



UNDERSØKELSE AV TURBIDITET SOM SURROGATPARAMETER

– i forbindelse med utslippskontroll av avløpsanlegg
i spredt bebyggelse

Vannområdeutvalget Morsa

Postadresse: Herredshuset
1592 Våler i Østfold

www.morsa.org
Org.nr: 992 243 708

Design omslag og grafisk profil: Aina Griffin.
Grafisk produksjon: o7 Media.

Forsiden: Vansjø fra Marbukollen. Foto: Helge Eek.



DESEMBER 2014
VANNOMRÅDEUTVALGET MORSA

ADRESSE COWI AS
Kobberslagerstredet 2
Kråkerøy
Postboks 123
1601 Fredrikstad
TLF +47 02694
WWW cowi.no

The background of the page features a large, abstract geometric shape composed of several overlapping triangles in various shades of gray, creating a dynamic, crystalline effect.

UNDERSØKELSE AV TURBIDITET SOM SURROGATPARAMETER I FORBINDELSE MED UTSLIPPSKONTROLL AV AVLØPSANLEGG I SPREDT BEBYGGELSE

ERIK JOHANNESSEN, PHD – COWI AS
ARILD S. EIKUM, PHD – EIKUM MILJØTEKNOLOGI
TOR GUNNAR JANTSCH, PHD – DRIFTSASSISTANSEN I ØSTFOLD

INNHOOLD

1	Innledning	7
2	Metoder	8
3	Resultater og diskusjon	9
3.1	Turbiditet vs BOF ₅	9
3.2	Turbiditet vs Tot-P	12
3.3	Turbiditet vs SS	15
4	Oppsummering og konklusjon	17

Forord

Denne rapport som har tittelen *Undersøkelse av turbiditet som surrogatparameter i forbindelse med utslippskontroll av avløpsanlegg i spredt bebyggelse*, er en oppsummering av flere års forsknings og utviklingssamarbeid mellom Vannområdeutvalget Morsa, Erik Johannessen COWI, professor emeritus Arild Schanke Eikum og Tor Gunnar Jantsch (DaØ).

Denne rapporten inngår i FoU-prosjektet ”Optimalisering av fosforfjerning fra renseanlegg i spredt bebyggelse” med Vannområdeutvalget Morsa som oppdragsgiver, og er finansiert av midler fra KLIF, UMB og COWI. I tillegg har Morsa kommunene betalt for tilsyn av anleggene, og Driftsassistansen i Østfold (DaØ) har stilt data til rådighet.

Samarbeidet om rapporten har vært en faglig berikelse for vannområde Morsa, med de ansatte i kommunene og andre medlemmer av temagruppe avløp. Arbeidet har bidratt til en omfattende kunnskapsheving innen fagområdet separate avløpsanlegg, og hvordan disse bør driftes, vedlikeholdes og forvaltes av myndighetene. Forhåpentligvis vil resultatene fra dette omfattende og viktige arbeidet bli gjort kjent og tatt i bruk i hele Norge, i forbindelse med det omfattende arbeidet som er i gang med å oppgradere separate avløpsanlegg for å bedre tilstanden i vann og vassdrag.

Samtidig som jeg retter en stor takk til de tre forfatterne, takker jeg tidligere daglig leder i Morsa, Helga Gunnarsdóttir, som har vært en viktig bidragsyter. Jeg ønsker også å takke Miljødirektoratet som har bevilget tilskudd til dette arbeidet.

Våler desember 2014

Carina R. Isdahl
daglig leder vannområde Morsa

1 Innledning

Høsten 2010 og våren 2011 har tilsyn og kontroll av i alt ca. 800 renseanlegg i spredt bebyggelse vist at det er en del avvik, særlig gjelder dette fosforrensing. Det er derfor kunnskapsbehov på en rekke delområder i tilknytning til denne type avløpsløsninger. Det gjelder prosessmessige forhold i forbindelse med hver enkelt anleggstype så vel som forhold som tildels er uavhengig av anleggstype. Dette gjelder da i første rekke fysisk plassering, ledningsnettets beskaffenhet, feilkoblinger (taknedløp etc.), organisk og hydraulisk overbelastning, feil bruk av anlegget osv. I tillegg har tidligere undersøkelse knyttet til prøvetakingsmetoder også avdekket behov for økt kunnskap og utvikling av surrogatparametere for å redusere kostnader og forenkle prøvetakingen.

Denne rapporten inngår i FoU-prosjektet ”Optimalisering av fosforfjerning fra renseanlegg i spredt bebyggelse” med Vannområdeutvalget Morsa som oppdragsgiver, og er finansiert av midler fra KLIF, UMB og COWI. I tillegg har Morsa kommunene betalt for tilsyn av anleggene, og Driftsassistansen i Østfold (DaØ) har stilt data til rådighet. Leverandører av minirensanlegg har også deltatt i prosjektet og har stilt data til rådighet, samt deltatt i møter. Denne rapporten omhandler undersøkelser rettet mot utvikling av turbiditet som surrogatparameter for utslippskontroll av avløpsrenseanlegg i spredt bebyggelse.

