

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP



Forord

Denne mastegradsoppgaven er tilknyttet instituttet IMT ved Universitetet for miljø- og Biovitenskap i Ås, innenfor feltet Vann- og miljøteknikk.

Målsettingen med oppgaven er å undersøke viktige funksjonskrav for ledningsnett og renseanlegg basert på analysedata for Hokksund, Linnes, Sylling, Sjøstad og Lersbryggen renseanlegg.

Først og fremst vil jeg takke min veileder, Førsteamanuensis Lasse Vråle, for veldig gode tilbakemeldinger, engasjement, tips og råd. Det har aldri vært et problem å spørre Lasse om hjelp.

Jeg vil også benytte anledningen til å takke Ingar Bakke og Stein Moen ved Hokksund renseanlegg, Vigdis Johansen og Robin Weberg ved Lersbryggen renseanlegg, samt Vidar Olsen og Per Ole Brubak ved Linnes, Sylling og Sjøstad renseanlegg.

Ås, 13. mai 2013

Bjørnar Lyngvi Sand

Innholdsfortegnelse

1. Sammendrag og konklusjoner	5
1.1 Abstract	6
2. Innledning.....	8
3. Problemstilling	9
4. Godt Vann Drammensregion	10
4.1 Øvre Eiker kommune.....	10
4.2 Sande kommune	11
4.3 Lier kommune.....	11
5. Metoder	12
5.1 Definisjoner	12
5.2 Uvanlige forhold ved avløpsrenseanlegg	16
5.3 Prøvetaking	17
5.3.1 Prøvemeter	19
5.3.2 Studie av lagringseffekter	21
5.3.3 Norsk Akkreditering	22
5.4 Datagrunnlaget.....	23
5.5 Funksjonsanalyse av avløpsnett.....	23
5.5.1 Tradisjonelle spesifikke tall	24
5.5.2 Sydslogen undersøkelsene	25
5.6 Metoder for å beregne fremmedvann	26
5.6.1 Vråle-metoden.....	27
5.6.2 Lindholm/Bjerkholt-metoden	28
5.7 Beregningsmetoder for innløpsdata.....	29
5.7.1 Massetransport	29
5.7.2 Tilførte PE.....	30
5.7.3 Fortynningsgrad	30

5.7.4 Tilføringsgrad	32
5.8 EU's avløpsdirektiv forslag til beregning av PE basert på BOF ₅	32
5.8.1 Hvordan avviker EUs avløpsdirektiv beregning av PE-belastningen fra den tradisjonelle beregningen for personenheter PE til renseanlegg.....	34
6. Resultater.....	35
6.1 Spørreundersøkelse.....	35
6.2 Øvre Eiker kommune ved Hokksund renseanlegg	35
6.2.1 Hokksund ra 2009	38
6.2.2 Hokksund ra 2010	42
6.2.3 Hokksund 2011	49
6.2.4 Hokksund ra 2009, 2010 og 2011	55
6.3 Lier kommune ved Linnes-, Sylling- og Sjøstad renseanlegg	65
6.3.1 Linnes renseanlegg.....	65
6.3.2 Funksjonsanalyser for Linnes ra 2012	68
6.3.3 Sammenheng mellom diverse paramatere for tilførte PE for diverse fortynningsgrader	72
6.3.4 Innløpskonsentrasjoner som funksjon av vannføring inn	77
6.3.5 Nedbørens virkning på ledningsnett	80
6.3.6 Tilføringsgrader	83
6.3.7 Innvirkning på tilførte personenheter PE beregnet med riktig døgnvannføring kontra feil ukegjennomsnitt vannføring som anbefales av KLIF og Driftsassistansen.	84
6.3.8 Sylling ra 2012	86
6.3.9 Sjøstad ra 2012.....	88
6.4 Sande kommune ved Lersbryggen ra	90
6.5 Nedbørsdata	99
7. Diskusjon.....	100
7.1 Usikkerhet ved prøvetakingen	100
7.2 Usikkerheter ved data for renseanlegg i GVD kommuner	101

7.3 Spesifikke tall	103
7.4 Veien videre.....	103
7.5 Sjøvanns inntrenging på nettet	104
8. Referanser.....	105
9. Vedlegg	106
9.1 Vedlegg 1.....	106

1. Sammendrag og konklusjoner

Det er gjennomført en spørreundersøkelse og en funksjonsanalyse for å undersøke ledningsnettets funksjon i rensedistriktet til 5 rensesanlegg i Øvre Eiker, Sande og Lier kommune ved henholdsvis Hokksund-, Lersbryggen- og Linnes rensesanlegg. De nevnte kommunene er en del av Godt Vann Drammensregionen, et samarbeid blant 9 kommuner rundt Drammen med hensikt i å forbedre vannforsyning og avløpshåndtering.

Funksjonsanalysen her baserer seg på analysedata av parametere som fosfor, nitrogen, BOF, KOF og SS. Ved å fremstille disse parametere, der fosfor blir sett på som den mest sentrale, på ulike måter, kan styrker og svakheter for oppsamlingsnettet klarlegges. Dette forutsetter at vi benytter oss av riktigst mulige spesifikke tall. Disse er hentet fra Sydslogen-undersøkelsene som bygger på de faktiske forurensingskonsentrasjoner målt på 52 ukeblandprøver over et helt år og målt rett ut fra husveggene.

Spørreundersøkelsen ble gjennomført delvis muntlig, og delvis skriftlig via e-mail i ettertid der enkelte ukklarheter ble besvart. Spørsmålene gikk på hvordan inn- og utløpsprøver tas, prøvetype, hva slags prøvetaker som benyttes, hvordan prøvene lagres, returstrømmers innvirkning, industri og bedriftpåslipp. Det viste seg at spesielt Hokksund og Linnes ra gjennomførte sine prøvetakingsrutiner ganske likt. Dette fordi de begge har blitt akkreditert, og av samme firma; Rambøll. Lersbryggen rensesanleggs avløpsvann vurderes overført til Holmestrand kommune, og har av den grunn ikke valgt å investere i de forbedringer som skulle til for å bli akkreditert. Alle anleggene tar ukeblandprøver for fosfor og nitrogen, og døgnblandprøver for BOF og KOF. Hokksund og Linnes rensesanlegg har fra januar 2013 startet med rullerende prøvedager for døgnblandprøver. Dette innebærer enda mer arbeid og mye analysearbeid, for lite representative prøver. En døgnblandprøve påvirkes veldig ved «first-flush» effekter. Det tas 24 døgnblandprøver som tilsammen utgjør 7 % av dagene i året. Til samme analysekostnad utgjør ukeblandprøvene 46 % av dagene i året. Samtidig med at det tas døgnblandprøver for BOF og KOF, rapporteres det bare om gjennomsnittlig ukevannføring. Beregningsmetodene for tilførte personenheter PE er forklart nærmere senere i oppgaven. De bygger IKKE på at døgnblandprøver skal brukes i samme regnestykke som gjennomsnittlig ukevannføring. Dette blir helt feil. Ved Linnes er det enkelte avvik på over 50 % for tilførte PE, ved at det brukes

døgnblandprøver opp mot gjennomsnittlig ukevannføring. Ved Hokksund er det avvik på over 30 %.

Resultatene på døgnblandprøver fra Hokksund og Linnes ra viser lite tilfredsstillende resultater i forhold til hva man kan forvente av tilførte PE. Disse er beregnet på grunnlag av riktig døgnvannføring. Likevel gir det oss tilføringsgrader på langt over 100 prosent. For Hokksund renseanlegg kommer det veldig tydelig frem på figurene som illustrerer prosentvis fremmedvanninnlekking gjennom året, at snøsmeltingen tilfører anlegget store vannmengder i april. Ellers er det også sammenhenger mellom nedbør og fremmedvannmengder i Hokksund. Det er tydelig at ledningsnett til Hokksund er sensitivt i forhold til nedbør og snøsmelting. Det må likevel nevnes at fremmedvannmengdene regnet i prosent av tilført vannmengde, selv uten snøsmelting og nedbør, sjelden er under 50 % fremmedvann.

1.1 Abstract

It's conducted a survey and a functional-analysis to investigate the main functions in the district of 5 wastewater treatment plants in Øvre Eiker-, Sande- and Lier municipality in Hokksund, Lersbryggen and Linnes wastewater treatment plant. The forementioned municipalities are part of the Well Water Drammensregionen, a collaboration among nine municipalities around Drammen to improve water supply and sewage disposal.

Functional analysis here is based on analysis of data parameters such as phosphorus, nitrogen, BOD, COD and SS. By presenting these parameters, where phosphorus is seen as the most important, in different ways, we can clarify the strengths and weaknesses of the collection network. This requires that we use as accurate possible specific numbers as possible. These are taken from Sydskogen studies based on the actual pollution concentrations measured at 52 weeksample over a year and right out of the house walls.

The survey was conducted partly orally and partly in writing by e-mail after the fact in which some confusions were answered. The questions went on how the inlet and outlet samples were taken, sample type, the kind of sampler used, how the samples are stored, returnwater flow impact and industry. It turned out that especially Hokksund and Linnes wwtp conducted their sampling procedures quite similar. This is because they both have been accredited, and by the same company; Ramboll. Lersbryggen treatment plant considered transferred to Holmestrand

municipality and has therefore chosen not to invest in the improvements that were to become accredited. All plants take weaksamples for phosphorus and nitrogen, and daymix samples for BOD and COD. Hokksund and Linnes have from January 2013 started with rolling test days for daymix samples. This means more work and a lot of analysis work, for unrepresentative samples. A daymix sample is very influenced by "first-flush" effects. It is taken 24 daymix samples which make up 7% of the days in the year to the same analysis as the cost of weakmix samples comprising 46% of the days in the year. Simultaneously with the inclusion of days mixing samples for BOD and COD, it reports only about average weak water flow. Calculation methods for added persons PE is explained more in detail later in the thesis. They are not based on daymix samples to use the same calculation that the average weak water flow. This is completely wrong. At Linnes, some discrepancy of more than 50% of injected PE, by the use of daymix sample to average weak water flow. At Hokksund there is a deviation of more than 30%.

The results of the daymix samples from Hokksund and Linnes shows unsatisfactory results compared to what we would expect of injected PE. These are calculated on the basis of properly limited water flow. Nevertheless, it gives us the addition levels over 100 %. For Hokksund, the figures that illustrates percentage of rdii shows clearly that snowmelt in April adds large amounts of water to the wastewater treatment plant. Otherwise, it is also the relationship between precipitation and foreign flow in Hokksund. It is clear that the wiring harness to Hokksund is sensitive to rainfall and snowmelt. It must however be noted that rdii volumes as a percentage of supplied water, even without snowmelt and rainfall is rarely below 50% rdii.

2. Innledning

Det ble utarbeidet noen rapporter om fremmedvann tidlig på 1990-tallet, men det er særlig de siste årene blitt økende fokus på fremmedvann og virkning av dette på ledningsnett og renseanlegg. Noe fremmedvann vil alltid finne veien til et renseanlegg via innløp og innlekkasjer, men i Norge generelt kan det tyde på at vi har mye større innlekking av vann enn andre land. Vi ligger prosentvis mye høyere enn våre naboland i Norden når det gjelder fremmedvann (Lindholm/Bjerkholt 2012). Fremmedvann fører til økte kostnader ved rensing, pumping, drift og investeringer. Avløpsvannets konsentrasjoner fortynnes og gjør det vanskeligere å rense med hensyn på renseeffekt. Men det største problemet er kanskje at det store fremmedvanninntaket inn i avløpsnett fører til store lekkasjer av råkloakk ut til resipient via overløp og andre kortslutninger i avløpsnett. I tillegg vil forurensingsutslippet ut av renseanlegget øke. Utslipp i kg fosfor per år er proporsjonalt med vannmengden gjennom anlegget når utløpskonsentrasjonen er konstant. Fremmedvann minker tilgjengelig kapasitet i transportsystemet som fører til at ledningskapasiteten blir for liten, og øker dermed hyppigheten for overløp og nødoverløp.

Fremmedvann består av regnvann fra taknedløp, overvann, drens vann, grunnvann, utlekkende drikkevann og stedvis også sjøvann. Fremmedvann tilføres avløpsledninger med fellesledninger i separatsystem med spillvannsledningen på grunn av innlekking, bevisste tilkoblinger som taknedløp, bekkelukninger, gatesluk og feilkoblinger. Inntak av utlekkende drikkevann oppstår lettere når vannledningene ligger i samme grøft. Innlekking av sjøvann kommer oftest inn via lavtliggende utette avløpsledninger og lavtliggende pumpestasjoner nær sjøen med nødoverløp uten tilbakeslagsventiler.

3. Problemstilling

Problemstillingen til oppgaven gikk ut på å undersøke viktige funksjonskrav for ledningsnett og renseanlegg i kommuner for GVD, Godt Vann Drammensregionen. Dette er gjort ved å innhente analysedata inn til renseanleggene, og analysere, fremstille og beregne disse eksisterende data på en slik måte at ulike funksjoner og driftsforhold ved ledningsnettets oppsamlingsnett kan studeres. Det skulle undersøkes for fremmedvannmengder tilført, samlet tap av forurensinger, tilføringsgrader og testing av spesifikke tall.

Alle kommuner ble invitert, og alle viste interesse i begynnelsen. Likevel var det kun Øvre Eiker ved Hokksund renseanlegg, Lier ved Linnes, Sylling og Sjøstad renseanlegg og Sande ved Lersbryggen renseanlegg som sendte inn data fra sine renseanlegg til bruk i denne mastergradsoppgaven.

For å kunne gjennomføre riktige beregninger for ledningsnett og renseanlegg er man avhengig av riktige data som skal analyseres. Undersøkelsen ble imidlertid noe utvidet i forhold til sin opprinnelige problemstilling, for å se om prøvetakingen og rapporteringen ble gjennomført på tilstrekkelig tilfredsstillende metode i forhold til en funksjonsanalyse av avløpsnett etter de krav slikt arbeid stiller.

Det undersøkes videre om renseanleggene tar inn ukontrollerte mengder sjøvann, og om det mottar forurenset fremmedvann (marin leire med høy Tot-P og KOF).

4. Godt Vann Drammensregion

Utviklingsprogrammet «Gode Vann Drammensregionen» (GVD) er et unikt 10-partssamarbeid. Det består av 9 kommuner (Hurum, Drammen, Nedre Eiker, Øvre Eiker, Svelvik, Modum, Sande, Lier, Røyken) og et interkommunalt vannverk (glitrevannverket). Formålet med programmet er å øke partenes evne til å realisere felles mål innen vannforsyning og avløpshåndtering.

Programmet ble etablert i 2004 og ledes av et programstyre med en representant fra hver av partene. Det operative arbeidet ivaretas av partene i tillegg til et felles sekretariat under ledelse av daglig leder (GodtVannDrammensregionen 2010).

Prosjektet skal sørge for en sikker og god vannforsyning og avløpshåndtering til alle innbyggerne i området. Ved å samarbeide får kommune løst mange oppgaver de ikke har ressurser til å håndtere på egenhånd (GodtVannDrammensregionen 2010).

Den viktigste delen av prosjektet består i å redusere lekkasjer fra vannledningsnettene gjennom lekkasjesøk, reparasjon, fornying av vannledningsnettene, samt bedre styring av vanntrykket (GodtVannDrammensregionen 2010).

Av de 9 kommunene som utgjør GVD, hvor alle hadde tilbudet og muligheten til å oversende analysedata for en funksjonsanalyse av ledningsnettene, mottok vi analysedata fra Øvre Eiker, Sande og Lier kommune.

4.1 Øvre Eiker kommune

Øvre Eiker er en kommune i Buskerud. Den grenser mot Kongsberg, Flesberg, Sigdal, Modum, Lier, Nedre Eiker og Hof.

Omtrent halvparten av kommunens 17 752 innbyggere bor i kommunesenteret Hokksund, mens resten i hovedsak er bosatt i tettstedene Vestfossen, Skotselv, Ormåsen og Darbu.

Sammen med Nedre Eiker er kommunen en del av landskapet Eiker som er et dalføre langs Drammenselva. Langs åssidene er skog og åkre fremtredende. Arealfordelingen er jordbruk 12 %, produktiv skog 64 %, ferskvann 8 % og annet areal 16 %.

I kommunen ligger det privateide rehabiliteringssenteret Hokksund Kurbad som tar seg av pasienter etter avtale med Helse Sør. Av industri har de Hellefoss AS som produserer kvalitetspapir for bøker og hadde i 2013 88 ansatte, men ble 05.04.2013 slått konkurs. Eiker

Gårdsysteri produserer håndlaget kvalitetsost basert på moderne teknologi og naturlig råvareproduksjon. Bergans ble etablert i 1908 og har dermed lengst erfaring med masseproduksjon av ryggsekker i Norge. (Wikipedia 2013)

4.2 Sande kommune

Sande ligger lengst nord i Vestfold, sentralt på Østlandet. Det er kort avstand og god kommunikasjon til Drammen, Oslo og resten av Vestfold. Det bor ca. 8700 innbyggere i Sande, og kommunen har en sterk befolkningsvekst. Kommunen har et areal på 178 kvadratkilometer. (SandeKommune 2013)

Det har skjedd en stor utvikling i Sande de siste årene; omlegging av E-18 og ny jernbanestasjon, opprusting av torget, økosatsing i landbruket og spennende vekstmuligheter med etablering av 1600 boenheter på Nordre Jarlsberg Brygge i løpet av 10 til 15 år. (SandeKommune 2013)

4.3 Lier kommune

Sentralt beliggende på Østlandet som en grønn oase mellom Asker og Drammen, finner du Lier kommune. «Grønne Lier» er kommunens slagord, ikke uten grunn siden en vesentlig del av arealene i kommunen benyttes til landbruksformål. Kommunens areal er på 301km². Lier grenser mot Hole, Bærum, Asker, Drammen, Nedre Eiker, Øvre Eiker og Modum kommune. Lier hadde 23 267 innbyggere per 01.01.2010, som er 394 flere enn året før. Lier har 39 000 dekar dyrket mark, 195 000 dekar produktiv skog. Med 200 000m² veksthus er de landets desidert største vekstkommune for grønnsaker på friland og bærproduksjon er e nest størst, mens de er nr 5 innen fruktdyrking. Landbruket preger fortsatt Lierbygda, men de har også en sterk og variert industrinæring og stor bredde i varehandel og tjenesteproduksjon (LierKommune 2013)

5. Metoder

5.1 Definisjoner

Avløpsvann er en samlebetegnelse for gråvann, svartvann, regnvann og smeltevann.

Avløpsvannet kan komme fra avføring fra toaletter(svartvann), vaskevann(gråvann), regnvann fra harde overflater, havvannsinntrengning, motorveivrenning, direkte inntrengning av elvevann og avfallsvann fra industri og jordbruk.

Avløpsvannets sammensetning varierer i forhold til hvor det kommer fra. Regnvann kan for eksempel inneholde spor av olje og bensin, men er som oftest ganske rent. Avrenning fra jordbruk kan inneholde store mengder fosfor, det samme gjelder avrenning der vi har marin leire fra tiden før vi hadde jordbruk.

Avløpsanlegg er laget for å håndtere avløpsvann, og som består av en eller flere av følgende komponenter; transportsystem(ledninger, pumpestasjoner og overløp), renseanlegg og utslippsordning.(Norsk Akkreditering 2011)

BOF er en forkortelse for biokjemisk oksygenforbruk. Alt vann inneholder små mengder av organiske komponenter. Mikroorganismer i vann bruker disse organiske komponentene som mat.

Biokjemisk oksygenforbruk(BOF) er mengden av oppløst oksygen som trengs fra aerobiske biologiske organismer i vannet for å bryte ned det organiske materialet i vannet i en gitt vannprøve med en bestemt temperatur over en bestemt tidsperiode. Testen er ikke spesielt nøyaktig, men blir ofte brukt som en indikator på den organiske kvaliteten i vannet. BOF verdien blir som oftest oppgitt i milligram oksygen forbruk per liter av prøven, over 5 eller 7 dagers inkubering ved $20 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$.

Fellessystem er et system for avløpsvann der både overvann og spillvann går i samme rørsystem ut fra abonnentene. Ved kraftig nedbør vil et fellessystem gå i overløp og man får fortynnet avløpsvann som sendes direkte ut i resipient.

Fortynningsgrad betyr hvor mange ganger større vannføringen inn på renseanlegg har blitt i forhold til ufortynnet spillvann ut fra boligene

Fremmedvann defineres som overvann, drensvann eller grunnvann og tilføres spillvannsledningen på grunn av innlekking eller feilkobling. Det er også inntak av utlekkende drikkevann når vannledningene ligger i samme grøft, samt innlekking av sjøvann.

Ulemper ved Fremmedvann er:

- Fører til økte utgifter i form av mer rensing(høyere forbruk av koagulanter)
- Økte kostnader for pumping
- Økte kostnader til investering (enten bygge ut eksisterende anlegg, eller helt nye anlegg), enhetsprosesser, utstyr og anlegg må dimensjoneres større
- Fremmedvannet tar med forurensninger ut gjennom rensenanlegget via økt gjennomstrømning. Utslippet i kg P/år er proporsjonalt med vannmengden gjennom anlegget.
- Minker tilgjengelig kapasitet i transportsystemet som fører til at ledningskapasiteten blir for liten(må legges nye ledninger, eventuelt kjelleroversvømmeler) og overløp og nødoverløp trer oftere i kraft slik at overløpsutslippene øker.

(Lindholm 2012)

KOF er en forkortelse for kjemisk oksygenforbruk. KOF-analysen er basert på kjemiske oksidasjonsreaksjoner hvor man kan regne om forbruket av oksidasjonsmiddel til en ekvivalent konsentrasjon av oksygen. KOF oppgis derfor som $g O_2/m^3$. Analysen utføres ved at man koker en blanding av prøve, kaliumdikromat og svovelsyre, og deretter registrerer den forbrukte mengde kaliumdikromat per volumenhet. Mengden forbrukt kaliumdikromat regnes om til oksygen($g O_2/m^3$). (Ødegaard & Norheim 2012). KOF vil alltid måle mer organisk stoff enn BOF fordi det bryter ned også det tyngst nedbrytbare stoffet som ikke bakteriene klarer. Men i tillegg finnes det en del uorganiske forbindelser i avløpsvannet som for eksempel klorid, nitritt, hydrogensulfid, svoveldioksid og toverdug jern som også vil oksyderes i en KOF analyse slik at KOF konsentrasjonen blir feilaktig for høy (Vråle 2013)

LOC er løst organisk stoff, det vil si målt på filtrert prøve.

Norsk Akkreditering, NA, er utpekt av Nærings- og handelsdepartementet til å utføre teknisk akkreditering. «Akkreditering er en offisiell anerkjennelse av en organisasjons kompetanse og evne til å utføre angitte oppgaver i samsvar med gitte krav». I denne sammenhengen gjelder det for prøvetaking. (Akkreditering 2013)

Næringsstoffer i vann er de viktigste stoffene for biologisk liv i vannforekomster. Disse er fosfor og nitrogen. For høye tilførsler av disse næringsstoffene fører til uønsket algeoppblomstring(eutrofiering), og kontroll med utslipp av næringsstoffer er derfor en av de viktigste årsakene til at vi renses fosfor eller nitrogen fra avløpsvann. Alger er fotosyntetiske

organismer, dvs. at de bruker solen som energikilde og CO₂ som karbonkilde og er altså uavhengig av organisk stoff for sin vekst, som da styres helt av tilgangen på næringsstoffer. Alger kan bare vokse i overflatelaget hvor sollys slipper til og når algene vokser om dagen produseres oksygen og pH stiger (Vråle personlig meddelelse). Algeoppblomstring kan gi uønskede virkninger i vannforekomsten i overflatelaget ved sterk vekst redusert siktedyp og grønske. Når algene dør og synker ned i dyplaget vil oksygeninnholdet reduseres. De brytes ned av bakterier, toksisk(giftig) virkning oppstår idet mange alger skiller ut algetoksiner, økt turbiditet idet algene er partikler, samt lukt og smak idet mange alger skiller ut stoffer som gir lukt og smak på vannet. (Ødegaard & Norheim 2012)

Fosfor: finnes i avløpsvannet både i form av organisk bundet og uorganisk fosfor som kan deles inn i orthofosfat(PO₄³⁻) og pokyfosfat(P₂O₇⁴⁻ og P₃O₁₀⁵⁻). Kravene til fosfor i utslipp gis i form av total fosfor(Tot-P), som er summen av de nevnte gruppene. Det er orthofosfat(80-90 % av det løste fosfatet) som dominerer, og det er også denne formen av fosfat som plantene kan nyttiggjøre seg av. Fosfor er vanligvis det begrensede næringsstoffet i ferskvann og kan gjøres enda mer begrensede ved å redusere tilførselene ytterligere. (Ødegaard & Norheim 2012)

Nitrogen: foreligger i avløpsvann som organisk bundet nitrogen(f.eks i form av urea) og uorganisk nitrogen i form av ammonium(NH₄⁺) og nitritt og nitrat(NO₂⁻ og NO₃⁻). Summen av disse utgjør total nitrogen(Tot-N) som er det man setter krav til ved utslipp av avløpsvann. I råkloakk med lite oksygen er det nesten ikke nitritt eller nitrat tilstede og Tot-N er derfor tilnærmet lik organisk N pluss NH₄ pluss NH₄-N, ca 20% partikulært nitrogen. Dette stammer i vesentlig grad fra forbindelser som mennesker skiller ut ved avføring etter nedbryting av proteiner i kroppen, men også et lite bidrag fra vask(matrester og flytende avfall). Ved industri som for eksempel slakterier og meierier vil avløp her gi et vesentlig proteinbidrag. Nitrogen kan sies å være det begrensede næringsstoffet i saltvann (Ødegaard & Norheim 2012)

Overløp er en viktig del av nettet der vi har fellessystem for å kunne lede vannet vekk ved for høy belastning på ledningsnettet. Hensikten til overløpet er å hindre overbelastning av renseanlegget nedstrøms under perioder med ekstreme vannmengder, enten i form av snøsmelting, nedbør eller begge deler. Det finnes mange typer overløp fordelt utover i et avløpsnett (oppsamlingsnett) og det er forurensningstapene ut via disse overløpene som er et stort problem. (Vråle 2013)

Overvann er vann som renner av på overflaten fra tak, vegger og andre tette flater. Det er vann på bakkenivå som oppstår fra nedbør og smeltevann. Lokal overvannsdiskonering er veldig aktuelt i

disse tider(og har vært det i 1990 årene) med klimaforandringer som øker nedbørintensiteten. Overvannet er i utgangspunktet å regne som rent vann, men kan noen ganger føre med seg forurensninger avhengig av hvor vannet har oppholdt seg og lengden på oppholdet.

Prøvetakingsmetode: er utfordrende da en prøve med en liten mengde med vann skal kunne være representativ i forhold til resten av vannmengden. God prøvetakingsmetode stiller krav til valgt uttakssted, at den skjer forskriftsmessig, med kvalifisert personell samt riktig utstyr. Det er Klima- og forurensningsdirektoratet(KLIF) som setter rammene for prøvetakingen.

I et **Separatsystem** har man separate overvanns- og spillvannsledninger. Ved kraftig nedbør blir overvannet ledet direkte til ferskvann eller fjord, mens spillvannet transporteres til rensesanlegg.

Suspendert stoff i avløpsvann er sammensatt av både organisk og uorganisk stoff. Suspendert stoff benyttes som vannkvalitetsparameter både ved dimensjonering, driftskontroll og utslippskontroll av avløpsrensanlegg og er derfor en svært sentral parameter i avløpsteknikken. (Ødegaard & Norheim 2012)

Sydskogen undersøkelsene er nøyaktige undersøkelser for å kontrollere gjennomsnittlig forurensningsproduksjon i avløpsvann fra husholdning. Se avsnitt 4.5.2. for nærmere informasjon.

Tilføringsgrad er forholdet mellom den forurensningsmengden som tilføres i et punkt i avløpsnett, f.eks et rensesanlegg, og total forurensningsproduksjon innenfor punktets influensområde (normalt rensedistrikt). Tilføringsgraden er produktet av tilknytningsgraden til transportsystemet og transportsystemets virkningsgrad. Tilføringsgraden beregnes på grunnlag av vannmengdemålinger og målinger av konsentrasjonene av ett eller flere sporstoffer. For at en komponent skal bli benyttet som sporstoff må det oppfylle krav som blant annet; de må være stabile, dvs i liten grad endre karakter på veien til rensesanlegg, må ikke forekomme i fremmedvann, må være enkle å analysere, må ikke påvirkes av eventuelle selvrensingsproblemer i transportsystemet. Dette løses best ved at vi benytter ukeblandprøver fremfor døgnblandprøver. De to mest aktuelle komponentene for sporstoff er total fosfor(Tot-P) og total nitrogen(Tot-N), der det er Tot-P som oppfyller kravene best og vanligvis blir benyttet.(Forurensningstilsyn 1995)

Tilknytningsgraden er forholdet mellom antall personenheter(PE) som er tilknyttet et avløpsnett innen et gitt område og totalt antall personenheter innenfor dette området.

(Forurensningstilsyn 1995). Her kan man beregne tilføringsgraden ved hjelp av fosfor, nitrogen, BOF eller KOF.

$$\frac{\text{Tilføringsgrad}_{\text{BOF/KOF}}^{\text{fosfor/nitrogen}}}{\text{antall tilknytte PE} + \text{industri (tall oppgitt i PE)}}$$

Metoder som kan brukes for å bestemme tilføringsgraden er oppsamlingsmetoden, tapsmetoden og vannbalansemetoden. Oppsamlingsmetoden er den enkleste, mest anvendte og mest aktuelle ved lave tilføringsgrader (60-80 prosent). Ved tapsmetoden måles det i bekker og elver for å bestemme forurensningstapene i distriktet. Denne metoden er mest aktuell når tilføringsgraden kommer over 90 %. Metoden kan da brukes alene eller sammen med oppsamlingsmetoden. I vannbalansemetoden tar man utgangspunkt i målt vannforbruk og teoretiske konsentrasjoner i spillvannet ut fra forbrukerne. Ved å måle vannføringer og konsentrasjoner ved renseanlegget er det mulig å beregne hvor mye tilløpet tilsvarer i uforyttnet spillvann (Forurensningstilsyn 1995).

Virkningsgraden er forholdet mellom den forureningsmengde som når frem til et punkt i et avløpsnett og total forureningsmengde som tilføres avløpsnettet oppstrøms punktet. (Forurensningstilsyn 1995)

Vannmengdemåling er måling av vannføring og av totalt tilført vannmengde i avløpsrenseanlegget, og vannmengde i overløp. Vannmengdemåling omfattes av kravet til akkreditert prøvetaking, da dette kan ha stor innvirkning på måling av tilførte stoffer (fosfor, nitrogen, organiske stoffer, osv). Statens forurensningstilsyn har besluttet at vannmengdemålingens usikkerhet skal være innenfor $\pm 10\%$. (Norsk Akkreditering 2011)

5.2 Uvanlige forhold ved avløpsrenseanlegg

Eksempler på uforutsette hendelser som kan være med på å påvirke resultatene på data inn til de forskjellige renseanleggene kan være strømbrudd, alvorlige industripåslipp, ulykker, ekstrem nedbør osv. (Liltved et al. 2006).

NIVA foreslår at en prøve unntas fra rapporteringen til myndighetene dersom innløpskonsentrasjonen i døgnblandprøven ligger lavere enn 1,5 ganger standardavvik under middel. Dette er i overensstemmelse med (Nedland 2002a).

Forslag til ekstreme verdier:

Det er gjerne verdier som ligger mer enn 1,5 ganger standardavviket fra middelverdien som vi kan karakterisere som ekstreme verdier. Middelverdier og standardavvik beregnes på grunnlag av alle analyseresultater som er tatt for den aktuelle parameteren på det aktuelle stedet.

Ved avløpsrensaneanlegg i Norge tas det normalt ukeblandprøver på tot-P og døgnblandprøver for BOF og KOF. Man kan imidlertid velge og også bruke døgnblandprøve for fosfor. I en ukeblandprøve slår et regnskyll lite ut, mens i en døgnblandprøve påvirkes fortynningen mye mer. I tillegg har man i rørene sedimenterte forurensninger som spyles ut ved en first flush og får en kraftigere påvirkning på døgnblandprøver enn ukeblandprøver og blir derfor ikke representativt.

5.3 Prøvetaking

Hvis man tar utgangspunkt i en ideell situasjon der uniforme partikler med samme fysiske og kjemiske egenskaper er jevnt fordelt i en vannstrøm, vil det være enkelt å ta ut en representativ prøve. Avløpsvannet som føres frem til kommunale avløpsrensaneanlegg, består av en blanding av oppløste stoffer, kolloidale forbindelser og partikler. Det er partikkelinnholdet som representerer den største utfordringen ved prøvetakingen, fordi disse har ulik størrelse, form og spesifikk vekt. Dette gir seg utslag i at partiklene har ulik synkehastighet og vil bli transportert i ulike nivåer (sjikt) i en vannstrøm hvis det ikke opptrer en tilstrekkelig grad av turbulens slik at partiklene er jevnt fordelt i vannmassen. Valg av prøvetakingspunkt handler derfor i stor grad om å finne et punkt med god turbulens. Dette gjelder både på innløpet og på utløpet, men god turbulens vil ha størst betydning på innløpet. Analyseresultatene som skal legges til grunn, vil kunne påvirkes av feilkilder innen to hovedområder (Storhaug 2004):

1. Feil ved uttak av prøven fra vannstrømmen som følge av store forskjeller i partiklenes størrelse, form og spesifikk vekt
2. Feil ved uttak fra oppsamlingsbeholder for prøve, dvs. ved overføring av prøve fra oppsamlingsbeholder til prøveflaske som skal sendes til laboratoriet

Prøvetakingspunktet på innløpet til primærrensaneanlegget må plasseres slik at det blir mulig å ta ut en representativ prøve av forurensningsmengden som tilføres anlegget, dvs. prøvepunktet må ligge foran første behandlingstrinn i anlegget. I tillegg må prøvepunktet plasseres foran evt. returstrømmer i anlegget (for eksempel rejektivann fra sentrifuger) og doserings-punkter for kjemikalier. Prøvepunktet på utløpet må plasseres slik at det blir mulig å ta ut en representativ prøve av den samlede avløpsmengden som slippes ut fra anlegget. Dette innebærer at på anlegg med flere parallelle behandlingslinjer, må prøvepunktet plasseres slik at den samlede vannmengden fra samtlige behandlingslinjer fanges opp. Hovedregelen er at prøvene må tas i punkter med god turbulens. Prøvetakingspunktet må plasseres slik at andre rensetrinn ikke påvirker de hydrauliske forholdene. For eksempel vil oppstuvning foran en rist kunne påvirke prøvepunktet hvis dette er plassert i et område som påvirkes av oppstuvningen foran risten (Storhaug 2004)

Det er to hovedtyper av prøvetakere som er aktuelle til bruk på avløpsrensaneanlegg:

Vakuumpåprøvetakere:

Ved vakuumpåprøvetakere innstilles ønsket prøvevolum ved hjelp av innløpsrøret i prøvekommeret. Ved prøve-takingen suges det opp et større volum enn det man ønsker som prøvevolum, og det overskytende presses ut gjennom innløpsrøret i prøvekommeret og sugeslangen. En prøve-takingssyklus vil normalt bestå av følgende faser.

1. Prøvekommer og sugeslange blåses rent.
2. Vakuumpumpen danner vakuu i prøvekommeret og prøven suges opp i slangen. En nivåføler registrerer når maks. nivå i prøvekommeret er nådd og oppsugingen stanser.
3. Ved hjelp av vakuumpumpen (reverserbar) dannes et overtrykk i prøve-takingskommeret og vannvolumet som er større enn ønsket prøvevolum presses ut via sugeslangen. Dette må skje svært raskt for å hindre at de største partiklene sedimenterer i prøvekommeret.
4. Utløpsventilen fra prøvekommeret åpnes og prøven føres ned i oppsamlingsbeholderen (Storhaug 2004).

Slangeprøvetakere:

Ved slangeprøvetakeren benyttes en slangepumpe (peristaltisk pumpe) som suger opp avløpsvann. Prøvevolumet som skal suges opp, innstilles manuelt på prøvetakerens kontrollerdel. Avhengig av hvilken type slangeprøvetaker det dreier seg om, vil sensorer for gjennomstrømning i sugeslangen, omdreiningsteller for pumpe og/eller driftstid regulere mengden avløpsvann som suges opp. En prøvetakingssyklus vil normalt bestå av følgende faser:

1. Slangepumpen pumper ut vann som ligger i slangen etter siste prøvetaking. Dreieretningen på pumpen er reversert i forhold til ved oppsuging av prøve.
2. Dreieretningen på pumpen endres, og pumpen starter å suge opp avløpsvann.
3. Når avløpsvannet kommer fram til pumpehodet, starter registreringen av prøvevolum.
4. Pumpen stopper når innstilt volum har passert pumpehodet (Storhaug 2004).

Tabell 1 Krav til prøvetakingfrekvens. (NIVA 2006)

Anleggsstørrelse	Prøvetakingsfrekvens
50- < 1000 PE	≥ 6 prøver per år
1000- < 10 000	≥ 12 prøver per år
≥10 000	≥ 24 prøver per år

5.3.1 Prøvetameter

Det er mange ulike metoder og måter å ta ut prøver på. For å få en bedre oversikt gjengis her de viktigste metodene, og slik de er definert i SFT's «Veiledning for prøvetaking ved avløpsanlegg»(SFT1994) samt «veileder for prøvetaker og analyse av miljøgifter i innløps- og utløpsvann fra avløpsrensaneanlegg» (SFT 2008).

Vi har stikkprøver, tidsproporsjonale prøver, mengdeproporsjonale prøver, tidsforskjøvne prøver og en prøve per pumpestart. I tillegg kan disse ulike metodene å ta ut prøver på, blandes inn via døgnblandprøve, dagblandprøve, nattblandprøve og ukeblandprøve. (Olsen 1994)

Stikkprøver bør kun benyttes dersom man vet at tilrenningen og konsentrasjonen på avløpsvannet er noenlunde konstant (noe det i praksis aldri er). Hvis ikke dette er oppfylt kan en stikkprøve i beste fall bli sett på som en antydning til hvordan forholdene er. Ved en stikkprøve tas det ikke hensyn til variasjoner i vannmengde og sammensetning, da dette kun er en enkel prøve der hele prøvevolumet blir tatt ved et tidspunkt (SFT 2008).

Kvalifiserte stikkprøver er en blandprøve som settes sammen av minimum 5 like store stikkprøver som blir tatt ut i løpet av et tidsrom på 2 timer, men som heller ikke tas ut med et kortere intervall enn 2 minutter (SFT 2008).

Tidsproporsjonale prøver er prøver som tas ut med en fast hyppighet. Her tar man ut en fast mengde volum til faste tider, og man går derfor glipp av vannførings- og konsentrasjonstoppene. Det tas ut like mange prøver og like stort volum, uavhengig av om konsentrasjonen og vannføringen er høy (SFT 2008).

Mengdeproporsjonale døgnblandprøver er en serie med prøver, tatt over et døgn, som tas ut mengdeproporsjonalt. Dette kan gjøres på tre forskjellige måter (SFT 2008):

1. Prøvevolumet er konstant, mens prøvetakingsfrekvensen er proporsjonal med vannmengden. Ved automatisk prøvetaking benyttes denne metoden vanligvis ved at vannmengdemålere gir impuls pr. fast gjennomløpt vannmengde om uttak av delprøvene.
2. Delprøvene blir tatt ut med faste tidsintervall, mens prøvevolumet er proporsjonalt med vannmengden i intervallet.
3. Delprøvene blir tatt ut med faste tidsintervall, mens prøvevolumet er proporsjonalt med vannføringen på uttakstidspunktet

En døgnblandprøve kan tas ut på alle de overnevnte metodene for prøvetaking, og er en blanding av alle prøvene som blir tatt over et helt døgn. Hensikten med dette er at bare en prøve må analyseres. I tillegg kan det være interessant å se hvordan forurensningsmengdene som passerer prøvetakingsstedet varierer fra dag til dag. Disse prøvene kan også brukes til å beregne rensegraden over et døgn, og kan dermed også være med på å styre renseprosesser. (SFT 2008)

En dagblandprøve og nattblandprøve viser tilsvarende resultater som en døgnblandprøve, men for hhv dag og natt. Dette fordi det er store forskjeller på dag og natt, da forurensningsmengdene er mye større om dagen, mens det om natta kan gi en indikasjon på hvor stor del av avløpet som kommer av innlekking fra fremmedvann. (SFT 2008)

Ukeblandprøver er blandprøver der uttaksperioden går over en hel uke. Vanligvis består en ukeblandprøve av 7 døgnblandprøver, der prøvene er mengdeproporsjonale. Om blandprøvene ikke er mengdeproporsjonale, settes ukeblandprøven sammen av døgnprøver der det for hvert døgn benyttes en prøvemengde som er proporsjonal med vannmengden i døgnet prøven representerer. (Johannessen et al. 2011)

5.3.2 Studie av lagringseffekter

Prøvetaking og konservering på avløpsrensaneanlegg:

Det er ett felles trekk som går igjen for alle analysevariable: prøvene er vesentlig mer stabile når de oppbevares kjølig enn ved romtemperatur. I løpet av 7 døgn er reduksjonen i analyseresultatet gjennomgående mindre enn ti prosent i forhold til den delprøven som ble tatt ut og konservert samtidig som lagringsforsøket ble igangsatt. Avviket er stort sett mindre enn fem prosent hvis prøvene konserveres innen to døgn. Ved lagring av prøvene i romtemperatur vil man gjennomgående få en reduksjon i konsentrasjon på omtrent 10 % etter 2-3 døgn, for samtlige variable unntatt fosfor (Hovind et al. 1988).

