

 SINTEF SINTEF Vann og miljø Postadresse: 7465 Trondheim Besøksadresse: Klæbuveien 153 Telefon: 73 59 24 18 Telefaks: 73 59 23 76 Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA		NOTAT						
		GJELDER Primærrensing basert på høybelastet sedimenteringsanlegg – Case Høvringen			BEHANDLING	UTTALELSE	ORIENTERING	ETTER AVTALE
		GÅR TIL Programkomiteen for PRIMÆRRENS v/Hallvard Ødegaard Jerzy Wasilewski, Trondheim Kommune						
ARKIVKODE	GRADERING							
		Åpen						
ELEKTRONISK ARKIVKODE								
041219NotatCaseHøvringenRevidertMedSS.doc								
PROSJEKTNR.	DATO	SAKSBEARBEIDER/FORFATTER		ANTALL SIDER				
501505	2004-12-21	Herman Helness		10				

1 Innledning

Dette notatet beskriver arbeidet og resultatene i delprosjekt 13, Primærrensing basert på høybelastet sedimenteringsanlegg – Case Høvringen, i del 2 av programmet PRIMÆRRENS.

I oppdragsbeskrivelsen for prosjektet, som var utarbeidet av oppdragsgiver, var målet for prosjektet å dokumentere hvordan renseeffekten ved Høvringen RA (HØRA) ville være når dette drives som primærrenseanlegg (dvs. uten kjemikalietilsetning). Det ble forutsatt at anlegget ble belastet opp til den vannmengde som det er dimensjonert for og at prosjektet skulle gjennomføres i samarbeid med Trondheim kommune.

Arbeidsfordelingen man kom frem til i diskusjon mellom SINTEF Vann og miljø og Trondheim kommune var følgende:

- SINTEF skulle utarbeide plan for prøvetaking, vurdere eksisterende data og analyseresultater fra prøveprogrammet og rapporterer resultatene fra prosjektet.
- Trondheim kommune skulle oversende eksisterende data fra Høvringen til SINTEF, stå for det praktiske arbeidet i forbindelse med gjennomføring av prøveprogrammet og sørge for analyse av prøvene.

Dokumentasjon av effekten ved Høvringen RA skulle dels bli basert på resultater fra prøver Trondheim kommune alt hadde tatt i tiden etter at det nye anlegget på Høvringen ble satt i drift og dels på analyse av prøver som skulle samles inn i løpet av prosjektperioden.

Prøveprogrammet skulle utfylle de eksisterende dataene og ble utarbeidet i henhold til følgende punkter:

- Prøvene skulle tas i henhold til de retningslinjer som ble utarbeidet av Aquateam i del 1 av PRIMÆRRENS (Storhaug, 2004), og ville i hovedsak være døgnblandprøver.
- I tillegg til døgnblandprøver skulle det tas noen prøveserier med kortere tidsperiode for å vurdere hvordan denne anleggstypen/utformingen takler korttidsvariasjoner.
- Prøveprogrammet skulle legges opp slik at man fikk data fra hydrauliske belastningssituasjoner som ikke er dekket i det eksisterende datagrunnlaget. Spesielt skulle høye hydrauliske belastninger prioriteres.
- Døgnblandprøver skulle analysert for suspendert stoff og BOF_5 . Korttidsprøver skulle analyseres for suspendert stoff.

Prøveprogrammet var planlagt gjennomført i november 2004.

2 Eksisterende data, prøveprogram og analyser

Etter at sedimenteringsbassenger ble satt i drift har Trondheim kommune resultater fra døgnblandprøver som er analysert mht. BOF_5 og suspendert stoff (SS) med GF/A filter i perioden fra 2004-05-07 og utover. Frem til 2004-11-10 var imidlertid prøvetakingspunktet for innløpsprøven nedstrøms returstrømmene fra slambehandlingen på HØRA. Innløpsprøver tatt etter 2004-11-10 er fra et nytt prøvetakingspunkt uten påvirkning av returstrømmer.

Til vurdering av forholdet mellom filtrert BOF_5 (FBOF_5) og BOF_5 i innløpet til HØRA er det benyttet tidligere resultater fra før sedimenteringsanlegget og slambehandlingen ble satt i drift.

Prøveprogrammet i dette prosjektet ble planlagt med 8 mengdeproporsjonale døgnblandprøver, tatt med Trondheim kommunes prøvetakere på HØRA. Døgnblandprøvene skulle analyseres for BOF_5 , SS med GF/C filter og SS med 0.45 μm membranfilter.

I tillegg var det planlagt 2 serier med 12 2-timers blandprøver som skulle tas med SINTEFs prøvetakere som ble montert slik at prøvetakingspunktet var det samme som for Trondheim kommunes prøvetakere. Disse prøvene skulle analyseres for SS med GF/C filter og SS med 0.45 μm membranfilter.