Totalfosfor er tilnærmet lik summen av partikulær fosfor og ortofosfat. Tidligere undersøkelser viser at det er en sterk korrelasjon mellom suspendert stoff og partikulær fosfor (samt Tot-P). Tilsvarende gode korrelasjoner mellom turbiditet og suspendert stoff er vanlig i avløpsvann. En kombinasjon av in-situ målinger av turbiditet (og evt. ortofosfat) vil derfor kunne fungere godt som surrogatparameter for fosfor. Studien har vært gjennomført med hensikt å utvikle korrelasjons-modeller for SS/Turbiditet, Turbiditet/BOF og ikke minst Turbiditet/Fosfor.

Hensikten med studiet er å spare kostnader i forbindelse med gjennomføringen av kontrollprogrammet som er iverksatt i Morsa og som vil bli gjennomført i andre kommuner etter hvert.

Prosjektet er gjennomført av COWI AS, i samarbeid med DaØ, og rapporten er utarbeidet av Erik Johannessen (COWI), Arild S. Eikum og Tor Gunnar Jantsch (DaØ).

2 Metoder

Parallelt med prøvetaking i forbindelse med andre deloppgaver i FoU-prosjektet "Optimalisering av fosforfjerning fra renseanlegg i spredt bebyggelse" er også turbiditet målt i felt.

I datagrunnlaget inngår ca. 350 parallelle turbiditetsmålinger og analyser av biokjemisk oksygenforbruk (BOF_5), suspendert stoff (SS), Total-fosfor (TP) og løst reaktivt fosfor ($\text{PO}_4\text{-P}$). Turbiditet er målt med håndholdt feltinstrument, og BOF_5 , SS, TP og $\text{PO}_4\text{-P}$ er analysert ved Eurofins i Moss. Anleggstypene som inngår i dette datasettet er Odin Maskin og Biovac.

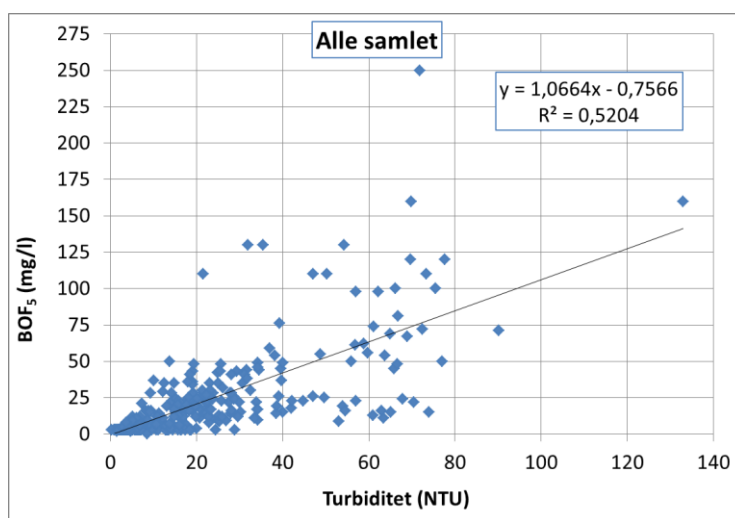
All prøvetaking er utført som stikkprøver som beskrevet i rapporten: "Evalueringsmetoder for renseanlegg i spredt bebyggelse" (Johannessen m.fl. 2011).

3 Resultater og diskusjon

Som nevnt ovenfor er turbiditet målt parallelt med analyser av BOF_5 , SS, TP og $\text{PO}_4\text{-P}$. Videre er prøver tatt på 2 forskjellige anleggstyper; Biovac og Odin Maskin. I det følgende vises korrelasjonsdiagrammer mellom turbiditet og de øvrige parameterne, for samtlige prøver og for hver anleggstype.

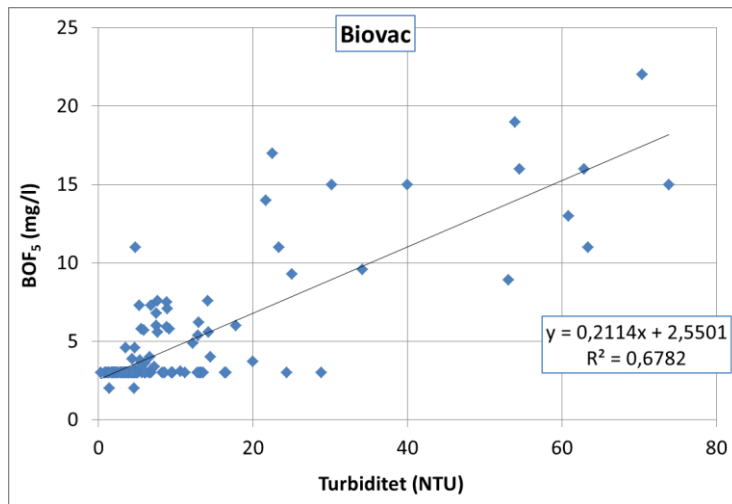
3.1 Turbiditet vs BOF_5

Figurene nedenfor viser BOF_5 som en funksjon av turbiditet, først for alle data og deretter for henholdsvis Biovac- og Odin Maskin anleggene.

