Surrogatparametrar

- en kostnadseffektiv metod att följa upp små avloppsanläggningars funktion

Bilaga 1.

Projektets genomförande, resultat och slutsatser

Slutversion: 30:e maj 2018

Författare:
Marie Albinsson & Mats Johansson, Ecoloop

LOVA
LOKALA VATTENVÅRDSPROJEKT

SAMMANFATTNING

Projektet ”Surrogatparametrar - en kostnadseffektiv metod att följa upp små avloppsanläggningars funktion” har genomförts som ett samarbete mellan nio kommuner och ett kommunalförbund: Kungsbacka, Falkenberg, Södertälje, Norrtälje, Uddevalla, Borgholm, Norrköping, Alingsås, Miljösamverkan östra Skaraborg och Falun. Projektet har initierats av Avloppsguidens användarförening och har finansierats genom bidrag från sju länsstyrelsers LOVA-bidrag och kommunernas egen tid och resurser.

Syftet har varit att i fält testa en i Norge utvecklad metod för funktionskontroll av minireningsverk, genom användande av så kallade surrogatparametrar. Denna metod har potential att ge snabba och relativt billiga svar för miljömyndigheten om en avloppsanläggning är i behov av ytterligare undersökningar och funktionskontroll. I praktiken kan detta användas inom ramen för dagens tillsyn och dessutom utgöra en del i verksamhetsutövarnas egenkontroll.

Projektets resultat kan sammanfattas som:
-Att flera kommuner har initierat tillsyn på den här typen av anläggningar.
- De deltagande miljökontoren har kraftigt höjt sin kunskap om reningsprocesser i minireningsverk, provtagningsmetodik samt tolkning av mätdata från provtagning på små avloppsanläggningar.
- Miljökontoren har också initierat och fördjupat sin dialog och sitt samarbete med utvalda teknikleverantörer.
- Metoden att använda surrogatparametrar har visat sig vara en fungerande metod men för att den ska bli användbar behöver dels fler mätdata sammanställas och vägledning för tolkning av mätningar i fält behöver utvecklas.

Det sammantagna resultatet från detta och övriga kommunprojekt med samma upplägg är att det nu finns förutsättningar att:
- Ta fram planeringsunderlag för hur mätning av surrogatparametrar kan gå till i kommunerna.
- Sprida kunskapen till andra intresserade kommuner genom erfarenhetsutbyte och lån av provtagningsutrustning mellan kommuner.
- Ett nationellt utvecklings- och eventuellt forskningsarbete som fördjupar kunskapen och förfinar metoden som nu testats.
- Samla mätdata i en nationell kunskapsbas som möjliggör för att under 2018 och framåt fortsätta kunskapsuppbyggnad och ytterligare fördjupa det goda samarbete som projektets deltagare etablerat med norska forskare och experter.

Innehållsförteckning

Inledning ... 3
1.1. Syfte och mål ... 3
2. Bakgrund ... 3
2.1. Förslag på nytt regelverk för små avlopp från Havs- och vattenmyndigheten ... 4
2.2. Innehåll i projektansökan ... 4
3. Att använda surrogatparametrar för funktionskontroll av små avlopp- Teori ... 5
3.1. Ortofosfat ... 6
3.2. Turbiditet ... 6
3.3. Praktisk tillämpning ... 8
3.4. Provtagningsrutiner, uppdelning mellan kommuner och processtyper ... 9
3.5. Utrustning för fältprovtagning ... 11
3.6. Stickprov eller samlingsprov ... 11
3.7. Uppstart och provtagning ... 11
3.8. Insamling och bearbetning av data ... 12
4. Resultat ... 12
4.1. Hur förhåller sig mätningar med surrogatparametrar som ortofosfat och turbiditet till analys genomförda på ackrediterade laboratorier? ... 13
4.2. Mätning av BOD_7 och turbiditet ... 15
4.3. Mätning av totalfosfor och turbiditet ... 16
4.4. Mätning av ortofosfat och totalfosfor ... 18
4.5. Hur kan resultatet från mätningarna användas? ... 18
4.6. Erfarenheter av att mäta surrogatparametrar ... 20
4.7. Analys av mikrobiologiska parametrar ... 20
4.8. Nytta för projektets deltagare ... 21
5. Slutsatser och diskussion ... 22
5.1. Projektets frågeställningar ... 22
5.2. Övriga slutsatser ... 24
5.3. Fortsatt arbete ... 24
6. Referenser ... 26
Bilaga 2. Instruktioner för provtagningsutrustning ... 27
Bilaga 3. Korrelation mellan turbiditet och totalfosfor, olika processtyper ... 33
Bilaga 4. Ordlista ... 35

INLEDNING

Det här projektet initierades av Avloppsguidens användarförening efter att föreningen under 2014–2015 genomfört ett projekt om metodutveckling för likriktad tillsyn av minireningsverk. Flera projekt om surrogatparametrar har genomförts i Norge och Avloppsguidens användarförening ville pröva och utveckla denna metodik även i Sverige. Flera kommuner var intresserade av att delta och under 2017 fick nio kommuner och ett kommunalförbund LOVA-medel för att genomföra projektet. Deltagarna ansvarade för de lokala kommunprojekten men deltog även i arbetsgrupper som koordinerades av en projektledare. De olika arbetsgruppernas ansvarsområden var: inköp av mätutrustning, planering av startmöte, planering inför provtagning, sammanställning av data, kommunikation samt rapportskrivning. Detta gjorde att alla kommuner från start av projektet involverades i genomförandet.

Att mäta surrogatparametrar i fält är en metod som delvis redan idag används av personal som utför service på minireningsverk men detta projekt är första gången som metoden har använts av tillsynsmyndigheter. Projektet ska ses som ett utvecklingsprojekt, ett första steg för att lära mer om metoden, och resultaten kan huvudsakligen bara användas som diskussionsunderlag då antalet mätningar är för begränsat för att dra mer långtgående slutsatser. Resultatet är dock inte bara de mätdata som i grafer och tabeller presenteras i denna rapport utan minst lika mycket vad de kommuner som har medverkat i projektet har lärt sig om reningsprocesser i minireningsverk, möjligheter att ta representativa prov och hur viktigt det är att möjligheten till enkel provtagning är med som en del av prövningen av avloppsansökan.

1.1. Syfte och mål

Syftet med projektet var att ta fram ett planeringsunderlag för eventuellt införande av en mer systematisk funktionskontroll av små avloppsanläggningar genom provtagning i deltagande kommuner. Detta har genomförts genom att driva parallella projekt i respektive kommun med nära samverkan och kommunikation mellan kommunerna. Kommunprojekten har sedan koordinerats genom ett övergripande samarbetsprojekt.

Den övergripande målsättningen var att genom samverkan och kunskapsutbyte mellan kommuner i olika delar av landet på ett samordnat och effektivt sätt ta fram kunskap om och förslag på hur surrogatparametrar kan användas vid funktionskontroll för små avlopp. Detta ska kunna ligga till grund för kommunernas tillsynsplanering och hur villkor/krav på provtagning formuleras i tillstånd från 2018 och framåt.

Ytterligare ett mål var att projektet ska leda till att utveckla kompetens och kunskap hos miljöinspektörer i ett antal län i landet. Detta ska i sin tur leda till ökad kunskap inte bara hos de som deltar i projektet utan också att kunskapen om funktionskontroll och dess tillämpning i tillsynen av små avlopp ska spridas till en vidare krets av kommuner i landet.

2. BAKGRUND

Under 2014 och 2015 genomförde Avloppsguidens användarförening projektet ”Metodutveckling för likriktad tillsyn av minireningsverk” i samarbete med kommuner i hela landet[1]. Slutrapporten finns på Havs- och Vattenmyndighetens hemsida. Genom platsbesök och provtagning för analys

[1] https://www.havochvatten.se/hav/vagledning--lagar/vagledningar/sma-avlopp/rapporter-och-dokument/rapporter/metodutveckling-for-likriktad-tillsyn-av-minireningsverk-och-andra-prefabricerade-avloppsanlaggningar.html

på ackrediterat laboratorium av utgående renat avloppsvatten skaffade sig inspektörer från 15 kommuner i landet erfarenhet kring tillsyn av minireningsverk och prefabricerade paketanläggningar. I projektet granskade deltagarna tillsammans 105 anläggningar i drift av olika minireningsverksfabrikat.