Om lagringstemperaturen har avgjørende betydning for analyseresultatet, så betyr valget av konserveringsmetode svært lite. For KOF, TOC, Tot-P og Tot-N er forskjellen mellom syrekonsentrerte prøver og dypfryste prøver mindre enn den usikkerheten som er knyttet til analysen. Av praktiske grunner vil derfor syrekonservering som regel være å foretrekke. Unntaket er prøver til bestemmelse av biokjemisk oksygenforbruk, som må dypfryses hvis de skal oppbevares en tid før analyse. Prøver til tørrstoffbestemmelse skal ikke forbehandles overhodet. (Hovind et al. 1988)

For variablene KOF, TOC og Tot-P er det i datasettene her observert en generell tendens til at resultatene for de delprøvene som ble tatt ut og konservert ved igangsettingen av forsøket, er lavere enn resultatene for den ferske prøven som ble analysert samme dag uten konservering. Dette er ikke tidligere rapportert som et problem for disse analysevariablene. Prøvene med de høyeste konsentrasjonene industriavløp og noen innløpsprøver fra kommunale rensaneanlegg viser

best overensstemmelse i resultatene mellom syrekonserverte og ferske prøver. Prøvene med lavere innhold av organisk stoff viste en tendens til å avvike mer fra de ferske prøvene, men for disse var det samtidig større variasjon fra en prøve til en annen. (Hovind et al. 1988)

Ingen slik effekt ble observert for Tot-N, men for denne variabelen ble bare innløpsprøver analysert. For BOF ble det ikke analysert ferske prøver, men det er tidligere omtalt at eventuelle forskjeller mellom ferske og dypfryste prøver er mindre enn analyseusikkerheten. Disse uoverensstemmelsene mellom resultatene for fersk og ukonsentrert prøve tatt samme dag, må belyses nærmere gjennom egne forsøk. (Hovind et al. 1988)

Avviket mellom analyseresultatene for prøver som konserveres med syre eller ved dypfrysing, er mindre enn analyseusikkerheten. Dette gjelder både for kjemisk oksygenforbruk, total organisk karbon, totalfosfor og totalnitrogen. (Hovind et al. 1988)

Ved konservering av avløpsvann gjennom syretilsetning eller ved dypfrysing kan en del av det løste stoffet felles ut. Dette er avhengig av hvilken forbehandling som er brukt. Bestemmelse av suspendert stoff skal derfor bare utføres på ubehandlede prøver slik standarden foreskriver, eventuelt lagres ved + 4°C inntil analysen kan utføres. (Hovind et al. 1988)

5.3.3 Norsk Akkreditering

Akkrediteringsstandarden NS-EN ISO/IEC 17025 omfatter prøvetaking i tillegg til prøving og kalibrering. I kapittel 5.2 beskrives dette:

«Personell (5.2) System for opplæring og vedlikehold av kompetanse:

Alle former for prøvetaking krever kunnskap om plassering av prøvetaker/prøvetakingspunkt, hvordan utstyret som benyttes fungerer og hvorledes utstyret skal behandles for å gi representative prøver. Det skal være beskrevet hvilke krav som stilles til alle funksjoner involvert i prøvetakingen og hvordan personell læres opp og godkjennes. Det skal i styringssystemet angis hvilke kriterier som ligger til grunn for godkjenning.

Laboratoriet skal beskrive hvilken kompetanse den enkelte må ha for å utføre prøvetaking. Her bør det tas med både den formelle kompetansen (krav til utdanning) og de praktiske ferdighetene som kreves. Det bør angis hvilken kunnskap den enkelte medarbeider må ha om spesifisert utstyr (funksjon, håndtering, bruk) og prøvetakingspunkt.

Det må også stilles krav til kunnskap om hvordan en prøve skal behandles frem til overlevering til prøvingslaboratoriet. Dette kan for eksempel være konservering, merking, bruk av emballasje, uttak av sekundær prøve, transporttider, temperatur under lagring og transport. » (Norsk Akkreditering 2011)

«Lokaler og miljøforhold (5.3):

Det skal finnes en skjematisk oversikt (f. eks. flytskjema) over hvert enkelt avløpsrenseanlegg som inkluderer rensetrinn, septiktilførsel, overløp, prøvetakingspunkter, mengdemålere, returstrømmer og annet som kan påvirke prøven. Det bør også utformes en skisse som viser selve prøvetakingspunktet i avløpsstrømmen (plassering og avstander fra vegg og bunn). »(Norsk Akkreditering 2011)

5.4 Datagrunnlaget

Datagrunnlaget som vi får sendt over fra kommunene for undersøkelsene skal omfatte inn- og utløpsverdier for Total-Fosfor, Total-Nitrogen, BOF, KOF, SS og LOC, gjennomsnittlig vannføring i m³/d over uka og gjennomsnittlig vann i overløp. Prøvene er omtalt som mengdeproporsjonale blandeprøver. Det ble i utgangspunktet spurt etter de siste 3 årenes analyser.

Samtlige kommuner i Godt Vann Drammensregionen ble spurt om å delta. Det betyr at Øvre Eiker, Nedre Eiker, Røyken, Lier, Svelvik, Drammen, Sande, Hurum og Modum fikk invitasjon. Av disse 9 kommunene mottok vi data fra Øvre Eiker ved Hokksund renseanlegg, Lier ved Linnes-, Sylling- og Sjøstad renseanlegg, samt Sande ved Lersbryggen renseanlegg.

Nedbørsdata er hentet fra Bioforsk AgroMetBase (<http://lmtcloud.bioforsk.no/agrometbase/index.php>).

5.5 Funksjonsanalyse av avløpsnett

En funksjonsanalyse av ledningsnett består i å analysere inn- og utløpsdata tatt av parametere som fosfor, nitrogen, BOF, KOF og SS. Her kan det undersøkes fremmedvannmengder tilført, samlet tap av forurensninger, tilføringsgrader, tilførte PE osv. Det er veldig viktige at de

spesifikke tallene er riktige når vi jobber med funksjonsanalyse av avløpsnett. Gamle spesifikke tall for fosfor og vannforbruk pr. person/døgn er gjerne ofte høyere enn hva som er reelt i dag, men som «hjelper» kommunene til å tro at de har mindre fremmedvannmengder tilført. I tillegg er det veldig viktig med god prøvetaking. Det er prøvetaking og spesifikke tall som danner grunnlaget for riktige beregninger i en funksjonsanalyse.

5.5.1 Tradisjonelle spesifikke tall

Grunnlaget for funksjonsanalysen av ledningsnett bygger på riktige spesifikke tall for fosfor, nitrogen, BOF, KOF og SS. Skal man klare å kartlegge tapene av forurensningene er dette essensielt, da bruken av riktige kontra feil tall kan gi store utslag.

Historien bak de spesifikke tallene stammer fra en tidligere NIVA rapport utarbeidet av Stene Johansen i forbindelse med Oslofjordundersøkelsen i 1967 delrapport 11 «Totaltilførsel og forurensningskomponenter via elver, bekker og avløpsledninger til indre Oslofjord» (Johansen, S. Stene 1967). Dette kan man lese mer om i «Riktige spesifikke forurensningstall nødvendig for gjennomføring av funksjonsanalyser for avløpsnett» av Lasse Vråle(2012). Fastsettelsen av det tradisjonelle spesifikke tallet for fosfor på 2,5 g P/pd baserer seg på målinger fra 10 forskjellige målestasjoner i Oslo og Bærum, samt en vurdering ut fra teoretiske beregninger og sammenligninger med tilsvarende tall fra utlandet. De teoretiske beregningene her går blant annet ut på at fosfor fra menneskelige ekskrementer er hentet fra voksne menn, som ikke kan sees representativt over en større befolkning. Et annet viktig forhold er at fosfor fra vaskemiddelbidrag fra tøyvask var svært høyt i 1960-årene, men etter restriksjoner fra myndighetene er dette omtrent null i dag. Det tas i undersøkelsene heller ikke høyde for tilstrømmende arbeidstakere med positivt pendlerbidrag, da regnestykket bare divideres med bosatte personer **p**.

$PE = p + pe$, hvor:

PE = personenheter

p = bosatt befolkning innenfor rensedistriktet

pe = personekvivalenter fra erverv og industri

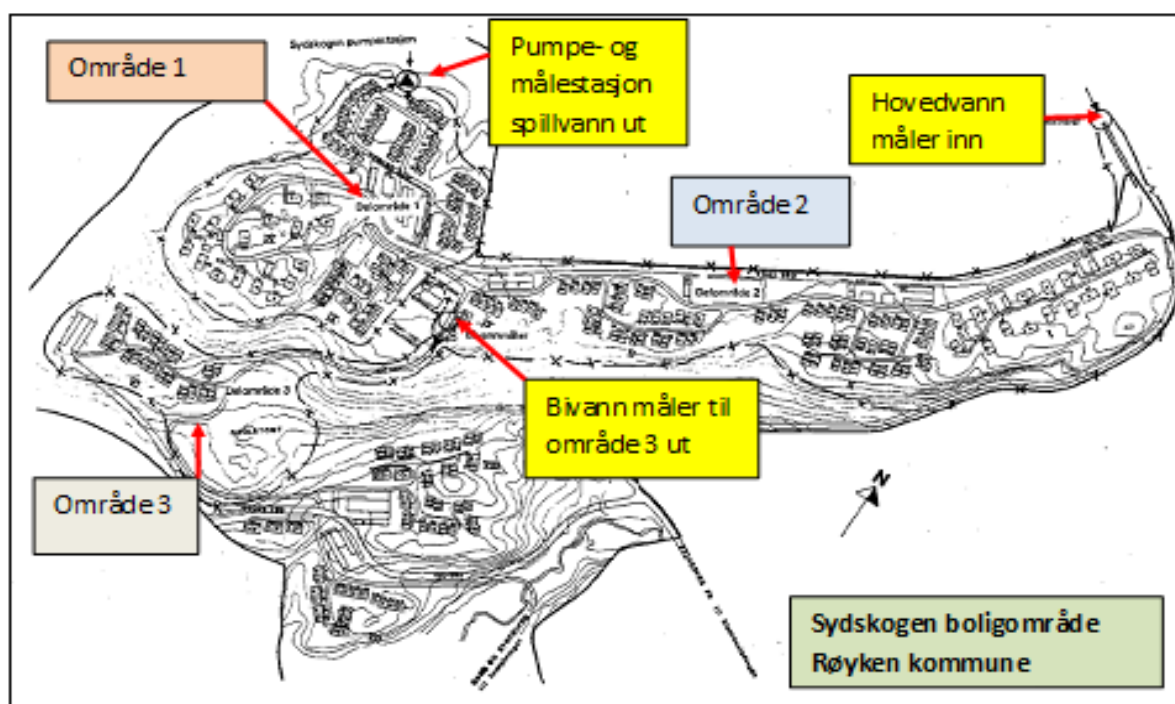
Dette betyr at vi kan definere spesifikke tall per **p** eller pr **PE** for som også inkluderer bidrag fra erverv og industri etc. Dette utgjør summen av p og pe og gir et vesentlig større tall enn **p** alene.

Konklusjonen er at for et større rensedistrikt eller vannforsyningsområde vil spesifikke tall dividert på **p** eller **PE** bli to helt forskjellige tall og vil skape uklarheter! Kanskje bør begge tall oppgis. (Vråle 2011)

Tradisjonelle spesifikke tall	
Parameter	g/ p.d
Tot-P	2,5
Tot-N	12
BOF5	70-75
KOF	120-150

Figur 1 Tradisjonelle spesifikke tall

5.5.2 Sydskogen undersøkelsene



Figur 2 Oversikt over Sydskogen boligområdet med de tre undersøkelsesområdene og vannmålere.

På bakgrunn av at begrepet «Tilføringsgrad» fikk sitt inntog i 1970-årene og som sier noe om hvor stor andel av forurensingene fra befolkning og erverv innenfor et rensedistrikt som kommer frem til renseanlegg, trengte man «riktigere» spesifikke tall enn de man hadde beregnet på 1960-tallet. Tallene fra 1960-tallet er gjort ut ifra teoretiske beregninger, og hvis disse spesifikke tallene var for høye ville tilføringsgradene bli desto lavere. (Vråle 2012)

I regi av NIVA ble det i 1980-årene satt i gang store forskningsprosjekter for å kartlegge de spesifikke tallene, om de var riktige eller for høye. Området som ble valgt ut til undersøkelsen

var Sydskogen i Røyken kommune. Man valgte dette boligområdet fordi dette var helt nytt og med garantert tette rør for både drikkevann og avløp, uten tilførsel av fremmedvann. Det ble utført døgnblandprøver i 4 uker og ukeblandprøver i 52 uker i to uavhengige undersøkelser, der alt ble målt og kvalitetssikret på NIVA's laboratorium i Maridalen. Vannmengdene i området ble målt og kontrollert i tre uavhengige ledd; kommunal hovedvannmåler inn i feltet, individuelle vannmålere i alle boligene og i pumpestasjonens vannmålerysystem. (Vråle 2012)

I tillegg til dette utførte man en spørreundersøkelse i området for å kartlegge antall personer per leilighet, alder, kjønn arbeids- og skoleforhold. På denne måten kunne man kartlegge pendlerforholdene, og dermed også beregne tilstedeværelsen. På denne måten kunne man da beregne de spesifikke tallene ved 100 % tilstedeværelse, da pendlerforholdene kunne vise seg å innvirke svært mye på de spesifikke tallene. (Vråle 2012)

Parameter	Benevning	Ved 100% tilstedeværelse	Under rådende pendlerforhold
Tot-P	g P/ p.d	1,6	1,4
Tot-N	g N/ p.d	12	10,6
BOF ₅	g O/p.d	40	41
KOF	g O/p.d	94	85
Suspendert stoff	g SS/p.d	42	37

Figur 3 Spesifikke tall fra sydskogen undersøkelsene

5.6 Metoder for å beregne fremmedvann

For å beregne fremmedvanntilføring i avløpsnettet kan det benyttes flere forskjellige metoder. I denne oppgaven er det valgt å fokusere på to metoder, begge utarbeidet av ansatte ved UMB i form av Vråle- og Lindholm/Bjerkholt-metoden. Forskjellen på disse to er basis for hvordan det regnes ut. Vråle-metoden sammenligner en database med konsentrasjoner av ufortynnet spillvann med innkommende konsentrasjoner. Lindholm/Bjerkholt-metoden antar en spesifikk vannmengde for ufortynnet spillvann i boligene og en spesifikk fosformengde og regner ut en antatt konsentrasjon. Den blir litt lavere hvis man ser på tallene. Måten man så angir fremmedvannsmengden er litt mere smak og behag.

5.6.1 Vråle-metoden

Denne metoden går ut på å beregne tilførte personenheter PE inn til renseanleggene basert på flere parametere, som Tot-P, Tot-N og KOF eventuelt BOF. Det bør helst anvendes ukeblandprøver, men døgnblandprøver kan også aksepteres selv om de gir større usikkerhet. Prøvene tas også i regnværperioder, noe som ikke var tillatt ved beregning av tilføringsgrad. Metoden tar utgangspunkt i spesifikke tall fra Sydiskogen-undersøkelsene, og den uttrykker hvor mye rent fremmedvann som fortynner avløpsvannet slik det foreligger ut fra husholdningene. Fremmedvann fremstilles i prosent i forhold til ufortynnet spillvann fra boliger. (Vråle 2011)

Fortynningsgraden beregnes på følgende måte:

$$\begin{aligned} \text{Fortynningsgraden: } & \frac{\text{Fremmedvann} + \text{ufortynnet spillvann}}{\text{ufortynnet spillvann}} \\ & = \frac{\text{konsentrasjon fra bolig}}{\text{konsentrasjon inn renseanlegg}} \end{aligned}$$

Formel for fremmedvann i prosent av ufortynnet avløpsvann:

$$FV = \left(\frac{C_1}{C_2} - 1 \right) * 100$$

C_1 = konsentrasjon i ufortynnet spillvann i husholdning

C_2 = konsentrasjon inn på renseanlegg

(Vråle 2011)

Denne metoden unngår å trekke inn vannmengder og kan da avledes direkte fra fortynningsgraden.

Nr	Total forfor mg P/l	Total Nitrogen mg N/l	Organisk Stoff KOF mg O/l	Fortynningsgrad	Spesifikk vannmengde Inn renseanlegg l/PE.d	Fremmedvann Innvirkning Omfang
1	14-15	80 - 90	650 - 700	1,0	140	ingen
2	10-14	60 - 80	470 - 650	1,0 - 1,4	140 - 200	liten
3	7-10	40 - 60	320 - 470	1,4 - 2,0	200 - 280	moderat
4	4-7	24 - 40	190 - 320	2,0 - 3,6	280 - 500	stor
5	2-4	12 - 24	100 - 190	3,6 - 7,2	500 - 1000	meget stor

Figur 4 Sammenheng mellom ukeblandprøve konsentrasjon i innløpsprøver til renseanlegg og innvirkning av fremmedvann. Tabellen gjelder bare for prøvetakere som er plassert oppstrøms alle returvannstrømmer og det ikke forekommer septiktømming på innløpsledningen. (Vråle 2011)

En kan se fra figur 6 at prosent fremmedvann kan utgjøre ca. 280 % ved 4 mg Tot-P i innløpet og ca. 620 % ved 2 mg P/l. (Vråle 2011)

Eksempel fra 11. August 2009. Hokksund ra:

$$FV = \left(\frac{13,9}{TotP_{inn}} - 1 \right) * 100$$

$$FV = \left(\frac{13,9}{3,5} - 1 \right) * 100 = 297 \%$$

5.6.2 Lindholm/Bjerkholt-metoden

Beregningene i denne metoden bygger på konsentrasjonen av Tot-P i innløpet som indikator på anleggets totale mengde fremmedvann. Det fremstilles her prosent fremmedvann i forhold til vannmengde inn på renseanlegget. Det kan med andre ord ikke bli mer enn 100 %. Man antar at hver personenheter i gjennomsnitt over året produserer 1,8 g Tot-P per døgn, og 160 liter avløpsvann per døgn. Et avløpsvann uten fremmedvann vil med disse antakelsene ha en fosfor konsentrasjon på 11,25 mg P/l. Fremmedvann er ved hjelp av denne metoden definert som alt annet enn vann fra drikkevannsnettet forbrukt i husholdningene eller av andre vannforbrukere. (Lindholm, O. & Bjerkholt, J. 2011)

Metoden for å beregne andelen fremmedvann for hvert enkelt avløpsanlegg med fosfor som indikator er gitt på følgende måte:

$$FV = \left(1 - \frac{Q_{ap} c_i}{P_{Pd}} \right) * 100, \text{ hvor:}$$

FV= fremmedvann i avløpsanlegget(%)

P_{pd}= produsert fosfor(Tot-P) per personenhet og døgn(mg/pe døgn)

C_i= konsentrasjon av Tot-P i innløpet renseanlegg(mg/l)

Q_{ap}= mengde produsert avløpsvann per person og døgn(l/pe døgn)

Eksempel fra 11. August 2009. Hokksund ra:

$$FV = \left(1 - \frac{160 * TotP_{inn}}{1800}\right) * 100$$

$$FV = 1 - \frac{160 * 3,5}{1800} * 100 = 69 \%$$

(Lindholm, O. & Bjerkholt, J. T. 2011)

5.7 Beregningsmetoder for innløpsdata

Mottatt data fra Hokksund, Lersbryggen, Linnes, Sylling og Sjøstad ra er analysert og behandlet. Massetransport, tilførte PE, fortynningsgrad, tilføringsgrad og fremmedvannsinnekkning er behandlet. Der det er nødvendig, er det spesifikke tall fra Sydsbogen undersøkelsene som er brukt.

5.7.1 Massetransport

Massetransporten forteller oss hvor mye, for eksempel fosfor, vi får inn på anlegget i løpet av en dag, uke, måned eller over år.

Massetransport for fosfor = gjennomsnittlig ukevannføring * Tot-P innløp.

Massetransport for nitrogen = gjennomsnittlig ukevannføring * Tot-N innløp

Massetransport for BOF = døgnvannføring * BOF₅ innløp

Massetransport for KOF = døgnvannføring * KOF innløp

5.7.2 Tilførte PE

Tilførte PE kan beregnes utifra alle parameterne våre. Det er viktig at vi bruker riktige vannføringer, for riktige blandeprøver. Ukevannføring for fosfor og nitrogen, og døgnvannføring for BOF og KOF. I tillegg benyttes det i denne oppgaven kun spesifikke tall fra Sydsbogen undersøkelsene. Regnestykkene for tilførte PE for de forskjellige parametere blir seende slik ut:

$$\text{Tilførte PE fosfor} = \frac{\text{gj. snittlig ukevannføring} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{d}}\right) * \text{TotPinn} \left(\text{mg} \frac{\text{P}}{\text{L}}\right)}{1,6 \text{ g} \frac{\text{P}}{\text{p} * \text{d}}}$$

$$\text{Tilførte PE nitrogen} = \frac{\text{gj. snittlig ukevannføring} \frac{\text{m}^3}{\text{d}} * \text{TotNinn} \left(\text{mg} \frac{\text{N}}{\text{L}}\right)}{12 \text{ g} \frac{\text{N}}{\text{p} * \text{d}}}$$

$$\text{Tilførte PE BOF} = \frac{\text{døgnvannføring} \frac{\text{m}^3}{\text{d}} * \text{BOF5 døgn innløp} \left(\text{mg} \frac{\text{O}}{\text{L}}\right)}{40 \text{ g} \frac{\text{O}}{\text{p} * \text{d}}}$$

$$\text{Tilførte PE KOF} = \frac{\text{døgnvannføring} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{d}}\right) * \text{KOF døgn innløp} \left(\text{mg} \frac{\text{O}}{\text{L}}\right)}{94 \text{ g} \frac{\text{O}}{\text{p} * \text{d}}}$$

5.7.3 Fortynningsgrad

Fortynningsgrad forteller oss hvor mye konsentrasjonen av de forskjellige parameterne har blitt fortynnet ut fra husveggen og til renseanlegget. Den kan beregnes for fosfor, nitrogen, BOF og KOF, men erfaringsmessig er det fosfor som gir de riktigste tallene. BOF og KOF tallene «hopper» mye mer. Spesifikke tall er hentet fra tabell 2. i Fremmedvann- Et stort problem for norske ledningsnett og renseanlegg. (Vråle 2011). Disse er basert på Sydsbogen undersøkelsene.

Tabell 2 tabell 2. hentet fra Fremmedvann – Et stort problem for norske ledningsnett og renseanlegg av Vråle 2011.

Parameter	Benevning	Ved 100% tilstedeværelse	Forurensningskonsentrasjoner i ufortynnet avløpsvann ved 100% tilstedeværelse
Avløpsvannmengde	l/ p.d.	140	
Fosfor Tot-P	g P/p.d.	2	14,3 g P/m ³
Nitrogen Tot-N	g N/p.d.	12	85,7 g N/m ³
BOF7	g O/p.d.	46	329 g O/m ³
KOF dikromat	g O/p.d.	94	671 g O/m ³
Susp. Stoff	g /p.d.	42	300 g/ m ³

Fortynningsgraden beregnes på følgende måte:

$$\text{Fortynningsgrad Fosfor} = \frac{14,3 \text{ mg } \frac{\text{P}}{\text{l}}}{\text{Tot} - \text{P innløp}}$$

$$\text{Fortynningsgrad Nitrogen} = \frac{85,7 \text{ mg } \frac{\text{N}}{\text{l}}}{\text{Tot} - \text{N innløp}}$$

$$\text{BOF}_7 = 329 \text{ mg O/l} = 1,15 \text{ BOF}_5 = 286 \text{ BOF}_5$$

$$\text{Fortynningsgrad BOF 5} = \frac{286 \text{ mg } \frac{\text{O}}{\text{l}}}{\text{BOF5 innløp}}$$

$$\text{Fortynningsgrad KOF} = \frac{671 \text{ mg } \frac{\text{O}}{\text{l}}}{\text{KOF innløp}}$$

Det er derimot ganske usikkert å beregne fortynningsgrad for hver av parameterne. Fosfor alene eller sammen med nitrogen er de beste "tracerne" fordi de påvirkes mindre av rørtspylinger etc, og særlig ved døgnblandprøver. Vannet fortynnes bare en gang, eller av et fremmedvannsbidrag

så det holder at man bare beregner en fortynningsgrad, eventuelt maks 2 basert på fosfor og nitrogen. Erfaringsmessig er det de to beste parameterne. Da kan man bruke de tallene en har og bruke en felles fortynningsgrad for alle fire parameterne (Personlig meddelelse, Lasse Vråle 2013).

5.7.4 Tilføringsgrad

Tilføringsgraden sier hvor mye av forurensingproduksjonen som når frem fra rensedistriktet og frem til rensenanlegget. Den kan med andre ord ikke bli høyere enn 100 %. Den beregnes ved å dividere antall tilførte PE basert på fosfor, nitrogen, BOF og KOF på bosatte personer **p**.

$$\text{Tilføringsgrad fosfor} = \frac{\text{Tilførte PE fosfor}}{\text{bosatte personer } p}$$

$$\text{Tilføringsgrad nitrogen} = \frac{\text{Tilførte PE nitrogen}}{\text{bosatte personer } p}$$

$$\text{Tilføringsgrad BOF5} = \frac{\text{Tilførte PE BOF}}{\text{bosatte personer } p}$$

$$\text{Tilføringsgrad KOF} = \frac{\text{Tilførte PE KOF}}{\text{bosatte personer } p}$$

5.8 EU's avløpsdirektiv forslag til beregning av PE basert på BOF₅

I EUs avløpsdirektiv artikkel 4.4 står det: ”Mengden uttrykt i PE skal beregnes på grunnlag av største ukentlige middelmengde som går til rensenanlegget i løpet av året, med unntak av uvanlige forhold som for eksempel skyldes kraftig nedbør.” Det er derfor ikke middel over året, men belastningen i den mest belastede uken som skal danne grunnlaget for PE-beregningen. Til

beregning av antall PE skal det benyttes 60 g BOF₅/pe*d. Formuleringen i EUs avløpsdirektiv er lite praktisk anvendelig, og blir neppe tolket helt bokstavelig innenfor EU området.(Nedland 2002b).

Denne metoden betyr dermed strengt tatt at ethvert renseanlegg må ha ukeblandprøver for BOF over et helt år, og også gjerne over flere år da den største ukentlige middelmengde vil kunne variere fra år til år. Dette er svært sjeldent for norske renseanlegg, som har gjort at notatet til Nedland (Nedland 2002b) har forsøkt å komme fram til en beregningsmetode basert på en f_{maks} faktor mellom midlere døgn eller uketilførselen og maks uke tilførsel. Dette er gjort ut fra anleggenes størrelse, prøvetakningsfrekvens og grad av industri tilknytning. Dette krever mye arbeid og gir usikre resultater. (Vråle 2010)

En definisjon av EUs avløpsdirektiv ved å beregne pe-belastningen:

- Krever data fra minst de siste tre til fem årene
- Unøyaktighet ved analysing av resultatene
- Variasjon av tilførte organiske stoff for enkelte anlegg er stor
- Dyre analyse parametere

Likevel må Norge følge EUs avløpsdirektiv for beregning av pe-belastningen på 60 g BOF₅/p*d. Resultatene kan få store konsekvenser som:

- Hvilke krav gjelder til rensing, prøvetaking og analyse
- Hvem som er myndighet for renseanlegget og utslippet
- Hvilke krav som stilles til avløpsnett i samsvar med kravene i kapittel 12, 13 og 14.

Siden Norge må følge EUs avløpsdirektiv, så skal renseanleggene legge frem informasjon om generelle sammenhenger mellom midlere og maksimal belastning. I tilfeller der det er lite datagrunnlag, kan den største ukentlige belastningen beregnes ut i fra midlere døgntilførsel av BOF₅ inntil data er tilgjengelig. Det skal også regnes med septikslam tilførsel, og overløp i og ved renseanlegget når den blir tilført renseanlegget oppstrøms prøvetaker.

Følgende formel kan brukes:

$$PE = M * 1000 * f_{maks} / 60$$

PE = belastning i antall PE

M = midlere døgntilførsel av BOF₅ til renseanlegget (kg/d)

Fmaks= forholdet mellom maks-uken og midlere døgntilførsel

60 = spesifikt tall for BOF_5 g/pd

Dersom det ikke finnes tilstrekkelig informasjon for tilført BOF_5 , kan veiledende verdier for fmaks brukes:

1,5 – små renseanlegg uten næringsmiddelavløp

2,0 – renseanlegg med industri som slipper ut organisk stoff, når det tas mellom 12 og 24 døgnblandprøver eller ukeblandprøver på anlegget

2,5 - på renseanlegg med industri som slipper ut organisk stoff, når det tas mindre enn 12 døgnblandprøver eller ukeblandprøver på anlegget (Vråle 2010).

5.8.1 Hvordan avviker EUs avløpsdirektiv beregning av PE-belastningen fra den tradisjonelle beregningen for personenheter PE til renseanlegg

Forskjellen er meget stor og mange av forskjellene er forklart ovenfor. Det viktigste er at for tilførte PE brukes gjennomsnittlige massetilførsler og alle de parametere man finner fornuftig og med de spesifikke tall som er erfart mest riktig opp gjennom tidene. Disse vil også danne grunnlag for funksjonsanalyser av ledningsnett som tilføringsgrad, virkningsgrad, samlet tap via overløp, beregning av fremmedvannsmengder etc. (Vråle 2010)

Beregningen basert på EUs avløpsdirektiv baserer seg kun på BOF_5 og et felles tall 60 g O/pe•d for hele EU på tross av store forskjeller i kosthold og drikkevaner. Eldre litteraturstudier viser langt mer differensierte spesifikke tall avhengig av måleområder og bebyggelse (Avløpsteknikk 1971, kapittel 6. Cornelis Smits). Den andre store forskjellen er at beregningen gjøres kun for maksimal uketilførsel i året. Dette er ikke optimalt for en funksjonsanalyse hvor alle blandprøvene i året bør benyttes, og særlig gjennomsnittet.

Den viktigste betydningen EU-metoden har fått i Norge er at det beregnede pe tallet omdøpt til «beregning av PE» i Norge er at dette bestemmer renseanleggets størrelse og derved også om hvem som blir gitt myndighet og krav til renseprosesser, antall prøver som bør tas etc. I prinsippet kan denne maksimale belastningen per år endre seg hurtig fra år til år og er kostbar og arbeidskrevende å oppnå. I praksis kan dette bety satt på spissen at myndighet kan skifte frem og tilbake, liksom kravet til prosesser. Det er tilførselen som bestemmer anleggets størrelse og ikke anleggets dimensjonerende belastning, dimensjonerende antall PE, befolkning p og personekvivalenter (Vråle 2010).

6. Resultater

6.1 Spørreundersøkelse

For å kartlegge prøvetakingsrutiner ved de renseanleggene som det er bearbeidet data fra, Hokksund, Linnes, Sylling, Sjøstad og Lersbryggen ra, ble det bestemt å gjennomføre en spørreundersøkelse. Spørreundersøkelsen er i utgangspunktet et generelt spørreskjema, men som etter bearbeiding av data også er noe individualisert. Målsettingen med å gjennomføre en slik undersøkelse er å få svar på spørsmål man har opparbeidet seg fra data, samt få et bedre, mer representativt og enklere prøvetakingssystem hvis avvikene er store. De generelle spørsmålene gikk på om hvordan innløps- og utløpsprøver tas, prøvetype, hva slags prøvetaker, hvordan den styres, hvordan prøvene lagres, type vannføringsmåler, returstrømmer, andre påslipp eller innløp, analyseparametere og rensekrav.

6.2 Øvre Eiker kommune ved Hokksund renseanlegg

Datagrunnlaget for Hokksund ra omfatter 3 års analysedata fra 2009, 2010 og 2011 og de siste dataverdiene er tatt etter de nye retningslinjene fra norsk akkreditering. Arbeidet med akkreditering startet vinteren 2008, og etter litt problemer og noe frem og tilbake ble anlegget godkjent i «Rambøll-mal» 07.07.2010. Det var derimot ingen endringer som hadde vesentlig innvirkning på analyseresultater eller drift (Ingrid Bakke, Rambøll, e-post, 2013).

De oppgitte vannmengdene for renseanlegget og overløp er gjennomsnittlig døgnvannføring for hele prøveuken. Er det registrert 70m^3 i overløp, vil altså tallet som blir skrevet opp og registrert bli $10\text{m}^3/\text{døgn}$. Prøveuken går fra tirsdag kl 08.00 til tirsdag kl 08.00. Døgnblandprøven har alltid blitt tatt ut siste døgnnet, altså fra mandag kl. 08.00 til tirsdag kl 08.00. Fra og med 2013 vil det imidlertid, etter krav fra KLIF, bli innført rullerende ukedøgn for døgnprøvetaking (Ingrid Bakke, Rambøll, e-post, 2013).

Forurensningsproduksjonen i Hokksund er ca 13 000 PE hovedsakelig bosatte personer som benytter seg av Hokksund ra. Det er ikke kjente industri eller bedrift påslipp i rensedistriktet.

Data fra prøvene vi har mottatt starter fra og med 13. januar 2009 og strekker seg til 20. desember 2011. Prøvedatoene går med 1, 2, 3 og 4 ukers mellomrom. Skal man sammenligne BOF verdier fra en døgnblandprøve opp mot 4 ukers gjennomsnittlig vannmengde, kan man spørre seg om nøyaktigheten ved dette.

Tabell 3 Oversikt over prøvetakingsdato på Hokksund ra laget utifra data oversendt fra Hokksund ra

Prøvetaking	
1 ukes mellomrom	3 ukers mellomrom
17 mars - 24 mars 2009	24 februar - 17 mar 2009
11 august - 18 august 2009	1 september - 22 september 2009
8 desember 2009 - 15 desember 2009	6 oktober - 27 oktober 2009
26 januar 2010 - 2 februar 2010	11 mai - 1 juni 2010
16 februar - 23 februar 2010	7 september - 28 september 2010
15 juni - 22 juni 2010	12 oktober - 2 november 2010
17 august - 24 august 2010	21 desember 2010 - 11 januar 2011
14 desember - 21 desember 2010	18 januar - 7 februar 2011
11 januar - 18 januar 2011	19 juli - 9 august 2011
5 apr - 12 april 2011	18 oktober - 8 november 2011
4 ukers mellomrom	Dager som skiller seg ut
24 mars - 21 april 2009	20 juli 2010 med høye verdier
16 mars - 13 april 2010	Mandag 07.02.2011
20 juli - 17 august 2010	Onsdag 25.05.2011
12 april - 10 mai 2011	

I 2009 og 2011 har Hokksund gjennomført 24 prøver, noe som tilfredsstiller kravet fra norsk akkreditering.

Hos Hokksund ra tas det ikke øyeblikksprøver. De tar vannmengdeproporsjonale ukeblandprøver for fosfor og nitrogen, og døgblendprøver for BOF og KOF. Dette blir gjort 24 ganger i året.

Ukeblandprøvene blir tatt ved at man starter tirsdag morgen kl 08.00 ved å skrive av vannmåleren. Prøvetakerne rengjøres ca annenhver gang, før det kjøres en test for å se hvor mye ledningen klarer å suge opp. Så skriver man av vannmåleren på onsdag og regner ut hvor mye som skal være med i prøvedunken i antall ml. Ukeblandprøvene består av døgblendprøver fra alle dagene. Prøven blir så oppbevart i kjøleskap som holder 0-6°C. Den konserveres ikke med svovelsyre. Ukeblandprøvene blir fryst ned etter at det nye systemet med rullerende prøver trådte i kraft. Dette blir gjort med alle ukeblandprøver som ikke er ferske, dvs blir tatt fra mandag – tirsdag(når prøvene blir sendt til analyse). Ved rullerende prøvetaking benyttes alle dager. Vannmåleren ble kalibrert da anlegget ble akkreditert. Avlesningen skjer manuelt hver dag kl 08.00. Hokksund ra er akkreditert. Etter akkrediteringen ble rejektivannet fra sentrifugen plassert etter prøvetakeren, altså nedstrøms prøvetaker. Anlegget har også septikkmottak. Det er

ikke registrert noen stor industri i renseanleggets område, og heller ikke sjøvann (Ingar Bakke Øvre Eiker kommune, Personlig meddelelse 2013)

Prøveresultatene viser stort sett det samme hver dag, og det kan derfor virke unødvendig med rullerende prøvetaking da dette er mer jobb for oss og samtidig koster mer for kommunen. Svakheter i prøvetakingssystemet er menneskelige faktorer som påvirker prøvetakingen og overløp. Prøvetakingen kan gå med 1, 2, 3 eller 4 ukers mellomrom, og dette er noe Rambøll har bestemt (Ingar Bakke Øvre Eiker kommune, Personlig meddelelse 2013).

For 2009 har vi kun mottatt gjennomsnittlig ukevannføring, og har av den grunn ikke valgt å beregne tilførte PE for BOF og KOF som blir tatt på døgnblandprøve. For 2010 og 2011 fikk vi etter personlig besøk på renseanlegget utdelt døgnvannføring, og har for denne perioden da beregnet tilførte PE for BOF og KOF.

Tabell 4 Forurensingstall for Hokksund ra 2009, 2010 og 2011

Forurensingstall for Hokksund ra 2009, 2010 og 2011				
	2009	2010	2011	
gjennomsnittlig fosfor inn i året i mg P/l:	4,50	4,15	4,05	mg P/l
gjennomsnittlig nitrogen inn i året i mg N/l:	34,69	33,64	33,79	mg N/l
gjennomsnittlig BOF inn i året i mg O/l	128,25	144,91	159,25	mg O/l
gjennomsnittlig KOF inn i året i mg O/l	352,71	416,36	410,00	mg O/l
totalt fosfor inn på ra:	439	373	403	kg P
totalt nitrogen inn på ra:	3379	3038	3379	kg N
totalt BOF inn på ra:		12880	16327	kg O
totalt KOF inn på ra:		37027	42184	kg O
gjennomsnittlig vannføring inn på ra:	4289,7	4642,0	4472,0	m ³ /d
gjennomsnittlig døgnvannføring inn på ra:		4300,0	4717,0	m ³ /d
gjennomsnittlig tilførte PE fosfor:	11440	10595	10492	PE
gjennomsnittlig tilførte PE nitrogen:	11733	11507	11732	PE
gjennomsnittlig tilførte PE BOF:		14637	17007	PE
gjennomsnittlig tilførte PE KOF:		17905	18699	PE
gjennomsnittlig tilføringsgrad fosfor:	88,0	81,5	80,7	%
gjennomsnittlig tilføringsgrad nitrogen:	90,3	88,5	90,2	%
gjennomsnittlig tilført fremmedvann Vråle:	236,3	262,1	286,5	%
gjennomsnittlig tilført fremmedvann Lindholm/Bjerkholt:	60,0	63,1	64,0	%

Tabell 4 viser forurensingstallene for Hokksund ra i perioden fra 2009 til og med 2011. Tallene forandrer seg lite fra år til år. På de tre årene vi har data fra, er det faktisk en liten økning i andel fremmedvannmengder på ledningsnettet.

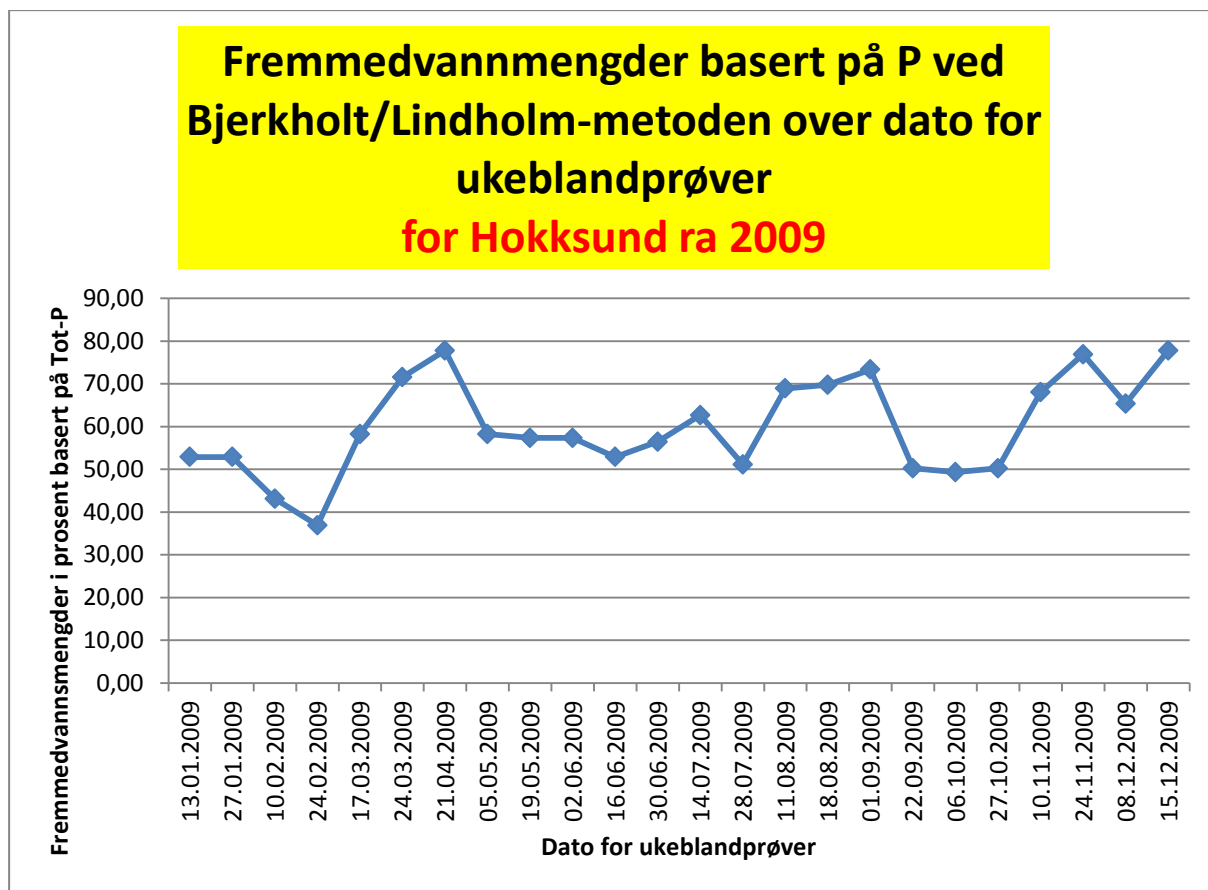
6.2.1 Hokksund ra 2009



Figur 5 Fremmedvannmengder basert på fosfor ved Vråle-metoden mot siste dato for ukeblandprøver for Hokksund ra 2009.

Figur 5 viser fremmedvannmengder inn til Hokksund ra basert på fosfor ved Vråle-metoden forteller hvor mye rent fremmedvann som fortynner avløpsvannet slik det foreligger ut fra husholdninger og boliger i Hokksund rensedistrikt. Fremmedvann fremstilles i prosent i forhold til ufortynnet spillvann fra boligene. For Hokksund ra forekommer innlekking av fremmedvann med sin første store topp i slutten av april, og som har bygget seg opp over ca. 2 måneder. Dette kan tyde på at Hokksund i denne perioden er inne i en periode med mye snøsmelting og eventuelt nedbør.