Alle analyser skulle kjøres av Næringsmiddelkontrollen i Trondheim. Det var avtalt at de innledningsvis skulle teste filtrering av vannprøvene direkte på 0.45 μm membranfilter og seriefiltrering med GF/C filter og deretter filtrering av filtratet med 0.45 μm membranfilter. Dette for å vurdere prosedyren for SS analyse med 0.45 μm membranfilter.

Underveis i prøvetakingsperioden ble det noen endringer i prøveprogrammet. Dels skyltes dette praktiske forhold som flytting av prøvepunkt for innløpsprøven og dels at Næringsmiddelkontrollen pga. en feil/missforståelse benyttet GF/A filter til SS analysene til tross for at GF/C filter var spesifisert. Prøvetakingsprogrammet ble derfor først sluttført 2004-12-08 og utvidet med en ekstra serie med 12 2-timers blandprøver. De siste 2 døgnblandprøvene og den siste serien med 2-timers blandprøver ble analysert for SS med GF/C filter i tillegg til analysene spesifisert ovenfor. Vurderingen av prosedyren for analyse av SS med 0.45 μm membranfilter ble også gjort ved analyse av disse prøvene.

Prøvetakingsprogrammet og analysene, slik det ble gjennomført er vist i tabell 1 nedenfor.

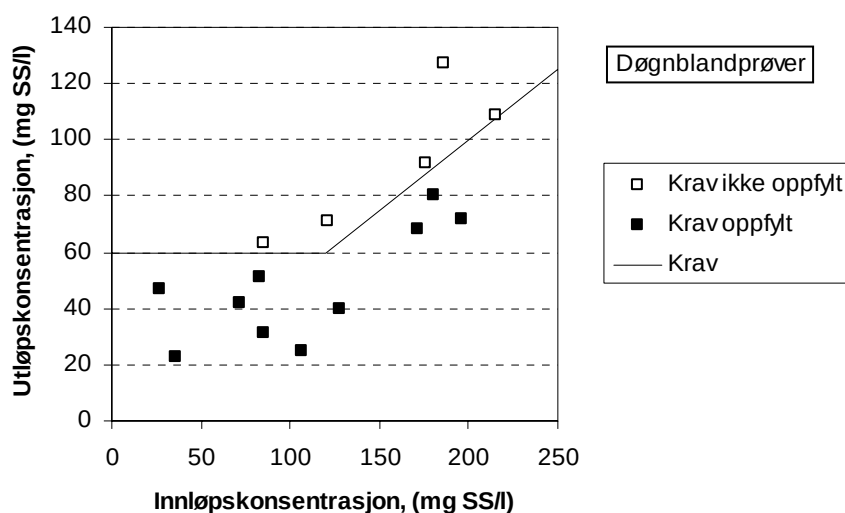
Tabell 1. Prøveprogram og analyser utført i prosjektet

Dato	Ukedag	Prøve	Analyser
1/11 til 2/11	man-tir	Mengdeprop. døgndl.prøve	BOF ₅ , SS med GF/A og SS m/0.45 µm
3/11 til 4/11	ons-tor	Mengdeprop. døgndl.prøve	BOF ₅ , SS med GF/A og SS m/0.45 µm
10/11 til 11/11	ons-tor	Mengdeprop. døgndl.prøve	BOF ₅ , SS med GF/A og SS m/0.45 µm
16/11 til 17/11	tir-ons	Mengdeprop. døgndl.prøve og 12 2 timers blandprøver	BOF ₅ og SS med GF/A. BOF ₅ bare på døgndl.pr. SS med 0.45 µm bare på 2-t. pr.
22/11 til 23/11	man-tir	Mengdeprop. døgndl.prøve og 12 2 timers blandprøver	BOF ₅ og SS med GF/A. BOF ₅ bare på døgndl.pr. SS med 0.45 µm bare på 2-t. pr.
1/12 til 2/12	ons-tor	Mengdeprop. døgndl.prøve	BOF ₅ , SS med GF/C, SS med GF/A og SS m/0.45 µm
4/12 til 5/12	lør-søn	Mengdeprop. døgndl.prøve og 12 2 timers blandprøver	BOF ₅ , SS med GF/C, SS med GF/A og SS m/0.45 µm. BOF ₅ bare på døgndl.pr.
7/12 til 8/12	tir-ons	Mengdeprop. døgndl.prøve	BOF ₅ , SS med GF/C, SS med GF/A og SS m/0.45 µm

3 Resultater

3.1 Døgnblandprøver

Siden GF/A filter ble benyttet ved analysen av SS i flertallet av prøvene tatt i prosjektet og i alle de tidligere prøvene utført for Trondheim kommune, er SS resultatene i figuren nedenfor basert på GF/A filter. En sammenligning av GF/A, GF/C og 0.45 µm membranfilter er gjort i avsnitt 3.3.