Resultatet från provtagningen samt iakttagelser på plats visade på att service och dokumentation i sig inte är en garanti för att rening sker enligt de krav myndigheten ställt eller i enlighet med redovisad reningsgrad i CE-märkningen. Provtagningen visade att det bara är drygt hälften av anläggningarna som reducerar näringsämnen i överensstämmelse med det som uppges i CE-märkningen. Knappt 80 % av de anläggningar som provtagits klarade normal skyddsnivå för fosfor, det vill säga cirka 20 % av alla anläggningar hade sämre reningsresultat än 70 % fosforreduktion.

Projektet visade också att:
-Anläggningar med satsvis rening kan ha begränsade provtagningsmöjligheter om inte plats för provtagning anordnats i verket eller i separat provtagningsbrunn i direkt anslutning efter anläggningen.
- En högre nivå på service ger generellt bättre reningseffekt.
- En omfattande service verkar ge en mer aktiv egenkontroll hos verksamhetsutövaren.
- Det finns stora skillnader i hur dokumentation av servicebesök sker.

För att komma fram till dessa resultat i projektet om metodutveckling för likriktad tillsyn av minireningsverk användes stickprovstagning och analyser på ackrediterade laboratorier.

2.1. Förslag på nytt regelverk för små avlopp från Havs- och vattenmyndigheten

Under hösten 2016 redovisade Havs- och Vattenmyndigheten ett regeringsuppdrag om att ta fram förslag på nya lagar och regler för små avloppsanläggningar. Detta förslag är i nuläget pausat på Miljö- och energidepartementet i väntan på Utredningen om hållbara vattentjänster och det är i dagsläget osäkert vad som händer med förslaget. Ett förslag som fanns med i förslaget om nytt regelverk var funktionskontroll av nyanlagda små avlopp. Denna skulle genomföras av ett ackrediterat kontrollorgan någon gång mellan 12 – 24 månader efter att en avloppsanläggning tagits i drift. Förslaget uteslöt inte tillsyn från tillsynsmyndigheten.

I konsekvensanalysen till förslaget beskriver man att kostnaden för denna funktionskontroll skulle kunna variera mellan 2 400 – 8 000 kr per anläggning. Till detta kommer möjliga fortsatta villkor vad gäller funktionskontroll under en avloppsanläggnings livslängd. Idag kan kostnaderna för kontroll av minireningsverk till följd av miljönämndens villkor i tillståndsbeslutet bli flera tusen kronor per år beroende på vilken tillsynsavgift som tas ut och vilka krav på kontroll och rapportering som ställs. Om krav på provtagning med ackrediterade laboratorium finns med i villkor för tillståndet så ökar kostnaden för fastighetsägaren.

2.2. Innehåll i projektansökan

Under 2016 bestämde sig Avloppsguidens användarförening för att söka ett fortsättningsprojekt till Metodutveckling för likriktad tillsyn av minireningsverk där erfarenheten från det tidigare projektet och framtagna rutiner kunde sammanföras med de erfarenheter om användning av surrogatparametrar som fanns i Norge.

Fortsättningsprojektet blev en mall för en projektansökan där alla kommuner som ville delta sökte LOVA-bidrag hos sin respektive Länsstyrelse. Deltagande kommuner ser att andelen

minireningsverk och prefabricerade anläggningar ökar år för år och att de behöver hitta enkla verktyg för att utföra tillsyn av dessa anläggningar.

Idag finns uppemot 20 000 och kanske fler minireningsverk i drift i Sverige. Detta är en bedömning utifrån den teknikenkät som SMED genomförde 2015[2]. Med befintliga lagar och regler bedöms antalet öka med ytterligare ca 5 000 minireningsverk per år. Vid en eventuell förändring och införande av lagar och regler i enlighet med Havs- och Vattenmyndighetens förslag från 2016 kommer troligen marknaden för minireningsverk att minska, hur mycket är svårt att bedöma.

För att kunna ha tillsyn på alla minireningsverk såg Avloppsguidens användarförening det som intressant och som en prioriterad aktivitet att utveckla en metod för att se om det är möjligt att använda surrogatparametrar för funktionskontroll i samband med tillsynen. Metoden skulle även kunna vara användbar om Havs- och Vattenmyndighetens förslag om funktionskontroll skulle bli verklighet någon gång i framtiden. Hur befintlig tillsyn på dessa typer av anläggningar såg ut innan projektet startade varierade mellan deltagande kommuner; några hade deltagit i tidigare projekt, några har löpande tillsyn och tar ut en tillsynsavgift på denna typ av anläggningar och några hade ingen erfarenhet av tillsyn av minireningsverk men såg ett behov av att utveckla ett arbetssätt för det.

Några av de serviceorganisationer som arbetar med minireningsverk använder redan surrogatparametrar för att följa upp och få kunskap om anläggningarnas funktion men tillsynsmyndigheterna är oftast inte insatta i eller har någon kunskap om denna metod. Vinsten med att även tillsynsmyndigheterna skulle kunna hantera denna typ av mätningar är att kommunikationen mellan serviceorganisationerna och tillsynsmyndigheterna kan underlättas och att mätning av surrogatparametrar i fält i högre grad kan användas för att indikera om avloppsanläggningar fungerar eller inte.

3. ATT ANVÄNDA SURROGATPARAMETRAR FÖR FUNKTIONSKONTROLL AV SMÅ AVLOPP- TEORI

Flera projekt i Norge har undersökt metoden med att använda surrogatparametrar för funktionskontroll av små avlopp[3]. I en omfattande studie från 2014 undersöktes funktionen hos minireningsverk i drift genom att dels ta ut prover för laboratorieanalys och dels att i fält mäta turbiditet och ortofosfat på samma vattenprover[4]. Det visade sig att om man mätte båda dessa parametrar i fält får man en mycket god bild av hur bra den kemiska fällningen fungerar och att det var möjligt att utifrån dessa två surrogatparametrar förutsäga hur bra anläggningen fungerar vad gäller fosforreningen. Detta eftersom turbiditet ger en bra bild av partikulärt fosfor i avloppsvattnet och mätning av ortofosfat ger en bra bild av hur mycket löst fosfor som finns i avloppsvattnet. Mäts bara en av parametrarna kan resultatet inte säkert säga något om anläggningens rening av fosfor men om både ortofosfat och turbiditet mäts kan resultatet användas för att indikera hur väl anläggningen fungerar med avseende på fosforrening. Turbiditet ger också en god korrelation med BOD och kan som ensam surrogatparameter ge god indikation på reningen av organiskt material.

---

[2] SMED, 2015. Uppdatering av kunskapsläget och statistik för små avloppsanläggningar. Rapport Nr 166.
[3]http://www.bioforsk.no/ikbViewer/Content/86635/version=1/Rapport_Morsa%20COWI_Pr%F8vetakings metoder_2011.pdf
[4] Johannessen, E. et al., 2014. UNDERSØKELSE AV TURBIDITET SOM SURROGATPARAMETER – i forbindelse med utslippskontroll av avløpsanlegg i spredt bebyggelse.

Mätning i fält sker med portabla mätare för turbiditet och ortofosfat som båda bygger på spektrofotometri. Denna utrustning är relativt dyr för en enskild fastighetsägare att köpa in men för ett miljökontor eller en konsult/entreprenör som ofta kontrollerar funktionen hos avloppsanläggningar blir detta en billig och snabb mätning jämfört med laboratorieanalys. Såvitt projektdeltagarna vet så används inte metoden i andra myndighetsinitierade projekt om små avlopp i Sverige.