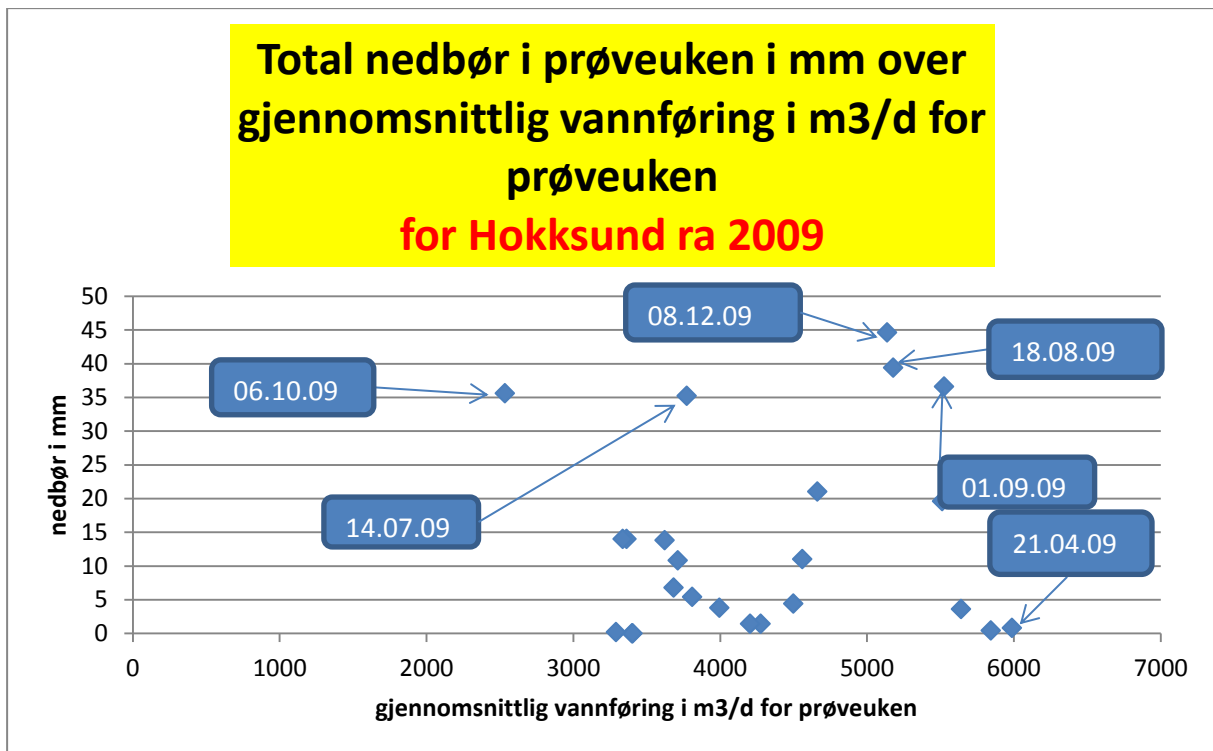
Fra slutten oktober og frem mot midten av desember er det også mye fremmedvanninnlekking, og det kan tenkes at vi har mye nedbør i denne perioden. Figurer med data av nedbør kan sees litt lenger ned.



Figur 6 Fremmedvannmengder basert på P ved Bjerkholt/Lindholm-metoden over dato for ukeblandprøver for Hokksund ra 2009

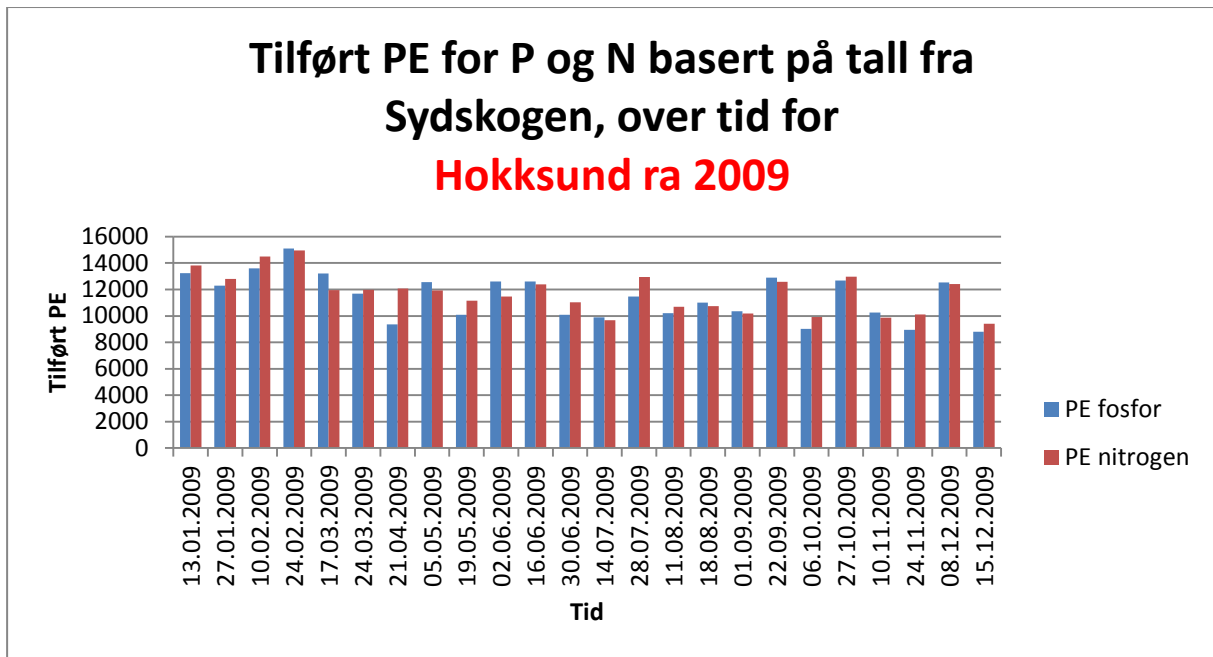
Figur 6 viser fremmedvannmengder på Hokksund ra basert på fosfor ved Lindholm/Bjerkholt-metoden og forteller oss om fremmedvannmengder i forhold til innkommende totale vannmengder på rensenanlegget, anleggets totale mengde fremmedvann. Det fremstilles her prosent fremmedvann i forhold til vannmengde inn på rensenanlegget. Både denne metoden og Vråle-metoden bygger på Tot-P innløp, og vi får derfor symetriske grafer. For Hokksund ra ser vi innlekking av fremmedvann har sin første store topp i slutten av april, og som har bygget seg opp over ca. 2 måneder. Dette kan dermed tyde på at Hokksund i denne perioden er inne i en periode med mye snøsmelting og eventuelt nedbør.

Fra slutten av oktober og frem mot midten av desember opplever vi også mye fremmedvanninnlekking, og det kan knyttes opp mot den høye nedbøren vi har i denne perioden. Det kan også observeres at det i uken med minst fremmedvannpåvirkning, 24. februar, fortsatt er 37 % fremmedvann som fortynner vannet. Det skyldes neppe snøsmelting eller regn, og kan være andre kilder.



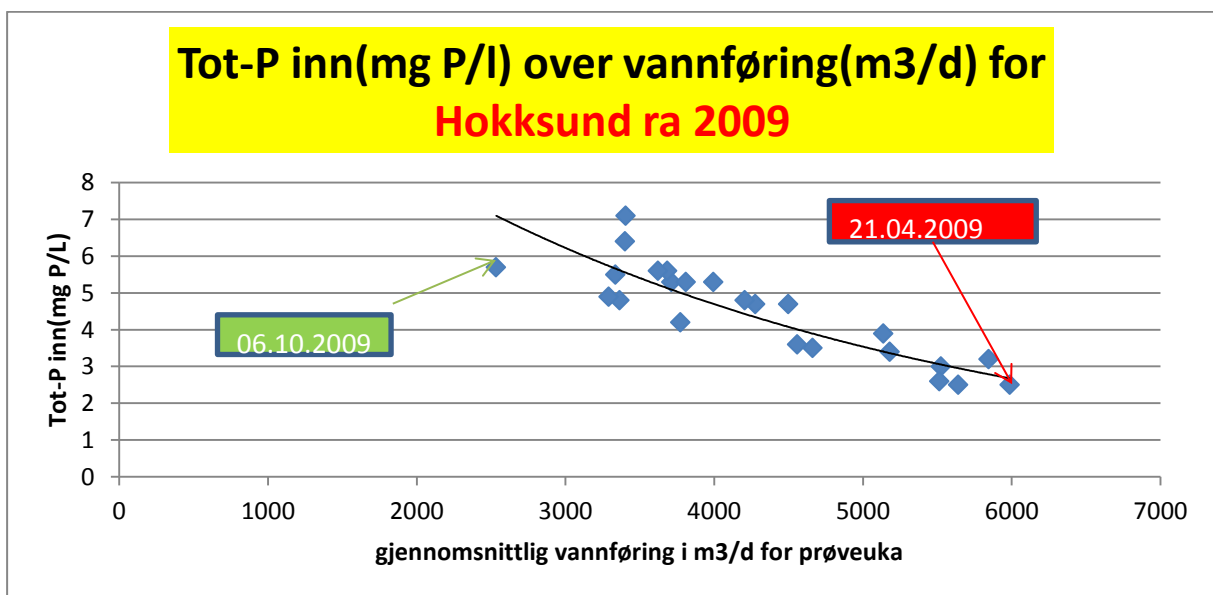
Figur 7 Gjennomsnittlig ukebasert nedbør i mm for prøveuken over gjennomsnittlig vannføring i m³/d for prøveuken for Hokksund ra 2009.

Figur 7 viser den samlede nedbøren i mm for prøveuken målt for Hokksund, plottet mot vannføringen som et ukegjennomsnitt som kommer frem til renseanleggets innløp. Denne grafen sammenlignet med figur 5 som viser fremmedvannmengder på Hokksund ra basert på fosfor ved Vråle-metoden over dato for ukeblandprøver for Hokksund ra 2009 og figur 6 som viser fremmedvannmengder basert på fosfor ved Bjerkholt/Lindholm-metoden over dato for ukeblandprøver for Hokksund ra 2009, viser liten eller ingen sammenheng mellom toppen i fremmedvannmengder vi har 21. april og nedbør. Den 1. september har vi derimot mye nedbør og samtidig høy fremmedvanninnlekking, og det samme med 18. august. Fremmedvanninnlekking på prøvene både før og etter 8. desember, som har årets høyeste gjennomsnittlige nedbørsuke, har høy andel fremmedvann både uken før og etter. Den 14. juli viser høy nedbør, men dette er midt på sommeren og jordsmonnet kan kanskje være umettet, da vi har en gjennomsnittlig vannføring denne uken, samtidig som fremmedvanninnlekking har en liten topp. Rundt 6. oktober er det en periode med lav fremmedvanninnlekking. De t kan tyde på at også her er jordsmonnet umettet.



Figur 8 Tilførte PE for P og N basert på spesifikke tall fra sydskogen, over tid for Hokksund ra 2009

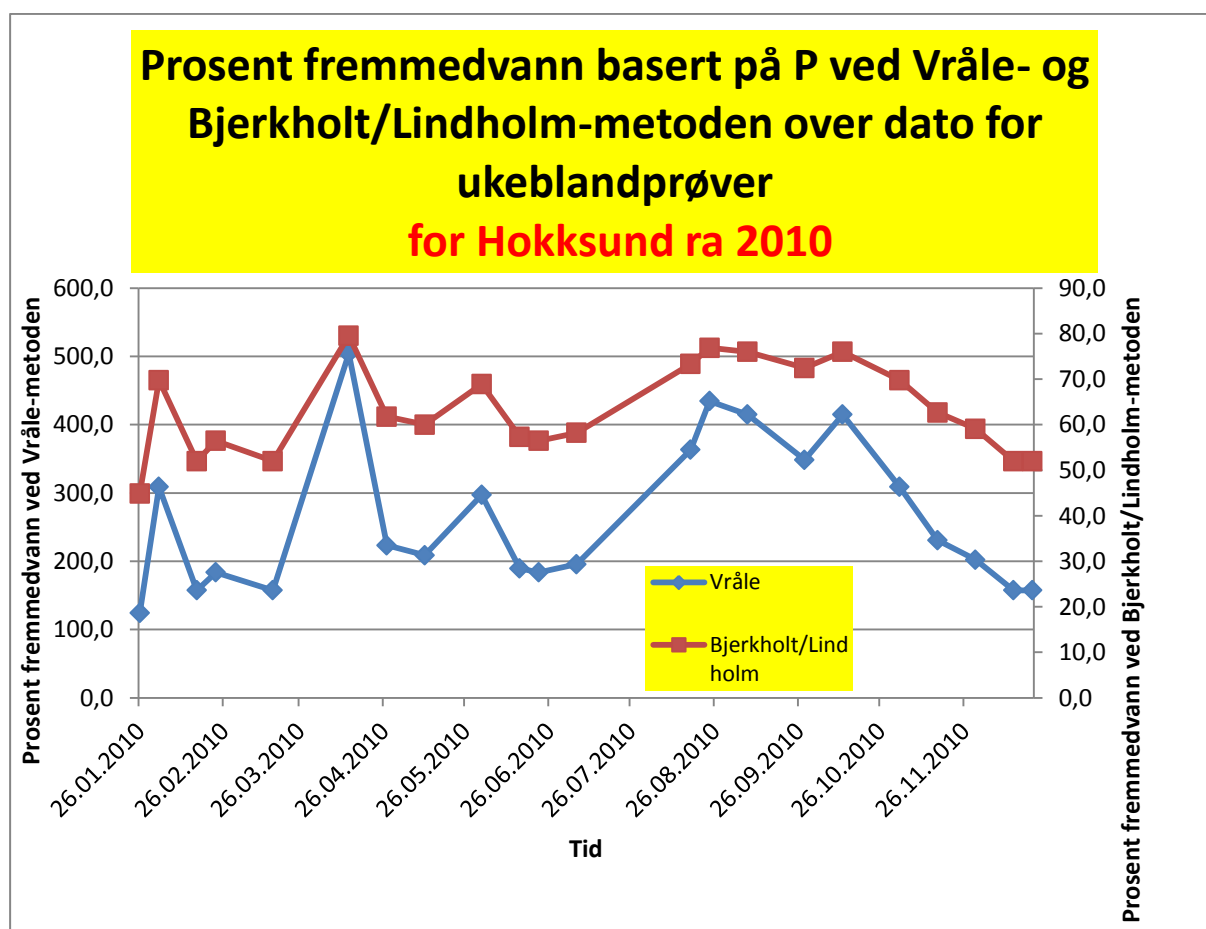
Figur 8 viser tilførte PE for fosfor og nitrogen for Hokksund ra. Her er det en stabil sammenheng mellom verdier for disse to parameterne. Begge er tatt på ukeblandprøver, noe som kan vise seg å gi stabile og riktige resultater, hvis man sammenligner dette med bosatte personer p.



Figur 9 Tot-P inn(mg P/l) over vannmengde(m³/d) for Hokksund ra 2009.

Figur 9 viser Tot-P inn(mg P/l) over vannmengde(m³/d) for Hokksund ra og hvordan innløpsverdiene for fosfor synker kraftig ved større vannmengde inn på renseanlegget. Vannmengdene nærmest dobles inn, mens fosforkonsentrasjonen omtrentlig halveres. Den 21. April kan være en dato der snøsmelting kan tenkes å utgjøre en stor del av vannmengden inn på ra. At denne grafen går som den går, ved at Tot-P blir mer fortennet jo mer vannføring, er også et bevis på at analyser, prøvetakingssystem og vannføringsmålinger er ganske bra og riktige.

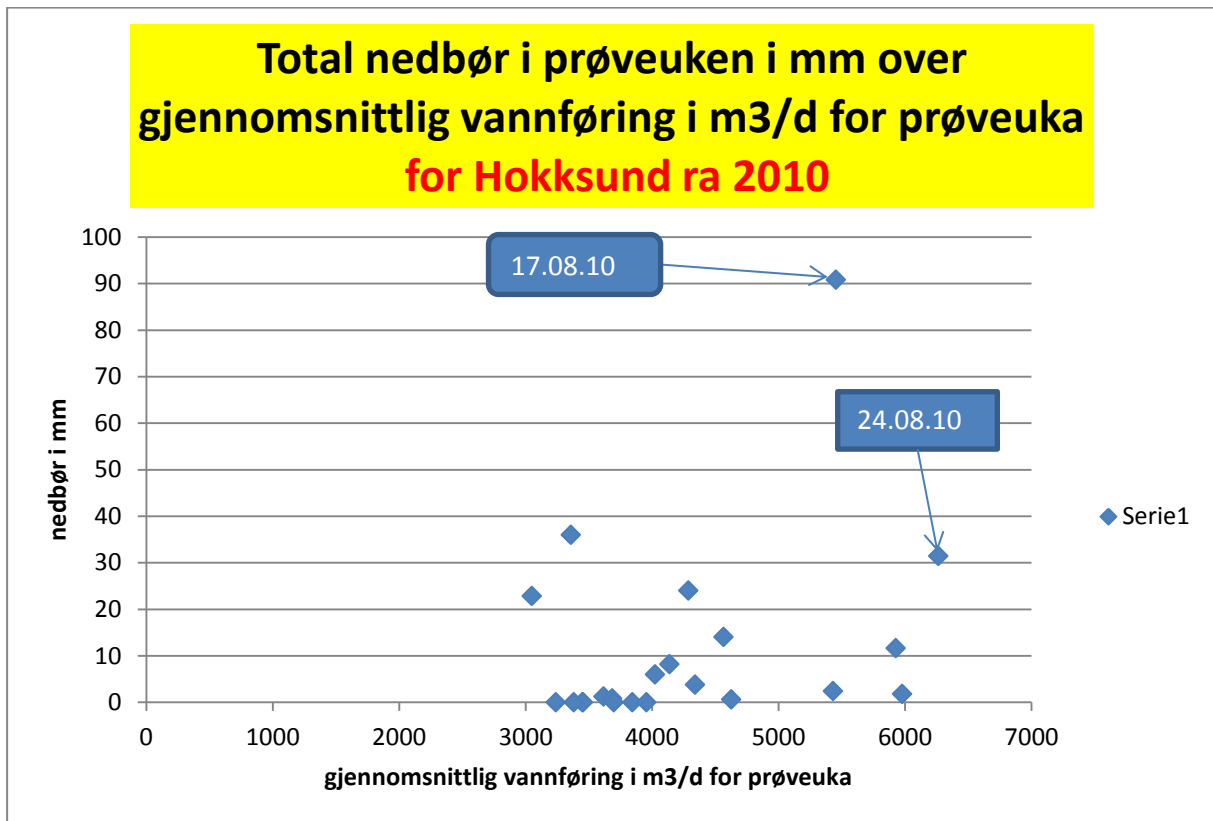
6.2.2 Hokksund ra 2010



Figur 10 Prosent fremmedvann basert på P ved Vråle- og Bjerkholt/Lindholm-metoden over dato for ukeblandprøver for Hokksund ra 2010.

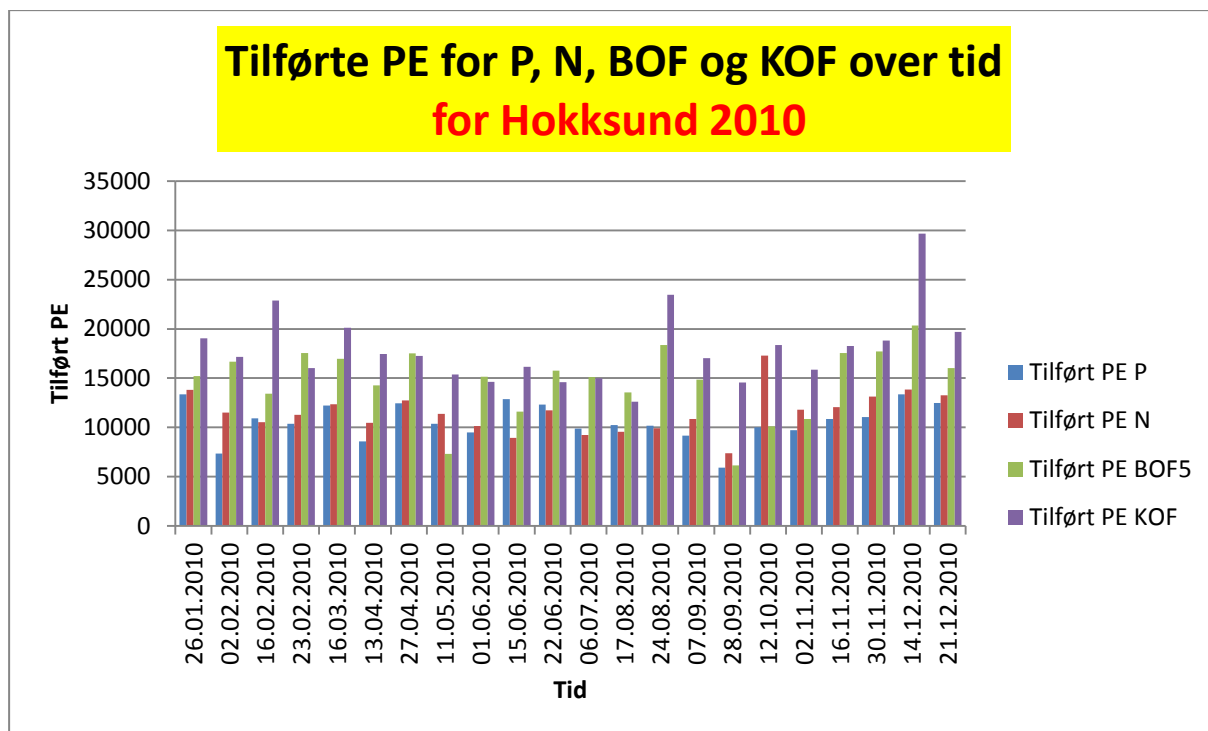
Figur 10 viser fremmedvannmengder på Hokksund ra basert på fosfor ved Vråle- og Lindholm/Bjerkholt-metoden. Forskjellen på disse to er basis for hvordan de regnes ut. Vråle-metoden sammen ligner en database med konsentrasjoner av ufortynnet spillvann med innkommende konsentrasjoner. Lindholm/Bjerkholt-metoden antar en spesifikk vannmengde for ufortynnet spillvann i boligene og en spesifikk fosformengde og regner ut en antatt konsentrasjon. For Hokksund ra 2010 ser vi innlekking av fremmedvann har sin første store topp

i midten av april(13. april), og som kommer relativt raskt over en 2-ukers periode. Dette kan tyde på at Hokksund i denne perioden er inne i en periode med mye snøsmelting og eventuelt nedbør. Fra midten av juli og frem til slutten av oktober opplever vi også mye fremmedvanninnlekking, og det kan sees på figurer nedenfor at vi har mye nedbør i denne perioden.



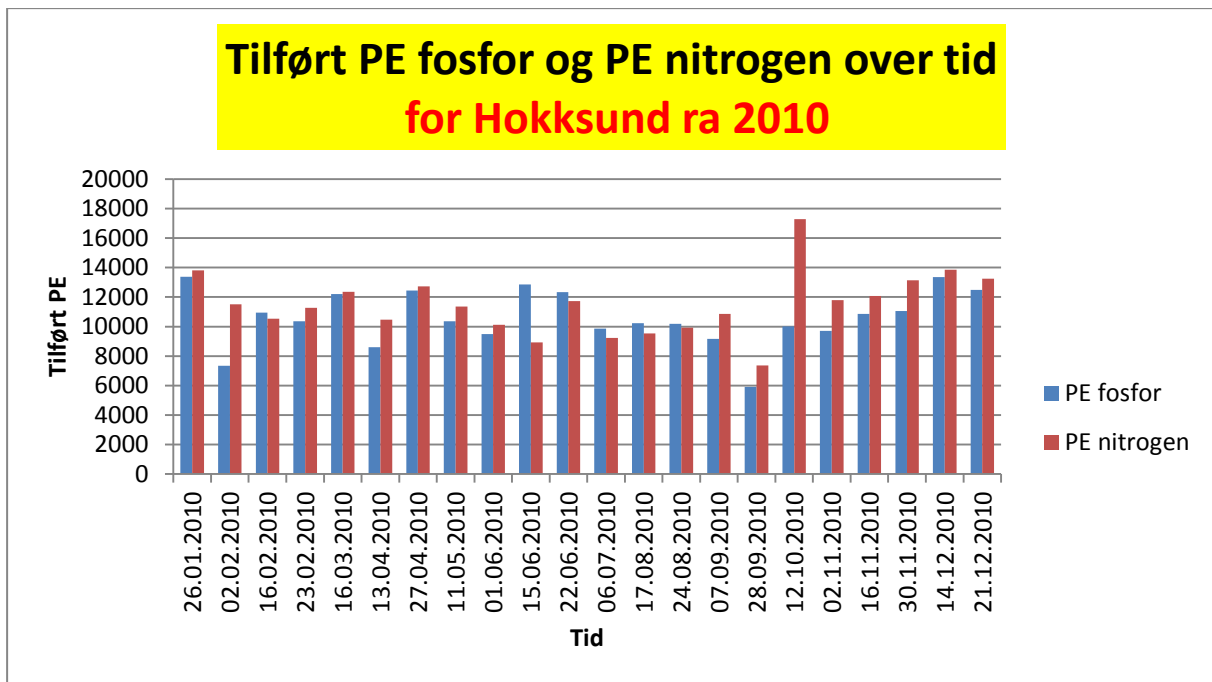
Figur 11 Total nedbør i prøveuken i mm over gjennomsnittlig vannføring i m³/d for prøveuken for Hokksund ra 2010.

Figur 11 viser total nedbør i prøveuken i mm for Hokksund i 2010 over vannføringen som et ukegjennomsnitt i m³/d. Denne grafen viser ingen sammenheng. Sammenlignet med figur 12 som viser fremmedvannmengder på Hokksund ra basert på fosfor ved Vråle- og Lindholm/Bjerkholt-metoden over dato for ukeblandprøver for Hokksund ra 2010 viser sammenheng mellom toppen i fremmedvannmengder vi har 13. april og nedbør. Den 17. august har vi derimot mye nedbør og samtidig høy fremmedvanninnlekking.



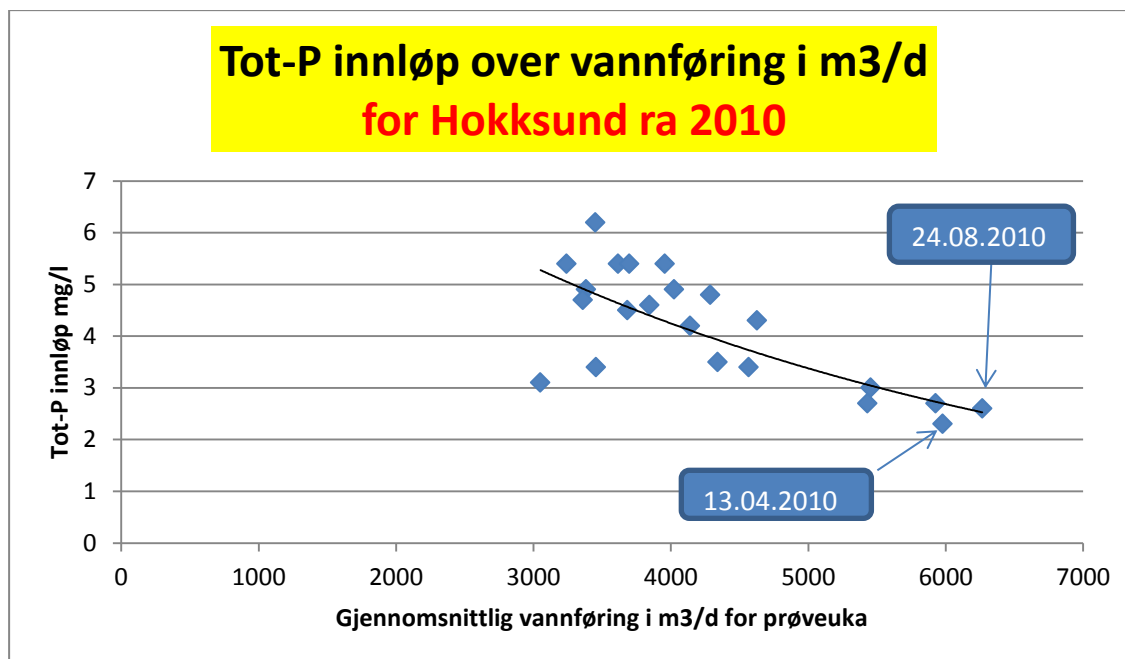
Figur 12 Tilførte PE for P, N, BOF5 og KOF over tid for Hokksund ra 2010.

Figur 12 viser tilførte PE for fosfor, nitrogen, BOF og KOF for Hokksund ra 2010. Det er en ganske stabil sammenheng mellom verdier for fosfor og nitrogen, og hva man kan forvente av et rensesanlegg som har ca. 13 000 tilknyttede personer p. BOF og KOF viser unntaksvis «levelige» resultater som vi kan godkjenne og erklære reelle for tilførte PE, og spesielt KOF har ekstremt høye verdier. Fosfor og nitrogen er tatt på ukeblandprøver, mens BOF og KOF er tatt ved døgnblandprøver. Den 16. februar, 24. august og 14. desember 2010 har vi ekstremt høye KOF verdier. Den 16. februar har vi forholdsvis lite fremmedvanninnlekking og heller ingen nedbør, samme ved 14. desember. Den 24. august har vi noe fremmedvann, og ingen nedbør fra 23-24 august men mye nedbør i tidsrommet rundt.



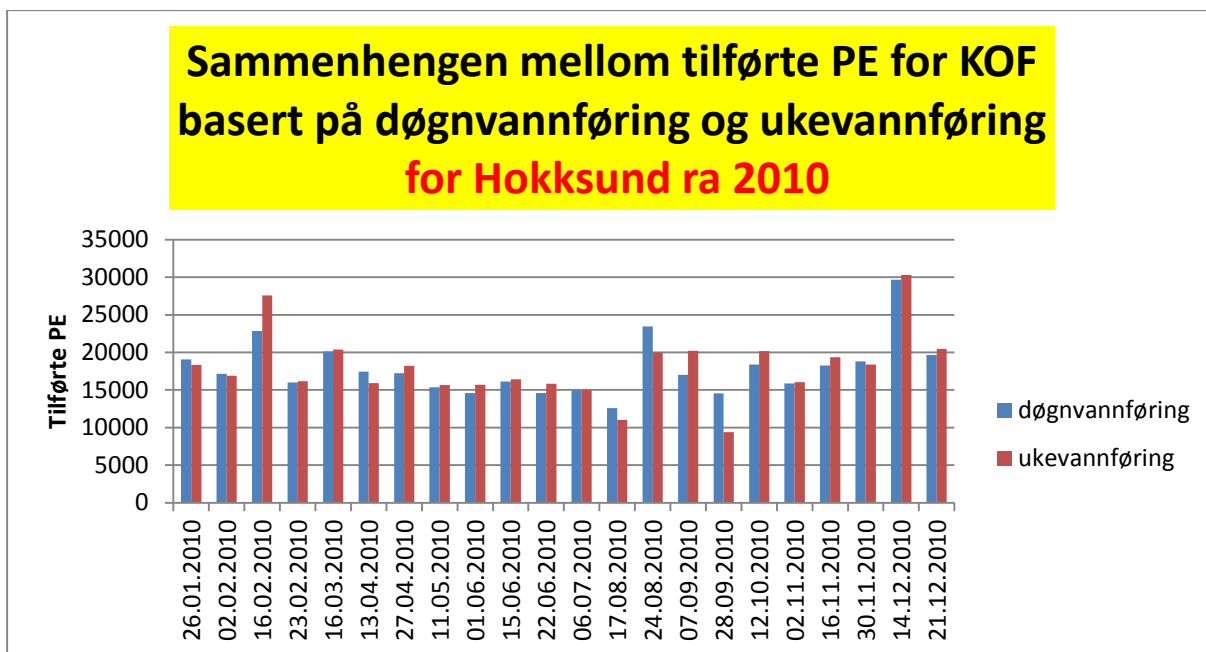
Figur 13 Tilført PE P og PE N over tid for Hokksund ra 2010

Figur 13 viser tilførte PE for fosfor og nitrogen for Hokksund ra 2010. Det er en stabil sammenheng mellom verdier for disse to parameterne. Begge er tatt på ukeblandprøver, noe som kan vise seg å gi stabile og riktige resultater, hvis man sammenligner dette med bosatte personer **p**. Sammenlignet med 2009 hvor fosfor og nitrogen følger hverandre veldig tett, er det i 2010 et høyt utslag på nitrogen 12. oktober. Hokksund ra har ingen forklaring til dette.

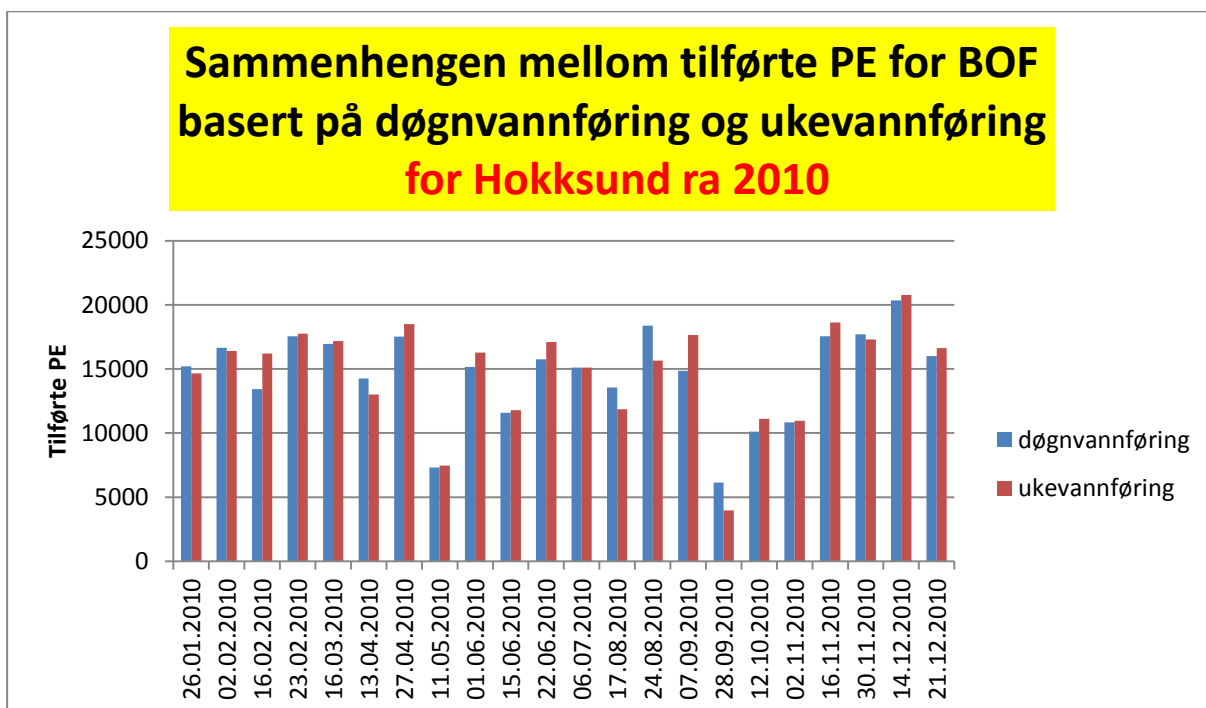


Figur 14 Tot-P innløp(mg/l) over vannføring(m³/d) for Hokksund ra 2010

Figur 14 viser Tot-P inn(mg P/l) over vannmengde(m³/d) for Hokksund ra. Innløpsverdiene for fosfor synker kraftig ved større vannmengde inn på rensenanlegget. Vannmengdene nærmest doubles inn, mens fosforkonsentrasjonen omtrentlig halveres. Som i 2009 ser vi at det i midten av april blir en voldsom tilførsel av vannføring til ra. At denne grafen går som den går ved at Tot-P blir mer fortynnet jo mer vannføring, er også et bevis på at analyser, prøvetakingssystem og vannføringsmålinger er ganske bra og riktige.

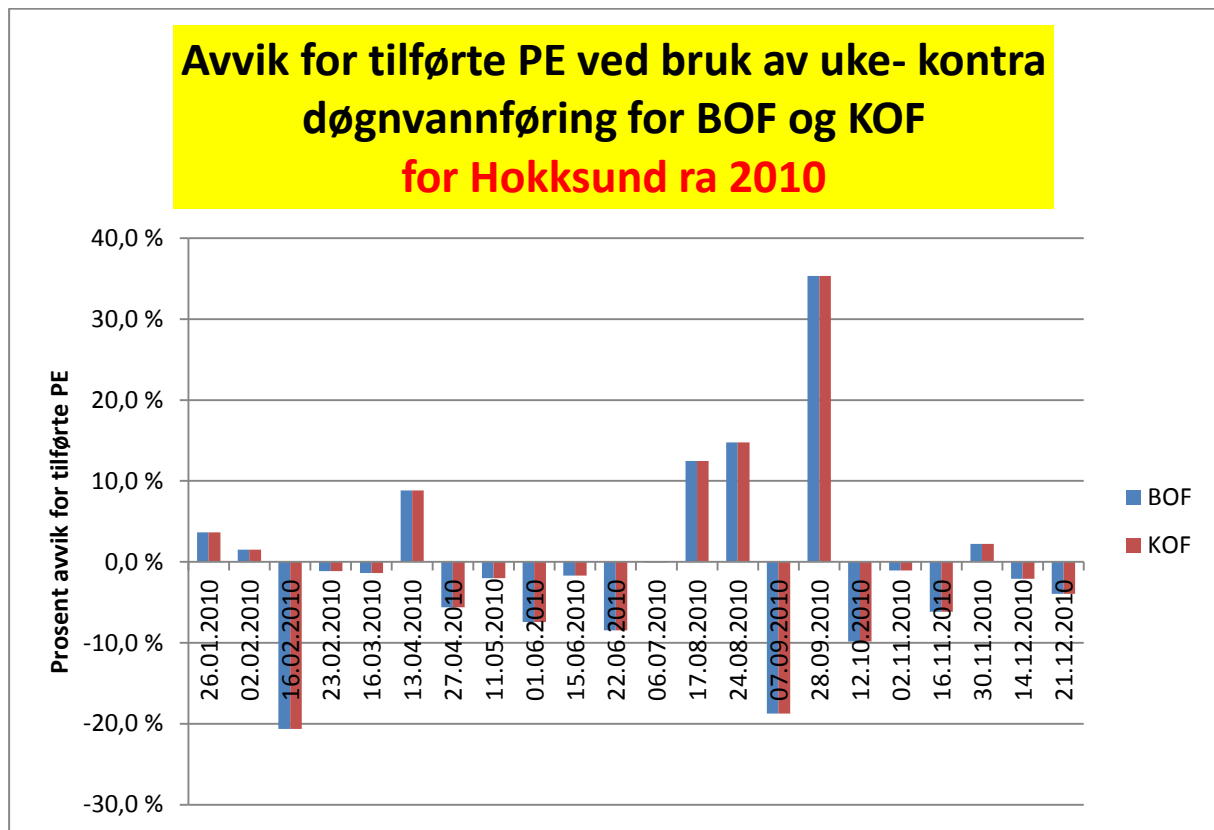


Figur 15 Sammenhengen mellom tilførte PE for KOF og basert på døgnvannføring og ukevannføring for Hokksund ra 2010



Figur 16 Sammenhengen mellom tilførte PE for BOF basert på døgnvannføring og ukevannføring for Hokksund ra 2010.

Figur 15 og 16 viser at det er et avvik, i noen tilfeller et stort avvik, når man beregner PE for KOF og BOF på enten døgn- eller ukevannføring. KOF og BOF er tatt på døgnblandprøver, og derfor blir døgnvannføringen den riktige faktoren å putte inn i regnestykket. Det var kun ukevannføring som ble utdelt som data, før vi oppsøkte renseanlegg personlig.

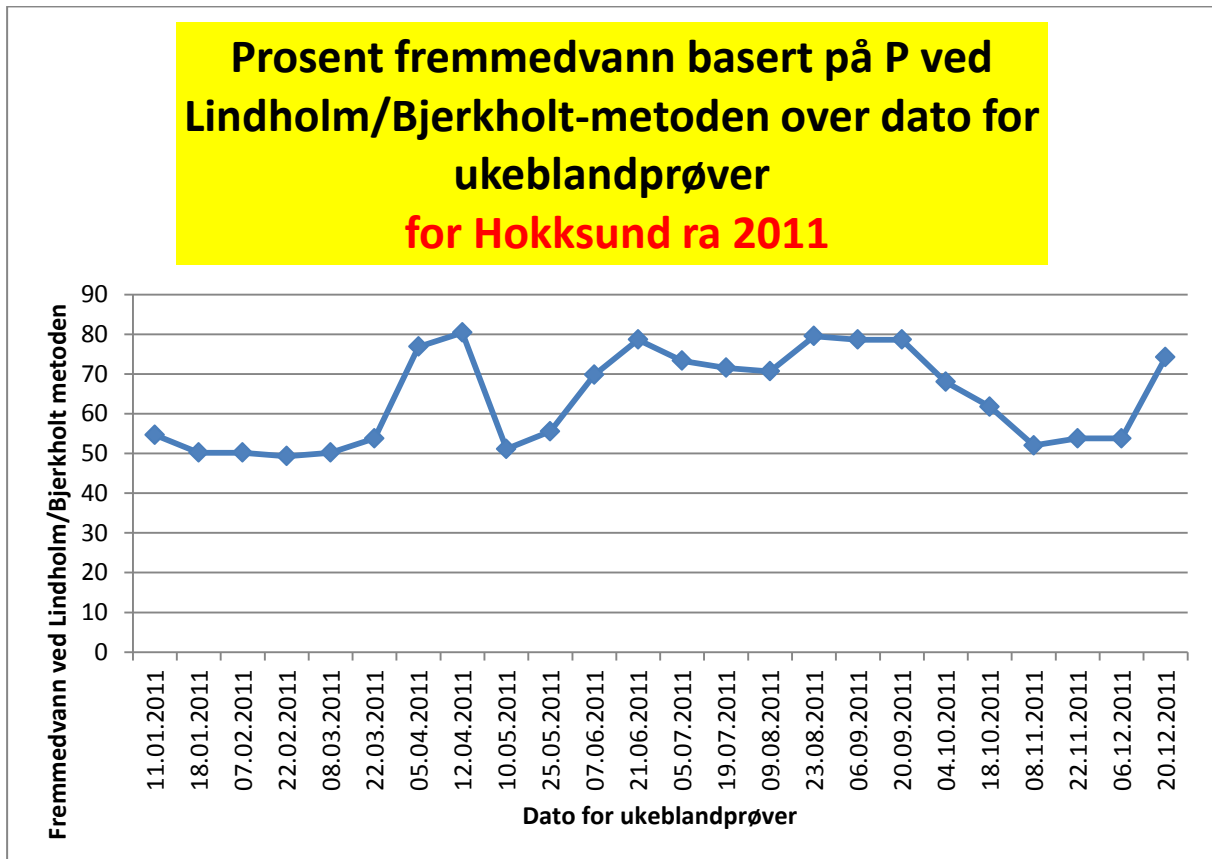


Figur 17 Avvik for tilførte PE ved bruk av uke- kontra døgnvannføring for BOF og KOF for Hokksund ra 2010

Figur 17 viser hvor store avvik vi får i tilførte PE ved bruk av ukevannføring i stedet for døgnvannføring, når man skal beregne tilførte personenheter PE for BOF og KOF. Det at søylene er negative og positive beskriver bare om det er døgn- eller om det er ukevannføringen som gir flest tilførte PE. Ved negative prosenter er det ukevannføringen som gir flest tilførte PE. Ved positive prosenter er det døgnvannføringen som gir flest tilførte PE.