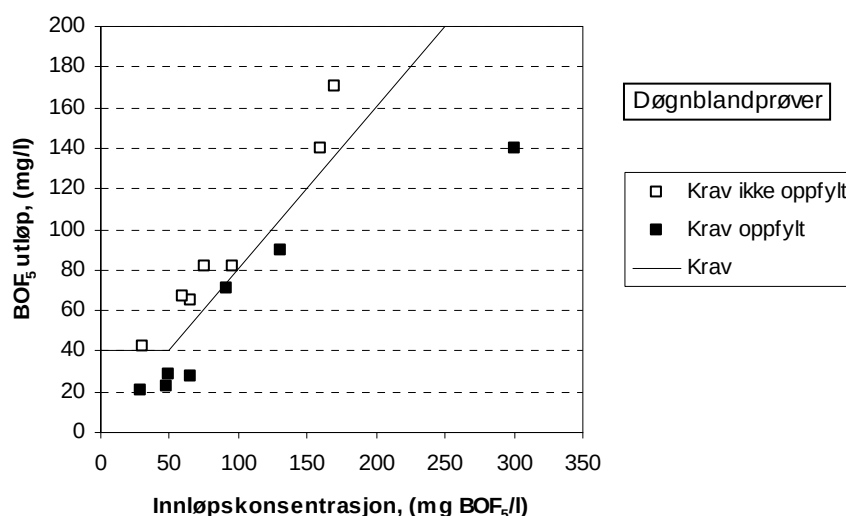


Figur 1. Utløpskonsentrasjon av SS plottet mot innløpskonsentrasjon av SS. Resultatene inkluderer eksisterende data fra Trondheim kommune og prøver analysert i prosjektet. Primærrensekravet er vist med hel linje.

Resultatene i figur 1 viser at primærrensekravet (60 mg SS/l eller 50 % renseeffekt) ikke oppfylles i 5 av 15 prøver. Tre av de 5 prøvene som ikke oppfyller primærrensekravet, er tatt etter flytting av prøvepunktet for innløpsprøven. Det er derfor lite trolig at årsaken til manglende oppfyllelse av primærrensekravet er innflytelse fra returstrømmene fra slambehandlingen.

Trondheim kommunes døgnblandprøve fra innløpet 23. november hadde vesentlig lavere SS-verdi enn gjennomsnittet av 2-timersprøvene som ble tatt med SINTEFs prøvetaker i samme tidsrom (henholdsvis 85 mg SS/l mot 148 mg SS/l). Denne forskjellen kan ikke forklares ut fra ulik programmering av prøvetakerne (mengdeproporsjonal for Trondheim kommunes prøvetaker og tidsproporsjonal for SINTEFs prøvetaker) fordi SS konsentrasjonen var høyest i perioden med høyest vannføring (se figur 4 nedenfor). Primærrensekravet ville vært oppfylt 23. november om man legger gjennomsnittet av 2-timers prøvene til grunn. Selv om man ser bort fra prøven 23. november, indikerer imidlertid resultatene at sedimenteringsanlegget på HØRA vil ha problemer med å oppfylle primærrensekravet for suspendert stoff slik det drives i dag.

Resultatene for BOF_5 er vist i figur 2 nedenfor.



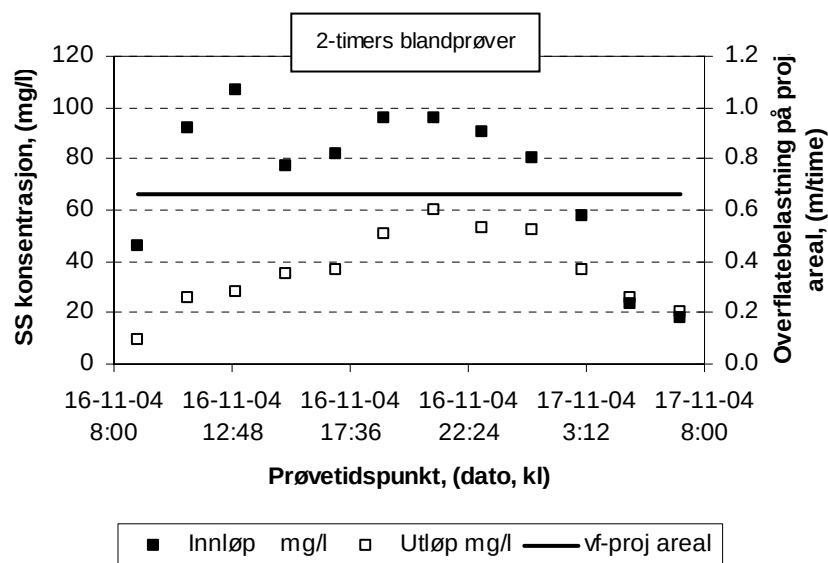
Figur 2. Utløpskonsentrasjon av BOF_5 plottet mot innløpskonsentrasjon av BOF_5 . Resultatene inkluderer eksisterende data fra Trondheim kommune og prøver analysert i prosjektet. Primærrensekravet er vist med hel linje.