3.1. Ortofosfat

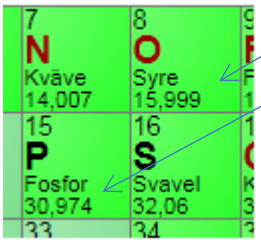
Det går inte att mäta totalfosfor i fält och därför används mätning av ortofosfat. Anledningen till att använda ortofosfat är att den ger värdefull information om hur bra den kemiska fällningen fungerar i en avloppsanläggning, den påvisar hur mycket löst fosfor som finns i provets vätska. För att kunna mäta ortofosfat behöver provet filtreras. För att sedan få fram mg fosfat-P/l från ortofosfat måste det avlästa värdet multipliceras med 0,326.

LÖST FOSFOR PO_4^{3-} (filtreras)

Ej partikelbundet

Tas bort genom kemfällning

Hach-instrumentet ger ett värde på ortofosfat
för fosfat-P multiplicera med 0,3268



O =15,99 u

P =30,974 u

30,974 + (15,99*4) = 94,934 u

Andel fosfor = 30,974/94,934 ≈ 0,326
dvs. 32,6 %

u = enheten för atommassa

3.2. Turbiditet

Turbiditet kan anges i tre olika former eller enheter: FTU (Formazine Turbidity Units), NTU (Nephelometric Turbidity Units) eller FNU (Formazine Nephelometric Units) men alla har samma värde, 1 FTU = 1 NTU = 1 FNU. Turbiditet är en parameter som säger hur grumligt vattnet är. Med ett optiskt mätinstrument mäts ljusintensiteten i ett vattenprov och innehållet av partiklar gör att ljusstrålarna sprids och intensiteten sjunker. Turbiditet har som regel en god korrelation mot SS (Suspended Solids), det vill säga partiklar som är suspenderade i ett vattenprov. Undersökningar i Norge visar att det även finns en stark korrelation mellan SS och partikulärt fosfor[5].

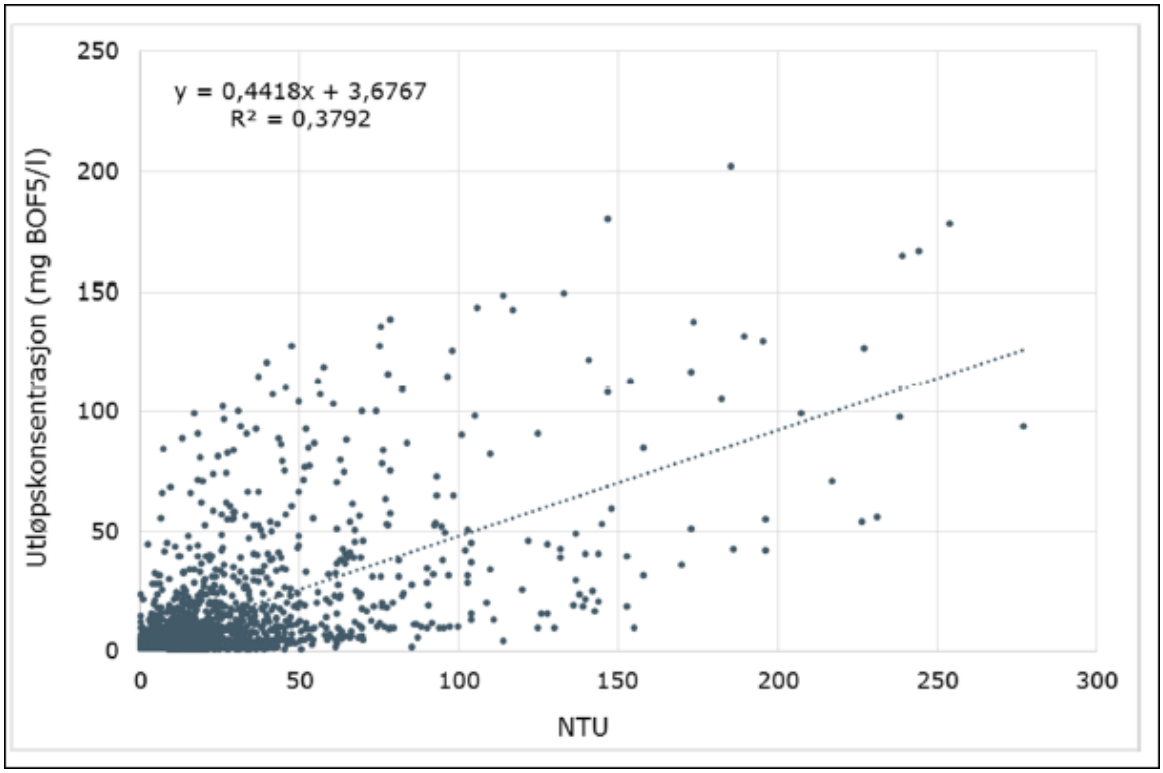
[5]Johannessen, E. et al., 2014. UNDERSØKELSE AV TURBIDITET SOM SURROGATPARAMETER – i forbindelse med utslippskontroll av avløpsanlegg i spredt bebyggelse.

PARTIKELBUNDET FOSFOR (filtreras ej)

Tas bort genom sedimentering

Turbiditet kan även användas som indikation på hur bra den biologiska reningen fungerar det vill säga hur mycket organiskt material som finns kvar i avloppsvattnet. Detta mäts i svenska laboratorieanalyser normalt som BOD_7 i enheten mg/l men i Norge används ofta BOF_5 (vilket motsvarar det i Sverige tidigare använda BOD_5). I ett projekt i Norge under 2017 har det undersökts om turbiditet kan fungera som surrogatparameter for utvärdering av minireningsverks funktion för att ersätta laboratorieanalyser av kravparametrarna BOF_5 och totalfosfor. Slutsatsen var att det finns en korrelation mellan turbiditet (NTU) och organiskt material (BOF_5). Sannolikheten att BOF_5 är lägre än 50 mg BOF_5/l är 97,6 % eller 98,5 % om man mäter turbiditet till under 20 NTU respektive till under 10 NTU[6].

I figuren nedan visas korrelationen mellan turbiditet (NTU) och BOD_5 (mg/l) för alla anläggningar som ingick i det norska projektet 2017. Det totala antalet anläggningar som ingick var stort (n= 1848). Datasetet är korrigerat med uppenbara mät- eller rapporteringsfel.



Figur 1. Korrelation mellan BOD_5 och turbiditet för alla anläggningar (Johannessen E, 2017)

[6] Johannessen E, 2017. BRUK AV SURROGATPARAMETERE FOR VURDERING AV MINIRENSEANLEGGS YTELSE.

3.3. Praktisk tillämpning

I Norge finns det utvecklat ett utbildningsmaterial för personal som utför service och tillsyn på minireningsverk. Tabellen nedan är hämtad från detta material och ger exempel på hur surrogatparametrarna kan användas för att identifiera möjliga orsak till dålig rening och ger förslag till eventuell åtgärd. Detta är en praktisk tillämpning av den kunskap om att använda surrogatparametrar som framkommit i de norska projekten.

Tabell 1. Exempel från en norsk handbok för servicepersonal som visar hur mätningen i fält av bland annat ortofosfat och turbiditet kan användas för att hitta möjliga orsaker till dålig reningsfunktion[7].