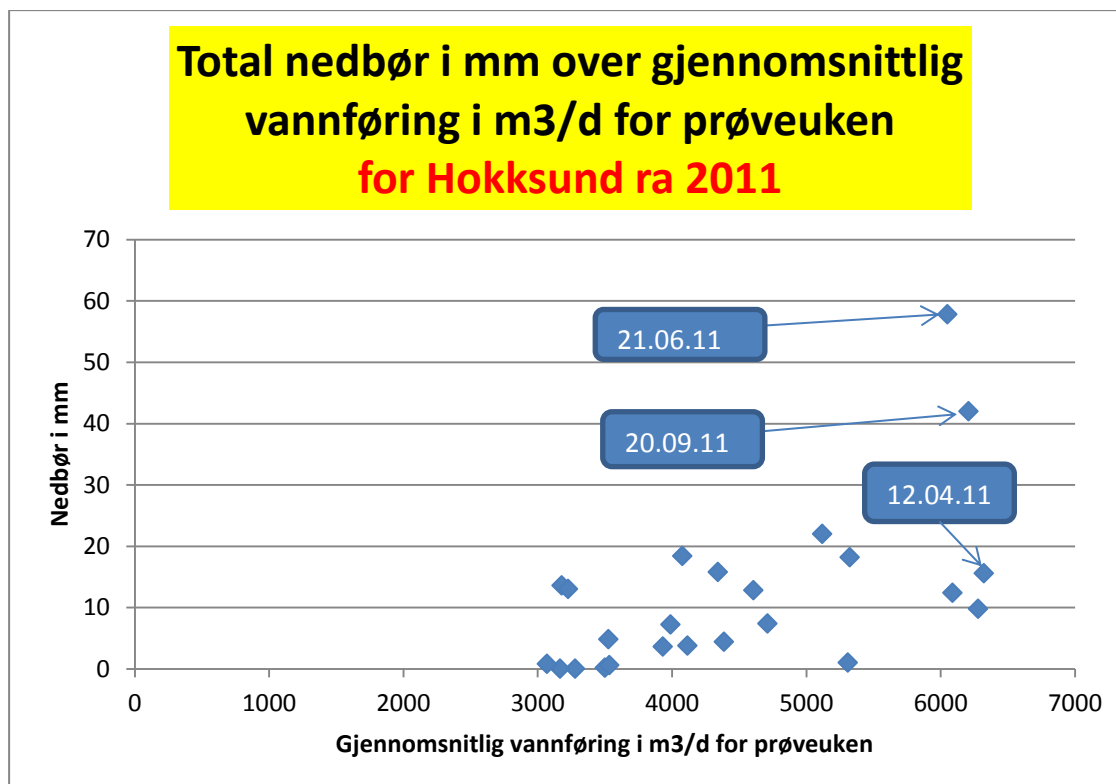
Figuren viser enkelte store og dramatiske avvik, spesielt når dette kun går på det med å rapportere inn døgnvannføring. Hokksund renseanlegg hadde, i likhet med Linnes og Lersbryggen, registrert døgnvannføringer manuelt som vi mottok personlig ved renseanlegget. Disse ble derimot ikke oppgitt da vi mottok data.

6.2.3 Hokksund 2011



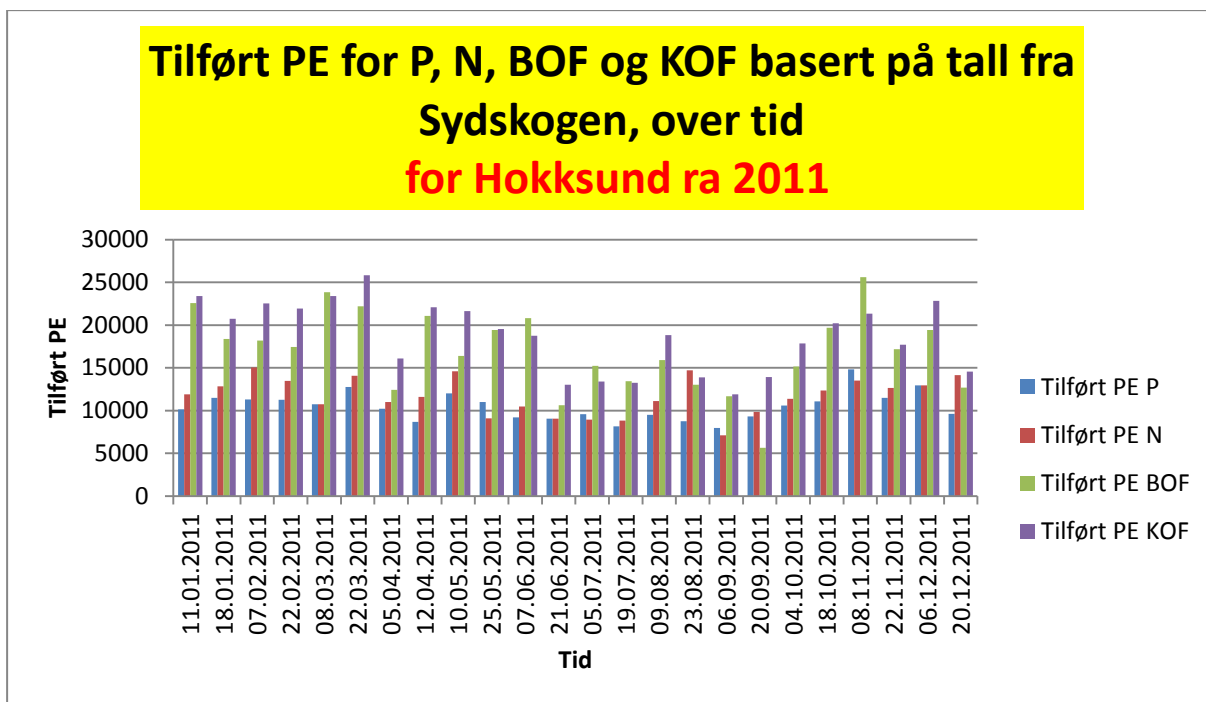
Figur 18 Prosent fremmedvann basert på P ved Lindholm/Bjerkholt metoden over dato for ukeblandprøver for Hokksund ra 2011

Figur 18 viser fremmedvannmengder på Hokksund ra2011 basert på fosfor ved Lindholm/Bjerkholt-metoden. Den forteller oss anleggets totale mengde fremmedvann og prosent fremmedvann i forhold til vannmengde inn på renseanlegget. For Hokksund ra 2011 ser vi innlekking av fremmedvann har sin første store topp i midten av april(12. april), og som kommer relativt raskt over en 2-ukers periode. Dette kan tyde på at Hokksund i denne perioden er inne i en periode med mye smelting og eventuelt nedbør. Etter dette har vi en periode fra slutten av juni til slutten av september med høy gjennomsnittsverdier for fremmedvann.



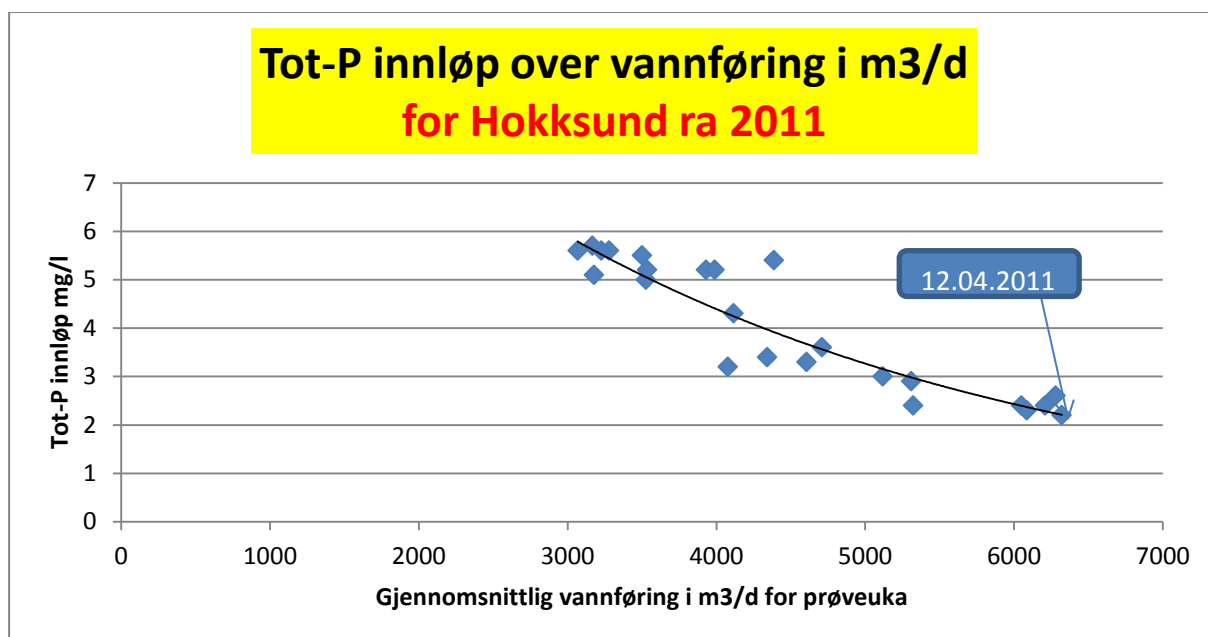
Figur 19 Total nedbør i mm for prøveuken over gjennomsnittlig vannføring i m³/d i prøveuken for Hokksund ra 2011.

Figur 19 viser total nedbørmengde i mm for prøveuken målt for Hokksund i 2011 som et ukegjennomsnitt, plottet mot vannføringen som et ukegjennomsnitt. Denne grafen sammenlignet med figur 17 som viser fremmedvannmengder på Hokksund ra basert på fosfor ved Lindholm/Bjerkholt-metoden over dato for ukeblandprøver for Hokksund ra 2011 viser noe sammenheng mellom toppen i fremmedvannmengder vi har 12. april og nedbør. Ellers viser nedbøren i Hokksund anno 2011 en jevn og relativt lav tilførsel. Fra 21.juni til 20.september som er våre to høyeste nedbørsmålinger, har vi 5 målinger i mellom disse to, som alle viser at det kommer en del nedbør i denne perioden. Det stemmer godt med den stabilt høye fremmedvanntilførselen på Hokksund ra.



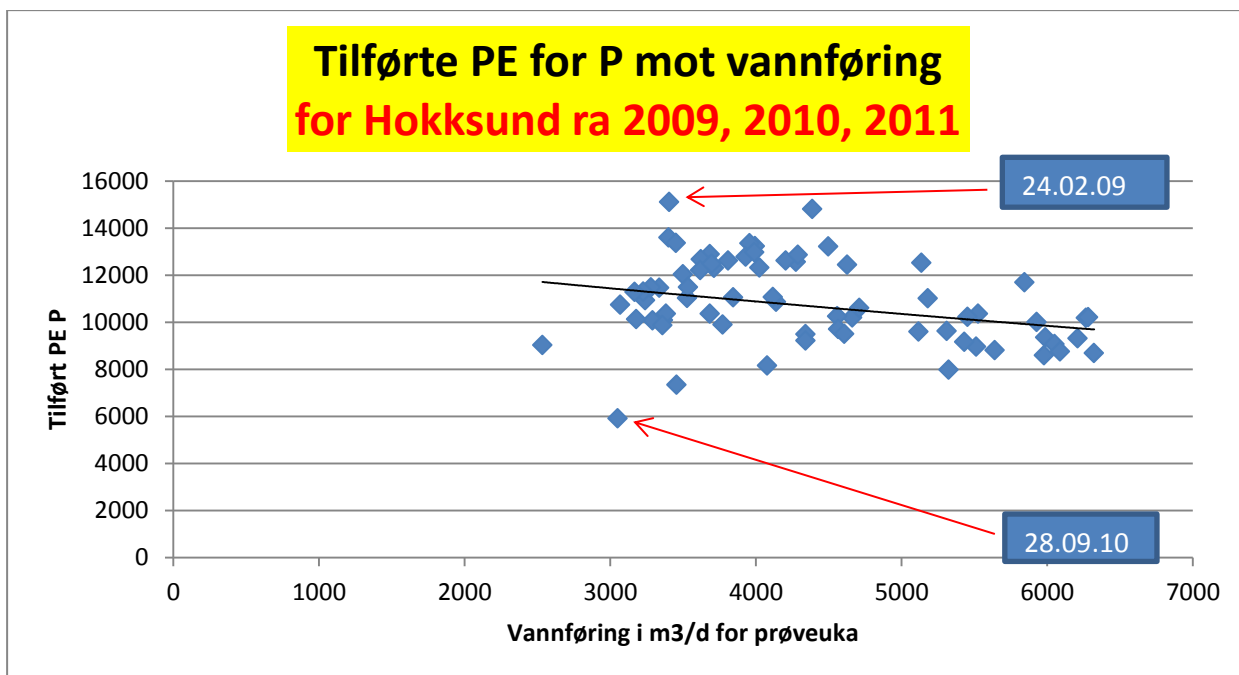
Figur 20 Tilførte PE for P, N, BOF5 og KOF basert på tall fra Sydskogen, over tid for Hokksund ra 2011.

Figur 20 viser tilførte PE for fosfor, nitrogen, BOF og KOF for Hokksund ra 2011. Det er en stabil sammenheng mellom verdier for fosfor og nitrogen, og hva man kan forvente av et rensesanlegg som har ca. 13 000 tilknyttede personer. BOF og KOF viser kun unntaksvis «levelige» resultater som vi kan godkjenne og erklære reelle for tilførte PE. Fosfor og nitrogen er tatt på ukeblandprøver, mens BOF og KOF er tatt ved døgnblandprøver med tilsvarende uke- og døgnvannføringer.



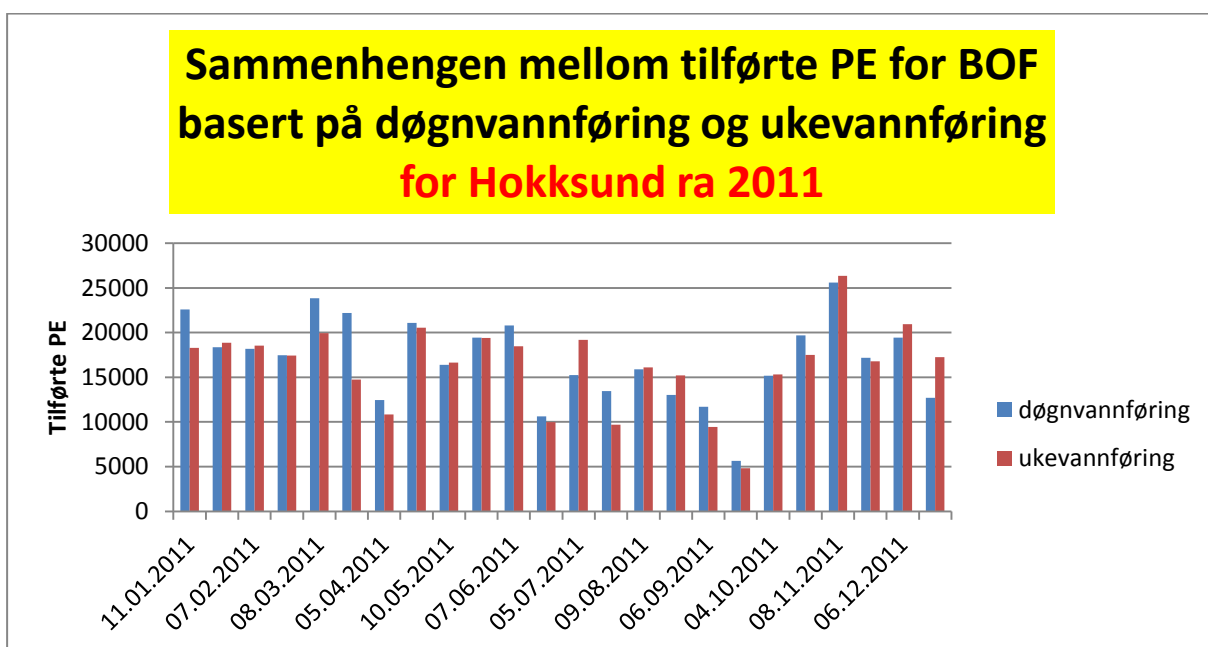
Figur 21 Tot-P innløp(mg/l) over vannføring(m³/d) for Hokksund ra 2011

Figur 21 viser Tot-P inn(mg P/l) over vannmengde(m³/d) for Hokksund ra 2011. Innløpsverdiene for fosfor synker kraftig ved større vannmengde inn på renseanlegget. Vannmengdene overdobles inn, mens fosforkonsentrasjonen over halveres. Som i 2009 og 2010 ser vi at det i midten av april blir en voldsom tilførsel av vannføring til ra. Det spesielle med dette året er dette er i påskeuka. Eventuell tilknyttet industri vil mest sannsynlig være stengt denne uken. I tillegg til dette er mest sannsynlig en større andel av Hokksunds bosatte personer **p** på ferie denne uken.

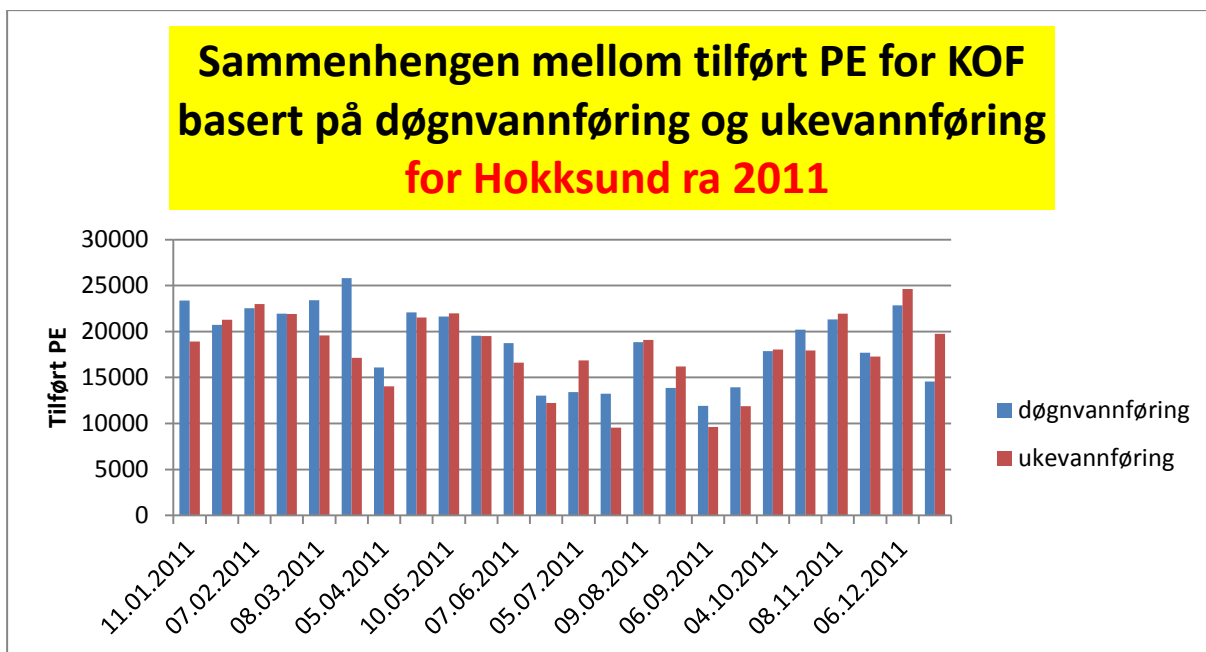


Figur 22 Tilførte PE for P over vannføring for Hokksund ra 2009, 2010, 2011

Figur 22 viser at vi har et fremmedvannproblem i Hokksund. Jo mer vann som kommer frem til rensesanlegg, jo færre tilførte PE basert på fosfor får vi. Denne plotter derimot mye dårligere enn figur 21. Det kan skyldes at vannføringen ikke omfatter alt fortynningsvannet fordi mye har gått ut som lekkasjer og via overløp.

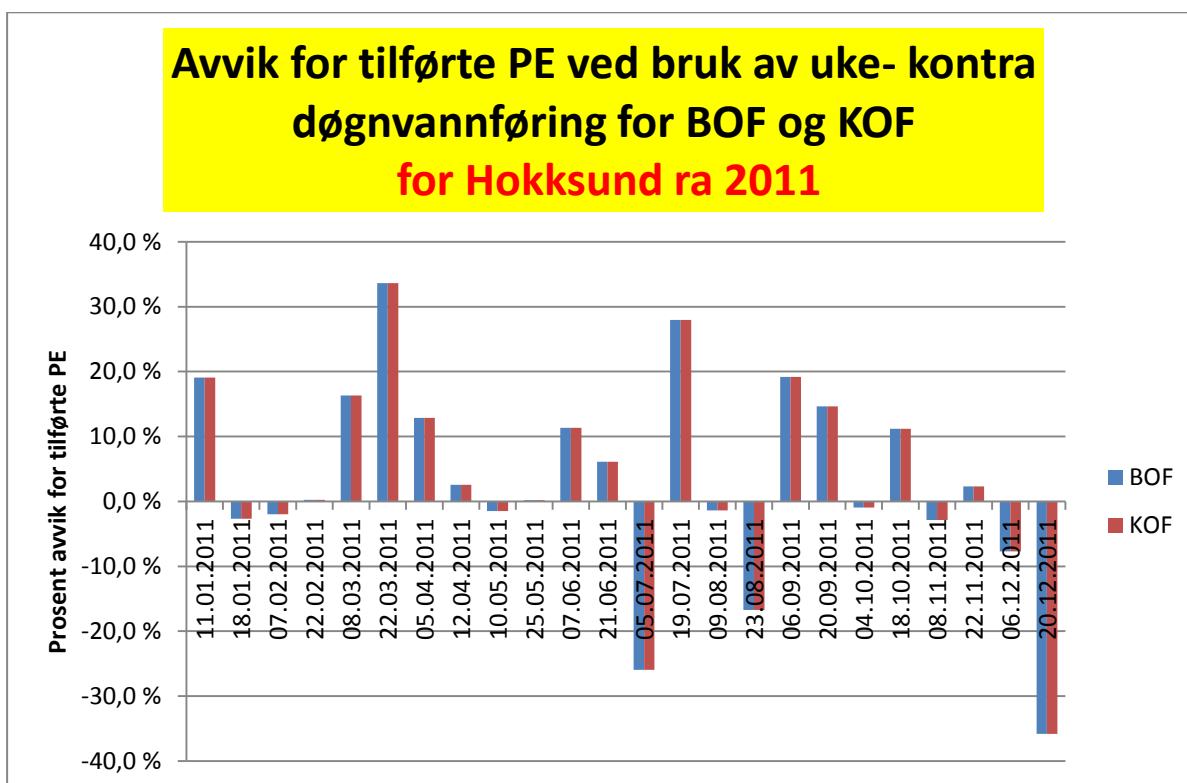


Figur 23 Sammenhengen mellom tilførte PE for BOF basert på døgnvannføring og ukevannføring for Hokksund ra 2011.



Figur 24 Sammenhengen mellom tilførte PE for KOF basert på døgnvannføring og ukevannføring for Hokksund ra 2011.

Figur 23 og 24 viser at det er et avvik, i noen tilfeller et stort avvik, når man beregner PE for KOF og BOF på enten døgn- eller ukevannføring. KOF og BOF er tatt på døgnblandprøver, og derfor blir døgnvannføringen den riktige faktoren å putte inn i regnestykket. Det var kun ukevannføring som ble utdelt som data, før vi oppsøkte renseanlegg personlig.

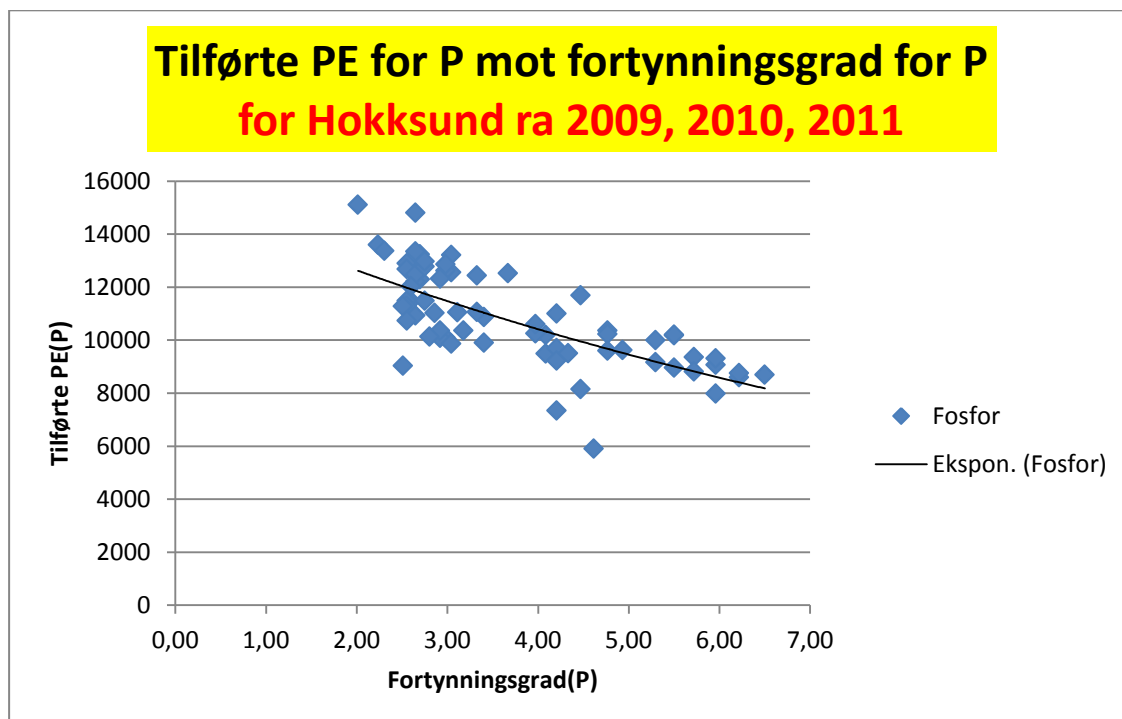


Figur 25 Avvik for PE ved bruk av uke- kontra døgnvannføring for BOF og KOF for Hokksund ra 2011

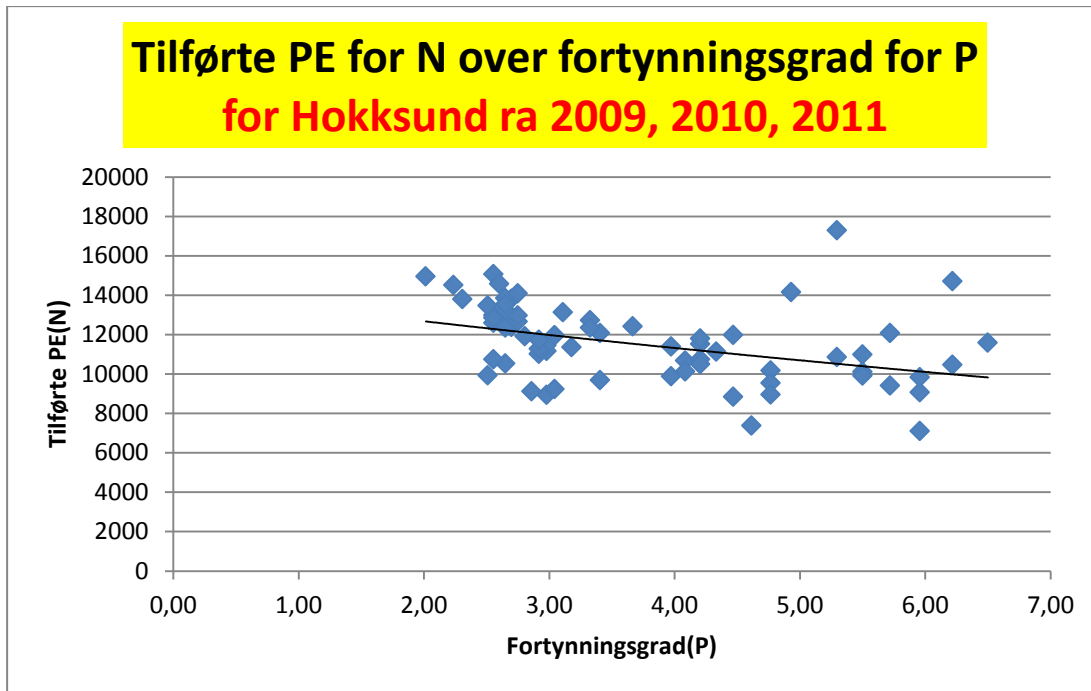
Figur 25 viser hvor store avvik vi får i tilførte PE ved bruk av ukevannføring i stedet for døgnavannføring, når man skal beregne tilførte personenheter PE for BOF og KOF. Det at søylene er negative og positive beskriver bare om det er døgnavannføring eller om det er ukevannføringen som gir flest tilførte PE. Ved negative prosentener er det ukevannføringen som gir flest tilførte PE. Ved positive prosentener er det døgnavannføringen som gir flest tilførte PE.

Figuren viser enkelte store og dramatiske avvik, spesielt når dette kun går på det med å rapportere inn døgnavannføring. Hokksund renseanlegg hadde, i likhet med Lillesand og Lersbryggen, registrert døgnavannføringer manuelt som vi mottok personlig ved renseanlegget. Disse ble derimot ikke oppgitt da vi mottok data.

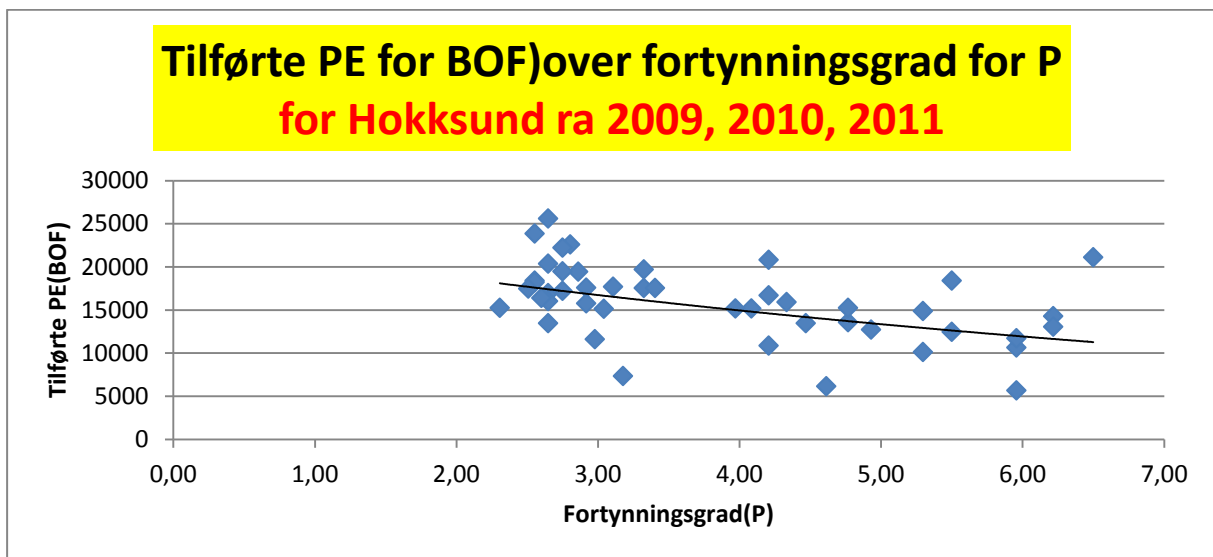
6.2.4 Hokksund ra 2009, 2010 og 2011



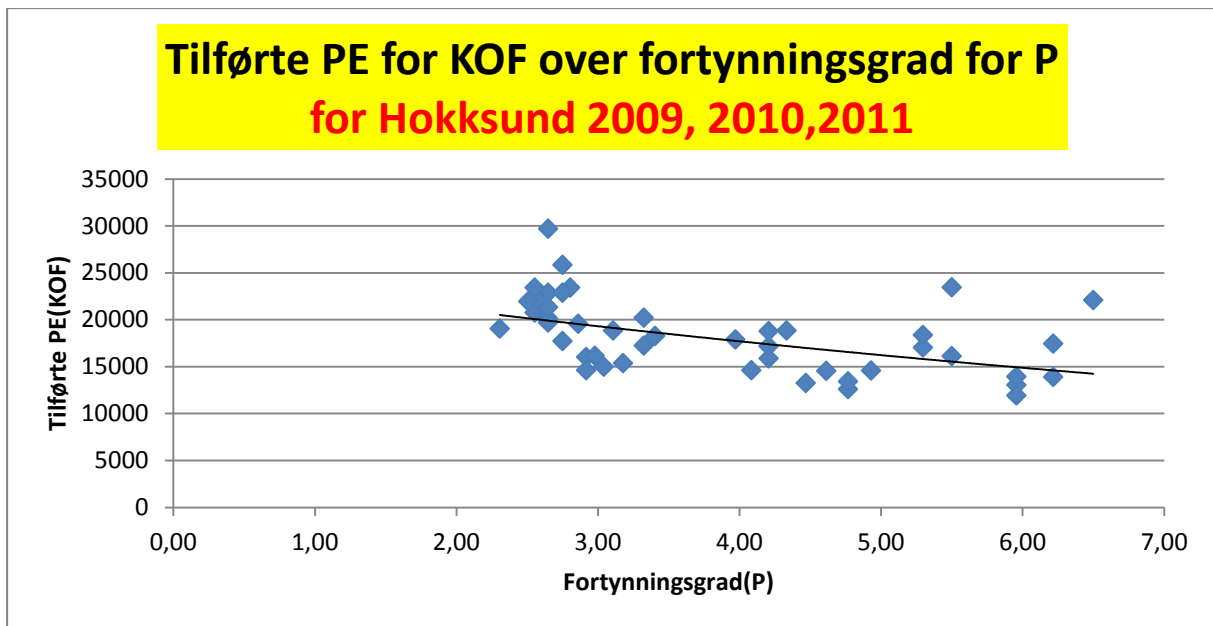
Figur 26 Tilførte PE(P) mot fortynningsgrad(P) for Hokksund ra 2009, 2010, 2011.



Figur 27 Tilførte PE(N) mot fortynningsgrad(N) for Hokksund ra 2009, 2010, 2011.



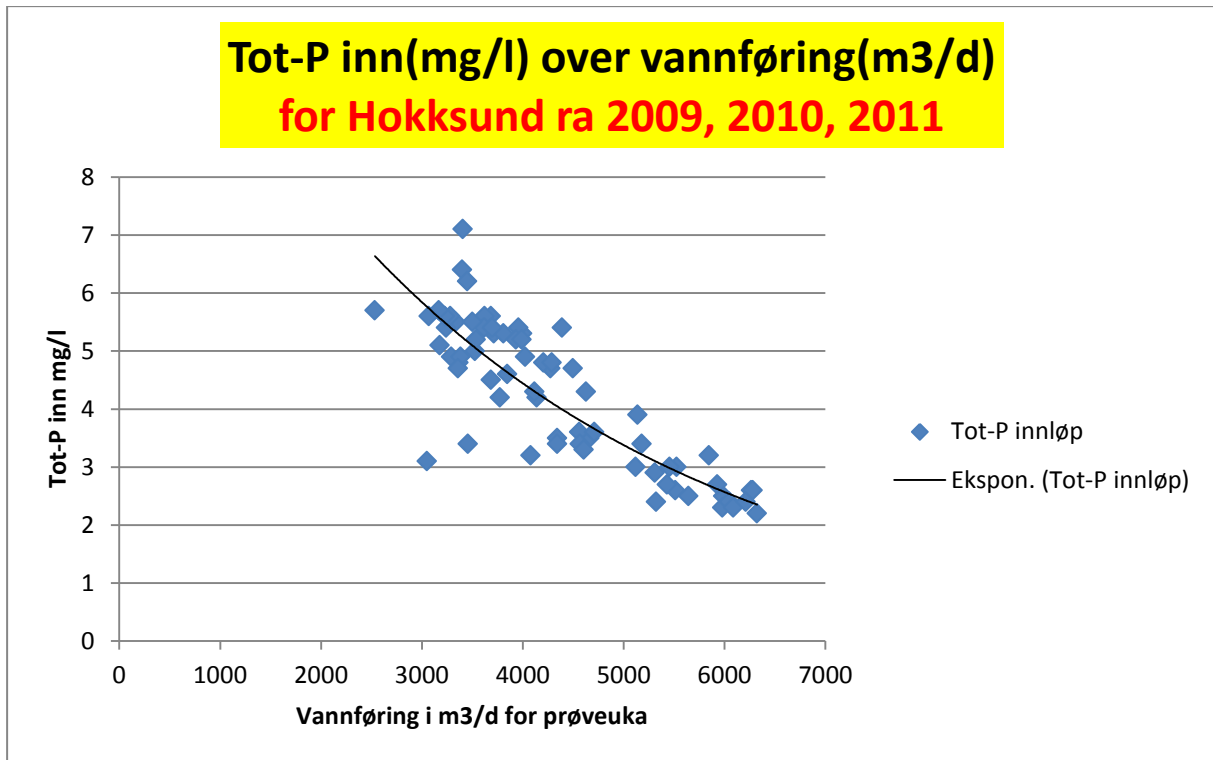
Figur 28 Tilførte PE(BOF) mot fortynningsgrad(BOF) for Hokksund ra 2010, 2011.



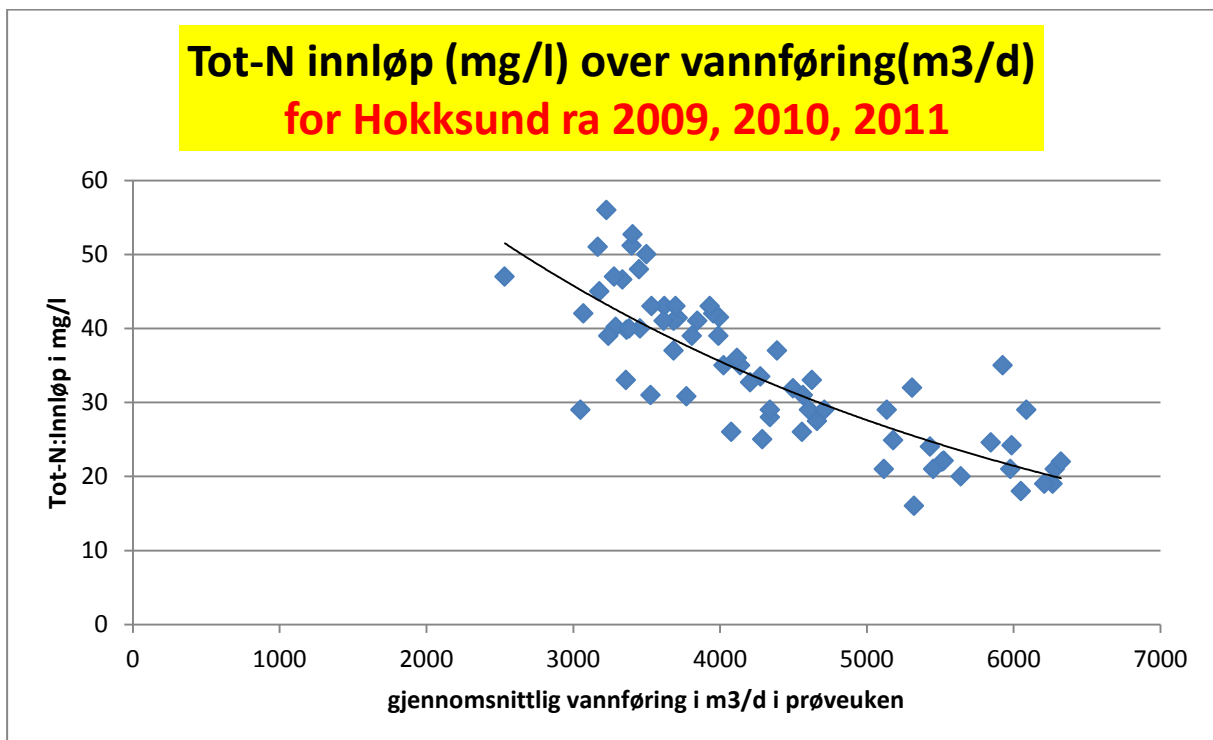
Figur 29 Tilførte PE(KOF) mot fortynningsgrad(KOF) for Hokksund ra 2010, 2011.

Figurene 26-29 viser tilførte PE for de 4 parameterne fosfor, nitrogen, BOF og KOF over fortynningsgrad for fosfor. Fortynningsgraden er bygd på konsentrasjonsbase fra Sydslogenundersøkelsene med forurensingskonsentrasjoner i ufortynnet avløpsvann ved 100 % tilstedeværelse.

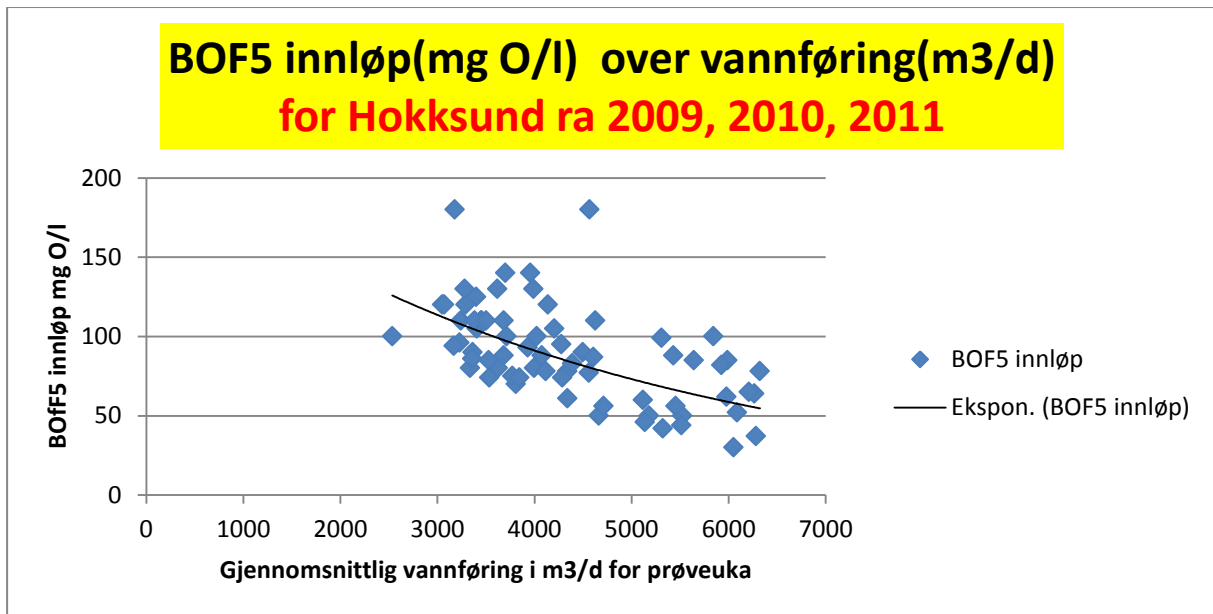
Alle 4 parameterne viser at jo mer avløpsvannet fortynnes enten det er ved snøsmeltevann, inntrengende regnvann, bekkevann, grunnvann eller annet fortynnende regnvann viser kurvene at når lekkasjene øker, jo mer forurensninger tapes ut av ledningssystemet.