Resultatene i figur 2 viser at primærrensekravet (40 mg BOF_5 /l eller 20 % renseeffekt) ikke oppfylles i 7 av 14 prøver. I skrivende stund mangler 1 analyse som vil bli tatt med i et revidert notat når vi får resultatet fra Næringsmiddelkontrollen i Trondheim.

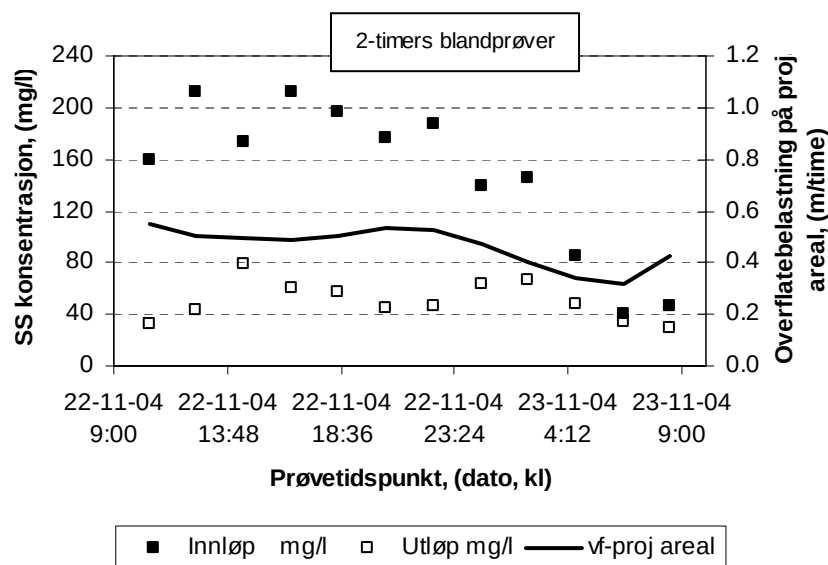
Sammenlignet med dataene for SS viser BOF_5 resultatene at det er vanskeligere å oppfylle primærrensekravet for BOF_5 enn for SS med sedimenteringsanlegget på HØRA. Analyser av FBOF_5 og BOF_5 fra 2003 (Sirum 2004) og frem til sedimenteringsanlegget ble satt i drift i 2004 viser at forholdet mellom FBOF_5 og BOF_5 i innløpet er lavere enn 0.6 i 32 av de 33 prøvene. Som diskutert tidligere (Helness, 2004), kan derfor primærrensekravet for prosent renseeffekt for BOF_5 ved HØRA teoretisk oppfylles ved partikkelseparasjon. Det er imidlertid ingen klar sammenheng mellom renseeffekt for BOF_5 og renseeffekt for SS i datagrunnlaget fra perioden etter at sedimenteringsanlegget ble satt i drift. En del av årsaken til dette kan være innflytelse av returstrømmer fra slambehandlingen. Vi har imidlertid ikke datagrunnlag for en nærmere vurdering av dette.

Tre av de 7 prøvene som ikke oppfyller primærrensekravet, er tatt etter flytting av prøvepunktet for innløpsprøven. Selv om man ser bort fra prøvene tatt i perioden før flytting av prøvepunktet for innløpsprøven, indikerer derfor resultatene at sedimenteringsanlegget på HØRA ikke oppfyller primærrensekravet for BOF_5 .

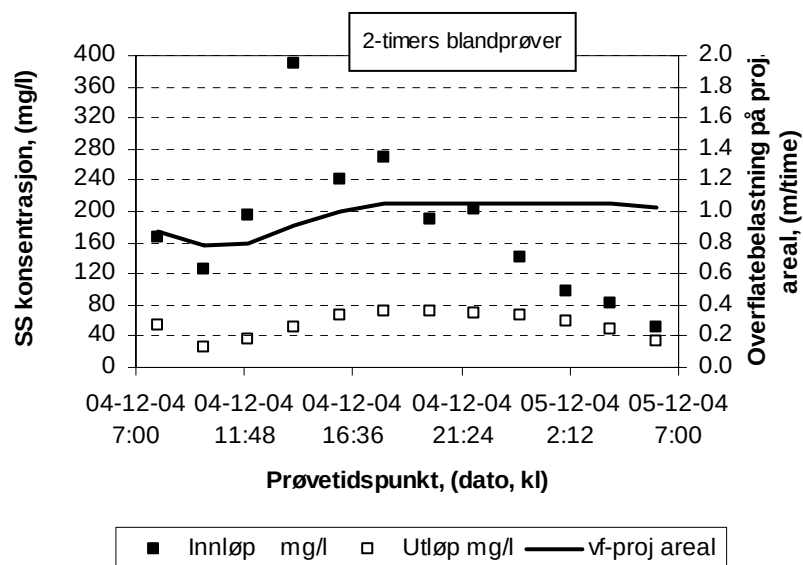
3.2 2-timers blandprøver



Figur 3. Innløps- og utløpskonsentrasjon av SS plottet mot prøvetakingstidspunkt. Resultatene viser data fra tidsproporsjonal prøvetaking av 2-timers blandprøver 16 – 17/11 2004. Overflatebelastningen på projisert areal er vist med hel linje.