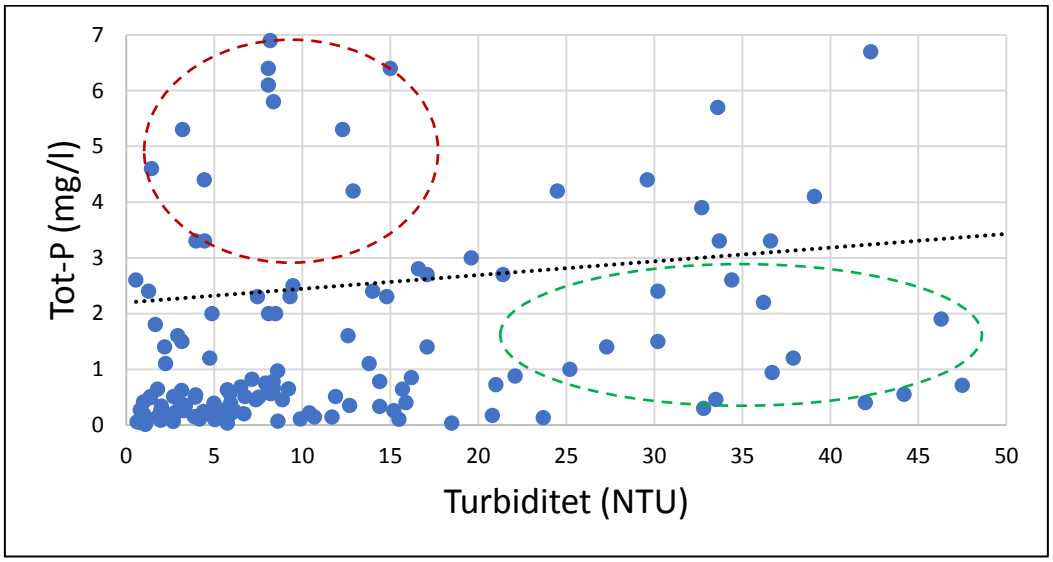
Tabell 7. Målinger i felt – mulig årsak og foreslåtte tiltak

PARAMETER	MÅLT VERDI	MULIG ÅRSAK	TILTAK
pH	svært lav (<4,0)	Vann fra regenering av drikkevannsfilter. Utilsiktet utslipp.	Kontakt huseier
	lav (<6,0)	Nitrifikasjon Doseringsmengde for høy	Kontroller kjemikaliedose
	Høy (>8,0)	Utilsiktet utslipp	Kontakt huseier
Ortofosfat (PO_4-P) (angitt som mg P/l)	PO_4-P (>0,5 mg/l)	For lav/høy pH I anlegget For lav kjemikaliedosering	Øk kjemikaliedosering Kontroller pH
	PO_4-P (>2,0 mg/l)	Tomt for kjemikalier Alt for lav kjemikaliedos.	Etterfyll kjemikalier Øk kjemikaliedosering
Turbiditet (FTU)	Moderat (>10<20 FTU)	For lav pH på grunn av nitrifikasjon. For høy pH på grunn av utilsiktet utslipp. For lav kjemikaliedos.	Kontroller kjemikaliedos. Ved høy pH kontakt huseier.
	Høy (>20 FTU)	For lav kjemikaliedos. Hydrauliske forhold (kun gjennomstrømningsanlegg) Utsiktet utslipp	Juster kjemikaliedosering Kontakt huseier (fremmedvann, stor belastning)
Oksygen (mg O_2/l) *(måles ikke rutine-messig ved service)*	Lav (<3,0 mg O_2/l)	Overbelastet anlegg (for mange pe tilknyttet) Diffusorer er tette/ute av drift Utilsiktet organisk utslipp Mye slam i anlegget	Kontakt huseier Kontroller luftesystem (blåsemaskin/diffusorer) Kontroller slamnivå/ bestill tømming
Temperatur (^{0}C)	Vår/sommer (<4,0 ^{0}C)	Lav temperatur kan bety innlekking av grunnvann eller takvann	Kontakt huseier

[7] Johannessen, E. et al.,2016. Håndbok, Teori og praksis. Avlop Norge.

Figur 2 nedan är ett exempel på hur data ska tolkas. Provresultat i den röda ringen i figur 2 indikerar att anläggningen har låg turbiditet men högt Tot-P. Denna situation kan uppstå om slamavskiljningen fungerar bra men att kemfällningen inte fungerar optimalt, t ex att det inte doseras tillräckligt med fällningskemikalier.

Den gröna ringen indikerar att turbiditeten är hög trots en låg totalfosforhalt. Denna situation kan uppstå om kemfällningen fungerar bra men att det finns problem med slamavskiljningen.



Figur 2. Korrelation för Tot-P (mg/l) och turbiditet (NTU) for alla anläggningar, för data med turbiditetsvärde < 50 NTU.

3.4. Provtagningsrutiner, uppdelning mellan kommuner och processtyper

Kommunerna som deltog i projektet hade delvis gett förslag på vilken anläggningstyp som de skulle provta redan i ansökan. Valet av anläggningstyp baserades sig dels på om den anläggningstypen finns/är vanlig i kommunen och om det redan fanns en befintlig tillsynsplanering av minireningsverk i kommunen och hur behoven såg ut.

Vid projektstart togs ytterligare kriterier för urval fram av projektgruppen och detta innebar att det som angivits i ansökningarna delvis ändrades då vissa anläggningar föll bort på grund av de reviderade kriterierna. De kriterier som slutligen valdes var att anläggningen:
- I möjligaste mån skulle brukas av permanentboende,
- Varit i drift minst ett år och,
- Inte slamtömts de sista två veckorna innan provtagning.

Utfallet blev därför att merparten av de deltagande kommuner tog prov på minst två olika anläggningstyper och att de kommuner som hade planerat för att mäta på 50 anläggningar valde än fler anläggningstyper. Varje kommun hade en anläggningstyp som de skulle börja med och sedan dela med sig av erfarenheterna till andra kommuner med samma typ av anläggning. På det sättet skapades ett internt lärande och erfarenhetsutbyte inom projektet.

I det projekt som Avloppsguidens användarförening genomförde 2014–2015 om likriktad tillsyn av minireningsverk togs provtagningsrutiner fram för de anläggningstyper som ingick. Rutinerna som togs fram då har använts även i detta projekt och i några fall har de uppdaterats efter dialog med

teknikleverantörer. För två anläggningstyper som inte ingick i det tidigare projektet har det tagits fram nya provtagningsrutiner. Allt material från projektet om likriktad tillsyn av minireningsverk finns på VA-guidens hemsida för små avlopp och projektsidan kommer även att uppdateras med de uppdaterade och nya rutinerna. På detta sätt sker en spridning av den nya kunskapen till merparten av landets kommuners miljökontor.

Respektive kommun kontaktade teknikleverantörer för den anläggningstyp som de skulle provta för dialog innan provtagning. I många fall följde representanter från teknikleverantören med ut på de första provtagningarna vilket underlättade mycket för kommunerna och gav möjlighet till dialog och lärande.

I de norska undersökningarna från 2014[8] ingick det bara två olika anläggningstyper och resultatet mellan dem skiljer sig tydligt åt. Detta var en kunskap projektet hade vid start. Hade enbart två anläggningstyper valts att mäta på kunde kanske resultatet kunnat bli tydligare. Projektets deltagare valde ändå att göra så att varje kommun fick välja anläggningstyp efter behov trots att resultatet med största sannolikhet då skulle bli mer spretigt. I den norska undersökningen från 2017 ingår fler anläggningstyper än i de tidigare norska studierna och anläggningstyperna delats in i olika processtyper. De anläggningstyper som har ingått i det svenska projektet har delats in i olika ”processtyper” enligt tabellen nedan. Det begränsade urvalet i detta projekt gör att det blir få anläggningar och mätningar per processtyp och resultaten blir därför ännu osäkrare. När all data bearbetats har denna indelning funnits med men i denna rapport kommer resultat inte att presenteras närmare med denna indelning. Om metoden med surrogatparametrar utvecklas och blir mer spridd bör dock skillnader mellan olika processtyper beaktas och med tillräckligt stort antal mätningar kan möjligen specifika samband kopplat till processtyp identifieras på samma sätt som i Norge.

Tabell 2. I mitten kolumnen anges de olika anläggningstyper som ingick i projektet samt i vänstra kolumnen vilken processtyp de har delats in i. I högra kolumnen anges om ny rutin har tagits fram eller inte.

Process	**Leverantörer/produkt**	**Rutin**
Satsvis bioreaktor SBR	Uponor (Upoclean, clean) Biovac (FD5 N, FD5 N PEH,)	
Aktivslam	Topas (8 Classic, Topas 8 Plus) 4-evergreen (Biocleaner)	
Kemfällning+ fast biobädd	Biokube (Pluto + Venus) Baga (Biotank) Ecotech (Ecobox)	Ny rutin Ecobox
Kemfällning + flytande biobädd	IFÖ Biotrap Tranås cementvarufabrik (WSB Clean)	Ny rutin WSB Clean
Kemfällning + tricklingfilter	Gren Rock (IISI)	
Kemfällning + roterande biobädd	Klargester (Biodisk)	
Kemfällning + kompaktfilter	Fann (Biobädd 5 CE) Baga (Easy markbädd)	

[8] Johannessen, E. et al., 2014. UNDERSØKELSE AV TURBIDITET SOM SURROGATPARAMETER – i forbindelse med utslippskontroll av avløpsanlegg i spredt bebyggelse.