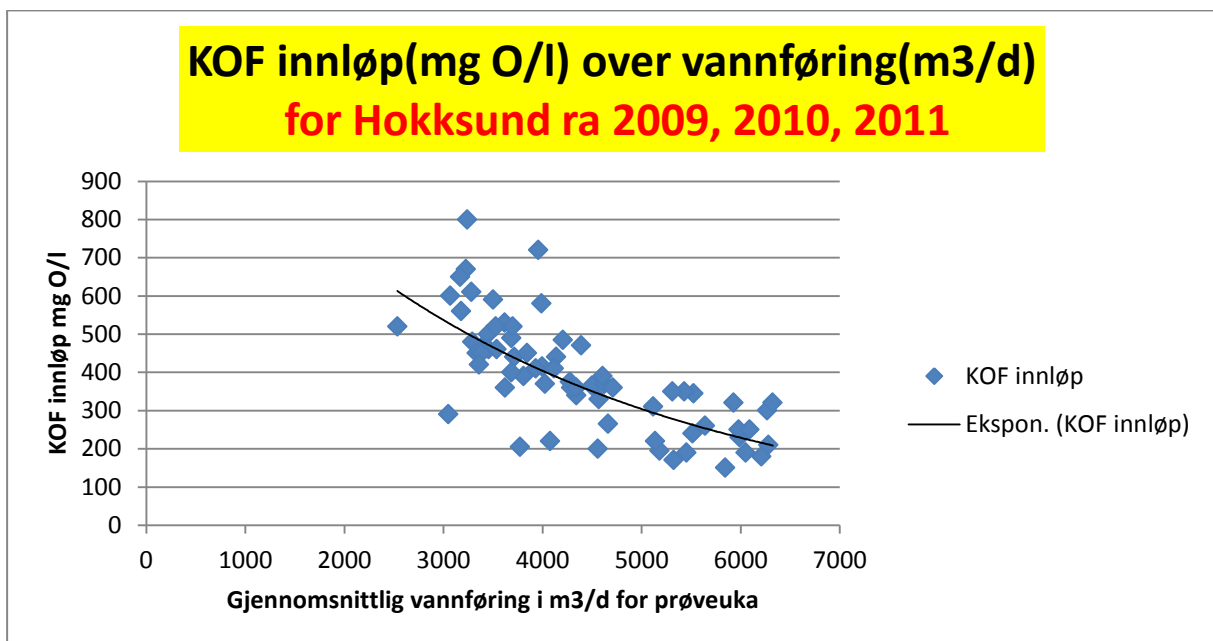
Figur 30 Tot-P inn(mg/l) over vannføring(m3/d) for Hokksund ra 2009, 2010, 2011



Figur 31 Tot-N innløp(mg/l) over vannføring(m3/d) for Hokksund ra 2009, 2010, 2011.



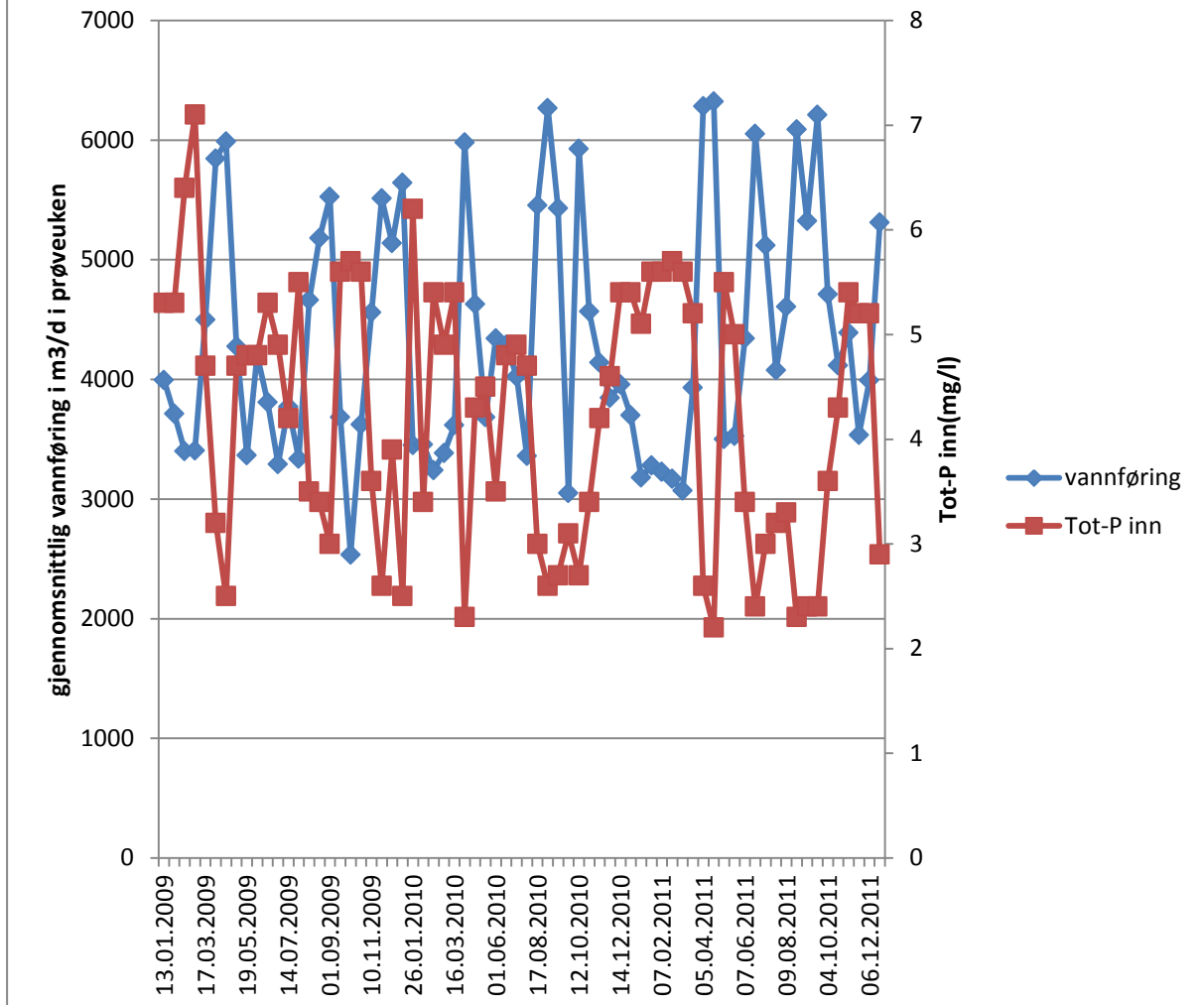
Figur 32 BOF5(mg O/l) over vannføring(m3/d) for Hokksund ra 2009, 2010, 2011



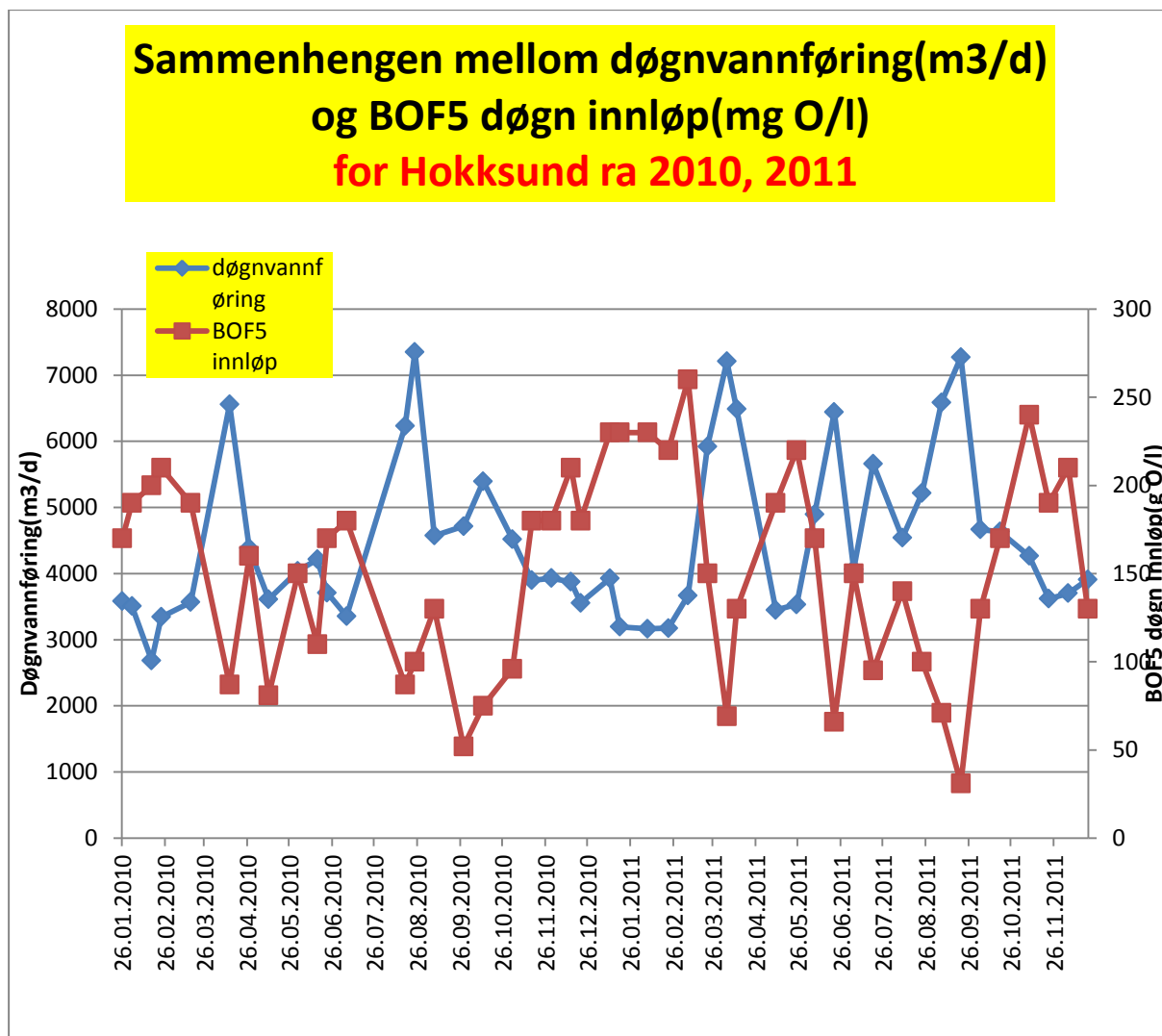
Figur 33 KOF innløp(mg O/l) over vannføring(m3/d) for Hokksund ra 2009, 2010, 2011

Figurene 30-33 viser at for alle parameterne kan vi se den samme symmetrien med at jo høyere vannføringen blir, jo mer fortynnet blir innløpskonsentrasjonen. Dette tyder på at vi har riktige prøvetakinger, vannføringsmålere og analyser.

**Sammenhengen mellom vannføring(m³/d) og
Tot-P inn
for Hokksund ra 2009, 2010, 2011**

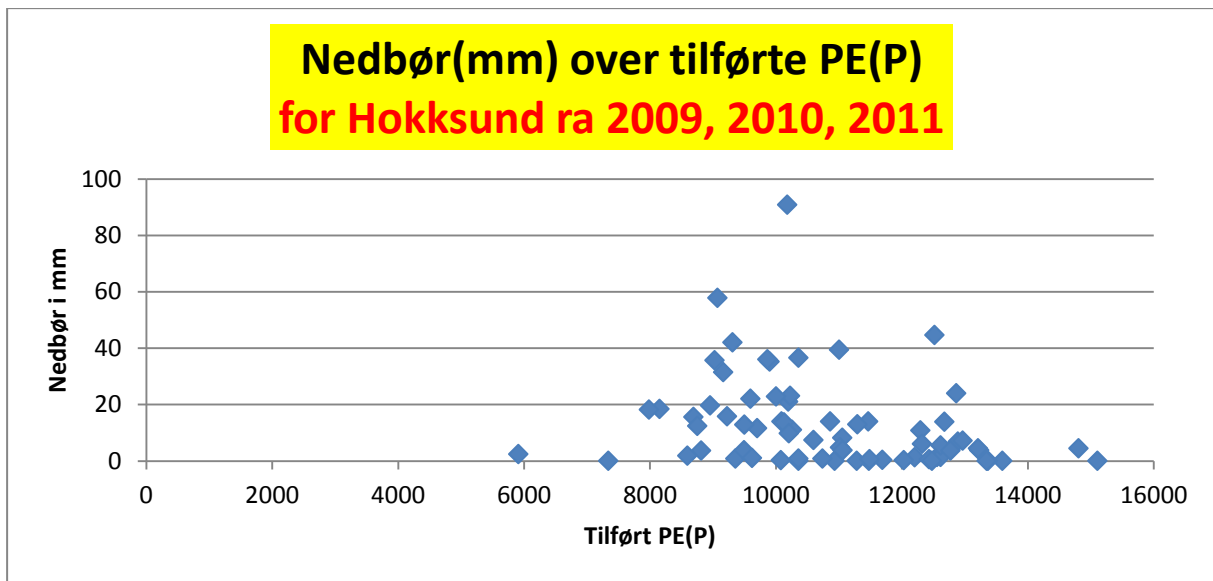


Figur 34 Sammenhengen mellom vannføring(m³/d) og Tot-P inn for Hokksund ra 2009, 2010, 2011



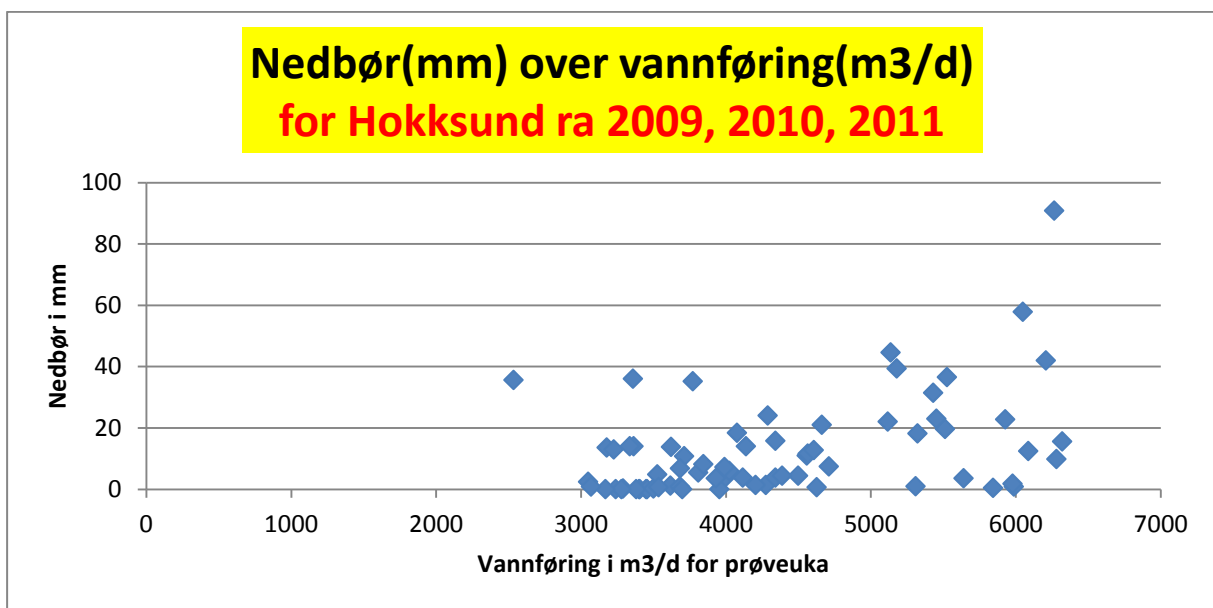
Figur 35 Sammenhengen mellom døgnavannføring(m³/d) og BOF5 døgn innløp(mg O/l) for Hokksund ra 2010, 2011

Figur 34 og 35 viser sammenhengen mellom gjennomsnittlig ukevannføring/døgnavannføring, og Tot-P inn/BOF5 inn. Begge grafene viser oss den sammenhengen vi har lyst til å se for at prøvetakingen er korrekt; at når vannføringen øker, synker konsentrasjonen av fosfor/BOF og visa versa.



Figur 36 Nedbør(mm) over tilførte PE(P) for Hokksund ra 2009, 2010, 2011

Figur 36 viser at det kan se ut som nedbøren på generelt grunnlag ikke spiller noen stor rolle på tilførte PE basert på fosfor.



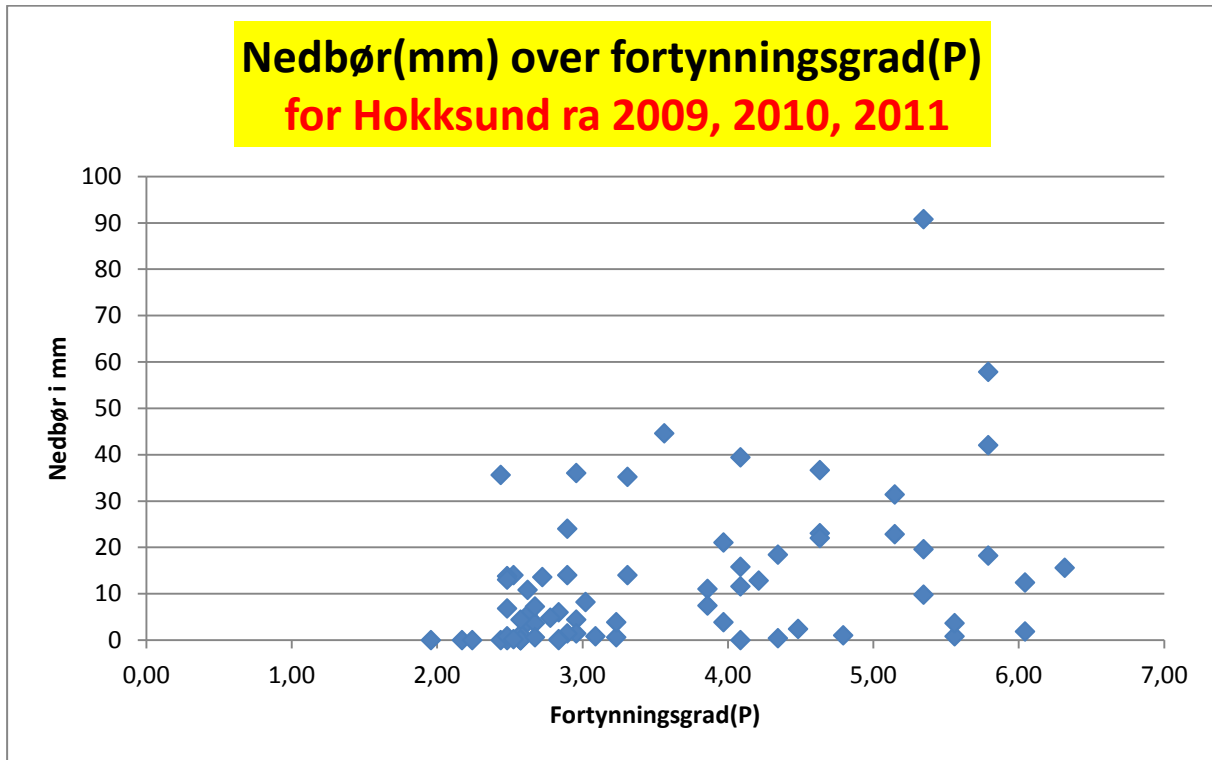
Figur 37 Nedbør(mm) over vannføring(m3/d) for Hokksund ra 2009, 2010, 2011

Figur 37 viser sammenhengen mellom nedbør og vannføring. Det er en viss sammenheng, men det observeres at vannføringen varierer ganske mye også for liten eller ingen nedbør.

Vannføring kan bli påvirket av smeltevann, nedbør og eventuelle store utslipp(gjerne industri).

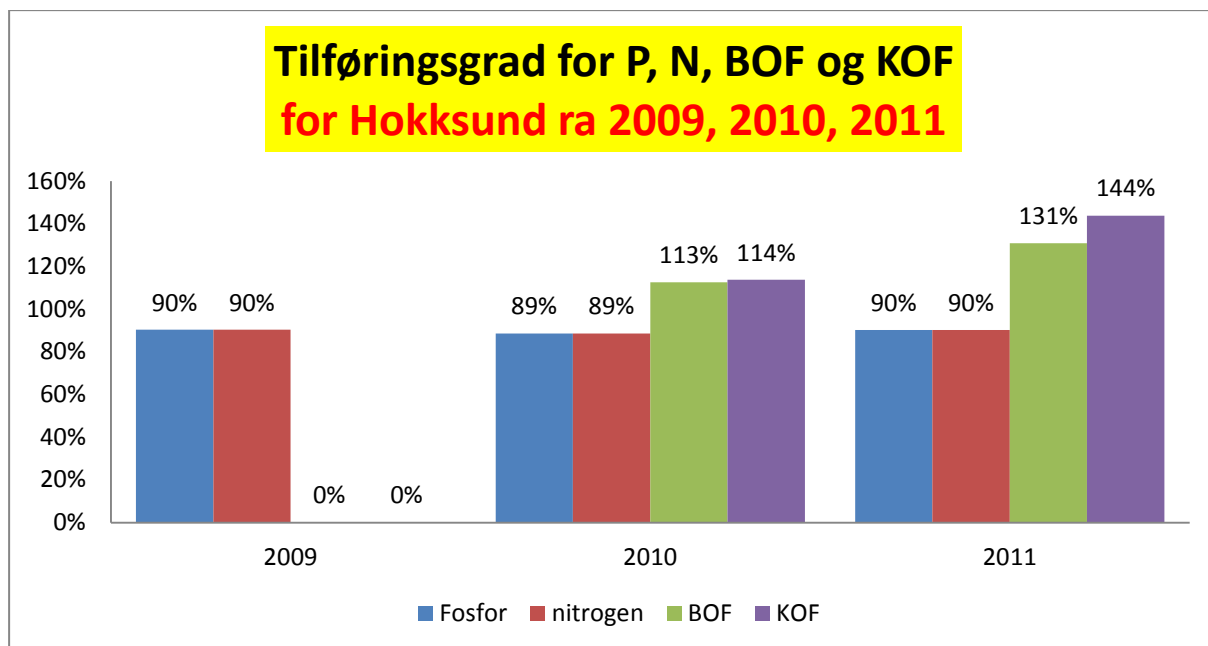
Vi antar fra tidligere figurer (fig.5, 6, 10 og 18) at Hokksund har en smelteperiode i midten av april som gir store vannføringer. Industri med utslipp er det som nevnt tidligere lite av. Da ser vi fra denne figuren at de fleste ukene som gir mer enn 30 mm nedbør ligger godt over

gjennomsnittet på ukevannføring som er 4343m³/d. Dette kan tyde på at nedbørsmålingene våre er korrekte. Vi har i tillegg 3 punkter som gir høy nedbør, men lavere enn gjennomsnittet ukevannføring. 2 av disse punktene er fra juli i forskjellige år, og kan tyde på at jordsmonnet er umettet.



Figur 38 Total nedbør i mm for prøveuken over fortynningsgrad(P) for Hokksund ra 2009, 2010, 2011

Figur 38 forteller oss lite. Her blir alt veldig rotete, og det er vanskelig å se noen tendenser. Vi kan likevel se en viss sammenheng her, ved at de høyeste nedbørsmålingene også gir veldig høye fortynningsgrader, noe som blir naturlig ved innlekking av regnvann.



Figur 39 Tilføringsgrad for P, N, BOF og KOF for Hokksund 2009, 2010, 2011

Figur 39 viser årlig gjennomsnittlig tilføringsgrad for 2009, 2010 og 2011 for alle de 4 viktigste parameterne; total fosfor, total nitrogen, BOF₅ og KOF. Det gjøres oppmerksom på at det her er benyttet korrekte vannføringer for døgnblandprøvene for BOF og KOF og ikke ukegjennomsnitt som systemet anvender i dag gjennom KLIF og Driftsassistansen. Tilføringsgradene basert på døgnblandprøver for parameterne BOF og KOF gir vesentlig høyere tilføringsgrader enn ukeblandprøvene ved Tot-P og Tot-N. Det skyldes sannsynligvis at prøvene blir kraftigere påvirket av regnvær og rørutspyling med first flush slik at prøvene blir mindre representative. Det kan også skyldes at fremmedvannet er mer forurenset av disse parameterne på grunn av overflateavrenning, men det må testes ut mer. Det blir i alle fall et kontrollsystem for tilføringsgrad som blir dårligere fordi det ikke i samme grad er en tracer for spillvann fra uførtynnet spillvann. Det minnes om at i 1970- og 1980-årene var en av reglene for måling av tilføringsgrad at man ikke kunne måle under nedbør selv om vi den gang i større grad benyttet ukeblandprøver for ikke å få ødelagt materialbalansen. På den annen side er det viktig nettopp å måle også i nedbørsperioder, og når det er stor vannføring. Det er da de store tapene fra avløpsnettets kommer. For å ha flest mulige representative prøver, samt det å bruke ukeblandprøver for å få mer representative prøver og dekke flest mulige dager i året.

6.3 Lier kommune ved Linnes-, Sylling- og Sjøstad renseanlegg

6.3.1 Linnes renseanlegg

Linnes ra har en dimensjonerende kapasitet på 26 500 PE, 700 m³/h for Q_{dim} og 900m³/h for Q_{maxdim}. Tilknyttingen til anlegget per 01.01.2010 er 17 848 PE. Renseprosessen er mekanisk/kjemisk med primærfelling (LierDrift & Brubak 2012).

Datagrunnlaget fra Lier består av 24 kontrollprøver i løpet av 2012 og måler vannføring i prøveperioden i m³/d, konsentrasjonen i mg/l for innløp og utløp for Tot-P, Tot-N, BOF₅, KOF og SS (LierDrift & Brubak 2012).

Med 24 prøver i året aksepteres det at 3 prøver på organisk stoff ikke oppfyller rensekraft. Anlegget blir vurdert på den 4. dårligste prøven. Anlegget tilfredsstiller ikke kravene da 14 av prøvene ikke overholdt kravene. Linnes overholdt heller ikke rensekraftene for fosfor, og det sies at anlegget sliter med «udefinert industripåslipp» som påvirker renseprosessen (LierDrift & Brubak 2012).

Ved Linnes tas det vannmengdeproporsjonale ukeblandprøver som analyseres for fosfor og nitrogen. For BOF₅ og KOF analyseres det egne døgnblandprøver. Det benyttes en vakuumprevetager for både ukeblandprøver og døgnblandprøver. For ukeblandprøven som samles i en egen dunk som står i kjøleskap tas det ut døgnblandprøver for hele uka og som blandes i en annen kanne som står i et annet kjøleskap nr 2 for lagring til en konstruert ukeblandprøve. Den daglige døgnblandprøven fra ukekjøleskapet må måles ut til et bestemt volum i forhold til døgnets vannføring og overføres til kannen i kjøleskap nr. 2 som gradvis fylles opp til en ukeblandprøve. Prøvene konserveres ikke med svovelsyre.

Prøvetakningsopplegget frem til ut 2012 har vært slik at ukeblandprøvetakingen startes tirsdag morgen kl. 8.00 og går frem til neste tirsdag kl. 8.00. Siden det tas ut daglige døgnblandprøver fra ukeblandprøvetaker systemet benyttes den siste døgnblandprøven fra mandag kl.8.00 til tirsdag 8.00 til en ekstra døgnblandprøve som sendes sammen med den konstruerte ukeblandprøven og som analyseres separat på BOF₅, KOF og SS. I ny rutine fra 2013 fordi det nå kreves rullerende døgnblandprøver må det tas døgnblandsprøver på ulike ukedager. Det betyr at døgnblandprøver som ikke er ferske nå må fryses i følge KLIF. Begrunnelsen til KLIF for at det er nå har blitt rullerende prøvetaking fra januar 2013, er at prøvene skal bli mer representative ved at alle dager i uka benyttes. Det gjelder derimot ikke for de prøvene fra 2012 som behandles her. (Olsen 2013)

Vannmåleren på Linnes er kalibrert, men dette er noe mer usikkert på Sylling og Sjøstad ra. Vannmåleren avleses hver dag manuelt kl 08.00. Prøvetakeren er plassert oppstrøms i forhold til returvannstrømmer. Anlegget har flere innløp der slam og septik leveres til mottak. Det er ikke slamtilførsler på nettet. Det stilles et renskrav på 95 % for fosfor, maksimal restkonsentrasjon fosfor og antall kg fosfor som kan slippes ut fra Linnes. Av bedrifter og industri som belaster Linnes ra i tillegg til befolkningen finnes et stort vaskeri, et stort bakeri, bilklargjøringsfirma og grønnsaksvasking og -pakking. Dette vises godt på døgnblandprøver på mandager og fredager. Temperatur på 25 °C i vannet på renseanlegg, høy pH samt problemer med alkalitet var det som var mest utslagsgivende for avløpsvannet ved industrien i starten da bedriftene etablerte seg, og man ikke hadde noe samarbeid eller kommunikasjon mellom renseanlegg og bedrifter. Det kan også tilføres jordbruk- eller leireforurensinger. Dessuten er det mulighet for inntrenging av sjøvann ved springflo.(Olsen 2013)

Ledningsnett til Linnes ra har under 4 % fellesavløpsledninger i dag. Kommunen har gjort en stor innsats på forbedringer av nettet. I tørrvær betyr det at man får et relativt konsentrert avløp. Tungmetallprøvetaking kom inn for 3 år siden (ca2010). Linnes renses ”normalavløpet” for nedre del av kommunen og Lierskogen/Tranby i tillegg all spredt bebyggelse ved at slam fra septik og fra slamavskillere og noe også fra utenom kommunen tilkjøres Linnes med tankbiler. I tillegg mottas slammet fra Sjøstad/Sylling (Olsen 2013)

Linnes ra er akkreditert. Det positive ved dette var at det ble funnet ut at det ble målt for mye vann fra vannmålerstasjonen på grunn av oppstuvning i målerennen nedstrøms. Dette ble rettet opp i løpet av 2010. Linnes ra synes døgnblandprøvene som i mange år er tatt fra mandag til tirsdag ikke er representativ for anlegget funksjon og innløpsvann. Dessuten benyttes også veldig mye tid på prøvetakingen allerede slik det var inntil 2012, og med det rullerende døgnblandsystemet som ble innført i 2013 er det blitt enda verre.(Olsen 2013)

Tabell 5 Forurensingstall for Linnes ra 2012

Forurensingstall for Linnes ra 2012			
gjennomsnittlig fosfor konsentrasjon inn i året i mg P/l:	=	3,77	mg P/l
gjennomsnittlig nitrogen konsentrasjon inn i året i mg N/l:	=	29,38	mg N/l
gjennomsnittlig BOF konsentrasjon inn i året i mg O/l	=	187,96	mg O/l
gjennomsnittlig KOF konsentrasjon inn i året i mg O/l	=	531,30	mg O/l
totalt fosfor inn på ra	=	578	kg P
totalt nitrogen inn på ra	=	4485	kg N
totalt BOF inn på ra	=	27615	kg O
totalt KOF inn på ra	=	79131	kg O
gjennomsnittlig ukevannføring inn på ra		6806	m ³ /d
gjennomsnittlig tilførte PE fosfor		15053	PE
gjennomsnittlig tilførte PE nitrogen		15573	PE
gjennomsnittlig tilførte PE BOF		30017	PE
gjennomsnittlig tilførte PE KOF		36601	PE
gjennomsnittlig tilføringsgrad fosfor		84,3	%
gjennomsnittlig tilføringsgrad nitrogen		87,3	%
gjennomsnittlig tilført fremmedvann Vråle		300,2	%
gjennomsnittlig tilført fremmedvann Lindholm/Bjerkholt		66,5	%

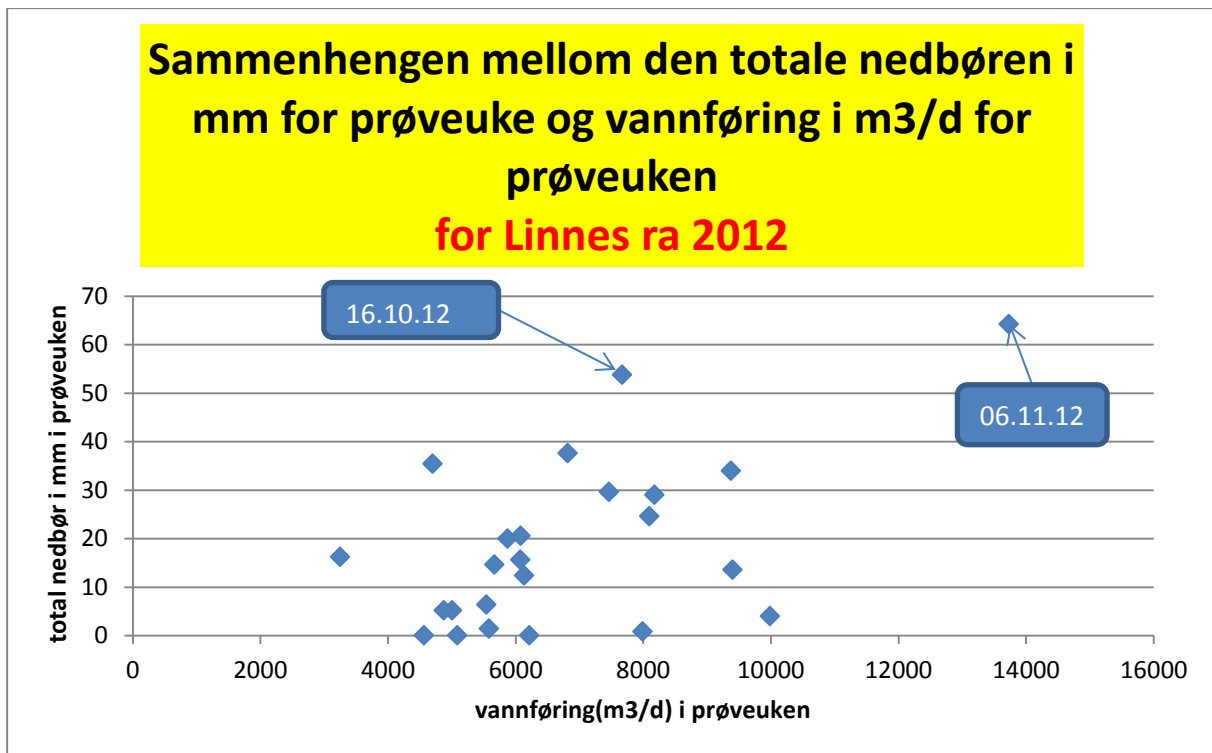
Tabell 5 viser forurensingstallene for Linnes ra i 2012. Tallene er sammenlignbare med Hokksund ra. De viser litt mindre konsentrasjoner inn for fosfor og nitrogen, men desto større for BOF og KOF.

6.3.2 Funksjonsanalyser for Linnes ra 2012



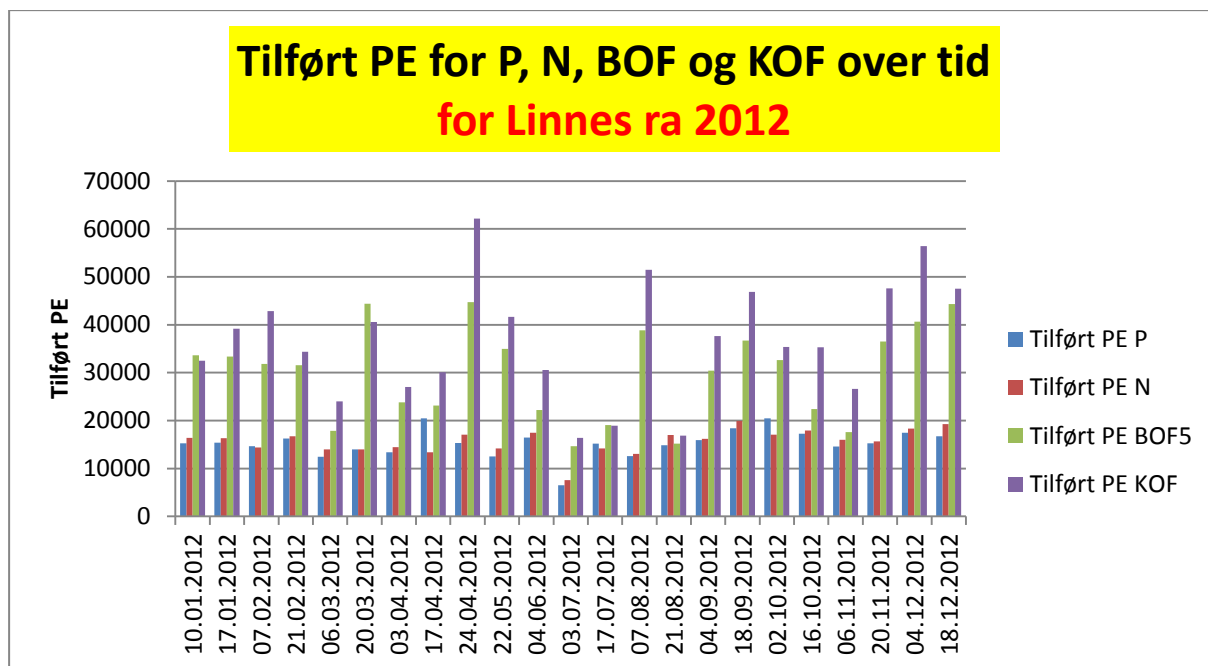
Figur 40 Fremmedvannmengder basert på P ved vråle-metoden over dato for ukeblandprøver for Linnes ra.

Figur 40 viser fremmedvannmengder på Linnes ra basert på fosfor ved Vråle-metoden, forteller oss hvor mye rent fremmedvann som fortynner avløpsvannet slik det foreligger ut fra husholdningene. Den kan fremstilles som gjennomsnitt for hele året, men kan også regnes ut for hver eneste ukeblandprøve. Fremmedvann fremstilles i prosent i forhold til uforynnet spillvann fra boliger. For Linnes ra ser vi innlekking av fremmedvann har store svingninger.



Figur 41 Sammenhengen mellom nedbør i mm for prøveuken og vannføringen i m³/d i prøveuken for Linnes ra 2012.

Figur 41 viser den totale nedbøren i mm for prøveuken målt for Lier i prøveuke(mm/uke), plottet mot vannføringen som et ukegjennomsnitt. Denne grafen sammenlignet med figur 38 som viser fremmedvannmengder på Linnes ra basert på fosfor ved Vråle-metoden for dato for ukeblandprøver for Linnes ra, viser stor sammenheng mellom toppen i fremmedvannmengder vi har 6. november og toppen i nedbør som også er 6. november. I tillegg er vår andre store topp i nedbør 16. oktober som er siste prøvetakingen før 6. november. Det kan se ut som at denne nedbøren har mettet jordsmonnet, og derfor gitt oss så ekstrem høy vannføring 6. november.



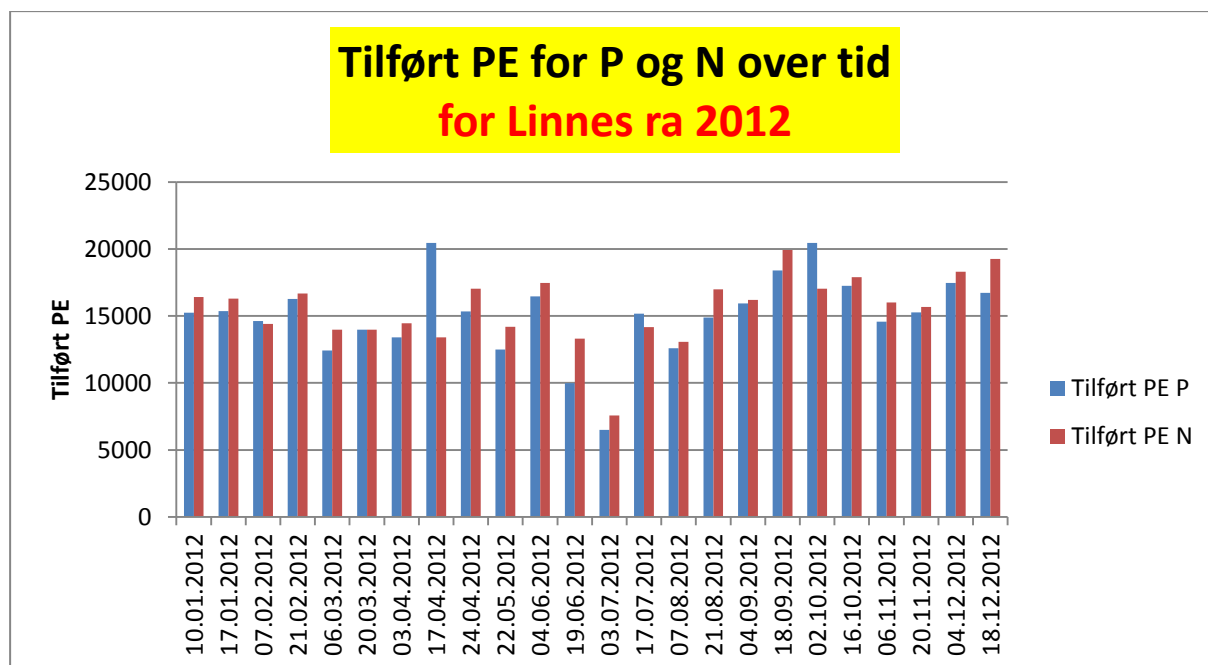
Figur 42 Tilført PE for P, N, BOF og KOF over tid for Linnes ra 2012

Figur 42 viser tilførte personenheter PE basert på fosfor, nitrogen, BOF og KOF for Linnes ra 2012. Den viser en ganske god sammenheng mellom verdier for fosfor og nitrogen, og stemmer også bra overens med hva man kan forvente av et rensesanlegg som har ca. 17848 bosatte personer **p**. Tilførsler av PE basert på BOF₅ og KOF derimot viser vesentlig høyere tilførte PE og spesielt KOF viser neste hele tiden høyere verdier for BOF5 PE. Det er i tillegg til disse høye verdiene for KOF i figur 40, utelatt en enda høyere verdi på 11551 PE den 19. juni 2012.

Disse forholdene bør vurderes nærmere. For det første benyttes følgende verdier for spesifikke tall når antall PE beregnes: Tot-P lik 1,6 g P/pd, Tot-N lik 12,0, BOF₅ lik 40 g/pd og KOF lik 96 g/pd. Disse tallene er identiske med de nye spesifikke tallene fra Sydslogen for en husholdning og 100 % tilstedeværelse. Nå har neppe rensedistriktet ved Linnes ra 100 % tilstedeværelse, men antagelig betydelige pendlertap. Det vil normalt heller gi lavere tilførte personenheter PE basert på BOF og KOF.

Erfaringer fra Østfold hvor alle analyser bare tas på døgnblandprøver og hvor man har testet ut ulike spesifikke tall, viser at hvis vi begynner å heve de spesifikke tallene for BOF og KOF får vi lavere tilførte organiske PE tilførsler basert på BOF og KOF, enn med Tot-P og Tot-N. Så en løsning er rett og slett å bruke høyere spesifikke tall for disse parametrene, så vil tilførslene stemme bedre overens. Men det synes ikke å være riktig forklaring. En annen forklaring kan være at Linnes rensedistrikt rett og slett også har industribidrag som bidrar med mye organisk

stoff og som ikke er regnet inn i belastningsgrunnlaget. Det kan være en god forklaring (Vråle 2013).