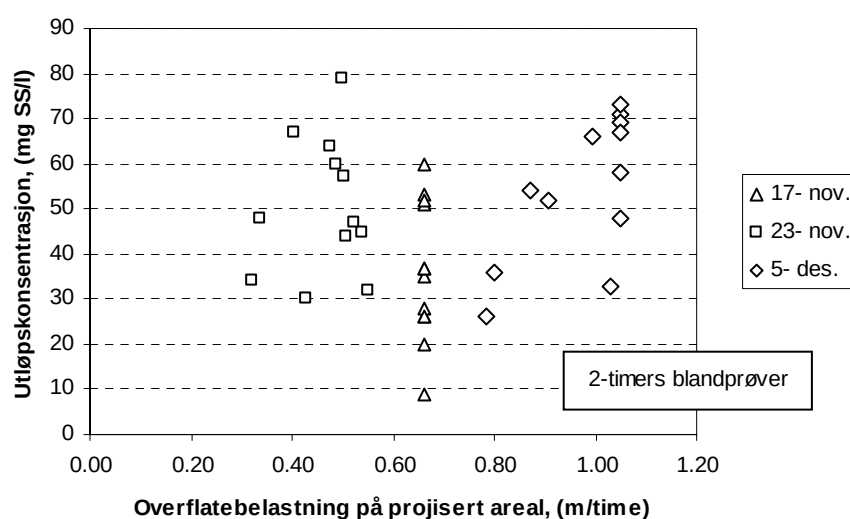
Figur 4. Innløps- og utløpskonsentrasjon av SS plottet mot prøvetakingstidspunkt. Resultatene viser data fra tidsproporsjonal prøvetaking av 2-timers blandprøver 22 – 23/11 2004. Overflatebelastningen på projisert areal er vist med hel linje.



Figur 5. Innløps- og utløpskonsentrasjon av SS plottet mot prøvetakingstidspunkt. Resultatene viser data fra tidsproporsjonal prøvetaking av 2-timers blandprøver 4 – 5/12 2004. Overflatebelastningen på projisert areal er vist med hel linje.

Q_{maxdim} er $7000 \text{ m}^3/\text{time}$ som tilsvarer 0.9 m/time i overflatebelastning på projisert areal (Rambøll Norge, 2004). Årsaken til periodene med konstant overflatebelastning i figur 3 og 5 er at vannføringen til sedimenteringsbassengene reguleres iht. et set-punkt. Høyere vannføringer kjøres i omløp ved styrt åpning av luker etter ristene og eventuelt sandfang. På grunn av en problemstilling knyttet til flyteslamrennene var set-punktet for lukeåpning lavere enn Q_{maksdim} under prøvetakingen 16 – 17/11 2004.

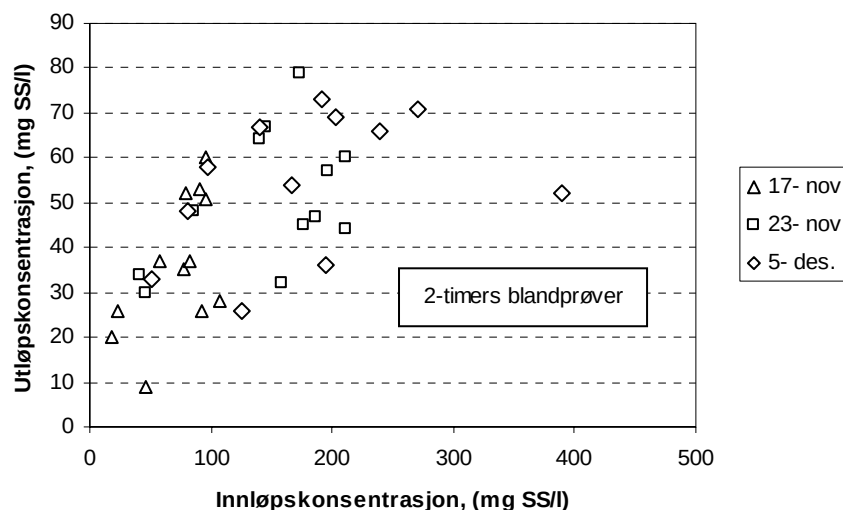
Figur 6 viser utløpskonsentrasjonen i de tre seriene med 2-timers blandprøver plottet mot overflatebelastningen på projisert areal.