3.5. Utrustning för fältprovtagning

Valet av mätutrustning var inte bestämt innan projektstart och en arbetsgrupp tittade på olika typer av utrustning för fältprovtagning. Information om fältinstrument togs in från återförsäljare som representerar fabrikaten WTW, Hach, Hannah instruments samt VWR. Pris, användarvänlighet i fält, mätintervall och mätnoggrannhet var parametrar som bedömdes. Valet föll på fabrikatet Hach och modellerna Pocket Colorimeter II (fosfat) samt Portabel Turbidimeter 2100Q (turbiditet). Avgörande för beslutet var att fabrikatet används av många kommunala reningsverk samt att det var samma fabrikat som använts i den norska studien som tjänar som förebild. Att använda samma fabrikat bedömdes därför öka möjligheterna att kunna jämföra värden från olika källor. En rutin för fältinstrumenten finns i bilaga 2.

Figur 3. Bilder på den fältutrustning som användes. Portabel turbiditetsmätare HACH 2100Q samt Pocket Colorimeter II från Hach.

3.6. Stickprov eller samlingsprov

Vad gäller metodik för provtagning finns det både fördelar och nackdelar med att använda såväl stickprov som samlingsprov. Fördelen med stickprov är att det inte behöver installeras någon särskild utrustning och flödesstyrd provtagning. Det vill säga det blir enklare förutsatt att det finns en bra möjlighet att ta prov. Fördelen med samlingsprover är att man får ett prov som ger en mer representativ bild då vattnet inte bara provtas vid ett specifikt tillfälle på dygnet. Nackdelen med samlingsprov är att det är mer tekniskt avancerat, dyrare, svårare att ta prov på många olika anläggningar samt att proverna måste lagras på ett säkert sätt. Resultat från forskningsprojekt i Morsa visar att det var jämförbart att använda stickprov istället för blandprov för de tekniklösningar som ingick i det projektet[9]. Utifrån den rapporten och efter dialog med norska experter valdes stickprov som provtagningsmetodik för detta projekt.

3.7. Uppstart och provtagning

De nio kommuner och ett kommunalförbund som beviljades LOVA-bidrag var Falun, Norrtälje, Södertälje, Norrköping, Alingsås, Uddevalla, Kungsbacka, Falkenberg, Borgholm och Miljösamverkan östra Skaraborg (Falköping, Skövde, Tibro, Hjo, Karlsborg).

[9] Johannessen E., Eikum A.S. och Krogstad T. 2011. Evaluering av provetakningsmetoder för renseanlegg i spredt bebyggelse. Morsa rapport.

De tio delprojekten hade även en gemensam övergripande del där alla resultat skulle sammanställas och för projektledning upphandlades Marie Albinsson på Ecoloop AB.

Inledningsvis hade delprojekten olika tidsplaner pga av LOVA-beslut från olika länsstyrelser men för att underlätta den gemensamma projektledningen söktes förlängning för vissa projekt så att alla delprojekt kunde delrapporteras senast sista april 2018.

Projektet startade under sommaren 2017 med ett första telefonmöte. Projektupplägg, arbetsgrupper och kriterier för val av anläggning gicks igenom och beslutades men den formella uppstarten var ett startmöte i Södertälje den 5-6:e september. Under dagarna i Södertälje fick deltagarna en genomgång av teori, en genomgång av provtagningsutrustningen av representanter från Hach och utrustningen testades dessutom i fält.

Fältutrustning inklusive tillbehör beställdes av respektive kommun och levererades i de flesta fall under september. Huvudsaklig provtagning genomfördes under oktober och november. Minst två handläggare från varje kommun har varit delaktig i provtagningen och det stora antalet provtagare är en av många möjligheter till felkällor i det slutliga resultatet. En fördel med att vara två personer är ett en person kan prata med fastighetsägarna och den andra kan ta proven. En annan fördel med att det har varit många personer inblandade är att många problem och svårigheter har upptäckts, i vissa fall har dessa kunnat åtgärdas direkt och i vissa fall finns det med som en kommentar i denna slutrapport.

3.8. Insamling och bearbetning av data

All data från kommunernas provtagningar samlades in i en Excel fil på en gemensam webbplattform. Därefter har data bearbetats gemensamt. Det har inte gjorts någon särskild analys eller sammanställning utifrån anläggningstyp och mätdata kommer inte heller att publiceras externt utanför detta projekt. Detta eftersom syftet med projektet varit att testa och utvärdera metoden med surrogatparametrar i miljökontorens tillsynsarbete, inte att utvärdera specifika produkt-typer eller anläggningar.

4. RESULTAT

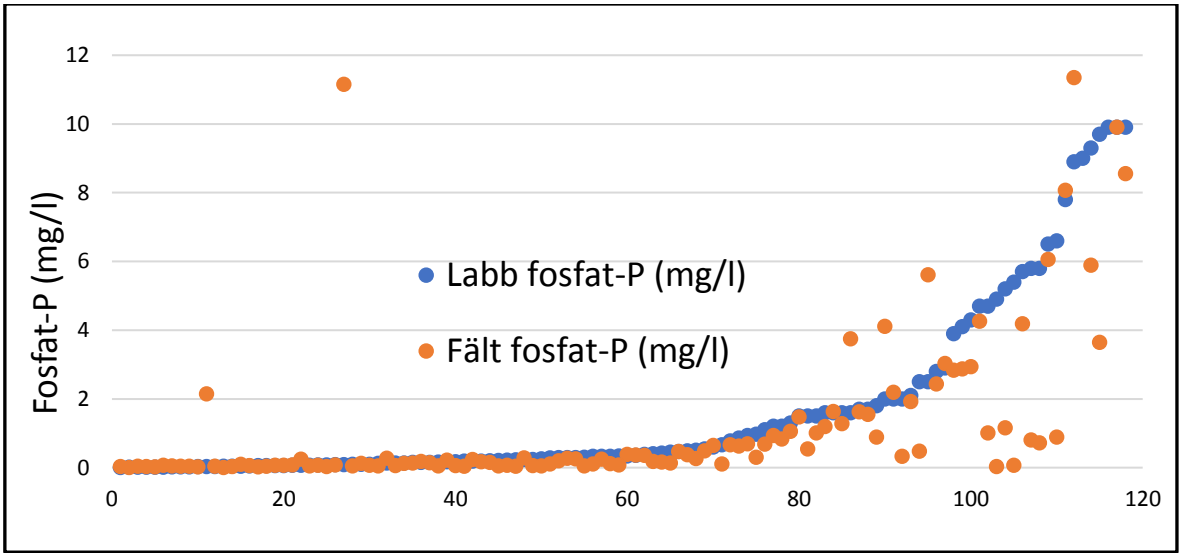
I denna rapport följer presentation av resultat i hög grad hur de norska studierna som refererats till tidigare är upplagda i sin rapportering. Då antalet prov/datapunkter i detta projekt är förhållandevis litet finns det i många fall varken någon tydlig korrelation eller säkerställda trender. Vi har ändå valt att presentera vissa sammanställda data för att föra en diskussion kring eventuella indikationer på samband och trender. Vi vill särskilt påpeka att resultatet från detta bygger på ett relativt litet antal mätningar och bör endast användas som diskussionsunderlag inför fortsatt utvecklingsarbete.

Projektet ska ses som en första start till att utveckla metoden och att få till stånd utvecklingsarbete hos flera kommuner och aktörer. Projektets upplägg gör att det finns fler eventuella felkällor än vad ett forskningsprojekt skulle haft. Till exempel så har det varit många inblandade i provtagningen, det är första gången metoden används av kommunala tillsynsmyndigheter och det är många olika anläggningstyper. Det finns dessutom osäkerhet i mätmetodik och osäkerhet i analyserna från laboratorium. Exempelvis är mätosäkerheten för BOD +/- 30% i laboratorieanalyserna. Dataunderlaget kan också bearbetas betydligt längre med statistisk analys än vad som rymts inom projektet.