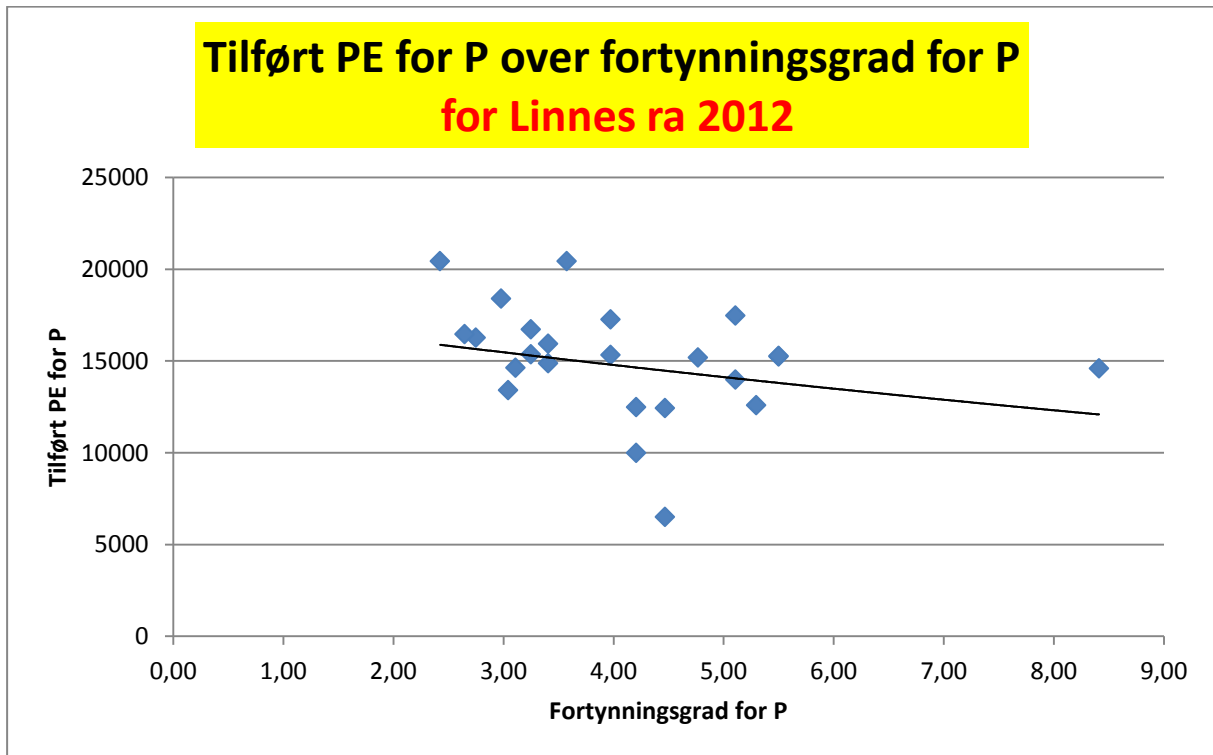


Figur 43 Tilført PE for P og N over tid for Linnes ra 2012

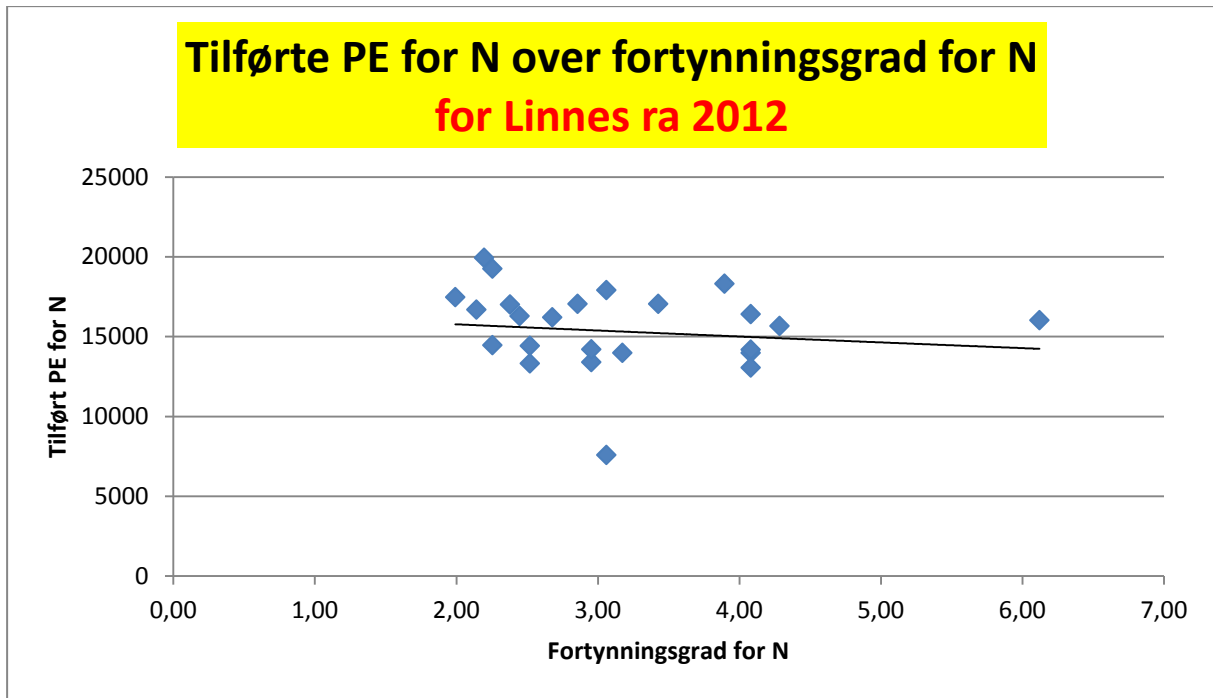
Figur 43 viser tilførte PE for fosfor og nitrogen for Linnes ra 2012. Det er en stabil sammenheng mellom verdier for disse to parameterne. Begge er tatt på ukeblandprøver, noe som kan vise seg å gi stabile og riktige resultater, hvis man sammenligner dette med bosatte personer **p** (17 848). Frem til midten av september har vi resultater som kan virker fornuftige sett i antall **p**, med unntak av 17. april som viser høye verdier for fosfor. Den 3. juli har vi lave verdier for både fosfor og nitrogen, men dette er helt naturlig siden det er i fellesferien og mange er bortreist.

I perioden etter september har vi høye verdier for begge parameterne, men vet fra figur 40 og 41 at vi i denne perioden har mye nedbør.

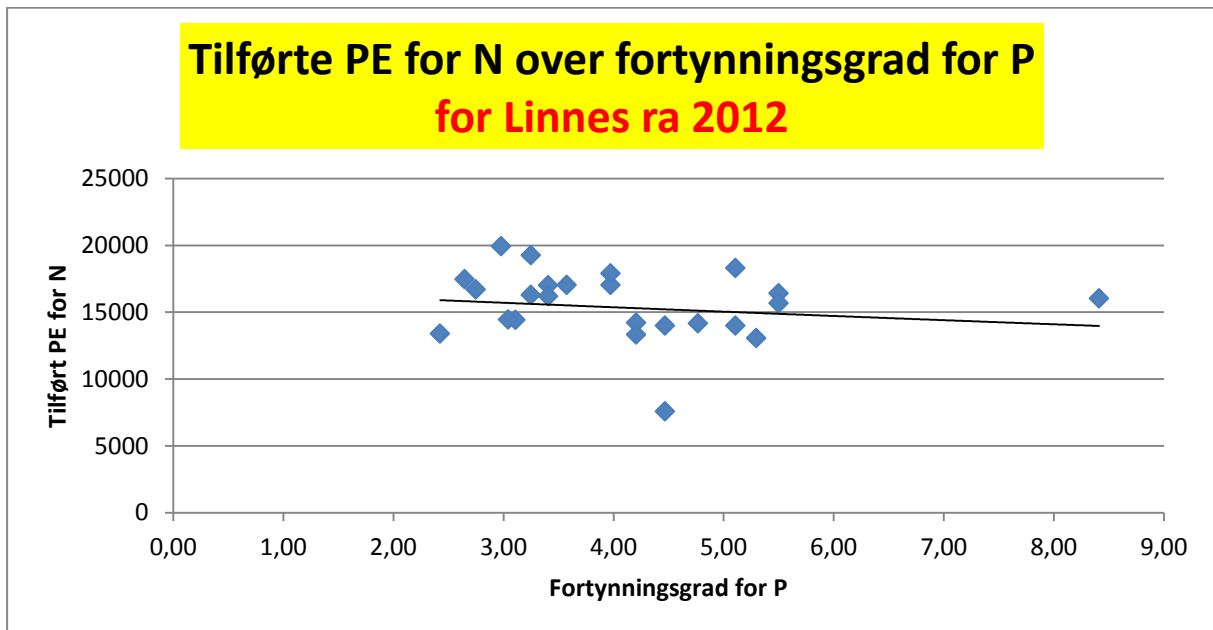
6.3.3 Sammenheng mellom diverse paramatere for tilførte PE for diverse fortynningsgrader



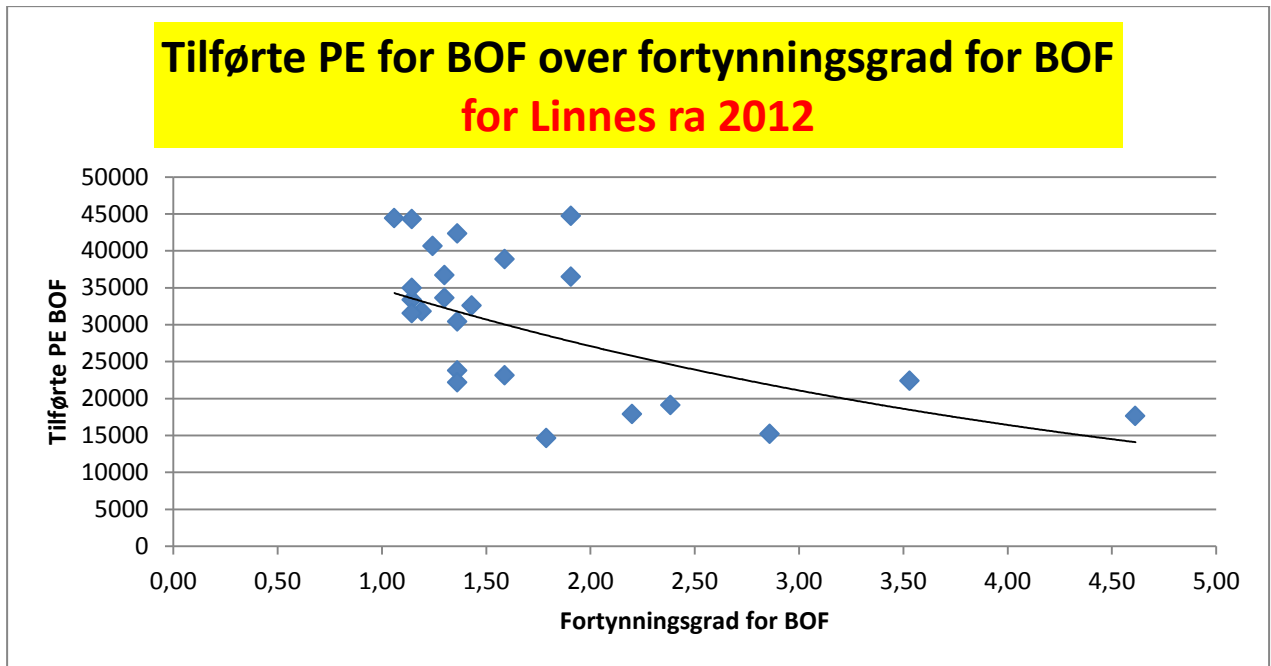
Figur 44 Tilført PE for P over fortynningsgrad for P for Linnes ra 2012



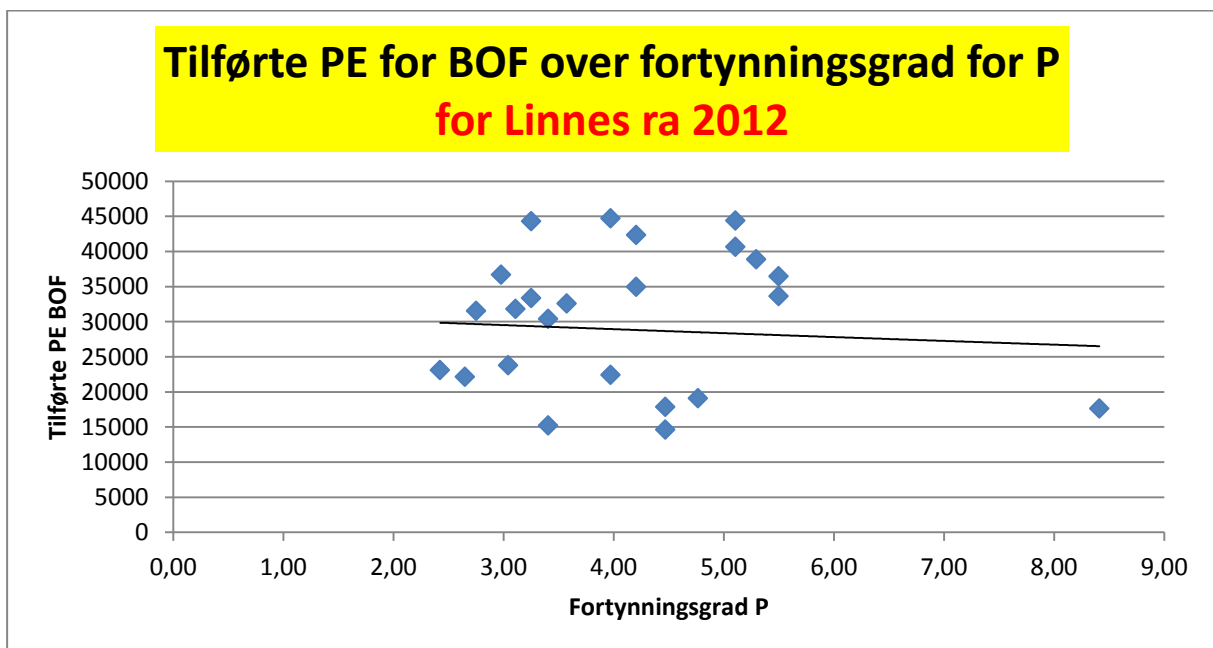
Figur 45 Tilførte PE for N over fortyningsgrad for N for Linnes ra 2012



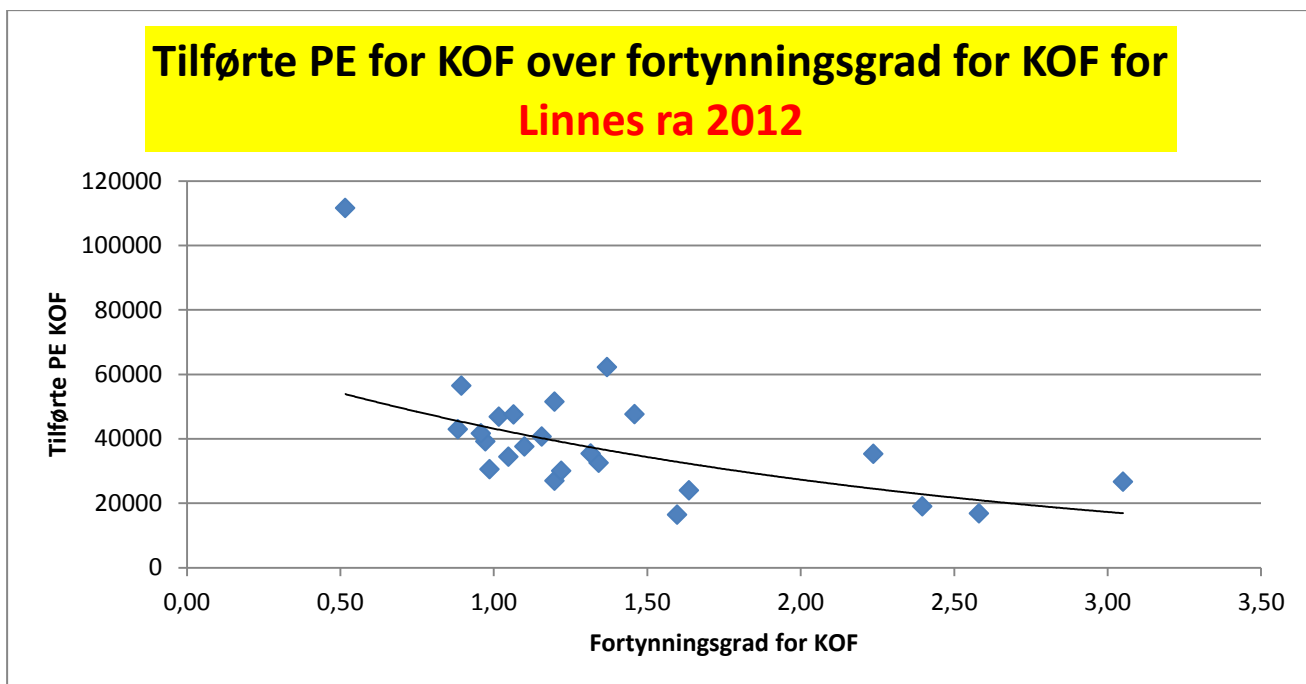
Figur 46 Tilførte PE for N over fortyningsgrad for P for Linnes ra 2012



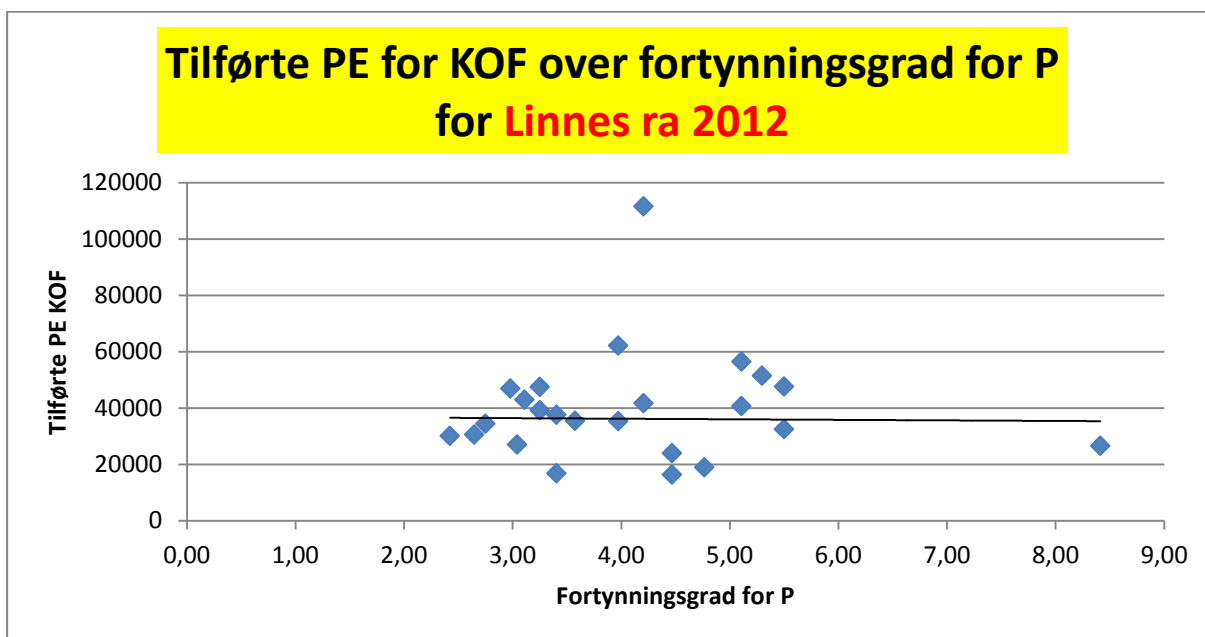
Figur 47 Tilførte PE for BOF over fortynningsgrad for BOF for Linnes ra 2012



Figur 48 Tilførte PE for BOF over fortynningsgrad for P for Linnes ra 2012.



Figur 49 Tilførte PE for KOF over fortynningsgrad for KOF for linnes ra 2012



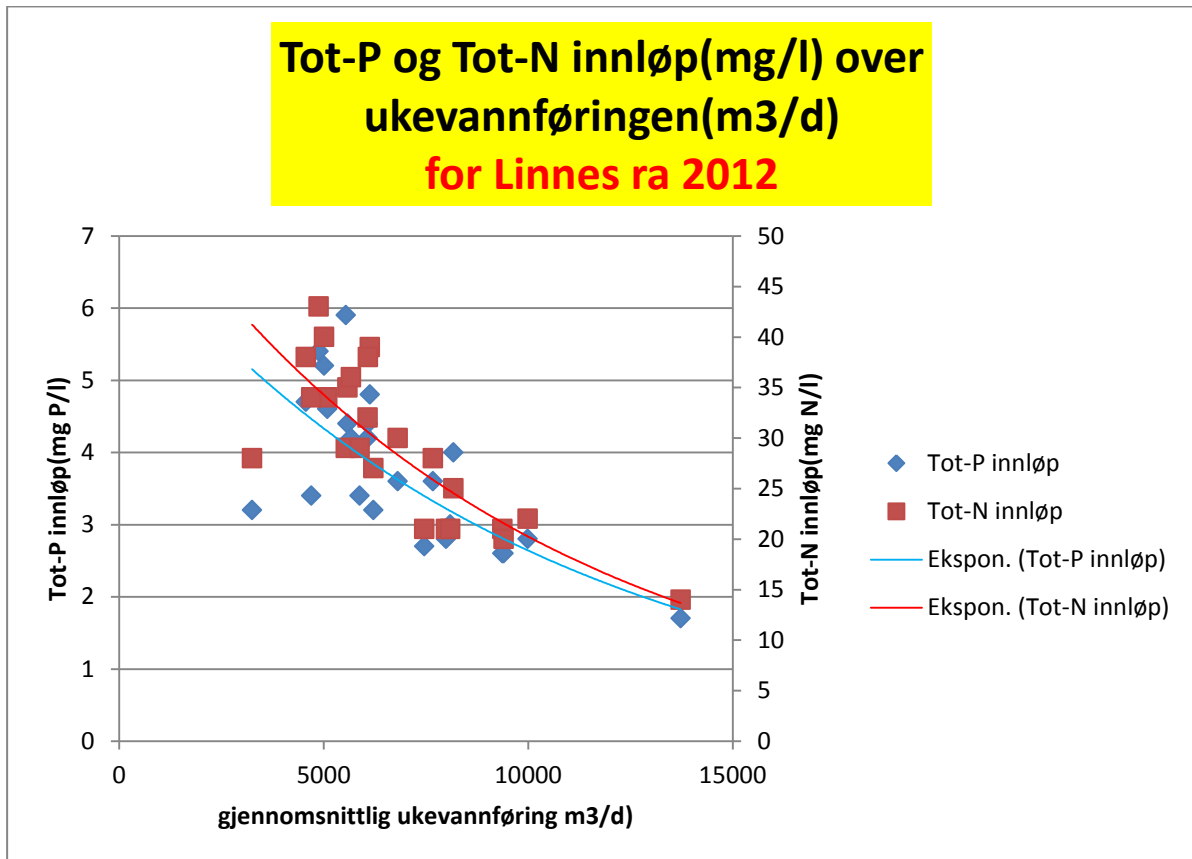
Figur 50 Tilførte PE for KOF over fortynningsgrad for P for linnes ra 2012

Figurene 44 – 50 viser tilførte PE for de 4 parameterne fosfor, nitrogen, BOF og KOF over fortynningsgrad for enten fosfor eller for tilsvarende parameter. Fortynningsgraden er bygd på konsentrasjonsbase fra Sydskogen-undersøkelsene med forurensingskonsentrasjoner i ufortynnet avløpsvann ved 100 % tilstedeværelse.

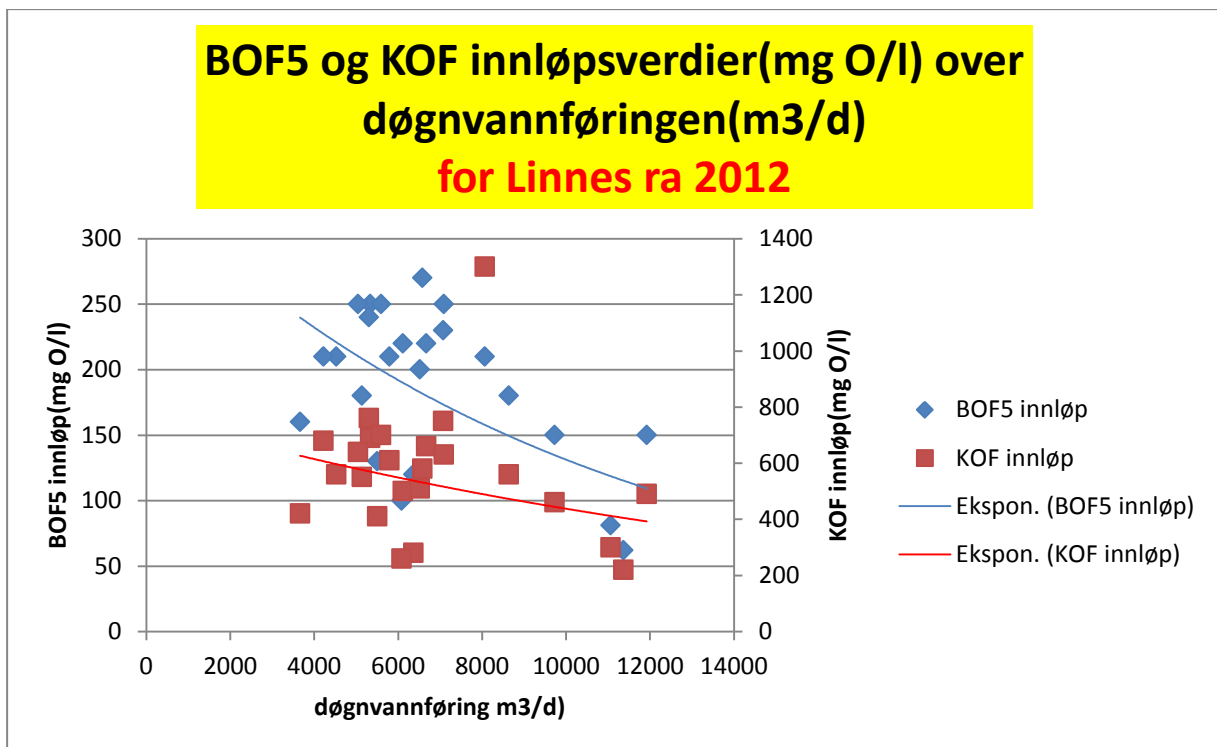
I avsnitt 4.7.3. står det at man vil foretrekke å benytte en fortynningsgrad basert på fosfor, eventuelt fosfor og nitrogen. For Linnes ra kan det virke som vi får de mest riktige resultatene når vi benytter oss av individuelle fortynningsgrader for de forskjellige parameterne.

Samtlige 7 parametere viser at jo mer avløpsvannet fortynnes enten det er snøsmeltevann, inntrengende regnvann, bekkevann, grunnvann eller annet fortynnende regnvann viser kurvene at lekkasjene øker og jo mer forurensninger tapes ut av ledningssystemet. Dette kan uventet nok, sees best ved «individuelle» fortynningsgrader.

6.3.4 Innløpskonsentrasjoner som funksjon av vannføring inn

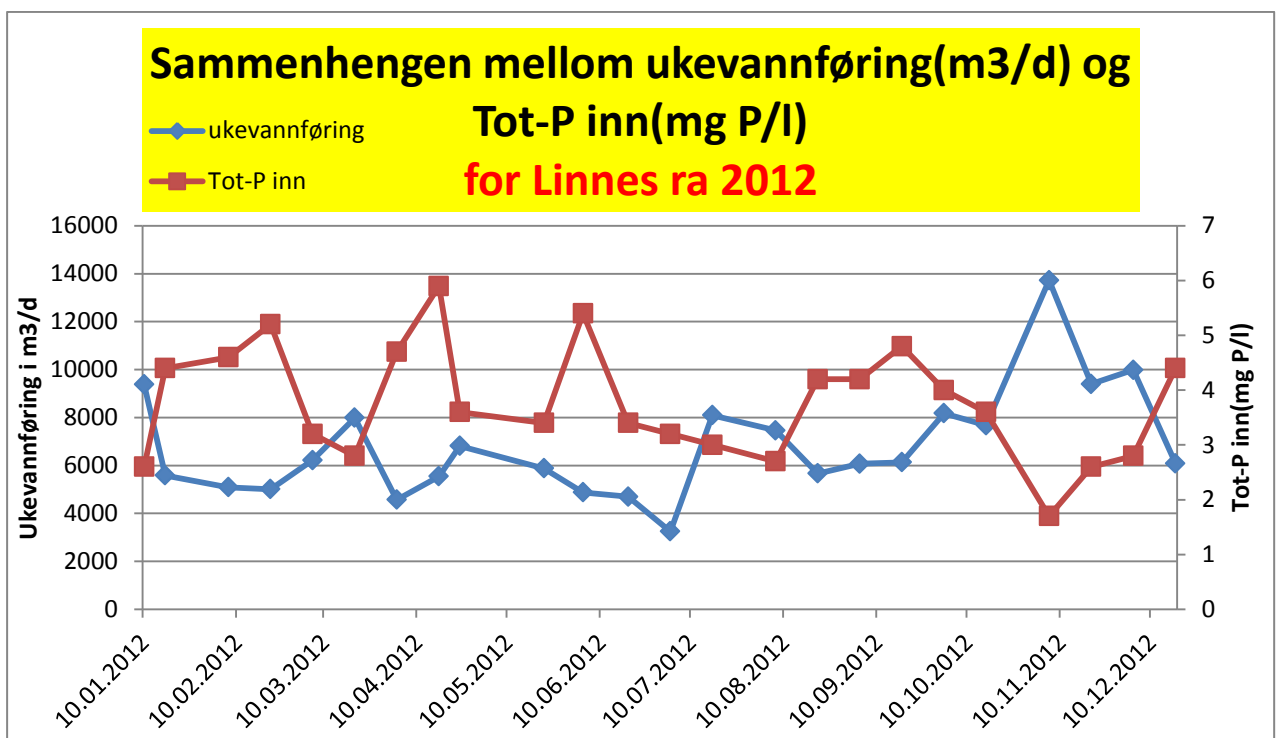


Figur 51 Tot-P og Tot-n innløp (mg/l) over gjennomsnittlig ukevannføring(m³/d) for Linnes ra 2012

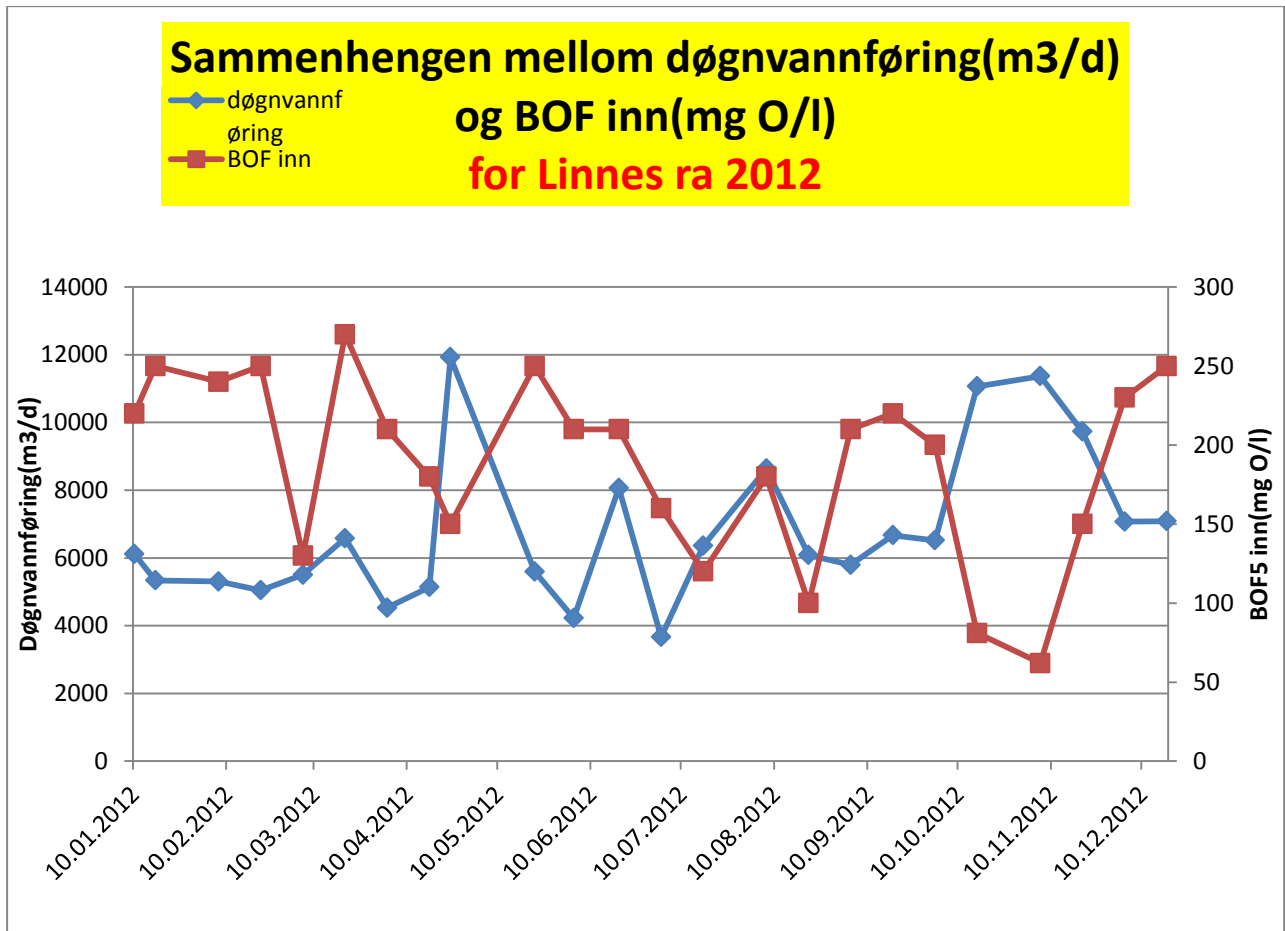


Figur 52 BOF5 og KOF innløpsverdier (mg O/l) over døgnvannføring (m³/d) for Linnes ra 2012

Figurene 51 og 52 viser Tot-P inn(mg P/l) og Tot-N(mg N/l) over ukevannføring(m³/d), og BOF5 og KOF(mg O/l) over døgnvannføringen, for Linnes ra. Innløpsverdiene synker kraftig ved større vannmengder inn på renseanlegget. Vannmengdene nærmest tredobles inn, mens fosfor, nitrogen, BOF og KOF konsentrasjonene synker tilsvarende. At denne figuren går som den går ved at Tot-P blir mer fortynnet jo mer vannføring, er også et bevis på at analyser, prøvetakingssystem og vannføringsmålinger er ganske bra og riktige.



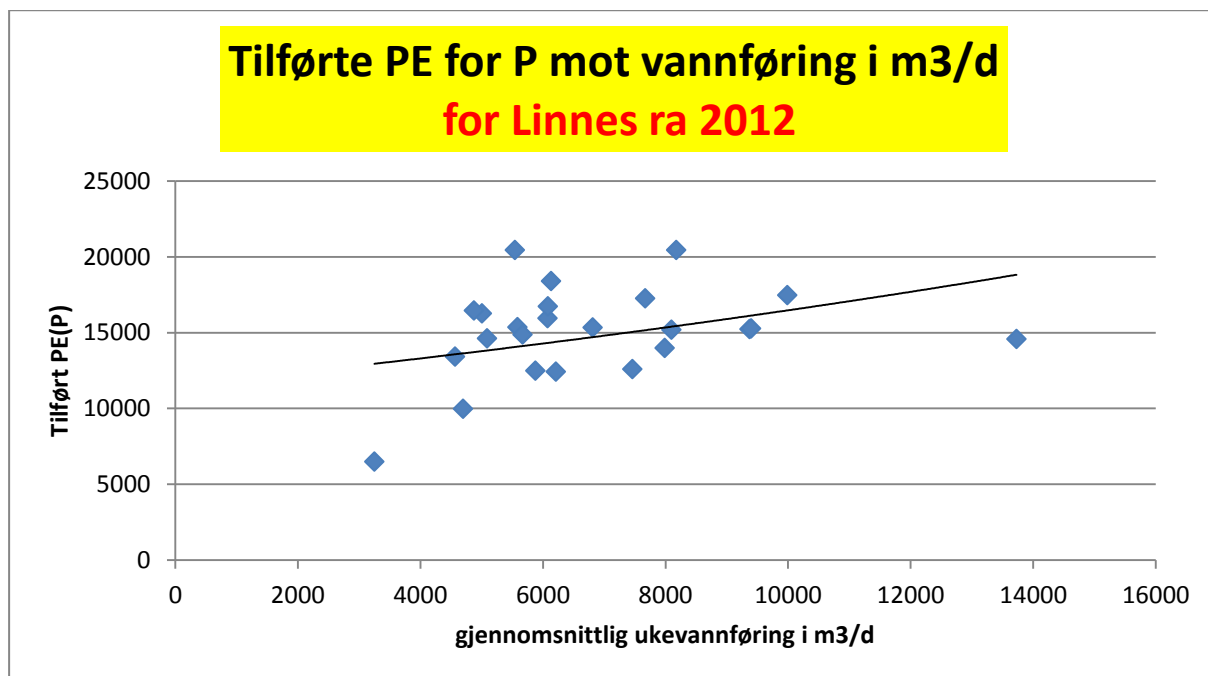
Figur 53 Sammenhengen mellom ukevannføring(m³/d) og Tot-P inn(mg P/l) for Linnes ra 2012



Figur 54 Sammenhengen mellom døgnavannføring(m³/d) og BOF inn (mg O/l) for Linnes ra 2012

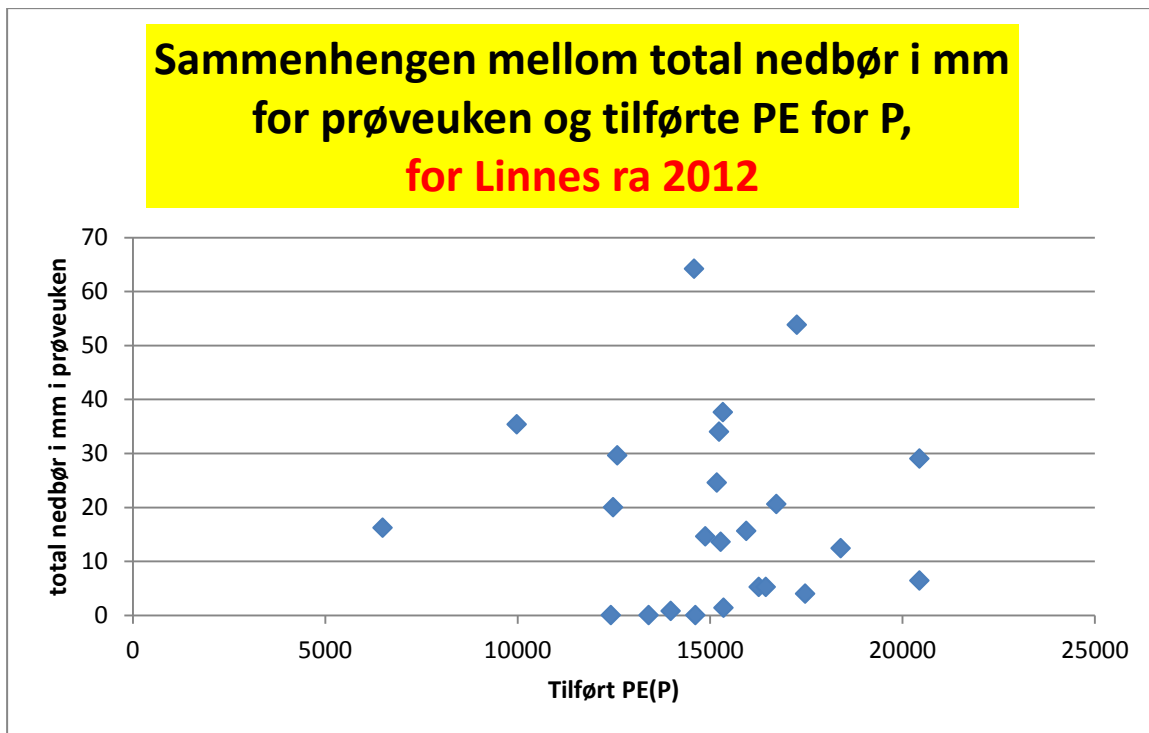
Figurene 53 og 54 er igjen med på å bevise at prøvetakingssystemet, analyser og vannføringsmåler er riktige. Ved høy vannføring får vi lave konsentrasjoner inn, og ved lav vannføring får vi høye konsentrasjoner inn.