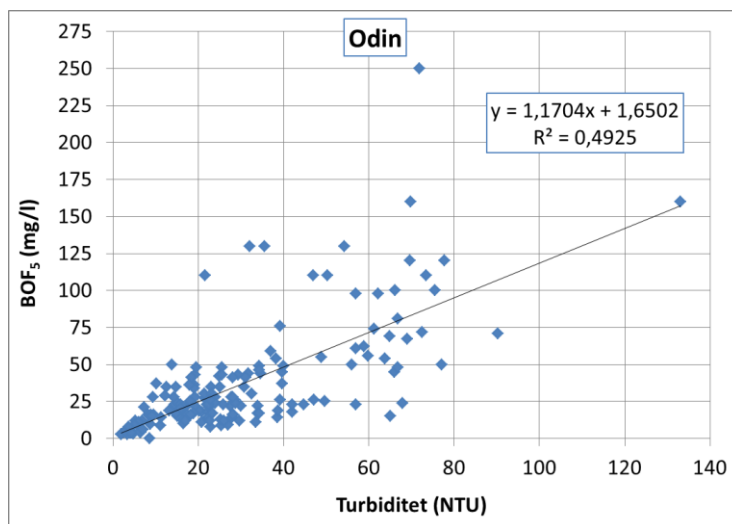


Figur 1. Korrelasjonsdiagram for BOF_5 vs turbiditet for alle prøver

Figur 1 viser at det er en viss korrelasjon mellom turbiditet og BOF_5 , med en korrelasjonskoeffisient på ca. 0,52. Det er tydelig noen enkeltprøver som avviker, spesielt der hvor det er meget høy BOF_5 i forhold til målt turbiditet. Dette kan skyldes et relativt høyt innhold av løst organisk stoff, og er diskutert nærmere senere. Som regresjonslikningen viser er forholdet mellom parameterne ca. 1:1, når alle prøvene er sammenlignet.



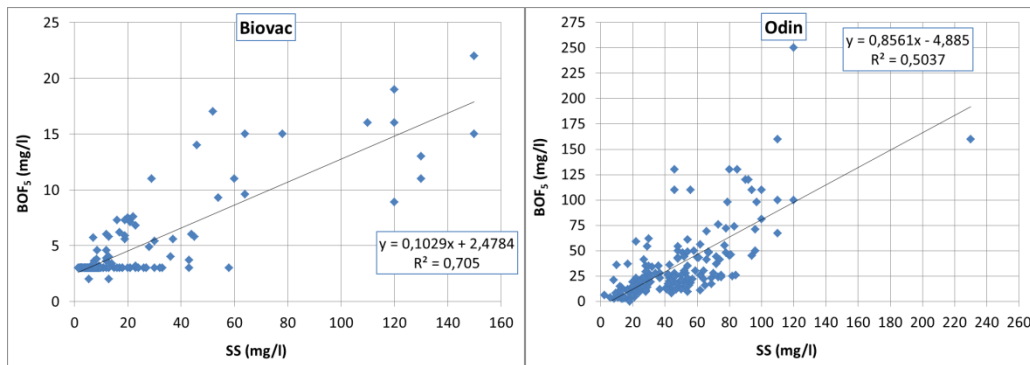
Figur 2. Korrelasjonsdiagram for BOF_5 vs turbiditet for Biovac anleggene.



Figur 3. Korrelasjonsdiagram for BOF_5 vs turbiditet for Odin anleggene.

Figurene ovenfor viser at korrelasjonen er bedre for Biovac enn for Odin anleggene, med regresjonskoeffisienter på henholdsvis 0,68 og 0,49. I tillegg er det også relativt stor forskjell i regresjonslikningene, hvor forholdet mellom parameterne for Biovac anleggene er $BOF_5 \approx 0,2 \cdot NTU$, mens for Odin anleggene blir den forenklede likningen $BOF_5 \approx 1,2 \cdot NTU$.

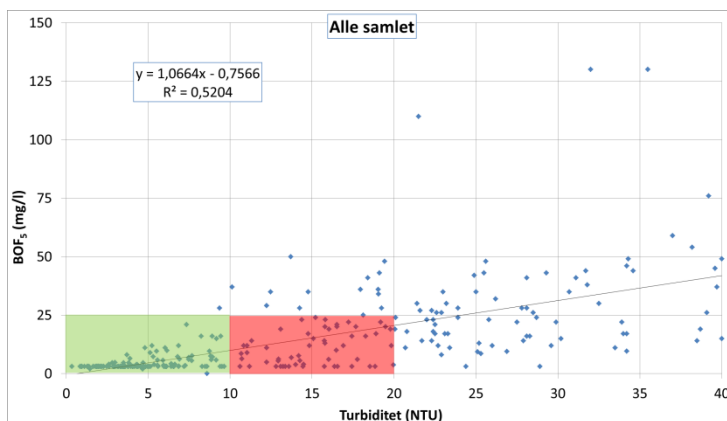
Et annet aspekt som også kommer tydelig frem er den gjennomgående lavere BOF_5 konsentrasjonen i Biovac- sammenlignet med Odin anleggene. Tilsvarende resultater er observert tidligere (Johannessen m. fl. 2008), og kan resultere i at Odin anleggene også har en høyere andel løst organisk stoff enn Biovac anleggene. Dette kan forklare noe dårligere korrelasjon mellom BOF_5 og turbiditet for Odin, sammenlignet med Biovac. I denne studien er det ikke analysert på filtrerte prøver mht. organisk stoff, slik at datasettet kan ikke danne grunnlag for konklusjon mht. dette. Et annet mål som kan gi indikasjon på andel løst organisk stoff i denne sammenhengen er forholdet mellom suspendert stoff (SS) og BOF_5 . Dette forholdet er plottet for både Biovac og Odin anleggene i figur 4.