Fyra provtagningar som har varit uppenbart felaktiga har plockats bort från datasetet. Totalt togs prover på 180 anläggningar men alla parametrar har inte kontrollerats för alla anläggningar. Utöver de 180 anläggningarna som det togs prover på har flera anläggningar helt plockats bort och ersatts då det av olika anledningar inte gått att provta på ett säkert sätt. Nedan presenteras resultat från mätningar sorterade under en rad frågor som projektet från början ställde upp. I kapitel 6 diskuteras sedan resultaten.

4.1. Hur förhåller sig mätningar med surrogatparametrar som ortofosfat och turbiditet till analys genomförda på ackrediterade laboratorier?

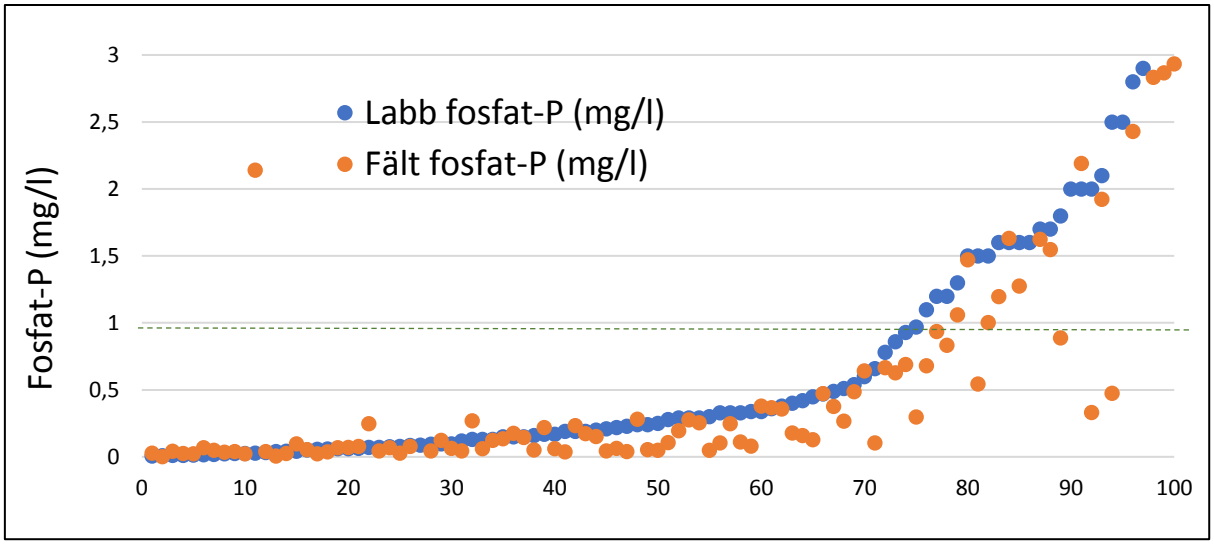
Fältmätaren mäter ortofosfat och detta har räknats om till fosfat-P för att kunna jämföra medanalysresultat från laboratorium. Ortofosfat är den hela molekylen och därför dras syreatomerna bort, detta genom att multiplicera med 0,326 (se sid 6). Figur 4 och 5 nedan har båda sorterats efter storleksordning på det värde som analysen på laboratorium gett. I figur 4 nedan redovisas den omräknade formen, fosfat-P i jämförelse med mätning av fosfat-P från ackrediterat laboratorium, sorterad efter värden från laboratorium. Antalet anläggningar är (n=120).



Figur 4. Jämförelse mellan fosfat-P (mg/l) uppmätt i fält och fosfat-P (mg/l) från laboratorium.

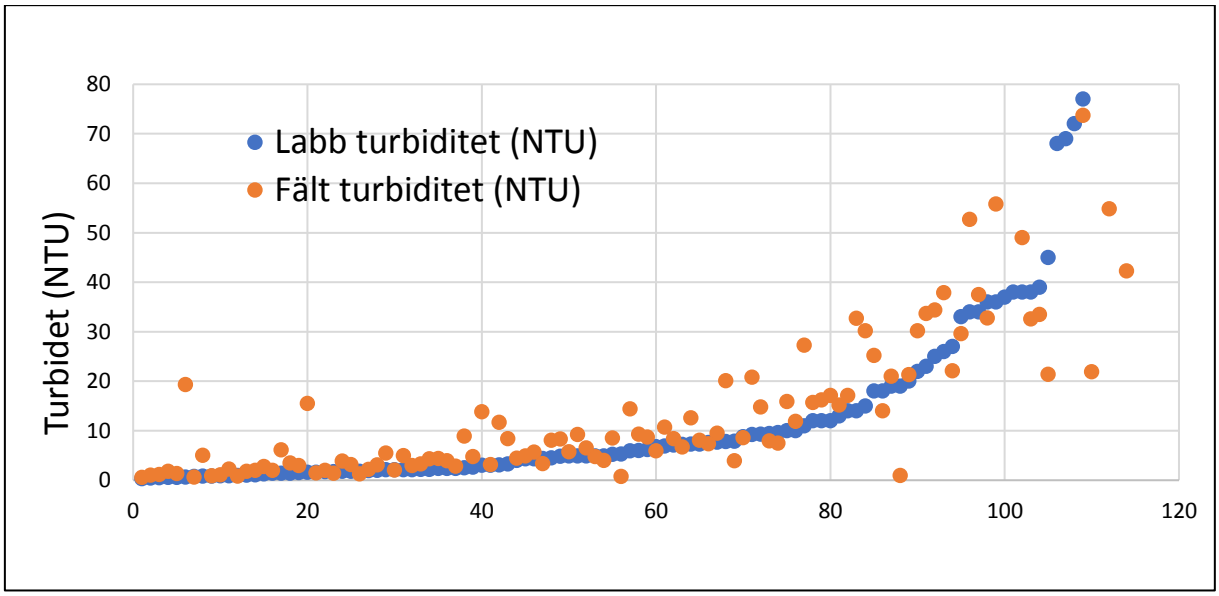
Figur 5 på nästa sida visar en inzoomning av figur 4 med fosfat-P upp till 3 mg/l. Detta för att tydligare visa hur värdena förhåller sig till varandra.

Fältmätaren för ortofosfat kan bara mäta inom intervallet 0,02 till 3,00 mg/l och med omräkning betyder det att alla värden över 0,98 är uppmätta i fält efter spädning. Nivån för spädning markeras med grön streckad linje i figuren. Metoden som används i fält är inte densamma som används på laboratorium där helt annan utrustning används. Värden har ändå jämförts för att se om och hur stor skillnaden är mellan fältmätning och labbmätning.



Figur 5. Jämförelse mellan fosfat-P (mg/l) uppmätt i fält och fosfat-P (mg/l) från laboratorium (upp till 3 mg/l fosfat-P).