6.3.5 Nedbørens virkning på ledningsnettet

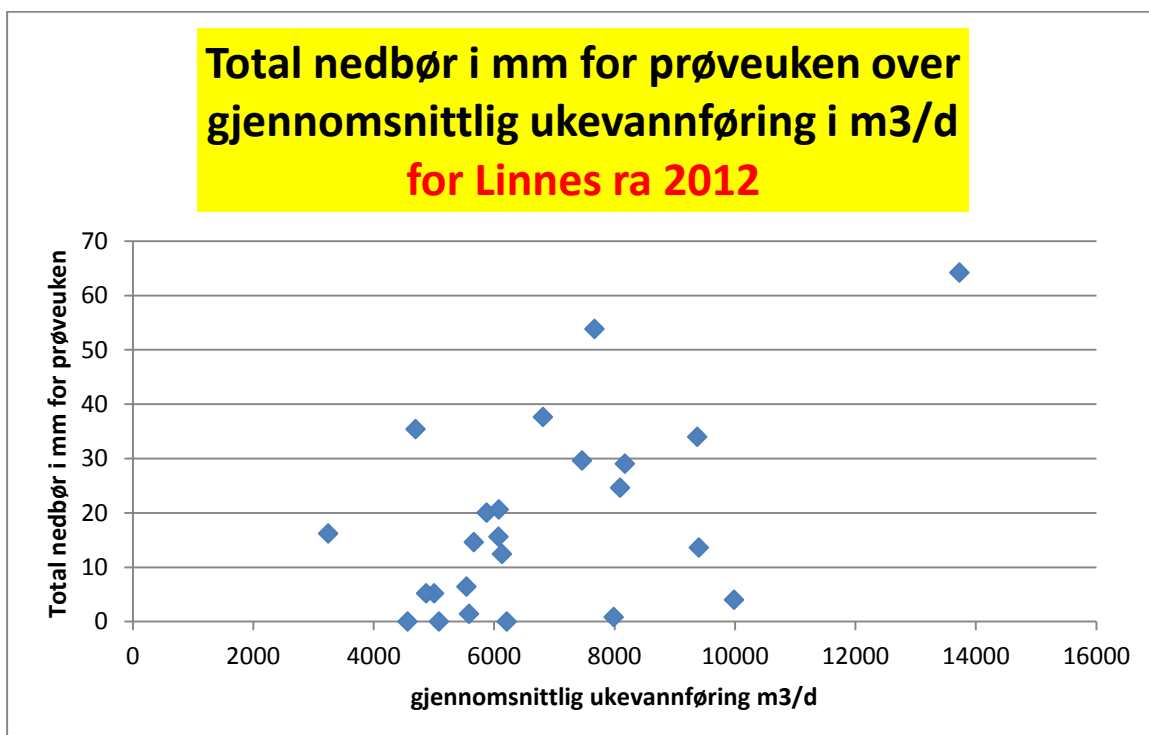


Figur 55 Tilførte PE for P over gjennomsnittlig ukevannføring i m³/d for Linnes ra 2012

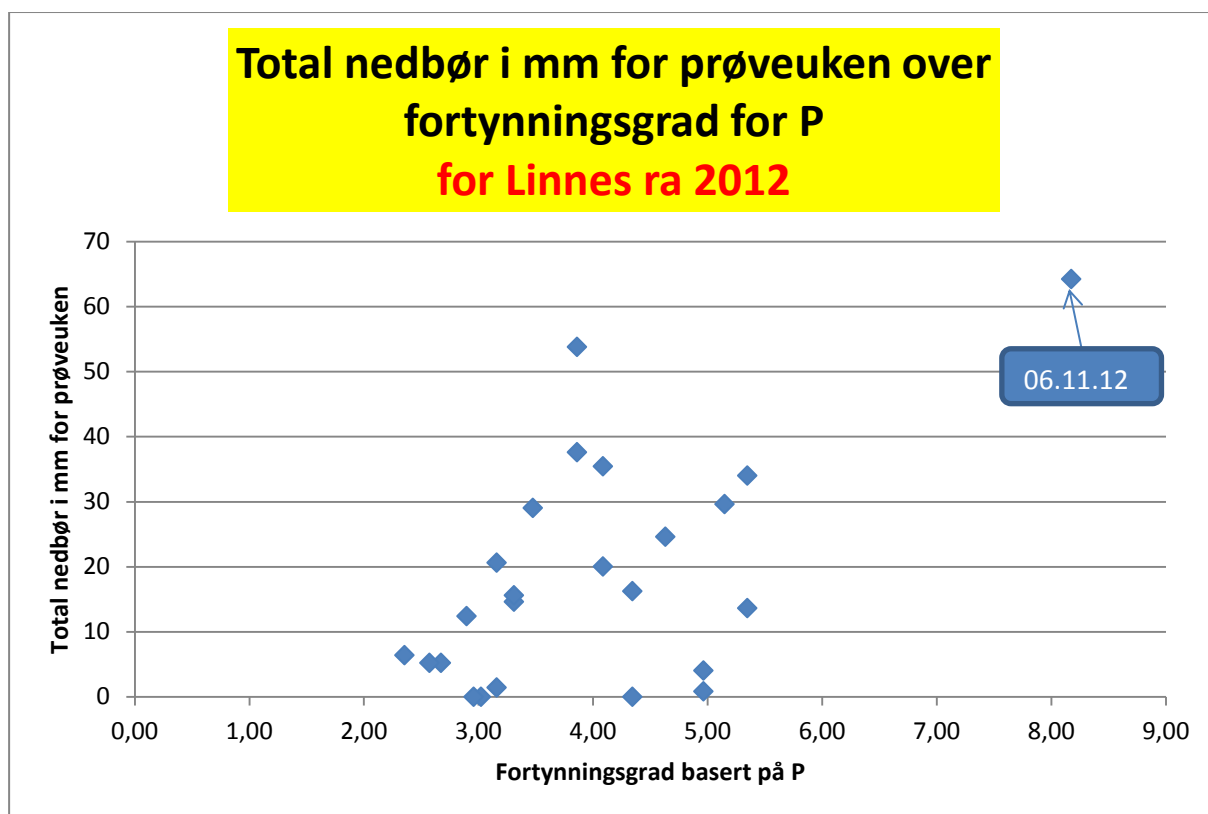
Figur 55 viser i motsetning til Hokksund at vi får mer tilførte personenheter PE når vannføringen øker. Disse resultatene kan minne om resultater som ble funnet i ANØ området hvor fremmedvannet er forurenset av marin leire. Jo mer det regner og jo mer avløpsvann som tilføres, jo mer forurensning kommer til renseanlegget. Dette er ikke så ulogisk siden Lier har mye jordbruk og mye leire.



Figur 56 Sammenhengen mellom nedbør i mm og tilførte PE for P for Linnes ra 2012.



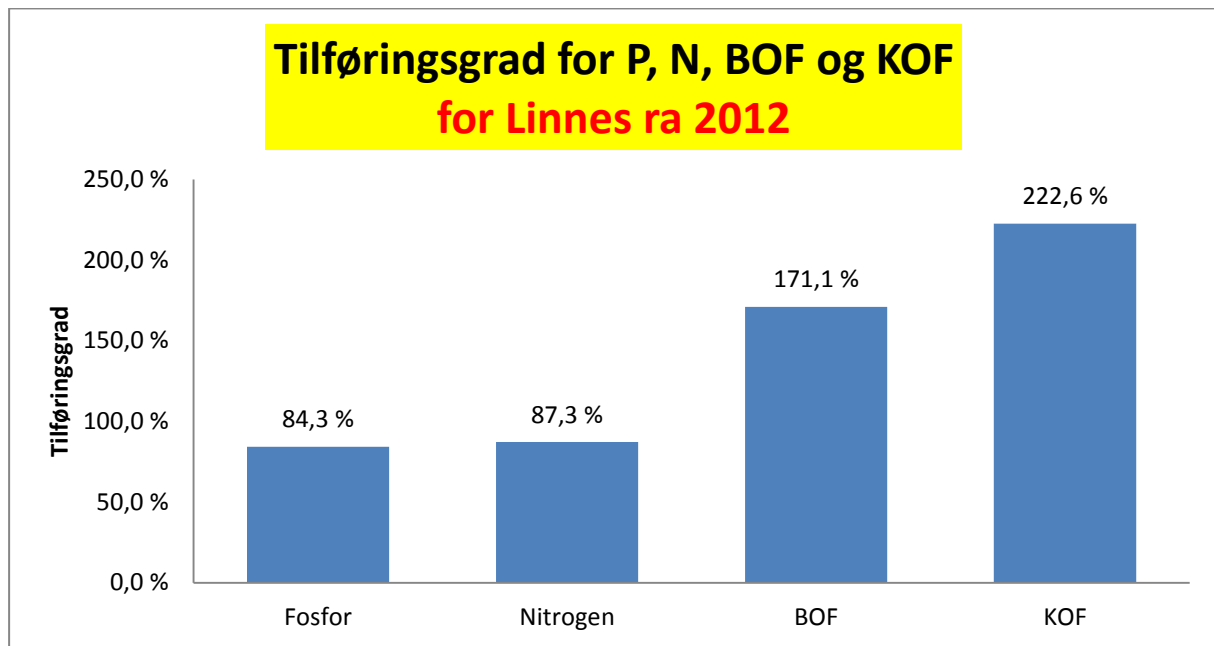
Figur 57 Total nedbør i mm for prøveuken over gjennomsnittlig ukevannføring for Linnes ra 2012.



Figur 58 Total nedbør i mm for prøveuken over fortynningsgrad for P for Linnes ra 2012

Figur 56-58 viser oss hvordan nedbøren påvirker tilførte PE for fosfor, vannføringen og fortynningsgraden basert på fosfor. For fortynningsgrad og vannføring kan vi se at vi har våre største verdier når nedbøren er høyest. Det at vi får en så høy fortynningsgrad for fosfor ved mye nedbør, kan tyde på at Linnes har innlekking av regnvann inn i ledningsnettets sitt.

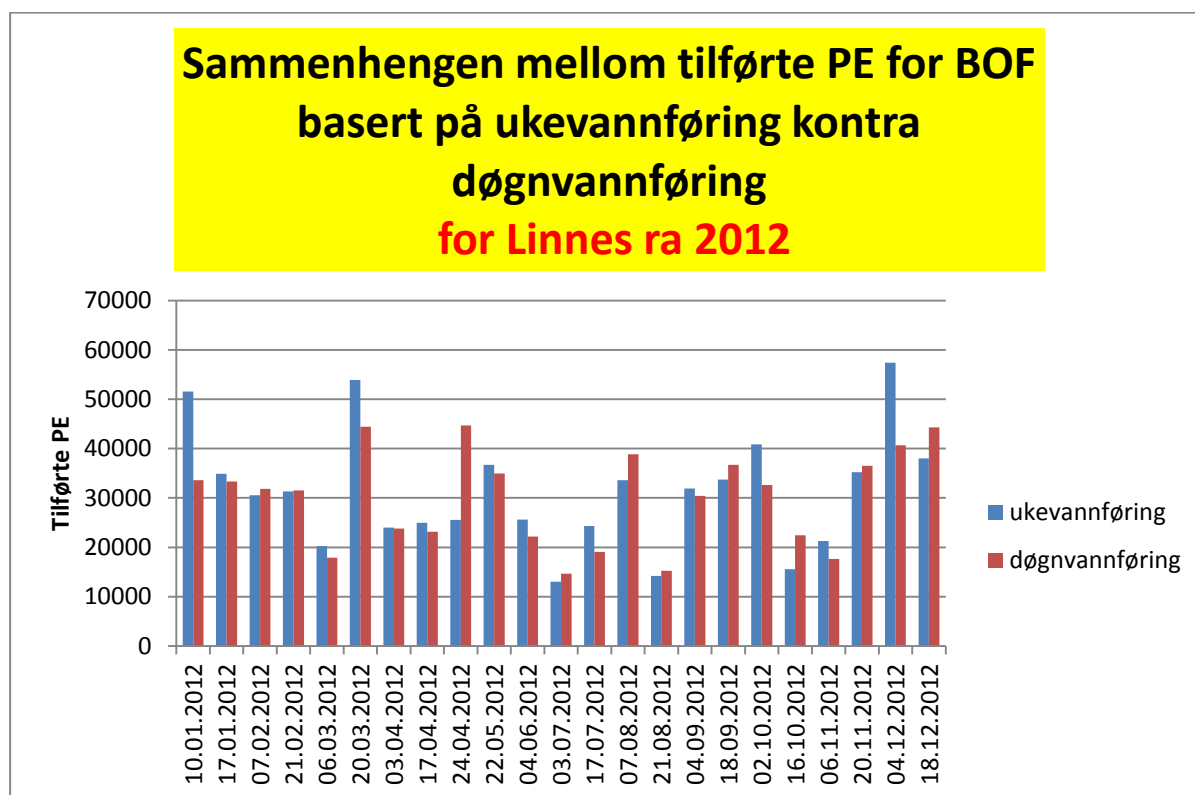
6.3.6 Tilføringsgrader



Figur 59 Tilføringsgrad for P, N, BOF og KOF for Linnes ra 2012

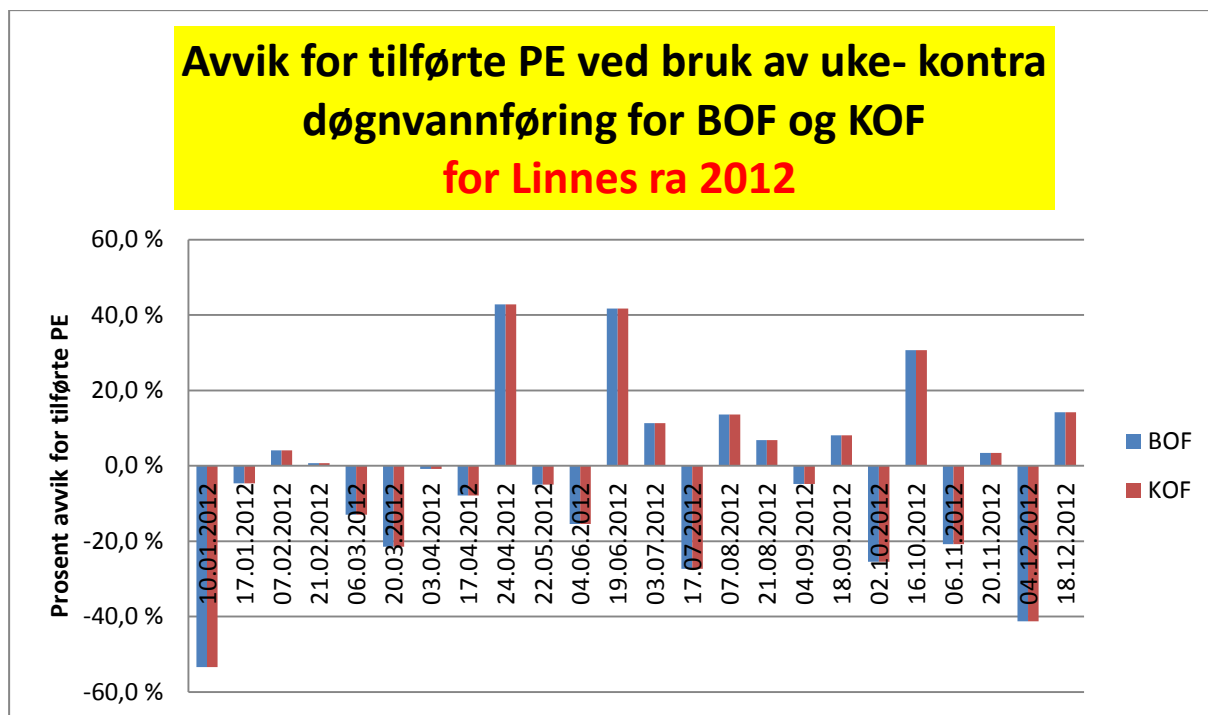
Figur 59 viser årlig gjennomsnittlig tilføringsgrad for 2012 for alle de 4 viktigste parameterne; total fosfor, total nitrogen, BOF₅ og KOF. BOF og KOF er beregnet på grunnlag av døgnvannføring, og ikke ukegjennomsnitt som systemet anvender i dag gjennom Klif og Driftsassistansen. Tilføringsgradene basert på døgnblandprøver for parameterne BOF og KOF gir vesentlig høyere tilføringsgrader enn ukeblandprøvene og Tot-P og Tot-N. Det skyldes sannsynligvis at prøvene blir kraftigere påvirket av regnevær og rørutspyling med first flush slik at prøvene blir mindre representative. Som skrevet tidligere, tar Linnes ra seg av industri som produserer mye organisk materiale, samtidig som dette er høyest fra mandag-tirsdag som også er perioden vi har prøver for. Det er derfor viktig å bruke ukeblandprøver for å få mer representative prøver og dekke flest mulig dager i året.

6.3.7 Innvirkning på tilførte personenheter PE beregnet med riktig døgnvannføring kontra feil ukegjennomsnitt vannføring som anbefales av KLIF og Driftsassistansen.



Figur 60 Sammenhengen mellom tilførte PE for BOF basert på ukevannføring kontra døgnvannføring for Linnes ra 2012.

Figur 60 viser oss store avvik ved å benytte ukevannføring fremfor den faktiske døgnvannføring, når man beregner tilførte PE for BOF. BOF blir tatt på døgnblandprøve, og for å kunne beregne riktige massetransporter som skal deles på spesifikke tall må det benyttes den vannmengden som går fra kl. 08.00 til neste dag kl. 08.00.



Figur 61 Avvik for PE ved bruk av uke- kontra døgnvannføring for BOF og KOF for Linnes ra 2012.

Figur 61 viser hvor store avvik vi får i tilførte PE ved bruk av ukevannføring i stedet for døgnvannføring, når man skal beregne tilførte personenheter PE for BOF og KOF. Det at søylene er negative og positive beskriver bare om det er døgn- eller om det er ukevannføringen som gir flest tilførte PE. Ved negative prosenter er det ukevannføringen som gir flest tilførte PE. Ved positive prosenter er det døgnvannføringen som gir flest tilførte PE.

Figuren viser enkelte store og dramatiske avvik, spesielt når dette kun går på det med å rapportere inn døgnvannføring. Linnes hadde, i likhet med Hokksund og Lersbryggen, registrert døgnvannføringer manuelt som vi mottok personlig ved renseanlegg. Disse ble derimot ikke oppgitt da vi mottok data.

6.3.8 Sylling ra 2012

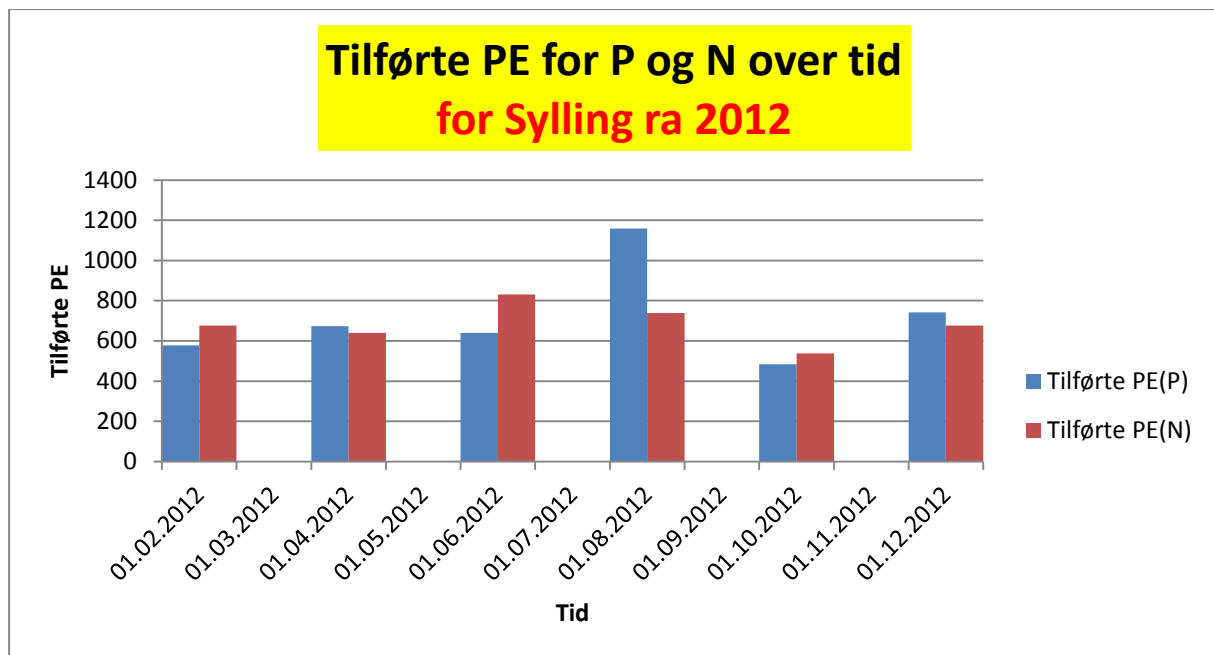
Sylling ra har en kapasitet på 1900 pe, og $44\text{m}^3/\text{h}$ for Q_{dim} . Tilknyttingen per 01.01.2000 er 858 pe. Renseprosessen er mekanisk/kjemisk biologisk, aktivslam og etterfelling + etterpolering i spredegrøft. (LierDrift & Brubak 2012)

Sylling ra tilfredsstillter alle krav (renseeffekt, total utslipp og konsentrasjon) til fosforrensing. Anlegget dokumenterer ikke om krav til organisk stoff overholdes.

Med hensyn til fosfor og nitrogen oppnås beregnet tilføring på 698 PE. Ut ifra tilknyttede p på 858 p, er teoretisk virkningsgrad for ledningsnettet på 81%.

Datagrunnlaget fra Sylling ra består av 6 kontrollprøver i løpet av 2012 og måler vannføring i prøveperioden i m^3/d , konsentrasjonen i mg/l for innløp og utløp for Tot-P, Tot-N, BOF_5 , KOF og SS. Tot-P og Tot-N er ukeblandprøver, mens BOF_5 , KOF og SS er døgnblandprøver.

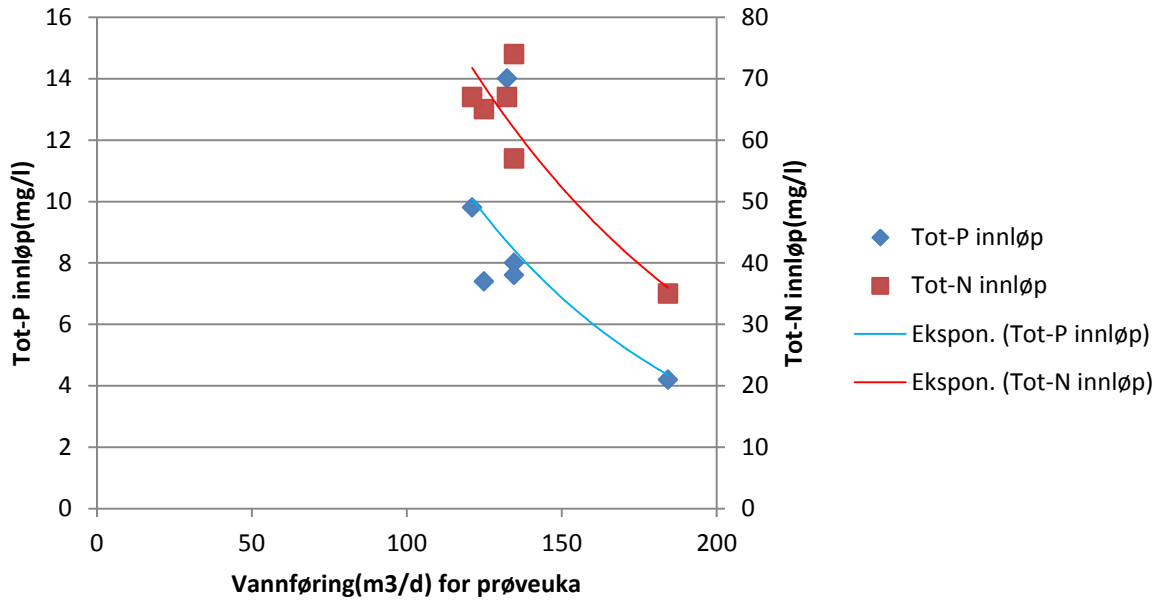
(LierDrift & Brubak 2012)



Figur 62 Tilførte PE for P og N over tid for Sylling ra 2012

Figur 62 viser oss tilførte PE for fosfor og nitrogen. Bortsett fra 01.08.2012 har vi ganske stabile resultater for begge parameterne.

**Tot-P og Tot-N innløp(mg/l) over
gjennomsnittlig ukevannføring i m³/d for
prøveuken
for Sylling ra 2012**



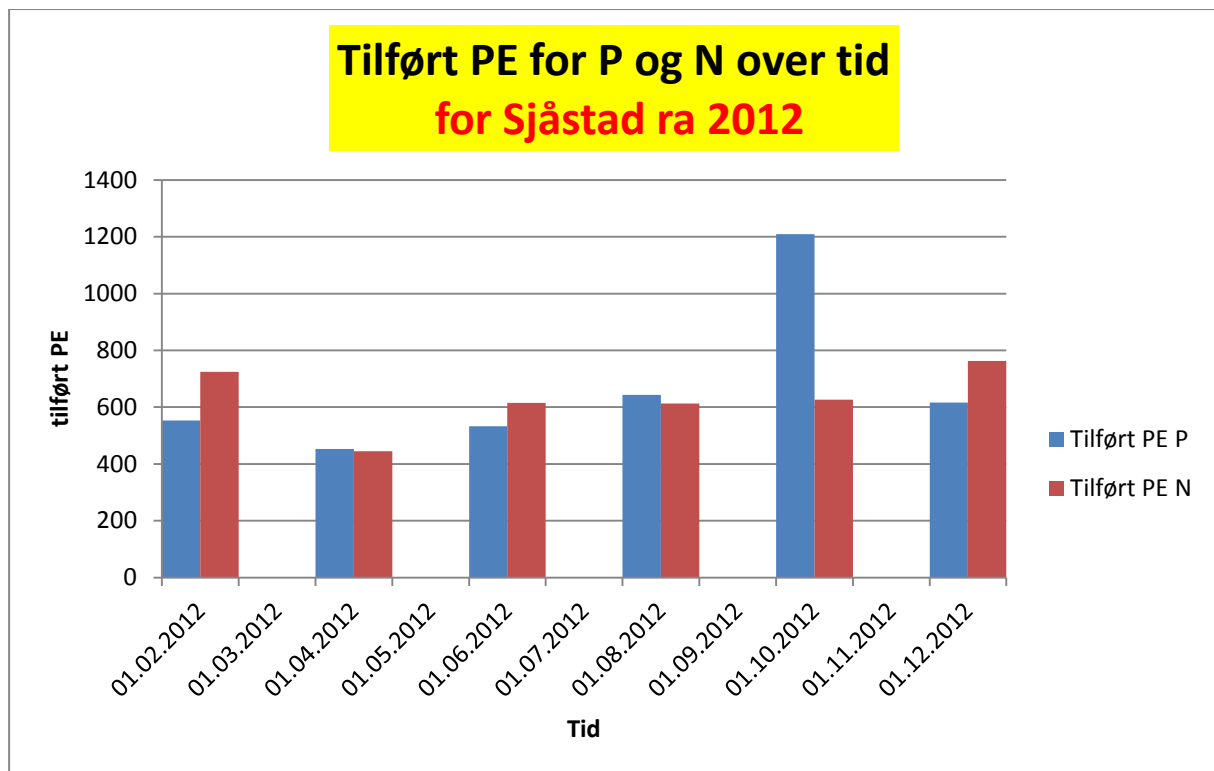
Figur 63 Tot-P og Tot-N innløp(mg/l) over gjennomsnittlig ukevannføring i m³/d for prøveuken for Sylling ra 2012

Figur 63 viser de få resultatene vi har for Tot-P og Tot-N innløp kan tyde på at analyser, prøvetakingssystem og vannføringsmålinger er ganske bra og riktige da vi ser at konsentrasjoner synker ved høyere vannføring.

6.3.9 Sjøstad ra 2012

Sjøstad ra har en kapasitet på 1100 pe, og $26\text{m}^3/\text{h}$ Q_{dim} . Tilknyttingen per 01.01.2000 er 562 pe. Renseprosessen er mekanisk/biologisk/kjemisk, aktivslam og etterfelling.

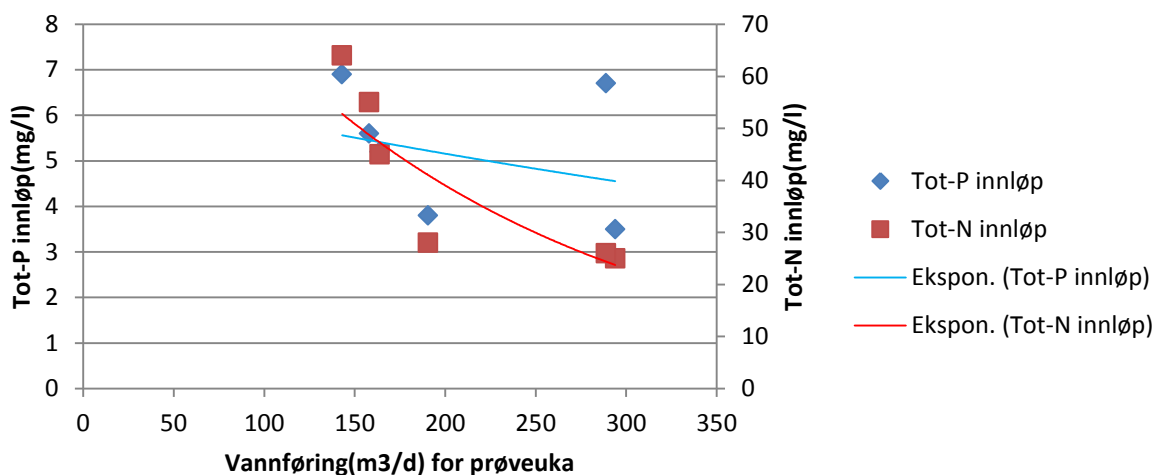
Anlegget hadde i 2012 en tilførsel på 649 PE beregnet ut fra total fosfor og total nitrogen. Ut fra tilknyttede p på 562 p, er den teoretiske virkningsgraden for ledningsnettets på over 100 %.



Figur 64 Tilførte PE for P og N over tid for Sjøstad ra 2012

Figur 64 viser oss tilførte PE for fosfor og nitrogen. Bortsett fra 01.08.2012 har vi ganske stabile resultater for begge parameterne.

**Tot-P og Tot-N innløp(mg/l) over
gjennomsnittlig ukevannføring i m³/d) for
prøveuken
for Sjøstad ra 2012**



Figur 65 Tot-P og Tot-N innløp (mg/l) over gjennomsnittlig ukevannføring i m³/d for prøveuken for Sjøstad ra 2012

Figur 65 viser de få resultatene vi har for Tot-P og Tot-N innløp kan tyde på at analyser, prøvetakingssystem og vannføringsmålinger er ganske bra og riktige da vi ser at konsentrasjoner synker ved høyere vannføring.

6.4 Sande kommune ved Lersbryggen ra

Lersbryggen avløpsrenseanlegg har en renskapasitet for 8 000 PE, $200\text{m}^3/\text{h}$ Q_{dim} , $320\text{m}^3/\text{h}$ Q_{maksdim} . Anleggsstørrelse beregnet ut fra EUs spesielle definisjon på største ukentlige belastning i året (tilpasset Norge med siste 5 års gjennomsnitt) i PE (er egentlig tilførte PE men basert på uken med størst belastning) målt på basis BOF er 18200 PE, mens Sande tettbebyggelse har en bosatt befolkning på **5838** personer p i henhold til SSBs tettbebyggelseskart.

Lersbryggen ra tar ikke prøvene sine som øyeblikksprøver, men som ukeblandprøver for fosfor og nitrogen og døgnblandprøver for KOF og BOF. Prøvene er mengdeproporsjonale. Det tas døgnblandprøver som samles i en dunk til ukeblandprøver. Disse blir satt i kjøleskap som holder fra 2 til 5°C. Det er det samme for både inn- og utløpsprøver. De konserveres ikke med svovelsyre. Det er ingen prøver som blir fryst. Prøvene tas på faste dager, da det ikke lar seg gjøre å benytte rullerende prøvetaking på et så lite anlegg. Tirsdag kl 08.00 til onsdag kl. 08.00 tas døgnblandprøvene, mens det for ukeblandprøver går fra onsdag kl. 08.00 til, onsdag kl. 08.00 neste uke. Vannmåleren er ikke kalibrert, men blir testet manuelt av driftsoperatør i blant når bassenget er tomt og det skal fylles opp igjen. Sist gang den ble kalibrert(ca. 2012) var den godt innenfor kravet. Avlesningen av vannmåleren skjer både manuelt hver dag kl 08.00, og automatisk. Den blir i tillegg lagt ut online. Prøvetakeren er nylig flyttet oppstrøms returvannstrømmer -i februar 2013. Før dette var prøvetakeren plassert nedstrøms, noe som kan ha bidratt til å gi for høy innløpskonsentrasjon. Anlegget har septik mottak, men dette er ikke i aktivt brukt. Det er ingen slamtilførsler ute på nettet fra slambiler. Rensekravet for Lersbryggen renseanlegg er for fosfor, og anlegget oppnår en renseeffekt på 97 %. Samtidig er de veldig nære på å klare kravet for BOF og KOF. De har ingen spesielle industripåslipp, og heller ikke sjøvannsintrenging ifølge driftsoperatøren. Prøvetakingssystemet kan bli bedre hvis man kan ta prøve fra innløpssil. Anlegget er ikke akkreditert da dette ville kostet for mye (ca. 500 000 kr), i forhold til at anlegget skal legges ned om et par år og flyttes til Holmestrand. Døgnblandprøver tatt på forskjellige dager viser liten eller ingen forskjell. Det er kun et lite område igjen med fellesledninger, som snart skal bli separert (Personlig meddelelse, Robin Weberg, driftsoperatør).

Tabell 6 Forurensingstall for Lersbryggen ra 2009, 2010 og 2011.

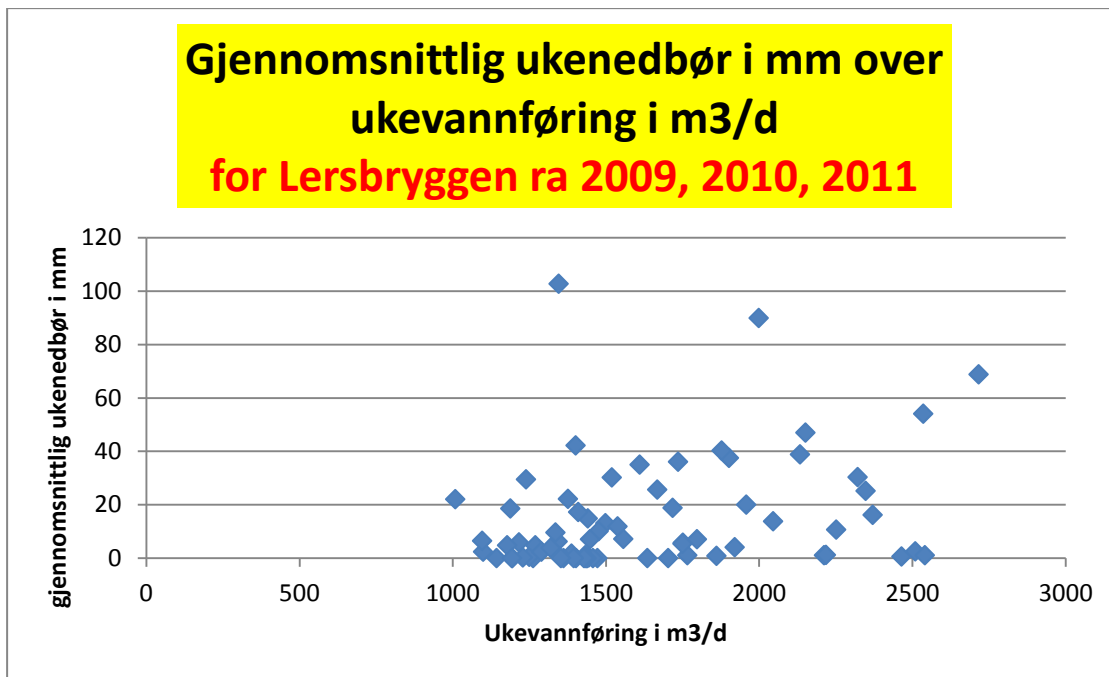
Forurensingstall for Lersbryggen ra 2009, 2010 og 2011				
	2009	2010	2011	
gjennomsnittlig fosfor inn i året i mg P/l:	10,37	5,99	10,48	mg P/l
gjennomsnittlig nitrogen inn i året i mg N/l:	50,80	47,29	53,57	mg N/l
gjennomsnittlig BOF inn i året i mg O/l	306,86	266,54	320,26	mg O/l
gjennomsnittlig KOF inn i året i mg O/l	803,05	659,17	1016,96	mg O/l
totalt fosfor inn på ra:	470	241	383	kg P
totalt nitrogen inn på ra:	2196	1583	1938	kg N
totalt BOF inn på ra:			11691	kg O
totalt KOF inn på ra:			36447	kg O
gjennomsnittlig vannføring inn på ra:	1817,0	1459,0	1606,0	m ³ /d
gjennomsnittlig døgnavannføring inn på ra:			1632,0	m ³ /d
gjennomsnittlig tilførte PE fosfor:	12252	5339	10398	PE
gjennomsnittlig tilførte PE nitrogen:	7624	5093	7022	PE
gjennomsnittlig tilførte PE BOF:			12707	PE
gjennomsnittlig tilførte PE KOF:			16858	PE
gjennomsnittlig tilføringsgrad fosfor:	209,9	91,5	178,1	%
gjennomsnittlig tilføringsgrad nitrogen:	130,6	87,2	120,3	%
gjennomsnittlig tilført fremmedvann Vråle:	68,8	141,7	95,6	%
gjennomsnittlig tilført fremmedvann Lindholm/Bjerkholt:	7,8	46,8	9,4	%

Tabell 6 viser at Lersbryggen renseanlegg har svært høye innløpsverdier for samtlige parametere. Det kan være forårsaket av at returvannstrømmen har vært tilført oppstrøms innløpsprøvetakeren. Men det kan også være forårsaket av at fremmedvannet inn bærer med seg leirpartikler fra marine avsetninger og jordbruk. Returstrømmene fra dekantvann fra fortykker og rejevtvann fra sentrifuge har blitt flyttet nedstrøms innløpsprøvetaker i februar 2013, men det gjelder ikke årene 2009, 2010 og 2011. Her er returvannet med i innløpsprøvene, kanskje også sammen med leire, og resultatet blir negative fremmedvannmengder som i praktisk er umulig.



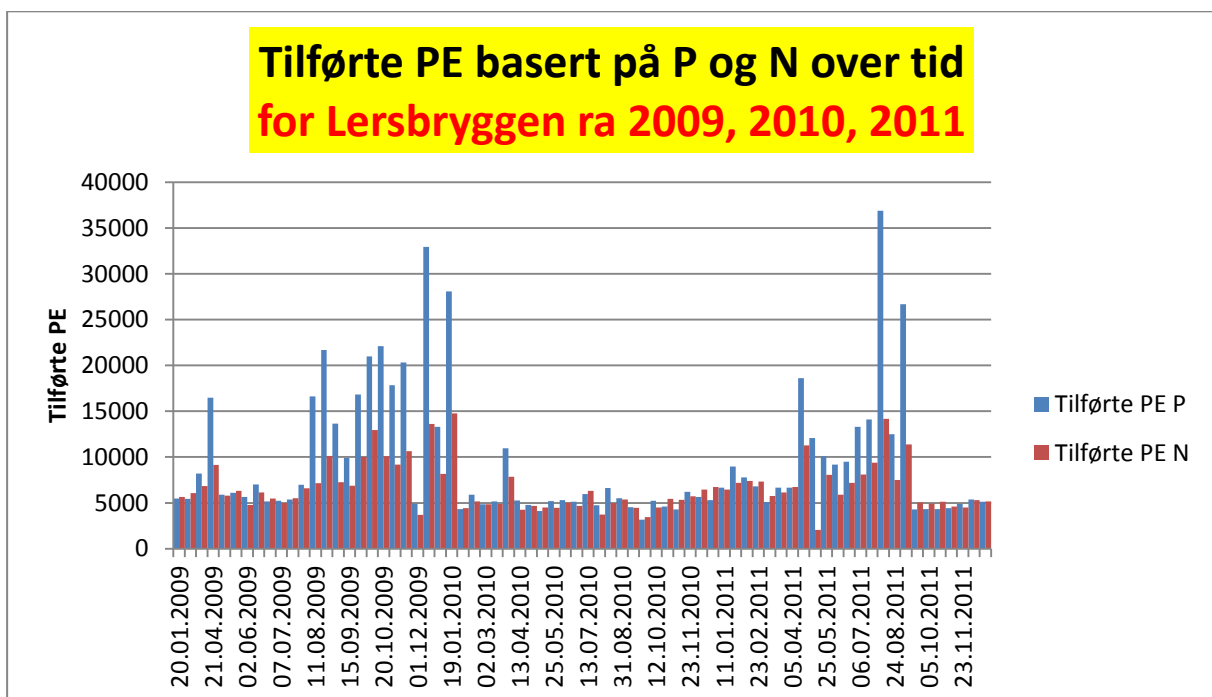
Figur 66 Fremmedvannmengder ved Lindholm/Bjerkholt metoden basert på P over tid for Lersbryggen ra 2009, 2010, 2011

Figur 66 viser fremmedvannmengder på Lersbryggen ra basert på fosfor ved Lindholm/Bjerkholt-metoden. Den forteller oss om fremmedvannmengder i forhold til innkommende vannmengder på rensenanlegget, anleggets totale mengde fremmedvann. Det fremstilles her prosent fremmedvann i forhold til vannmengde inn på rensenanlegget. Vi kan med andre ord ikke bevege oss utenfor 0-100 %.



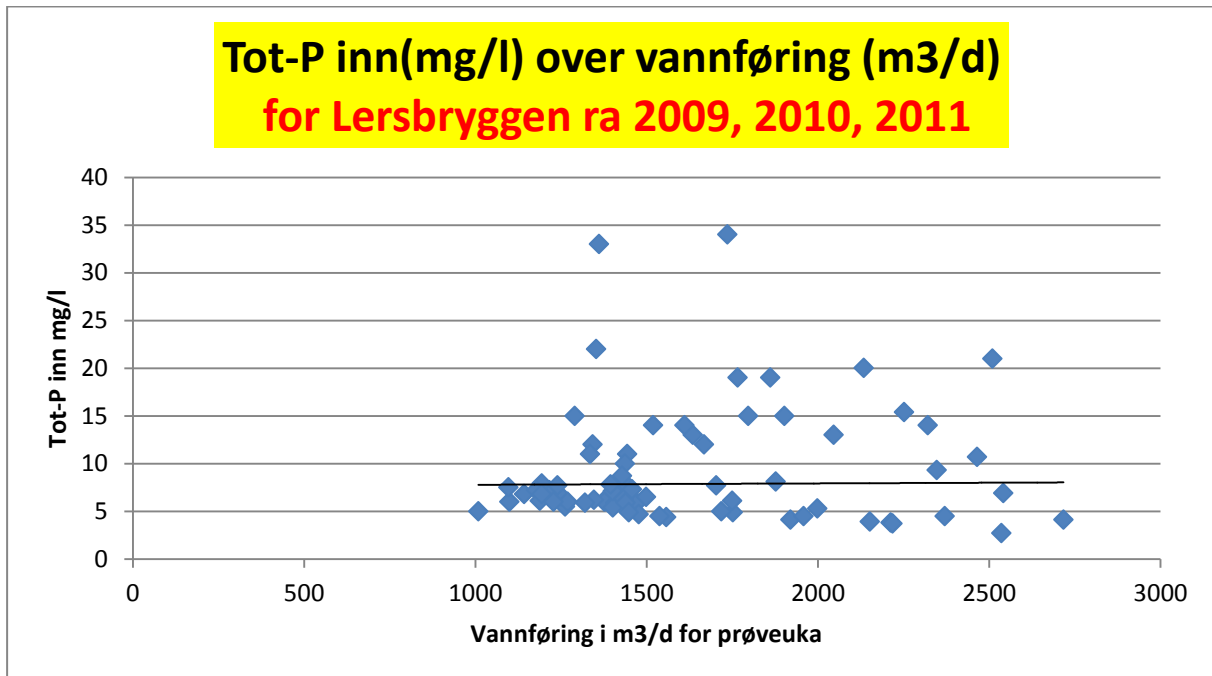
Figur 67 Gjennomsnittlig ukenedbør i mm over ukevannføring i m3/d for Lersbryggen ra 2009, 2010, 2011

Figur 67 viser ingen klar og tydelig sammenheng mellom nedbør og vannføring. Vannføring avhenger av flere faktorer enn nedbør, deriblant snøsmeltevann, industri, bedrift påslipp, osv. Det at vannføringen ikke direkte påvirkes av nedbøren er derimot et godt tegn i forhold til innlekking av regnvann.