Figur 6. Utløpskonsentrasjon av SS plottet mot overflatebelastningen på projisert areal. Resultatene er fra seriene med 2-timers blandprøver.

Resultatene i figur 6 viser ingen klar korrelasjon mellom konsentrasjonen i utløpet og overflatebelastningen på projisert areal. Den høyeste utløpskonsentrasjonen ble målt til 80 mg SS/l.

Figur 7 viser utløpskonsentrasjonen i de tre seriene med 2-timers blandprøver plottet mot innløpskonsentrasjonen.



Figur 7. Utløpskonsentrasjon av SS plottet mot innløpskonsentrasjon av SS. Resultatene er fra seriene med 2-timers blandprøver.

Resultatene i figur 7 viser generelt økende utløpskonsentrasjon med økende innløpskonsentrasjon. Korrelasjonen er imidlertid ikke klar – det er stor spredning i utløpskonsentrasjon for en gitt innløpskonsentrasjon. Resultatene indikerer at utløpskonsentrasjonen avhenger mer av innløpskonsentrasjon/partikkelstørrelsesfordelingen i innløpsvannet enn av den hydrauliske belastningen.

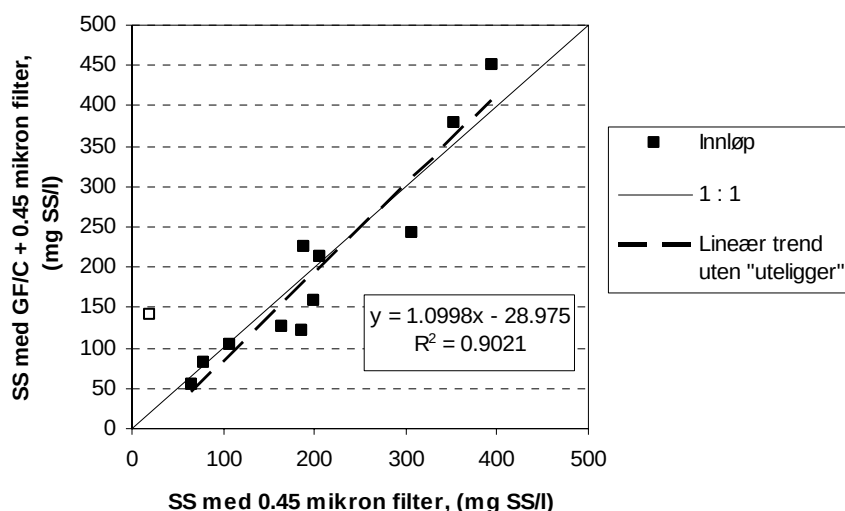
3.3 Sammenligning av GF/C, GF/A og 0.45 µm membranfilter

Figurene 8 og 9 viser en sammenligning av resultatene fra analyse av SS ved direkte filtrering av vannprøven på 0.45 µm filter og seriefiltrering med først GF/C filter og deretter filtrering av filtratet gjennom 0.45 µm filter, for henholdsvis innløpsprøver og utløpsprøver.

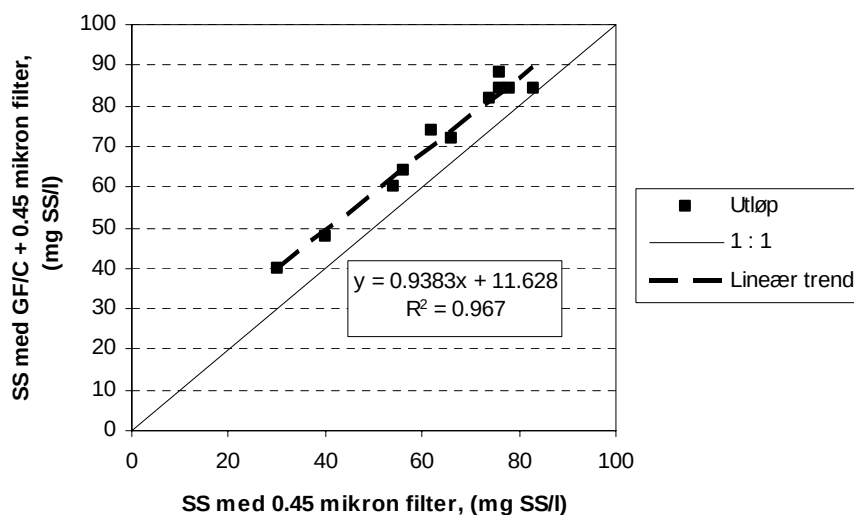
For innløpsprøvene (figur 8) er det til dels betydelig spredning i resultatene for de 2 metodene, og et datapunkt har svært trolig en for lav SS verdi fra analysen med direkte filtrering på 0.45 µm filter. Punktet er markert i figuren som en uteligger. Imidlertid, så er spredningen ikke systematisk, avviket fra en til en linjen er jevnt fordelt tatt i betraktning antall datapunkt. Man kan derfor ikke konkludere med at den ene eller andre metoden er bedre egnet for analyse SS med 0.45 µm filter på innløpsprøver.