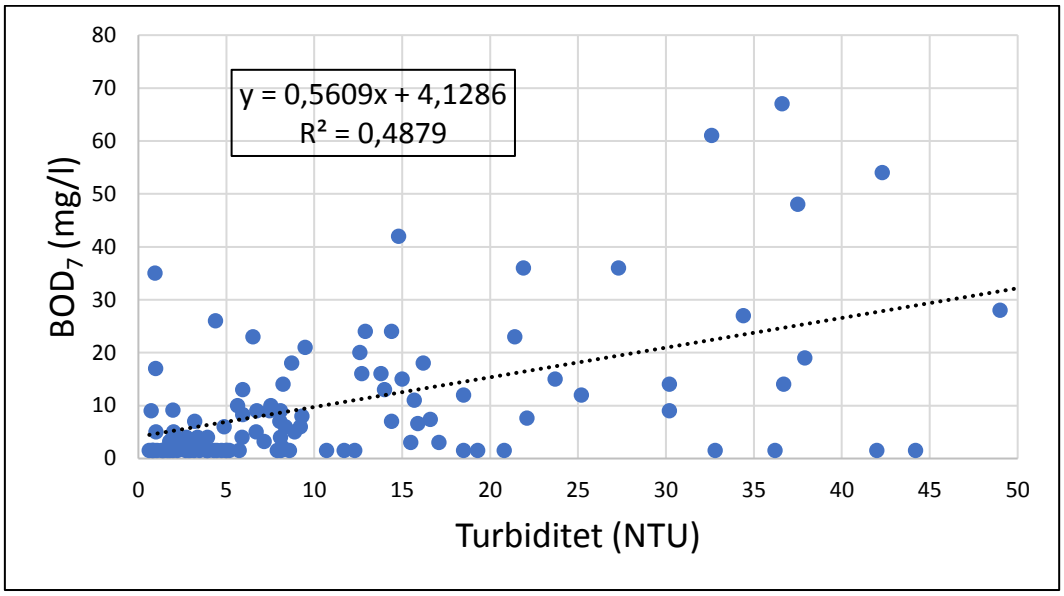
I figur 6 nedan visas turbiditet från fältmätning jämfört med turbiditet från ackrediterat laboratorium. Antalet är (n=120). Vid mätning av turbiditet kan luftbubblor påverka provet. Den metod som används av ackrediterade laboratorium för mätning av turbiditet mäter det lägsta stabila värdet medan fältmätaren som använts i detta projekt tar ett medelvärde av tre avläsningar. Hur stor skillnad metoden med mätning av turbiditet i fält medför har inte analyserats i detta projekt men det skulle kunna vara en anledning till att fältmätningen av turbiditet generellt är högre än laboratorium. En annan felkälla vid mätning av turbiditet är att det vid provtagningstillfället kan följa med t ex biohud i samband med provtagningen. Denna felkälla finns med både vid analys på laboratorium och i fält. Detta kan få betydelse eftersom eventuella fel i turbitetsmätningen kan påverka resultaten när turbiditet korreleras mot BOD_7 och totalfosfor vilket redovisas i kap 4.2 och 4.3. I vilken omfattning resultaten påverkas av detta har inte heller analyserats i detta projekt.



Figur 6. Jämförelse mellan turbiditet (NTU) uppmätt i fält och turbiditet uppmätt i laboratorium.

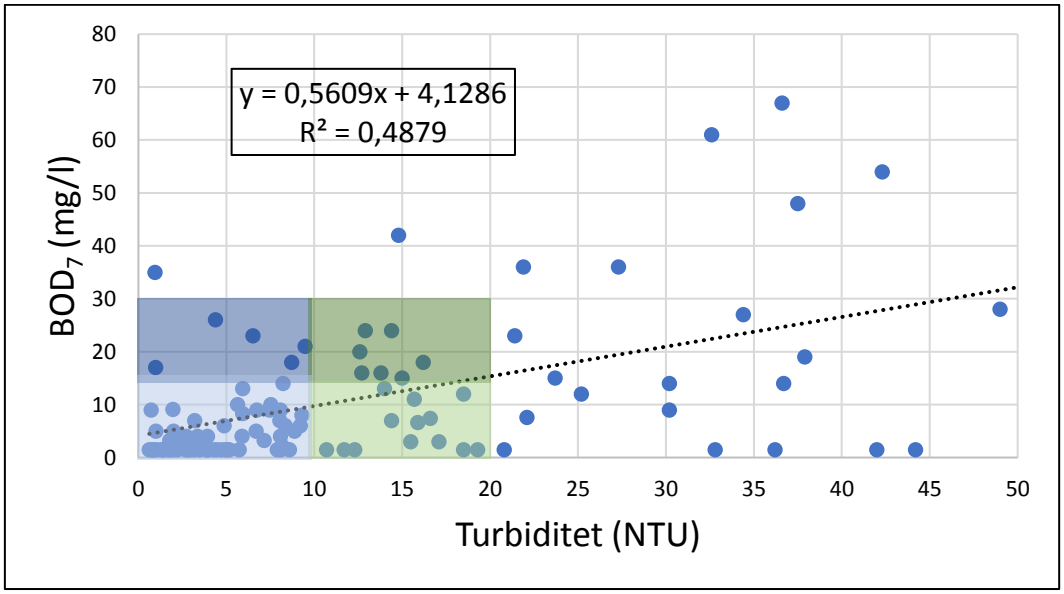
4.2. Mätning av BOD_7 och turbiditet

I figuren nedan visas korrelation mellan turbiditet och BOD_7 för alla anläggningar (n=160). Mätningarna som redovisas är för BOD_7 analyser från laboratorium och för turbiditet från fält.



Figur 7. Korrelation mellan BOD_7 i utgående vatten och turbiditet (NTU) för alla anläggningar.

Figuren visar att flest datapunkter ligger under 20 NTU och under 15 mg BOD_7. Detta antyder att vid låga turbiditetsvärden kommer också BOD_7 att vara låg. Detta syns även i känslighetsvärderingen i figur 8 nedan.



Figur 8. Korrelation för alla anläggningar med markering för området <10 (blåa fält) och <20 NTU (gröna fält) samtidigt som BOD_7 är <15 (ljusblå och ljusgröna fält) och <30 mg/l (mörkblå och mörkgröna fält).

I tabell 3 nedan redovisas resultat från figur 7 på ytterligare ett sätt. Här har den procentuella andelen av alla prover som befinner sig inom de områden som visas med blå och gröna färger

räknats fram. Detta ger en uppfattning av hur stor andel av proven som t ex har under 15 respektive 30 mg BOD_7/l då turbiditeten uppmätts till 10 respektive 20 NTU.

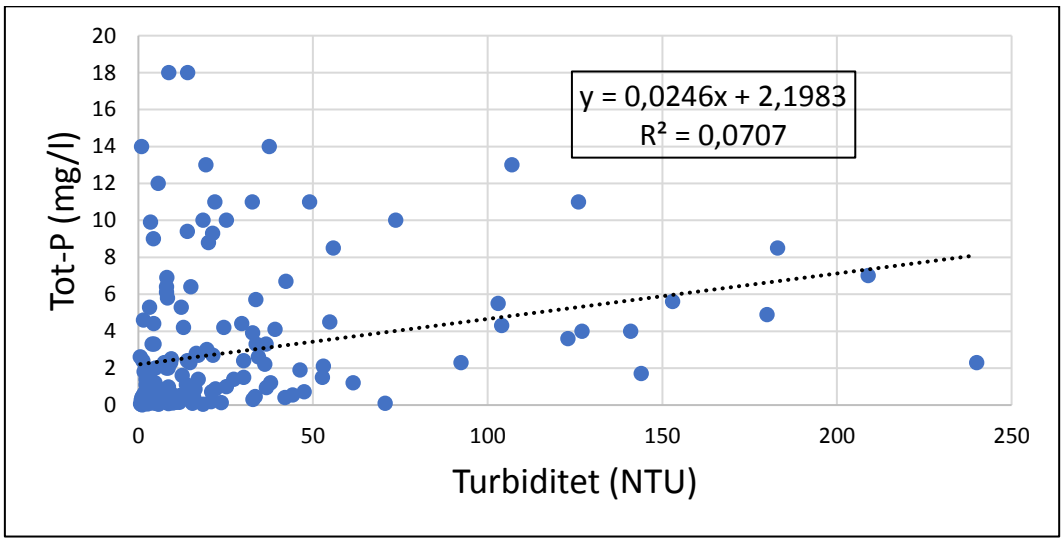
Tabell 3. Procentvis andel av proverna som hade lägre koncentration än 15 respektive 30 mg/l BOD_7 och samtidigt lägre turbiditet än 10 respektive 20 NTU.

NTU	% under 15 mg BOD_7/l	% under 30 mg BOD_7/l
10	90,5	99
20	83,5	95

Exempelvis så har bara 1% av proverna som uppmätts ha en turbiditet under 10 NTU mer än 30 mg BOD_7/l vilket indikerar att det kan finnas ett direkt samband mellan låg turbiditet och låg halt av BOD_7. I de norska rapporterna är sambandet mellan låg turbiditet och låga värden på BOF_5 bättre än de resultat som framkommit i detta projekt.