Figur 4. Forholdet mellom BOD₅ og SS for Biovac- og Odin anlegg.

Som det kommer frem av disse diagrammene er forholdet mellom BOD₅ og SS $\text{BOD}_5 \approx 0,1 \cdot \text{SS}$ for Biovac, mens det er $\text{BOD}_5 \approx 0,85 \cdot \text{SS}$ for Odin, dvs. Odin anleggenes BOD₅/SS forhold er ca. 8,5 ganger så stort som for Biovac. Dette kan tolkes som at Odin anleggene har en relativt sett mye høyere andel løst organisk stoff og derved også lavere korrelasjon mellom BOD₅ og turbiditet.

Korrelasjonene mellom BOD₅ og turbiditet ovenfor har for lave regresjons-koeffisienter til at man kan benytte turbiditet som surrogatparameter for direkte angivelse av BOD₅. Bruk av disse diagrammene kan imidlertid benyttes i en grov følsomhetsvurdering for å anslå nivå for turbiditet sett i sammenheng med utslippsgrensen for BOD₅. Her har vi tatt utgangspunkt i en modell hvor alle minirensesanlegg ses på samlet (dvs. både Biovac og Odin). Som kjent er utslippsgrensen i Morsa 25 mg BOD₅/l. Vi har først sett på hvor stor andel av BOD₅ verdiene som overstiger denne utslippsgrensen ved ulike turbiditetsverdier. Dette er vist i figur 5 nedenfor, hvor grønt felt illustrerer de resultatene som er mindre enn 10 NTU og samtidig lavere enn 25 mg BOD₅/l. Det røde feltet angir opptil 20 NTU og samtidig lavere enn utslippsgrensen. For at det skal være lettere visuelt har vi begrenset diagrammet til de verdiene som er lavere enn 40 NTU (samme datasett som i figur 1).



Figur 5. Områder hvor resultatene er samtidig lavere enn 10/20 NTU og 25 mg BOD₅/l

I figuren er det synlig at enkelte av prøvene har høyere BOD₅ verdier enn 25 mg/l samtidig med lavere verdier enn henholdsvis 10 og 20 NTU. Disse prøvene symboliserer "feilmarginen" ved å benytte disse turbiditetsgrensene for å vurdere om anleggets BOD₅ verdier er innenfor utslippsgrensen. I figuren ovenfor er grensene satt for 10 og 20 NTU. Dette er mest for illustrasjonens del, og NTU-grensene er vilkårlig valgt. I en enkel følsomhetsanalyse er det beregnet hvor stor andel av prøvene som har lavere verdi enn 25 mg BOD₅/l når

turbiditetsmålingene var henholdsvis 10, 15 og 20 NTU. Disse andelene er vist som prosenttall i tabellen nedenfor.

Tabell 1. Andel prøver som hadde BOF_5 verdier under 25 mg/l i forhold til turbiditetsgrenser.

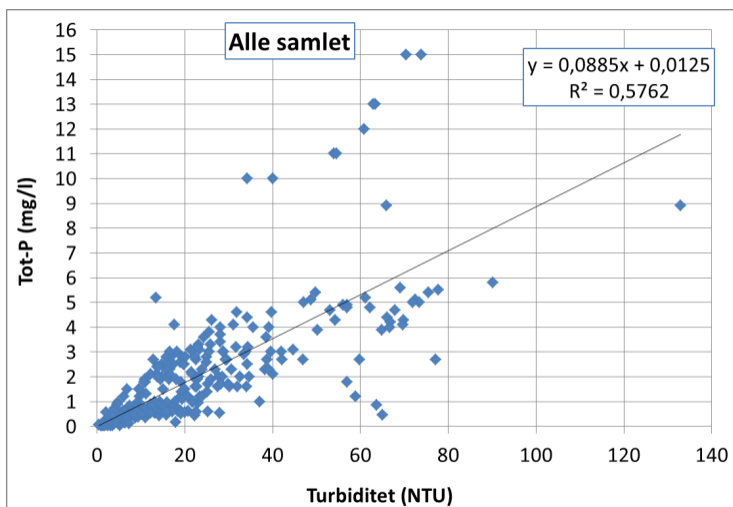
NTU	% under 25 mg BOF_5 /l
10	97,9
15	95,4
20	92,9