Resultatene for utløpsprøvene viser betydelig mindre spredning, men det er et systematisk avvik som viser at SS analysert ved seriefiltrering med først GF/C filter og deretter 0.45 µm filter gir høyere verdi enn SS analysert ved direkte filtrering på 0.45 µm filter. Bidraget til SS verdien fra den siste filtreringen i prosedyren med seriefiltrering var i snitt 10 % (6 mg SS/l) for prøveserien der metoden ble testet i dette prosjektet. Nøyaktigheten i analysemetoden bør vurderes nærmere før man konkluderer, men vi vil anbefale å benytte seriefiltrering ved bestemmelse av SS med

0.45 µm filter fordi dette gir større prøvevolum til filtreringen med 0.45 µm filter. Dette bør kunne gi et mer nøyaktig resultat selv om 2 filtreringer øker muligheten for feil i analysen.



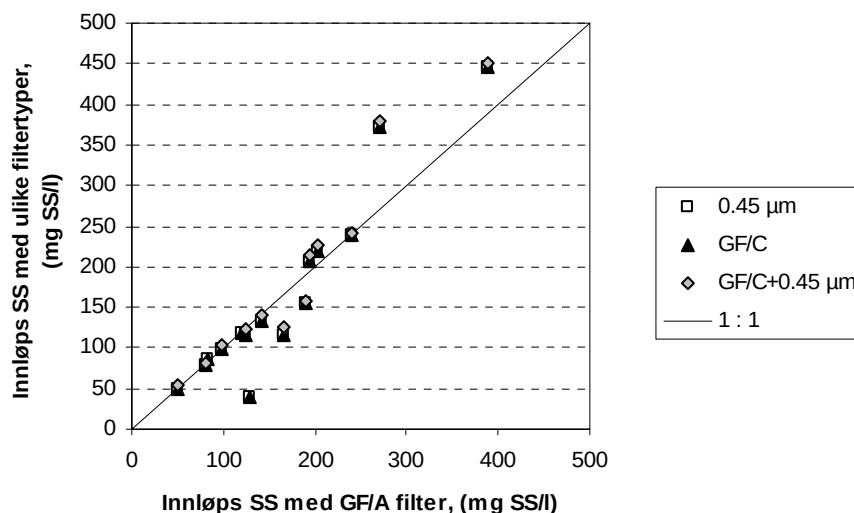
Figur 8. Innløpskonsentrasjon av SS analysert ved seriefiltrering med GF/C + 0.45 µm filter plottet mot innløpskonsentrasjon av SS analysert ved direkte filtrering av vannprøven på 0.45 µm filter. Resultatene er fra en serie med 2-timers blandprøver. Datapunktet uten fyll viser en uteligger som trolig skyldes feil ved prøveuttak og/eller analyse.



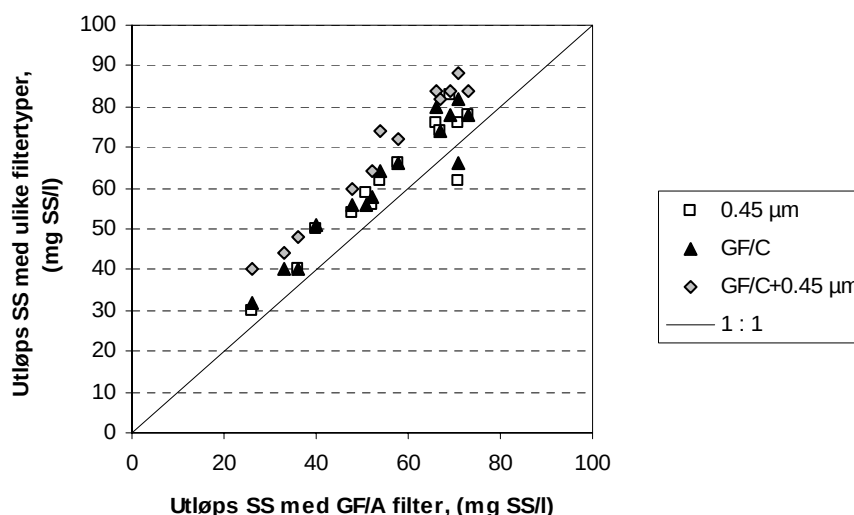
Figur 9. Utløpskonsentrasjon av SS analysert ved seriefiltrering med GF/C + 0.45 µm filter plottet mot utløpskonsentrasjon av SS analysert ved direkte filtrering av vannprøven på 0.45 µm filter. Resultatene er fra en serie med 2-timers blandprøver.

