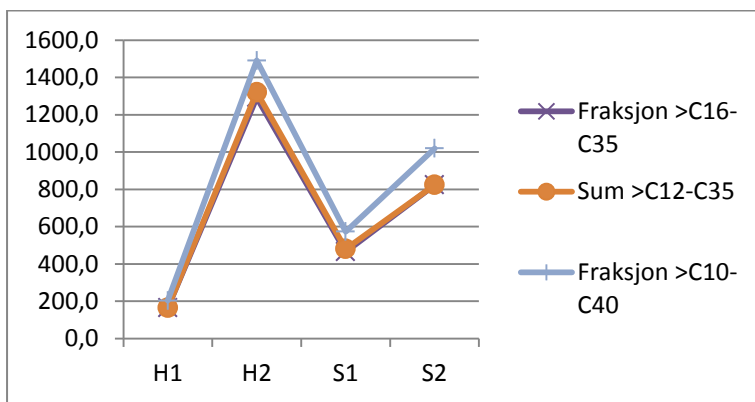
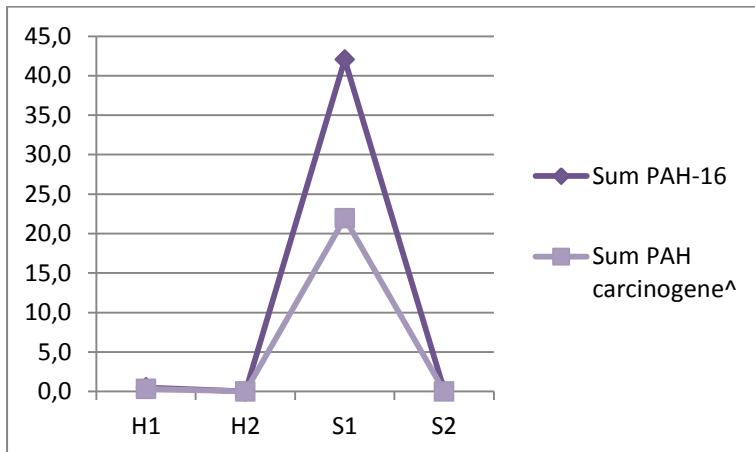
Unntakene er kadmium og PAH. For disse parametrene viser punkt S1 forhøyete verdier i forhold til de andre prøvepunktene, og en påvirkning fra deponiet kan ikke fullstendig utelukkes. Det er imidlertid ikke opplagt hvorfor en eventuell påvirkning fra deponiet på kanalsedimentet skulle være begrenset til prøvepunkt S1 (og ikke være påvisbare ved prøvepunkt S2) og til bare to komponenter. En mulig forklaring på det siste kunne være at en eventuell påvirkning av deponiet på kanalen er begrenset til delen av deponiet som grenser opp mot det overdekkete kanalløpet, og at denne delen av deponiet har et høyere innhold av kadmium og PAH enn resten av deponiet, men gitt den komplekse sammensetningen av avfallet (hovedsakelig husholdningsavfall) virker dette ikke sannsynlig. En alternativ forklaring kan være at finstoffet i sediment ved S1 har andre kjemiske og/eller fysiske egenskaper (f.eks høyere innhold av organisk stoff) enn ved de andre prøvepunktet, med medfølgende endringer i finstoffets affinitetsegenskaper. Dette vil kunne medføre en relativ akkumulering av visse stoffgrupper over andre, uavhengig av opprinnelsen til de absorbert stoffene.

3. Konklusjon

Befaringen av kanalløpet ovenfor og nedenfor den delen som eventuelt kan tenkes å være påvirket av deponiet ga ingen synlige indikasjoner på slik påvirkning. Samlet sett gir analysene av over 20 ulike kjemiske parametre ingen holdepunkter for å anta at det skjer noen påvisbar påvirkning av deponiet. En statistisk reanalyse av årlige analysedata av kanalvannet over de siste 5 før resipientundersøkelsen viste statistisk signifikante økning i nitrogenkomponenter og ledningsevne langs kanalen (mest sannsynlig en innvirkning av jordbruksaktivitet), men ingen signifikant økning for noen av de analyserte miljøgiftene. Det ble heller ikke funnet korrelasjoner mellom innholdet av miljøgifter i sigevann fra deponiet og i kanalvannet. En utvidet analyse (flere prøvepunkt) av kanalvannet i forbindelse med resipientundersøkelsen i 2014 bekreftet inntrykket fra den femårige prøveserien, og viste ingen vesentlig økning i noen miljøgifter langs kanalløpet. Ukorrigerte analyser av kanalsedimentet viste en tilsynelatende økning ved prøvepunkt S1 nedenfor deponiet, men etter korreksjon for innhold av finstoff i sedimentet falt konsentrasjonen av analyserte parametre i hovedsak innenfor variasjonen mellom de øvrige prøvepunktene. Unntakene var kadmium og PAH, som viste forhøyde også etter korreksjon for sedimentsammensetning. En påvirkning fra deponiet for disse to komponentene kan således ikke utelukkes, men alternative forklaringer for den relative akkumulering av disse er også mulig. På bakgrunn av den utførte resipientundersøkelsen legger vi derfor til grunn at Harvaland-/Selekanalen ikke er merkbart påvirket av Sele deponi.



Figur 10. Konsentrasjoner av metallparametre i bunnsediment justert for fraksjon finstoff (<0.063 mm) i bunnsediment. Se figur 7 for sammenligning.



Figur 11 Konsentrasjoner av organiske parametre i bunnsediment justert for fraksjon finstoff (<0.063 mm) i bunnsediment. Se figur 8 for sammenligning.