Som tabellen viser er det færre tall som overskrider utslippskravet jo lavere turbiditet man måler, hvilket er logisk. Det er imidlertid kan merke seg at selv med en turbiditetsgrense på 20 NTU er det ca. 7 % av BOF_5 resultatene som er høyere enn utslippsgrensen. Reduserer man turbiditetsgrensen får man stadig større trygghet for at BOF_5 er under utslippsgrensen, og ved 10 NTU er kun ca. 2 % av BOF_5 verdiene over utslippsgrensen. Det er også en viss forskjell avhengig av anleggstype. Som en kan se av figur 2 er samtlige prøver i dette området under 25 mg BOF_5 /l for Biovac anleggene, dvs. prosentandel prøver som var lavere var 100 % uansett NTU-verdi. For Odin anleggene var det imidlertid noen prøver som var over utslippsgrensen, og med samme inndeling som i tabell 1 var prosentandelen som var under utslippsgrensen 80,3 – 83,0 – 93,1 for henholdsvis 20, 15, og 10 NTU.

Disse tallene gjelder for BOF_5 , og tilsvarende er vist for den andre parameteren (Tot-P) som det er stilt krav ved nedenfor. En total vurdering av disse sett i sammenheng kan brukes til å finne en NTU-grense som gir akseptabel usikkerhet (eller feilmargin). Dvs. basert på en slik følsomhetsanalyse kan man vurdere hvor stor feilmargin som kan aksepteres i et nedbørsfelt for at turbiditet kan benyttes som surrogatparameter for å kontrollere om renseanleggene tilfredsstiller kravene. Dette er således diskutert senere.

3.2 Turbiditet vs Tot-P

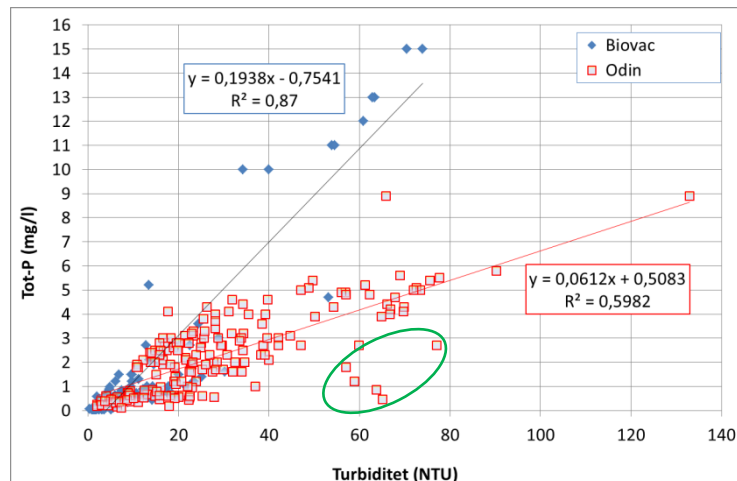
Figurene nedenfor viser Tot-P som en funksjon av turbiditet, først for alle data og deretter for henholdsvis Biovac- og Odin Maskin anleggene.



Figur 6. Korrelasjonsdiagram for Tot-P vs turbiditet for alle prøver.

Figur 6 viser også her at det er en viss korrelasjon mellom turbiditet og Tot-P, med en korrelasjonskoeffisient på ca. 0,57. Som regresjonslikningen viser er forholdet mellom parameterne $\text{Tot-P} \approx 0,09 \cdot \text{NTU}$ når alle prøvene er sammenlignet.

Også her er det tydelig noen enkeltprøver som avviker, spesielt der hvor det er meget høy Tot-P i forhold til målt turbiditet, men også hvor noen Tot-P tall er lave samtidig med høy turbiditet. Dette har sin årsak at for denne korrelasjonen (dvs. tot-P vs Turb.) er det større spredning på verdiene for begge anleggstyper, samt at det er relativ stor forskjell i korrelasjonsmodellene mellom anleggene. Dette anskueliggjøres i figuren nedenfor, hvor resultatene for begge anlegg er vist i samme diagram.



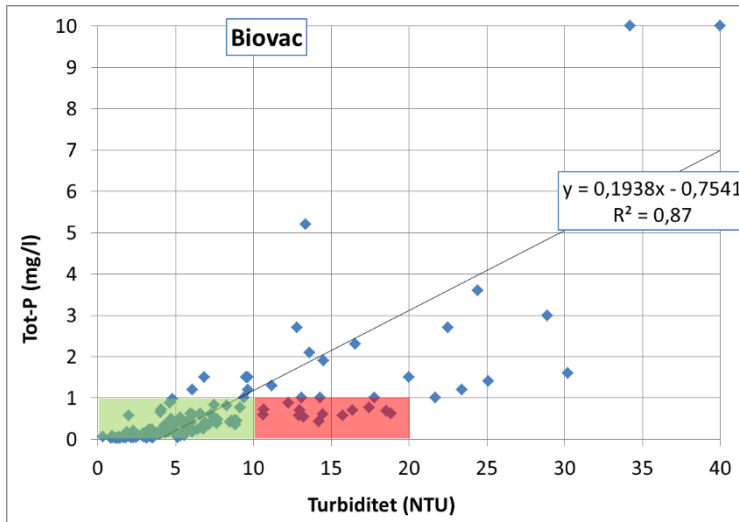
Figur 7. Korrelasjonsdiagram for Tot-P vs turbiditet for begge anleggstyper.