Figur 10 viser en sammenligning av SS analysert med 0.45 µm filter, GF/C filter og ved seriefiltrering med GF/C + 0.45 µm filter og SS analysert med GF/A filter for innløpsprøver. I denne sammenligningen har vi bare benyttet data fra de siste prøveseriene i desember fordi vi da har komplett sett med analyser.

Det var generelt liten forskjell mellom de ulike filtertypene i forhold til andre usikkerheter ved analyse av innløpsprøver. Avvikene fra en til en linje i figur 10 skyldes trolig hovedsakelig usikkerheter ved prøveuttak og analyse.



Figur 10. Innløpskonsentrasjon av SS analysert med 0.45 µm filter, GF/C filter og ved seriefiltrering med GF/C + 0.45 µm filter plottet mot innløpskonsentrasjon av SS analysert med GF/A filter. Resultatene er fra de siste prøveseriene med døgnblandprøver og 2-timers blandprøver i desember 2004.



Figur 11. Utløpskonsentrasjon av SS analysert med 0.45 µm filter, GF/C filter og ved seriefiltrering med GF/C + 0.45 µm filter plottet mot utløpskonsentrasjon av SS analysert med GF/A filter. Resultatene er fra de siste prøveseriene med døgnblandprøver og 2-timers blandprøver i desember 2004.

Figur 11 viser tilsvarende data fra utløpsprøver. Med unntak av en døgnblandprøve, viser resultatene fra SS analysen med GF/A filter lavere verdi enn ved de andre filterne. Dette er som forventet ut fra porestørrelsen i filtertypene.

Resultatene for SS bestemt med GF/A filter i figur 5 viser at 5 av 15 prøver ikke oppfyller primærrenserekravet for SS. Dersom SS analysene var blitt utført med 0.45 µm filter ville dette

særlig hatt betydning for SS verdien i utløpsprøven. Det er uvisst om dette ville ha gitt seg utslag i at noen flere prøver ikke hadde oppfylt primærrensekravet, men det er ikke grunn til å tro at man ville fått et mer positivt resultat.

Som diskutert ovenfor, indikerer resultatene fra 2-timers prøvene at utløpskonsentrasjonen avhenger mer av innløpskonsentrasjon/partikkelstørrelsesfordelingen i innløpsvannet enn av den hydrauliske belastningen. Et mulig tiltak for å forbedre partikkelseparasjonen i sedimenteringsbassengene på HØRA kan derfor være dosering av en polymer. Et slikt tiltak vil også gi forbedret renseseffekt for BOF_5 .

Både for SS og BOF_5 er imidlertid datagrunnlaget etter flytting av prøvepunktet for innløpsprøven begrenset, spesielt for BOF_5 . Man kan derfor ikke trekke en sikker konklusjon med hensyn til om sedimenteringsanlegget ved HØRA kan oppfylle primærrensekravet før datagrunnlaget er utvidet.

4 Konklusjoner

Datagrunnlaget fra prøver der prøvetakingspunktet for innløpsprøven er plassert oppstrøms returstrømmer fra slambehandlingen er begrenset. Resultatene indikerer imidlertid at sedimenteringsbassengene på HØRA har problemer med å nå primærrensekravet for SS og at BOF_5 kravet ikke oppfylles slik anlegget drives i dag.

Resultatene fra 2-timers blandprøver indikerer at utløpskonsentrasjonen for SS avhenger mer av innløpskonsentrasjon/partikkelstørrelsesfordelingen i innløpsvannet enn av den hydrauliske belastningen.

Dosering av kjemikalier, for eksempel en polymer, vil trolig være et effektivt tiltak for å forbedre partikkelseparasjonen i sedimenteringsbassengene på HØRA.

Sammenligning av direkte filtrering på 0.45 μm filter og seriefiltrering med først GF/C filter og deretter filtrering av filtratet med 0.45 μm filter for analyse av SS basert på 0.45 μm filter, viste at seriefiltrering ga høyere verdi for SS enn direkte filtrering. Bidraget til SS verdien fra den siste filtreringen i prosedyren med seriefiltrering var imidlertid lavt i forhold til analyseusikkerheten, og nøyaktigheten i analysemetoden bør vurderes nærmere. Inntil videre vil vi imidlertid anbefale å benytte seriefiltrering ved bestemmelse av SS med 0.45 μm filter fordi dette gir større prøvevolum til filtreringen med 0.45 μm filter.

5 Referanser

Helness, H. (2004): Karakterisering av avløpsvann for primærrensing, delprosjekt 3 i PRIMÆRRENS. Revidert utgave av 2004-09-02.

Rambøll Norge (2004): FDV Høvringen renseanlegg, forenklet versjon

Sirum, J. (2004): Personlig meddelelse.

Storhaug, R. (2004): Prøvetaking ved primærrensianlegg, Notat til programkomiteen for primærrensprosjektet av 2004-07-02.