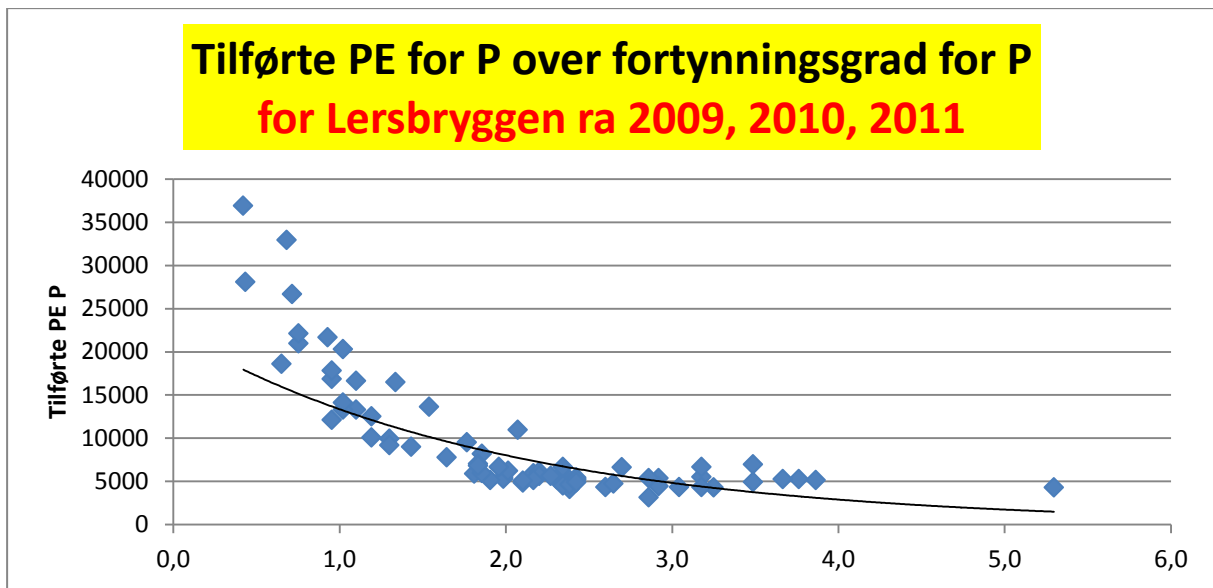
Figur 68 Tilførte PE basert på P og N over tid for Lersbryggen ra 2009, 2010, 2011

Figur 68 viser enkelte ekstreme tilførte PE verdier. På et lite/middels anlegg som Lersbryggen hvor det er beregnet ca. 5838 bosatte personer **p** og uten spesiell tilknyttet industri, får man tilførte PE basert på fosfor over 35 000 PE.



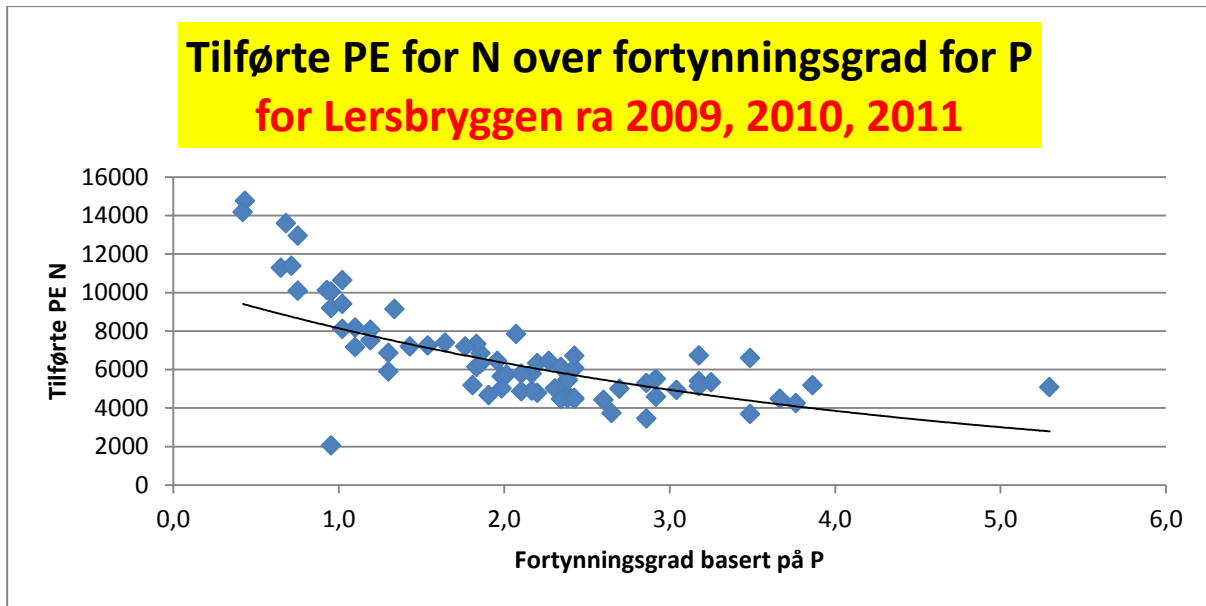
Figur 69 Tot-P inn(mg/l) over vannføring(m3/d) for Lersbryggen ra 2009, 2010, 2011

Figur 69 viser at det ikke er noen klar sammenheng mellom ukeblandprøvens gjennomsnittkonsentrasjon og vannføringen inn på Lersbryggen renseanlegg. Tendensen er at konsentrasjonene fordeler seg jevnt over hele skalaen av vannføringer og hvor det også er stor forskjell mellom enkelte målinger selv med tilnærmet samme vannføring. Figuren viser at det må være noe galt med enten analyse, prøvetakingen, vannmåler eller stor tilførsel av en ukjent fosforkilde som kommer inn via oppsamlingsnettet og uavhengig av store vannføringer. Men kan også tenkes andre årsaker.



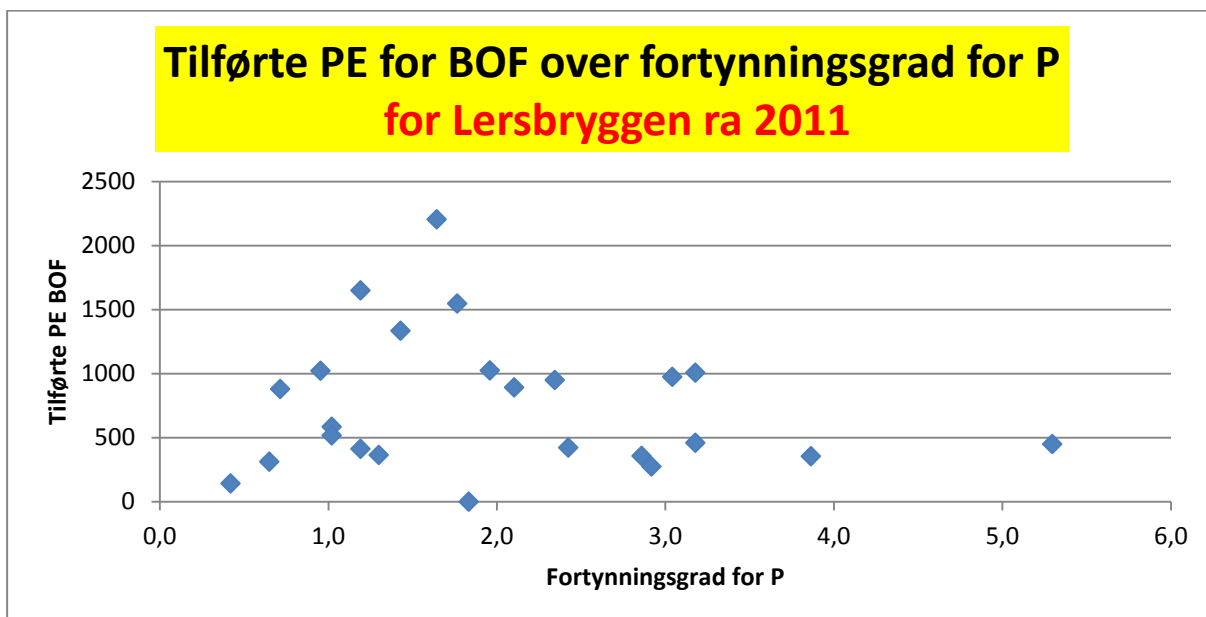
Figur 70 Tilførte PE for P over fortynningsgrad for P for Lersbryggen ra 2009, 2010, 2011

Figur 70 avslører noe meget interessant. Den viser hvordan tilførte personenheter PE basert på fosfor fordeler seg som funksjon av fortynningsgraden. Det er her benyttet den metoden som er beskrevet av Vråle i (Vråle 2011). Disse resultatene plotter meget pent, nesten så pent at man kan bli mistenkelig til hva som er årsaken. Men den viser også at det tilføres svært mye fosfor når vannføringen inn er liten. Normalt ville vi sagt at dette viser at når vannet fortynnes så øker vannføringen og det forekommer store lekkasjetap ut av nettet til resipient. Men det som ikke stemmer er at tilførselene er mye større ved laveste fortykning enn det som belastningsgrunnlaget i rensedistriktet skulle tilsi. Men det viser også at fortykningen blir mindre en 1,0 som forteller at fosfor konsentrasjonen er over 14 mg/liter. Om dette skyldes returstrøm eller slamtømming på nettet er vanskelig å si på nåværende tidspunkt. Dette bør undersøkes nærmere (Vråle personlig meddelele)



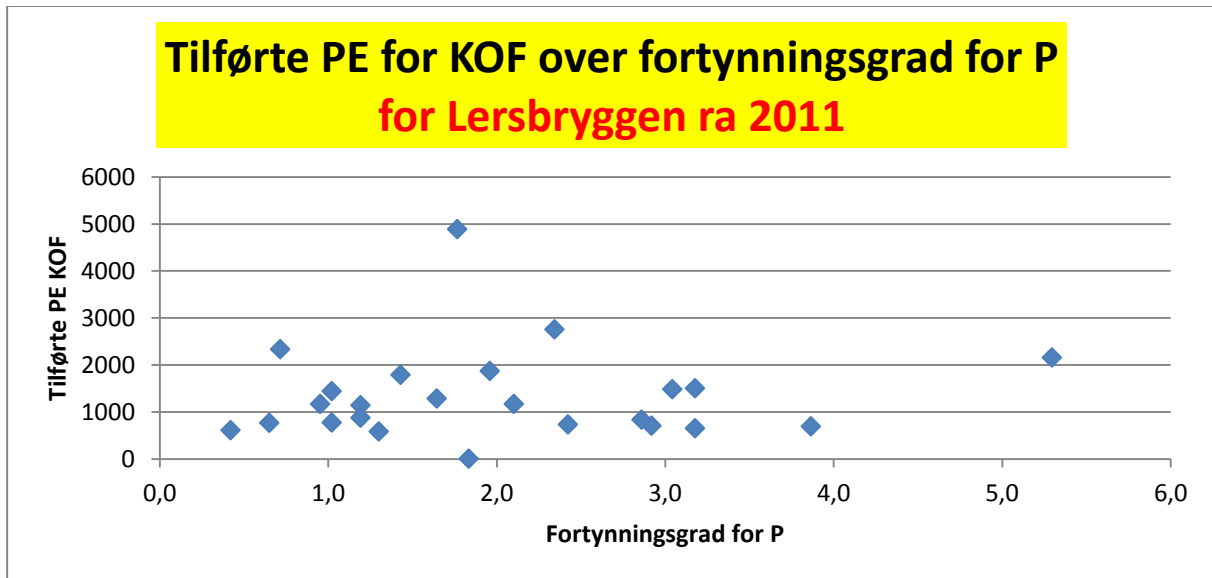
Figur 71 Tilførte PE for N over fortynningsgrad for P for Lersbryggen ra 2009, 2010, 2011

Figur 71 plottes ikke like bra som figur 68 som var basert på fosfor og den viser ikke så ekstremt mye tilførte PE ved laveste fortynning. Men fortynningsgraden er beregnet på grunnlag av Tot-P. Det er mulig at dette ville plottet litt riktigere hvis det ble plottet mot Fortynningsgrad basert på Tot-N. Da ville fortynningen blitt litt større og kanskje ikke under 1,0. Da ville det fortelle at kilden til de høye fosforbelastningene ikke har samme sammensetning som avløpsvann (Vråle personlig meddelele).



Figur 72 Tilførte PE for BOF over fortynningsgrad for P for Lersbryggen ra 2011

Figur 72 viser ingen fornuftig sammenheng og svært lavt antall tilførte PE- BOF. Dette gjelder analyser fra døgnblandprøver og beregnet PE fradøgnvannføring.

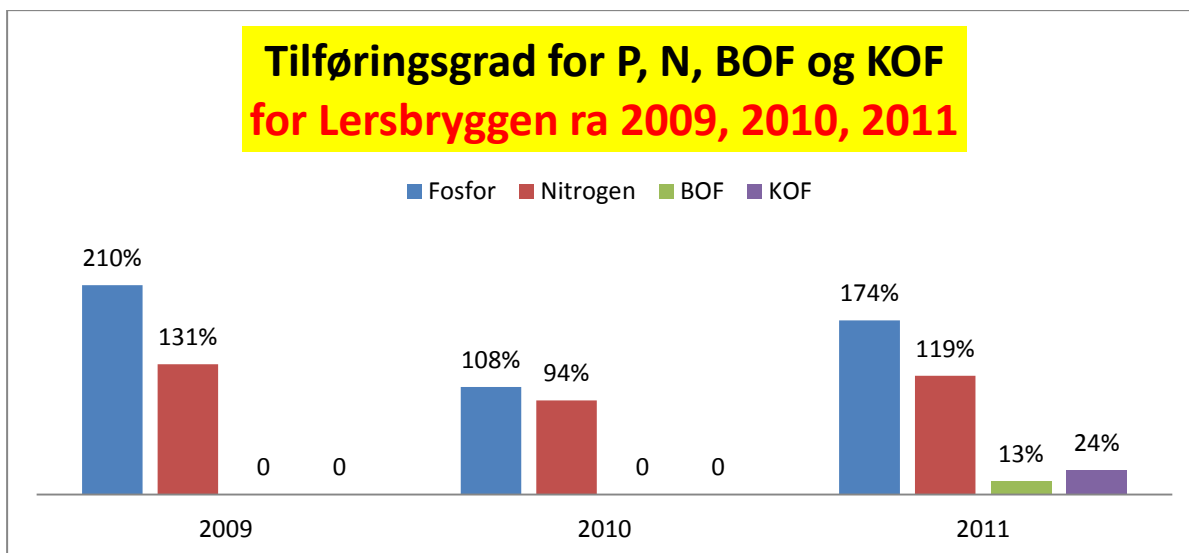


Figur 73 Tilførte PE for KOF over fortynningsgrad for P for Lersbryggen ra 2011

Figur 73 viser ingen fornuftig sammenheng og svært lavt antall tilførte PE- BOF. Dette gjelder analyser fra døgnblandprøver og beregnet PE fradøgnvannføring.

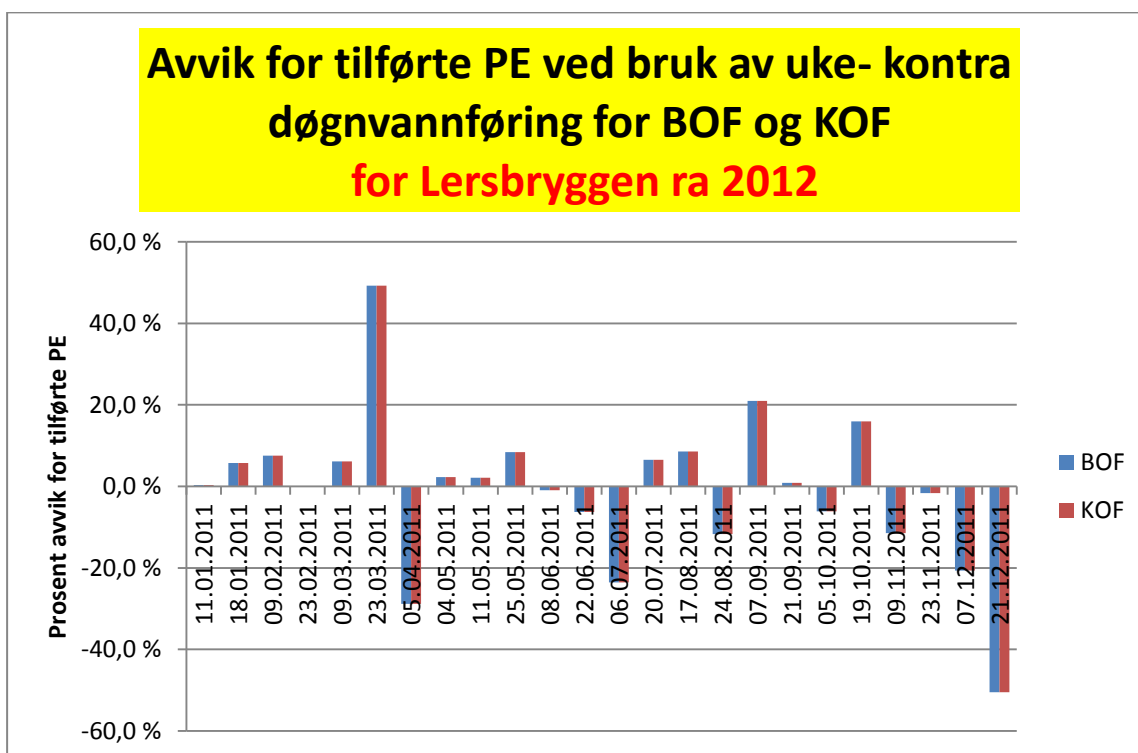
Kommentar figur 70- 73:

Legg merke til Y-aksen for de forskjellige grafene. Den varierer fra 40 000 PE for fosfor til 2500 PE for BOF. Det kan se ut som det er fosfor som har blitt mest påvirket av returvannstrømmen.



Figur 74 Tilføringsgrad for P, N, BOF og KOF for Lersbryggen ra 2009, 2010, 2011

Figur 74 viser årlig gjennomsnittlig tilføringsgrad for 2009, 2010 og 2011 for alle de 4 viktigste parameterne; total fosfor, total nitrogen, BOF₅ og KOF. BOF og KOF beregnes på døgnvannføring, og ikke ukevannføring som systemet anvender i dag gjennom Klif og Driftsassistansen. Likevel ser resultatene spesielle ut noe som kan skyldes spesielle forhold både på nettet og feilsendte returstrømmer i renseanlegget.



Figur 75 Avvik for tilførte PE ved bruk av uke- kontra døgnvannføring for BOF og KOF for Lersbryggen ra 2012

Figur 75 viser hvor store avvik vi får i tilførte PE ved bruk av ukevannføring i stedet for døgnvannføring, når man skal beregne tilførte personenheter PE for BOF og KOF. Det at søylene er negative og positive beskriver bare om det er døgn- eller om det er ukevannføringen som gir flest tilførte PE. Ved negative prosenter er det ukevannføringen som gir flest tilførte PE. Ved positive prosenter er det døgnvannføringen som gir flest tilførte PE.

Figuren viser enkelte store og dramatiske avvik, spesielt når dette kun går på det med å rapportere inn døgnvannføring. Lersbryggen ra hadde, i likhet med Hokksund og Linnes ra, registrert døgnvannføringer manuelt som vi mottok personlig ved rensaneanlegg. Disse ble derimot ikke oppgitt da vi mottok data.

6.5 Nedbørsdata

Nedbørsdata for Hokksund ved Hokksund ra, Sande ved Lersbryggen ra og Lier ved Linnes ra er hentet ut «online» fra Bioforsk sine hjemmesider (<http://lmt-cloud.bioforsk.no/agrometbase/getweatherdata.php>).

Værstasjonen i Sande er ca. 7 km fra Lersbryggen ra

Værstasjonen i Lier er plassert ca. 6 km fra Linnes ra, 11 km fra Sjøstad ra og 13 km fra Sylling ra.

Værstasjonen i Hokksund er plassert ca. 3 km fra Hokksund ra.

Nedbøren er summert sammen for hver dag i uken, for de ukene hvor det er tatt ut prøver. Det er disse tallene som blir oppgitt i figurene.

7. Diskusjon

7.1 Usikkerhet ved prøvetakingen

Det er veldig viktig med en riktig prøvetaking for å få en god kvalitet på analysedata. Det er KLIF ved forurensningsforskriften som definerer krav til prøvetaking og som sier hvordan det skal tas ut representative vannmengdeproporsjonale prøver. I praksis er det Fylkesmannen som bestemmer hvordan dette skal praktiseres i forhold til dokumentasjonen ut over hva som står i forurensningsforskriften. Det er normalt ikke rensekrav til SS for høygradige renseanlegg, men til organisk stoff og fosfor både til rensegrad og maksimal utløpskonsentrasjon (Farestveit 2013).

Det er noe ulik praksis for hvordan resultatet rapporteres, om det er gjennomsnittlig vannføring over hele uken eller aktuell dag for døgnblandprøven som legges til grunn. Dette er en problemstilling som nå diskuteres mellom Statistisk sentralbyrå og KLIF, da det også angår hvordan kommunene rapporterer sine data. Det vil si at dette ikke er endelig avklart, men vil trolig bli det i løpet av året 2013. Da krav stilles til renseeffekter inn og ut og til maksimal konsentrasjon i utløpsvann, og data skal brukes i denne sammenheng, har KLIF så langt ikke stilt spesifikke krav til midlingstid (gjennomsnittstid) ved rapportering fra driftsassistanse til kommune. Dette er en måte å gjennomføre prøvetaking og rapportering på som må sees i denne sammenheng, samt med det arbeidsomfang man kan forvente at en kommune kan legge ned i rapportering og samtidig rapportere med god kvalitet, skriver Farestveit i en mail (Farestveit 2013).

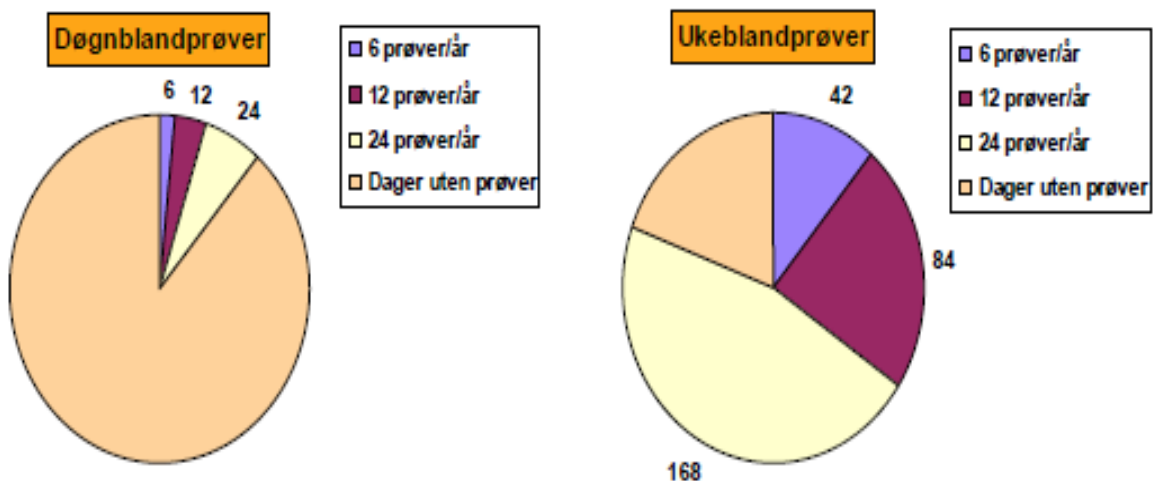
KLIF håper å kunne automatisere arbeidet med rapportering fra kommunene noe mer framover og det da vil da bli enklere å kunne hente ut mer presise vannføringer knyttet til aktuell prøvetakingsperiode. Systemet slik det er i dag er laget for kontroll av utslipp, og ikke egnet til å gjennomføre funksjonsanalyser (Farestveit 2013).

Ved en funksjonsanalyse av avløpsnett hvor det også innebærer å måle massetransporter for å beregne tilførte personenheter PE, tap av forurensninger fra avløpsnett, tilføringsgrader og virkningsgrader og for uttesting av spesifikke tall etc., er man helt avhengig av korrekte vannføringsmålinger i nøyaktig samme tidsperiode som prøvetakingen pågår. I tillegg finnes det også krav til maksimale utslipp i kg/døgn. Dessuten er det i det siste også tatt i bruk en senkning av renseeffektene for renseanlegget for vannmengder fra overløp foran renseanlegget og da blir også korrekte vannmengder riktig. Oppsplitting av både ukeblandprøver og døgnblandprøver for ulike parametere skaper også mye mer arbeid og usikkerhet. De,

døgnblandprøvene, vil også være mindre representative enn ukeblandprøvene på grunn av nedbørspåvirkninger med rørutspylinger og ukedagsvariasjoner i forurensningsproduksjonen (Vråle personlig meddelelse mai 2013).

7.2 Usikkerheter ved data for renseanlegg i GVD kommuner

Resultatene fra Linnes ra viser hvordan «first-flush» og døgnblandprøve sammen, gir dårlige resultater ved beregninger i en funksjonsanalyse. Dette skjer på tross av at det i denne undersøkelsen er benyttet korrekte vannføringsmålinger for de respektive døgnblandprøve dagene og ikke ukevannføring gjennomsnittet som er vanlig i dag. Vi får resultater på tilførte PE som er ca. 350 % høyere enn hva som er bosatte personer p. Linnes har industri som gir mye organisk materiale, og som ifølge de ansatte på renseanlegget sier gir størst utslag på mandager og fredager på grunn av maskiner som startes og stoppes ved bedrifter med påslipp til Linnes ra. Døgnblandprøven blir samtidig tatt fra mandag kl 08.00 til tirsdag kl 08.00. Resultatene vi får fra disse prøvene gir oss et godt anslag på hvordan de faktiske variasjonene er. Skal man derimot overvåke driften av ledningsnettet og få gode representative inn- og utløpsprøver for å bedømme den virkelige renseeffekten ved renseanlegget, vil ukeblandprøver være mye mer representative. Ukeblandprøver vil være mye mer representative nettopp fordi de påvirkes mindre av en «first flush» rørsлам som spyles ut enn en døgnblandprøve. Døgnblandprøver blir mye mer påvirket og gir derfor ustabile og unøyaktige resultater. Dessuten vil 24 ukeblandprøver i året dekke 168 dager, altså 46 %, mens 24 døgnblandprøver bare utgjør 7 % av dagene i året til samme analysekostnad.



Figur 76 Antall dager med prøvetaking pr. år ved døgnblandprøvetaking og ukeblandprøvetaking. (NIVA 2006)

Argumentet for å analysere på døgnblandprøver for organisk stoff er primært at dette er en EU-harmonisering sier Farestveit, som begrunner sin oppfatning om at slike prøver ikke bør lagres for lenge før de analyseres. De bør om mulig heller ikke konserveres, selv om dette er akseptert innenfor dagens standarder av praktiske hensyn. Enhver konservering vil påvirke prøven. (Farestveit 2013).

Den eneste undersøkelsen som er utført på dette med lagring ved prøvetaking er en som NIVA, ved Håvard Hovind og driftsassistansen BUVA, har utført (Hovind et al. 1988). Det står mer om denne i avsnitt 4.3.2, men den sier at ukeblandprøver lagret i kjøleskap ved 2 til 3 °C er OK for alle parametere, også BOF og KOF. Bruk av ukeblandprøver ville gitt mye enklere arbeid for kommunene og blitt mer representativt, forutsatt at prøvene samles opp i en felles tank for hele prøvemengden. Man må også huske på at den gjennomsnittlige tid før prøven analyseres blir 3,5 dag. Ukeblandprøver som konstrueres, det vil si at de settes sammen av døgnblandprøver som fryses og som tines igjen, og blandes til felles prøve i forhold til hvert døgns døgnvannføring er ikke bra. Den viser seg både å være tidkrevende for driftspersonalet, gir litt lavere resultater (helling fra mugge til målesylinder som gir en dekanteringseffekt) og dessuten er frysing av prøver ikke heldig for korrekte analyseresultater (Lasse Vråle, personlig meddelelse).

Et annet usikkerhetsmoment ved data vi har mottatt er metoden hvor overløpet blir oppgitt i gjennomsnitt per dag, selv om det kun måles totalt m³ for uka. Hvis det for eksempel er målt 70m³ for en uke, blir gjennomsnittet 10m³ per dag uten at et er oppgitt hvilke dager som gir

hvilke mengder. I teorien kan 50m³ komme første dag og 20 m³ neste dag, eller man kan få alle 70m³ den dagen døgnblandprøven tas. Dataen vi har mottatt på dette er uansett 10m³. For fosfor og nitrogen som blir tatt på ukeblandprøve kan dette virke ok. For tapet av BOF og KOF man får via overløpet, blir dette enda et usikkerhetsmoment for det aktuelle døgnet.

7.3 Spesifikke tall

Det vil alltid være en viss usikkerhet rundt de spesifikke tallene, da disse bygger på mange forskjellige faktorer som tilstedeværelse/pendlertap, kjønn, alder osv. Sydsbogen-undersøkelsene fra 1980-tallet danner grunnlaget for de spesifikke tallene i denne oppgaven. Dette er som nevnt tidligere, veldig grundige undersøkelser og observasjoner av forurensingskonsentrasjonene rett fra husveggen. Når PE beregnes er det disse spesifikke tallene som har blitt brukt: Tot-P lik 1,6 g P/pd, Tot-N lik 12,0, BOF₅ lik 40 g/pd og KOF lik 96 g/pd. Disse tallene er identiske med de nye spesifikke tallene fra Sydsbogen for en husholdning og 100 % tilstedeværelse. Nå har neppe de rensedistriktene vi har data for 100 % tilstedeværelse, men det forekommer sikkert et betydelig pendlertap. Det vil normalt heller gi lavere tilførte personenheter PE basert på BOF og KOF. Erfaringer fra Østfold hvor alle analyser bare tas på døgnblandprøver og hvor man har testet ut ulike spesifikke tall, viser at hvis vi begynner å heve de spesifikke tallene for BOF og KOF får vi lavere tilførte organiske PE tilførsler basert på BOF og KOF, enn med Tot-P og Tot-N. Så en løsning kan være å bruke høyere spesifikke tall for disse parametrene, så vil tilførslene stemme bedre overens. Men det synes ikke å være riktig forklaring.

En annen forklaring kan være at rensedistriktene rett og slett også har industribidrag som bidrar med mye organisk stoff og som ikke er regnet inn i belastningsgrunnlaget. Det kan være en forklaring. Men det kan også være en forklaring at mange døgnblandprøver blir kraftigere påvirket av first flush effekter eller en mandageffekt av øket vannføring etter helgen med større vannføringer (Vråle personlig meddelelse).

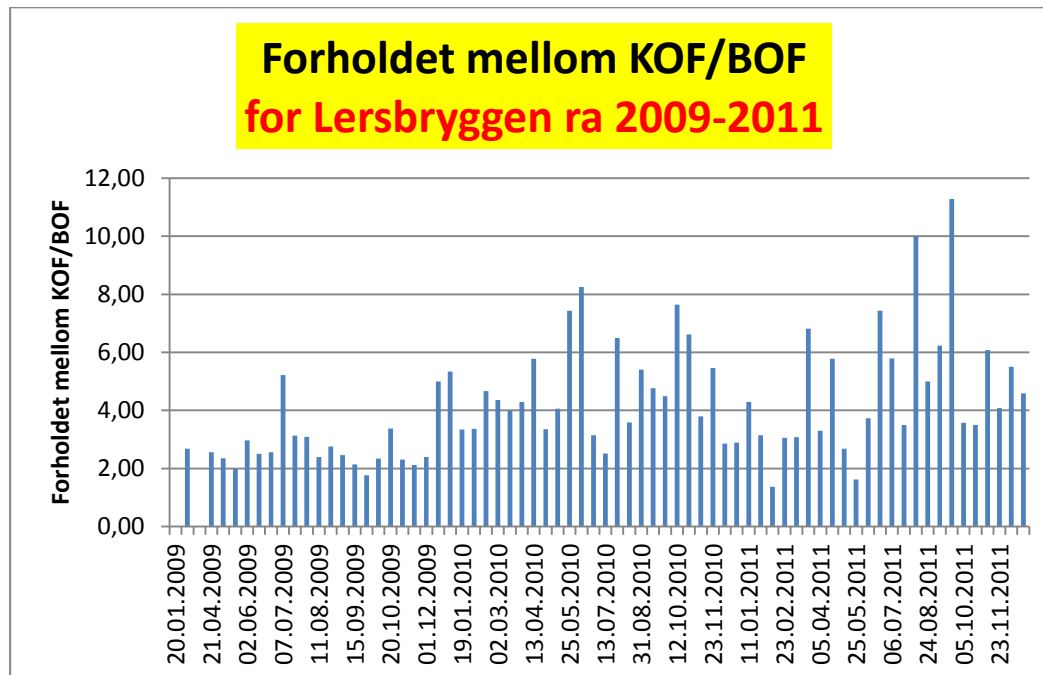
7.4 Veien videre

Konklusjonen er at vi har et overvåkningssystem som ikke er egnet til å analysere et ledningsnett i detalj. Systemet som KLIF anbefaler i dag for å dokumentere tilførsler til renseanlegget, renseseffekt i prosent og utslippskonsentrasjoner blir for unøyaktig samtidig som det er veldig arbeidskrevende for driftsoperatørene. De data vi har her skal vise fylkesmannen om kravene til

renseanleggene oppfylles eller ikke. Ved døgnblandprøver vises det hvor bra renselanleggene fungerer under store og små belastninger. Variasjoner som nedbør, tørrvær, snøsmelting og kombinasjoner blir plukket opp.

Så blir spørsmålet hva vi ender opp med til slutt? Vi vet hva anlegget kan tåle, og hvor godt det tåler de forskjellige forurensingsmengdene. Men vi vet ikke hvor mange tilknyttede PE anleggene har, og for hvor mange personer anleggene dermed skal rense for. Vi vet ikke hvor store fremmedvannmengder anleggene mottar, og dermed heller ikke; hvor mye av ledningsnettets som overdimensjoneres, hvor mye ekstra koagulant bruk vi har, hvor mye ekstra vann som pumpes frem i pumpestasjonene osv.

7.5 Sjøvanns inntrenging på nettet



Er forholdet mellom KOF og BOF høyere enn 2,5 begynner mistanken om sjøvannsinntrenging å øke. Det må tas nærmere undersøkelser om dette er noe som kan være et problem på Lersbryggen rensanlegg, men det kan ikke avskrives uten videre. Gjennomsnittsfaktoren på forholdet mellom KOF og BOF er 4,16 for hele tidsperioden, og mer nøyaktig; 2,88 for 2009, 4,69 for 2010, og 4,81 for 2011. Årsaken til at KOF verdien i avløpsvannet øker i forhold til BOF₅ kan skyldes interferens med uorganisk klorid Cl fordi laboratoriene ikke feller ut klorid i prøven, men det kan jo også skyldes andre forhold. Problemet kan enkelt avsløres med enkle analysemetoder og prøver.

8. Referanser

- Akkreditering, N. (2013). *Om oss*. Tilgjengelig fra: http://www.akkreditert.no/no/Om_oss/.
- Farestveit, T. (2013). Personlig mail.
- Forurensningstilsyn, S. (1995). *Kommunale avløpsanlegg*
- Begreper og bruken av dem*. Tilgjengelig fra: <http://www.klif.no/publikasjoner/vann/1250/TA1250.html>.
- GodtVannDrammensregionen. (2010). *Utviklingsprogrammet Godt Vann Drammensregionen*.
- Hovind, H., Myrre, J. & Beltesbrekke, H. (1988). Prøvetaking og konservering på avløpsrenseanlegg.
- Johannessen, E., Eikum, A. & Krogstad, T. (2011). *Evaluering av prøvetakingsmetoder for renseanlegg i spredt bebyggelse*.
- LierDrift & Brubak, v. P. O. (2012). Lier drift foreløpig årsrapport renseanlegg 2012.
- LierKommune. (2013). *Fakta om Lier kommune*. Tilgjengelig fra: <http://www.lier.kommune.no/>.
- Liltved, H., Lindholm, O. & Hovind, H. (2006). Fortolkning av forurensningsforskriftens forbehold om "uvanlige forhold" vedrørende analyseresultater 60 s.
- Lindholm, O. & Bjerkholt, J. (2011). Store fremmedvannsmengder i norske avløpsrenseanlegg.
- Lindholm, O. & Bjerkholt, J. T. (2011). Store fremmedvannsmengder i norske avløpsrenseanlegg.
- Lindholm, O. (2012). *Fremmedvann i avløpsnett*. Tilgjengelig fra: http://www.360.no/versions/ver/users/symposium/foredrag2012/va/oddivard_lindholm.pdf.
- Lindholm/Bjerkholt. (2012). Fremmedvann i nordiske avløpsledningsnett. 10.
- Nedland, K. T. (2002a). Implementering av EUs avløpsdirektiv.
- Nedland, K. T. (2002b). Implementering av EUs avløpsdirektiv
- Spesifikk produksjon av BOF5/BOF7, beregning av PE, relevante koeffisienter.
- Norsk Akkreditering. (2011). NA Dok 30a
- Akkreditering av prøvetaking i avløpsrenseanlegg.
- Olsen, V. (2013). Personlig meddelelse.
- SandeKommune. (2013). *Om Sande kommune*.
- SFT. (2008). Miljøgifter i innløps- og utløpsvann fra avløpsrenseanlegg. 62 s.
- Storhaug, R. (2004). *Prøvetaking ved primærrenseanlegg*. Tilgjengelig fra: http://www.klif.no/arbeidsomr/vann/avlop/utredninger/primaerrens_prosjekt2.pdf (lest 02.07.2004)
-).
- Vråle, L. (2010). Erfaringer og uttesting av spesifikke forerusingstall for oppsamlingsnett.
- Vråle, L. (2011). Fremmedvann- Et stort problem for norske ledningsnett og renseanlegg. 10 s.
- Vråle, L. (2012). Riktige spesifikke forurensningstall nødvendig for gjennomføring av funksjonsanalyse på avløpsnett.
- Vråle, L. (2013). *Personlig meddelelse fra Lasse Vråle, Førstemanuensis ved UMB* (05.01.2013-10.05.2013).
- Wikipedia. (2013). *Øvre Eiker*. Tilgjengelig fra: http://no.wikipedia.org/wiki/%C3%98vre_Eiker.
- Ødegaard, H. & Norheim, B. (2012). *Vann- og avløpsteknikk*. Hamar: Norsk Vann. 704 s. : ill. s.

9. Vedlegg

9.1 Vedlegg 1

Spørreundersøkelse til Lersbryggen ra ved Sande kommune, Linnes ra ved Lier kommune og Hokksund ra ved Øvre Eiker kommune

Spørsmål til anleggseiere/ driftsoperatører

Utarbeidet tidligere av Lasse Vråle og student Susann Nyland 14. januar 2010 ved undersøkelser på rensesanlegg i Østfold og redigert nå for Mastergraden som Bjørnar Sand nå utfører for GVD kommunene. Den gangen ble dette benyttet og stilet til: Til miljøvernmyndighet/ driftsassistanse/ anleggseier hvor skjema ble sendt og det ble svart skriftlig.

Bjørnar har nå tenkt å besøke noen av anleggene direkte ved oppmøte og har med seg skjema og håper å få svar mens han er på anlegget.

Bakgrunn/hensikt

Instituttet IMT ved UMB-Ås utdanner ca 60 % av Norges Mastergradstudenter (Sivilingeniører) innenfor feltet Vann og Miljøteknikk. Studentene avslutter med en Mastergradsoppgave som normalt utføres fra januar og avsluttes normalt 15. mai.

Som et ledd i dette arbeidet har vi erfart at det er forskjellig praksis for hvordan ulike Fylker gjennomfører prøvetakningssystemene. Vi har derfor tillatt oss å sette opp noen spørsmål som krever relativt enkle svar og håper at dere vil bidra til å bringe større klarhet i hvordan de ulike rensesanlegg utfører gjennomfører sine prøvetakninger og vannføringsmålinger. Ulik praksis kan være med på å forklare at prøvemønsteret blir forskjellig og at data ikke plotter så bra som vi hadde håpet på.

Målsetningen er å få et bedre, mer representativt og enklere prøvetakningssystem hvis avvikene er store.

Spørsmål

- 1. Hvordan tas innløpsprøver og utløpsprøver?**
 - a. Som døgnblandsprøver?**
 - b. Som ukeblandprøver?**
 - c. Hvor ofte tas det prøver som sendes til Fylkesmann?**
 - d. Hvis det er ulike prøver i forhold til størrelsen på reneanleggene forklar nedenfor.**

- 2. Hva slags prøvetaker benyttes ved døgnblandprøver og ukeblandprøver?**

- 3. Styres prøvene på tid eller er de vannmengde proposjonale?**

- 4. Når det lages ukeblandprøver hvordan gjøres dette?**
 - a. Oppsamling i en dunk for hele uka eller tas det døgnblandprøver som blandes til en ukeblandprøve?**
 - b. Prøven står i kjøleskap og på hvilken temperatur?**
 - c. Prøven konserveres med svovelsyre?**
 - d. Ukeblandprøven konstrueres på basis av døgnblandprøver?**
 - e. Hva skjer i såfall med døgnblandprøvene? Står de i kjøleskap?**
 - f. Lages det vannmengde proposjonale ukeblandprøver som tilsettes felles prøve basert på døgn vannmengde i forhold til ukevannmengde?**
 - g. Fryses noen av prøvene?**
 - h. Når det tas døgnblandprøver tas dette på faste dager eller varieres dette?**
 - i. Hvilke ukedager benyttes?**

- 5. Hva slags vannmåler benyttes på reneanlegget?**
 - a. Er denne kalibrert?**

**11. Vet dere om spesielle tilførsler som kommer inn i ledningsnett, enten bedrifts-
påslipp, spesielle jordbruksforurensninger, leirepartikler eller sjøvann.**

12. Synes du prøvetakningen er fornuftig og grei eller kan du tenke deg forbedringer?

Gi gjerne tilleggskommentarer.

13. Har dere data for vannmengden/vannføringen de datoene der BOF₅ er tatt?

**Gjennomsnittlig vannføring over en uke sammenlignet med en døgnblandprøve for BOF
kan gi store feil?**

**14. Hvorfor har dere valgt å ta døgnblandprøve av BOF/KOF og samtidig ikke ha
døgnvannføring for disse dagene?**

14. Er det svakheter i prøvetakingssystemet? Synes dere det er vanskelig og tidkrevende?

15. Har dere akkreditert prøvetaking?

16. Har dere en grovskisse som viser hvilket område som får sitt avløp behandlet hos dere?

17. Har dere industri av betydning på nettet deres?

18. Andre ting som bør nevnes?

KUN til Lersbryggen ra:

Dere har ekstremt høye innløps verdier for Tot-P. Vet dere hvorfor? Marin leire?

Prøvetaker står plassert feil?

KUN til Linnes ra:

**I avsnitt 1.1 i årsrapporten fra 2012 skriver dere: «rammetillatelsen for Linnes
rensedistrikt er tillatt restutslipp 1,1 t fosfor/år, hvorav renseanlegget utgjør 0,518 t
fosfor/år. Dette ved en tilknytning pr. 01.01.2010 på 11.742 EU-PE (17.848 pe) og med
oppgitt spesifikk verdi 2,43 gP/pe.d.» Hva betyr dette? Hvor får dere tallene fra, og
hvordan beregner dere dette, samt synes dere dette er en god metode å beregne dette på?**

KUN til Hokksund ra:

Er prøvene jeg har fått(fra 13.01.2009-> 20.12.2011 etter de nye akkrediteringsstandardene?

Hva er grunnen til at prøvene er så ustabile i form av tid? Prøvedatoene strekker seg fra 1->2->3->4 uker mellom hver prøve?

Den 20.07.2010 er innløpsverdiene helt spesielt høye. Vet du om det skjedde noe spesielt på Hokksund ra da?