Som figur 7 viser er det relativt stor forskjell på regresjonslinjene. Regresjonslikningene for den enkelte anleggstypen gir følgende forhold mellom Tot-P og turbiditet: $\text{Tot-P} \approx 0,19 \cdot \text{NTU}$ og $\text{Tot-P} \approx 0,06 \cdot \text{NTU}$ for henholdsvis Biovac og Odin. I tillegg ser man også at hver av anleggstypene har høyere korrelasjon hver for seg ($R^2 = 0,87$ og $0,60$) enn for alle anlegg sammen som vist i figur 6 ($R^2 = 0,58$). Dette antyder at korrelasjonen er bedre på anleggsnivå, enn for alle anleggene totalt sett.

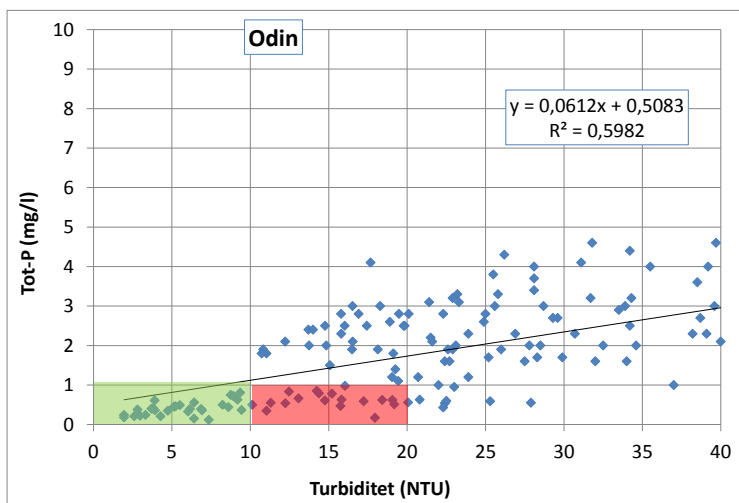
For Biovac anleggene er det en relativ god korrelasjon mellom disse parameterne, mens for Odin anleggene er korrelasjonen noe svakere. Dette skyldes i hovedsak ett anlegg hvor man samtidig hadde lave Tot-P tall samtidig med relativt høye turbiditetsverdier. Disse resultatene ser man i den grønne ringen på figuren. Når disse resultatene fjernes fra datagrunnlaget øker regresjonskoeffisienten til $R^2 = 0,71$ for Odin anleggene. Foruten Tot-P og turbiditet ble også pH målt og vannmengde registrert. I de aktuelle døgnene var det ikke noe spesielt utslag i pH, men det som var spesielt med disse målingene var at det i disse døgnene var langt lavere vannforbruk enn for de øvrige måledøgnene. Vi har imidlertid ikke noe godt faglig grunnlag for å forklare hvorfor et lavere vannforbruk skulle medføre høyere relative turbiditetstall.

Som for BOF_5 har korrelasjonene mellom Tot-P og turbiditet for lave regresjons-koeffisienter til at man kan benytte turbiditet som surrogatparameter for direkte angivelse av tot-P. Vi har derfor også her benyttet en grov følsomhetsvurdering for å anslå nivå for turbiditet sett i sammenheng med utslippsgrensen for Tot-P. Her har vi imidlertid tatt utgangspunkt i en modell hvor anleggstypene ses på hver for seg, dvs. separat for Biovac og Odin. Som kjent er utslippsgrensen i Morsa $1,0 \text{ mg Tot-P/l}$. Vi har først sett på hvor stor andel av Tot-P verdiene

som overstiger denne utslippsgrensen ved ulike turbiditetsverdier. Dette er vist i figur 8 og 9 nedenfor, hvor grønt felt illustrerer de resultatene som er mindre enn 10 NTU og samtidig lavere enn 1,0 mg Tot-P/l. Det røde feltet angir opptil 20 NTU og samtidig lavere enn utslippsgrensen. For at det skal være lettere visuelt har vi begrenset diagrammet til de verdiene som er lavere enn 40 NTU (samme datasett som i figur 7).



Figur 8. Områder hvor resultatene er samtidig lavere enn 10/20 NTU og 1,0 mg Tot-P/l for Biovac anleggene.



Figur 9. Områder hvor resultatene er samtidig lavere enn 10/20 NTU og 1,0 mg Tot-P/l for Odin anleggene.

Også her er en enkel følsomhetsanalyse utført, hvor det er beregnet hvor stor andel av prøvene som har lavere verdi enn 1,0 mg Tot-P/l når turbiditetsmålingene var henholdsvis 10, 15 og 20 NTU. Disse andelene er vist som prosenttall i tabellen nedenfor. For denne parameteren vises resultatene for hver enkelt anleggstype, samt for alle anleggene samlet.

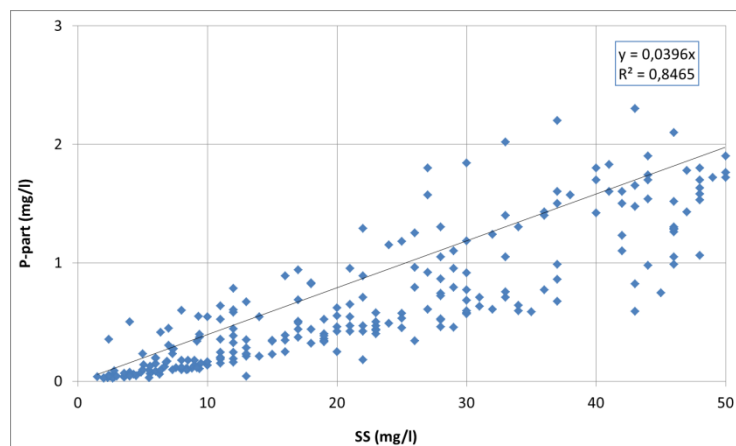
Tabell 2. Andel prøver som hadde BOF_5 verdier under 25 mg/l i forhold til turbiditetsgrenser.

NTU	% over 1,0 mg Tot-P/l		
	Biovac	Odin	Alle
10	95,5	100	96,4
15	92,0	80,9	88,4
20	91,0	61,8	80,5

Tabell 2 og figur 8 og 9 viser at det er relativt stor forskjell mht. anleggstype for denne korrelasjonen. Det er særlig Odin anleggene som har en del resultater som er over utslippsgrensen fra 10 – 20 NTU. Under 10 NTU er samtlige Odin anlegg under 1,0 mg Tot-P/l.

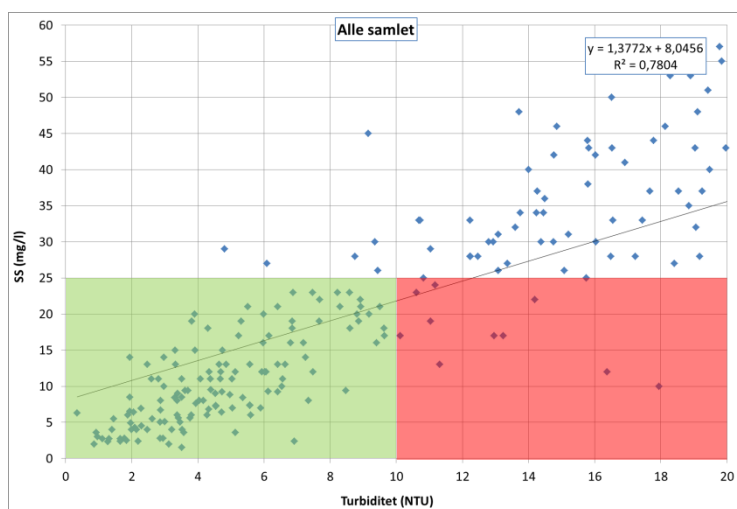
3.3 Turbiditet vs SS

Suspendert stoff (SS) er ikke en parameter det er stilt krav til i utslipp fra disse renseanleggene. Tidligere studier har imidlertid vist god korrelasjon mellom SS og partikulær fosfor (P_{part}), samt mellom SS og Tot-P (Johannessen m.fl. 2008, 2011 og Johannessen 2012). Disse studiene antyder at SS bør være lavere enn 20 mg/l for at utslippsgrensen på 1,0 mg Tot-P/l skal overholdes. Dette stemmer også godt overens med data fra denne undersøkelsen, noe som kommer frem av figur 10, hvor P_{part} er plottet som funksjon av SS (begrenset til opp til 50 mg SS/l). Her ser vi at ingen P_{part} -konsentrasjoner oversiger 1,0 mg/l så lenge SS er lavere enn 20 mg/l. Tilsvarende for Tot-P er det kun 3 prøver som har lavere SS konsentrasjon enn 20 mg/l og samtidig høyere enn 1,0 mg Tot-P/l, noe som tilsvarer at 97,6 % av disse prøvene var lavere enn 1,0 mg Tot-P/l. Lineær regresjon av datasettene for både Tot-P og P_{part} i denne studien viser at så lenge SS er lavere enn 25 mg/l vil utslippsgrensen ikke overskrides.



Figur 10. Konsentrasjon av P_{part} som funksjon av SS.

Tilsvarende som for BOF_5 og Tot-P, har vi dermed utført en følsomhetsvurdering mht. korrelasjonen mellom SS og turbiditet, hvor 25 mg SS/l tilsvarer utslippsgrensen. Dette er vist i figur 11 nedenfor, hvor resultater opp til 20 NTU er vist.



Figur 11. Områder hvor resultatene er samtidig lavere enn 10/20 NTU og 25 mg SS/l.

Som denne figuren viser går det et relativt klart skille ved 10 NTU, hvor turbiditet over dette er dominert av SS verdier over 25 mg/l. Under 10 NTU derimot er det svært få data som er over 25 mg SS/l, og ca. 96 % av disse resultatene hadde SS konsentrasjoner som var lavere.

4 Oppsummering og konklusjon

I foregående kapittel er korrelasjoner mellom turbiditet og parameterne BOF_5 , Tot-P og SS. Formålet med studien har vært å vurdere om turbiditet kan benyttes som surrogatparameter for kontroll av renseanlegg i spredt bebyggelse. Regresjons-modellene viser at det er korrelasjon mellom turbiditet og samtlige parametere. Imidlertid kan man ikke konkludere med at turbiditet kan direkte erstatte noen av parameterne.

Datagrunnlaget er analysert for samtlige anlegg, og delt opp etter anleggstype. Dette viser at det er forskjellige regresjonsmodeller for de ulike anleggstypene, og at hver for seg er korrelasjonen best på anleggsnivå (unntak: turbiditet/ BOF_5 korrelasjonen). Dette taler for at dersom turbiditet skal benyttes som surrogatparameter bør det fortrinnsvis lages korrelasjonsmodeller for den enkelte anleggstype. I denne studien ble anleggstypene Biovac og Odin undersøkt, og det betyr at tilsvarende modeller bør fremskaffes for andre anleggstyper.

Følsomhetsvurderinger hvor man ser på grenser for når turbiditet opptrer samtidig med utløpskonsentrasjoner som er lavere enn utslippskonsentrasjonene antyder at det er mulig å sette en tilsvarende grense for turbiditet, hvor man kan forvente at utløpsvannet har "godkjent" konsentrasjon. Dette varierer imidlertid noe med anleggstype og hvilken parameter som undersøkes. Resultatene fra de ulike følsomhetsvurderingene er samlet i tabell 3 nedenfor. I tabellen vises resultatene som prosentvis andel av prøvene som hadde samtidig lavere verdi en angitt turbiditet og utslippsgrensene, representert ved 1,0 mg Tot-P/l, 25 mg BOF_5 /l og 25 mg SS/l.

Tabell 3. Prosentvis andel av prøvene som hadde lavere konsentrasjon enn utslippsgrensene og samtidig lavere målinger enn angitt turbiditet.

NTU	% under 1,0 mg Tot-P/l			% under 25 mg BOF_5 /l			% < 10 mg SS/l
	Biovac	Odin	Alle	Biovac	Odin	Alle	Alle
10	95,5	100	96,4	100	93,1	97,9	95,7
15	92	80,9	88,4	100	83,0	95,4	82,1
20	91	61,8	80,5	100	80,3	92,9	70

En akseptabel feilmargin i denne sammenhengen kan defineres som der hvor ca. 90 % av prøvene er under utslippsgrensen. Videre kan man definere det slik at der hvor 80 – 90 % av prøvene er under utslippsgrensen er et område hvor det er noe usikkert om feilmarginen kan aksepteres. Til slutt; dersom < 80 % av prøvene er under utslippsgrensen bør feilmarginen vurderes som uakseptabel. En slik tilnærming er illustrert i tabell 4 nedenfor hvor 90 % eller høyere er farget med grønt, 80 – 90 % er oransje og < 80 % er rødt.

Tabell 4. Prosentvis andel av prøvene som hadde lavere konsentrasjon enn utslippsgrensene og samtidig lavere målinger enn angitt turbiditet, med feilmarginstolkning.

NTU	% under 1,0 mg Tot-P/l			% under 25 mg BOF ₅ /l			% < 10 mg SS/l
	Biovac	Odin	Alle	Biovac	Odin	Alle	Alle
10	95,5	100	96,4	100	93,1	97,9	95,7
15	92	80,9	88,4	100	83,0	95,4	82,1
20	91	61,8	80,5	100	80,3	92,9	70

Fargekodene i tabellen ovenfor angir når feilmarginen ved å tolke turbiditets-målinger er akseptabel (grønn), tvilsom (oransje) og uakseptabel (rød). Som tabellen viser burde man kunne være rimelig trygg på at utløpskonsentrasjonene er lavere enn utslippsgrensene når man måler 10 NTU eller lavere i turbiditet. Måler man mellom 10 og 15 NTU begynner det å bli litt større feilmargin, og man kan ikke med like stor sikkerhet si at anlegget har utløpskonsentrasjoner som er lavere enn utslippsgrensene. Ved 20 NTU er det enda større grunn til å forvente at prøven kan være over utslippsgrensene.

Som tabellen også viser er det forskjell mellom anleggene, og for Biovac kunne man ha akseptert et nivå på 20 NTU, mens det hadde vært tilrådelig å sette grensen på 10 NTU for Odin anleggene. Dersom disse resultatene skal benyttes som grunnlag for å sette en grense for hvilken NTU-verdi som kan representere et "godkjent" anlegg iht. den lokale forskriften i Morsa-vassdraget, vil vi derfor anbefale at grensen settes til **10 NTU**.

Denne studien fokuserte på å undersøke hvorvidt turbiditet kan fungere som surrogatparameter ved tilsyn. Det er også viktig å se dette i sammenheng med at man iht. lokal forskrift også skal analysere for PO₄-P i felt. Sammen vil disse parameterne dermed gi et meget godt bilde av hvorvidt den kjemiske fellingen fungerer tilfredsstillende, ved at turbiditet gir god korrelasjon mot partikulær fosfor, mens PO₄-P målinger gir et godt bilde av løst fosfor. Man kan ha lave turbiditetsmålinger kombinert med høye PO₄-P verdier, noe som tyder på at kjemisk utfelling ikke er tilfredsstillende.