4.3. Mätning av totalfosfor och turbiditet

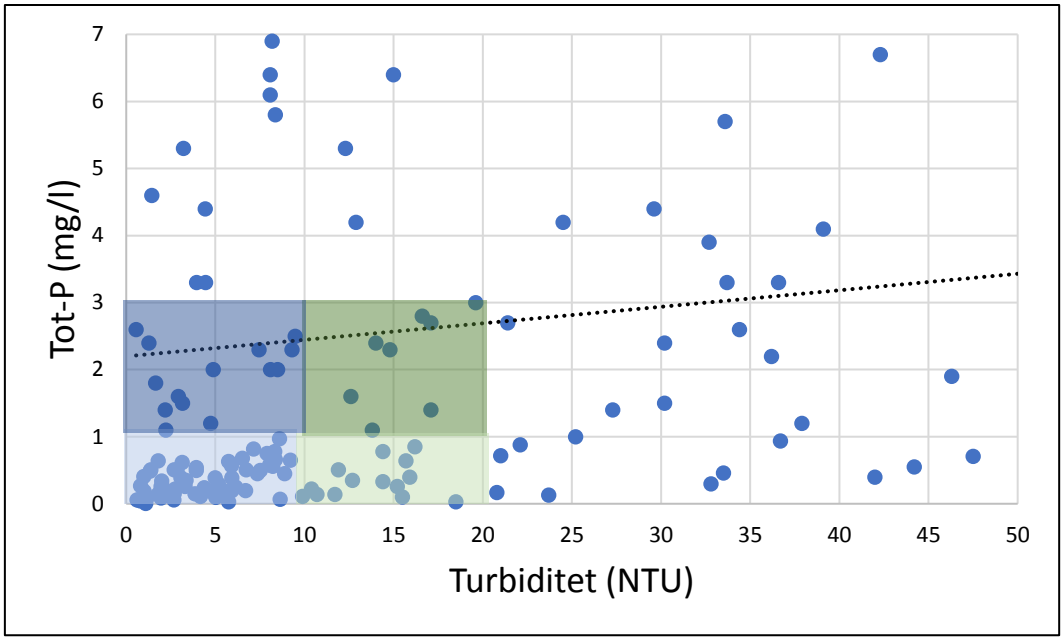
I figur 9 nedan visas korrelationen mellan turbiditet och totalfosfor (Tot-P) for alla anläggningar i dataunderlaget (n=173). Mätningarna som redovisas för Tot-P är analyser från laboratorium och för turbiditet från fält.



Figur 9. Korrelation mellan Tot-P (mg/l) i utgående vatten och turbiditet (NTU) för alla anläggningar.

Figur 8 visar inget tydligt samband mellan totalfosfor och turbiditet i utgående vatten från anläggningarna. Trots det svaga sambandet illustrerar figuren att stort antal av mätningarna befinner sig långt ner i figurens vänstra hörn. I bilaga 2 finns en bild med data uppdelat på de olika processtyper som finns angivet i tabell 2.

Figuren nedan innehåller mätdata från alla anläggningar där NTU var lägre än 50 NTU, dvs det är ett urval av mätningar som ligger långt till vänster i figur 8. I de blå respektive gröna fälten finns flest datapunkter samlade vilka både ligger under 20 NTU och under 3 mg Tot-P/l. Detta pekar mot att vid låga turbiditetsvärden är sannolikheten högre att också Tot-P kommer att vara låg. Detta syns även i känslighetsvärderingen i figur 10 nedan.



Figur 10. Korrelation mellan alla anläggningar med markering för området <10 och <20 NTU samtidigt som Tot-P <1 och <3 mg/l.

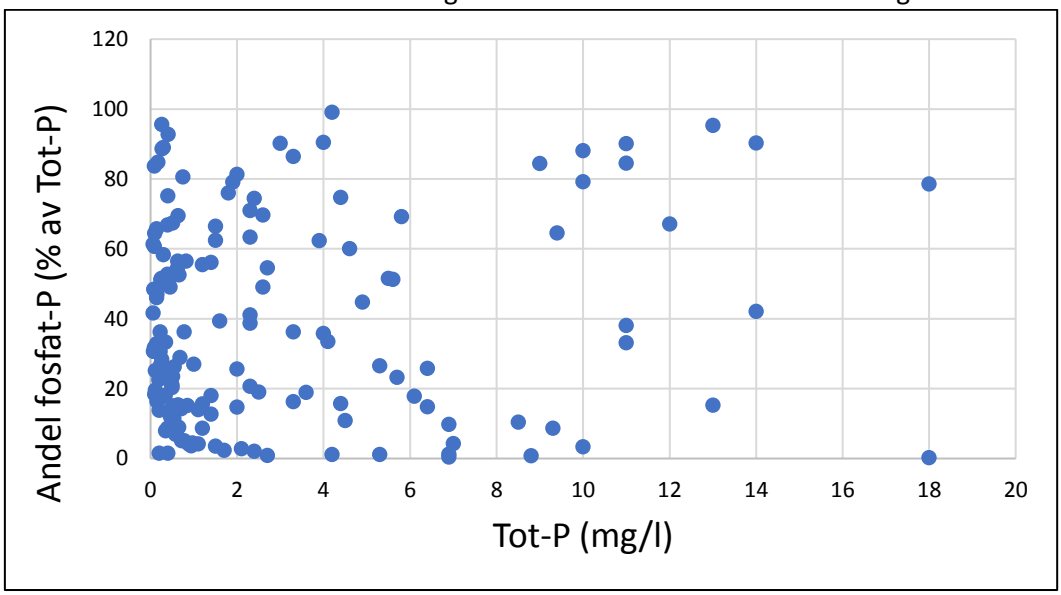
På samma sätt som för sambandet mellan BOD_7 och turbiditet i figur 7 och tabell 3 ovan presenteras i figur 9 eventuellt samband mellan totalfosfor (laboratorium) och turbiditet (fält). Detta samband är som synes svagt men vid en jämförelse i tabell 5 av hur många procent av proverna som t ex både har under 3 mg/l Tot-P och som har en turbiditet under 20 NTU så motsvarar detta ändå mer än 80% av proverna. Andelen prover som har mycket låg Tot-P dvs under 1 mg/l är ca 60% av proverna. När vi jämför detta med rapporter från Norge är motsvarande siffror både högre och lägre.

Tabell 5. Procentvis andel av proverna som hade lägre koncentration än 1,0 och 3,0 (mg/l) Tot-P och samtidigt lägre mätning av turbiditet än 10 respektive 20 NTU.

NTU	% under 1,0 (mg/l) Tot-P	% under 3,0 (mg/l) Tot-P
10	67	83
20	62	81

4.4. Mätning av ortofosfat och totalfosfor

I figur 9 ovan finns exempel på hög totalfosfor trots låg turbiditet vilket kan förklaras av en icke optimalt fungerande kemisk fällning i avloppsanläggningen. Det är därför intressant att titta på hur stor andel av totalfosforn som utgörs av löst fosfor. Detta illustreras i figur 10 nedan.



Figur 11. Andel fosfat-P i procent av Tot-P i utloppsvattnet för alla anläggningar.

Andelen fosfat-P av totalfosfor varierar mellan 0–100 % och visar att det inte går att enbart mäta ortofosfat för att få en fullständig bild av totalfosfor i utgående vatten. Totalfosfor är som beskrivet i avsnitt 5 både löst och partikelbunden fosfor. Mätmetoden måste kombineras med mätning av turbiditet för att kunna bli användbar för att få en indikation om anläggningens funktion vad gäller fosforreduktion.

En känslighetsanalys av data, se tabell 6 nedan, visar t ex att om man mäter fosfat-P under 0,5 mg/l är det 81% sannolikhet att totalfosfor-P är under 2 mg/l. Detta kan tolkas som att när fosfat-P är riktigt lågt så ökar sannolikheten att också totalfosfor ligger under t ex 2 mg/l. Det är inte tillräckligt för att kunna säga att det finns ett säkert samband mellan detta utan får ses som en tydlig och intressant indikation.

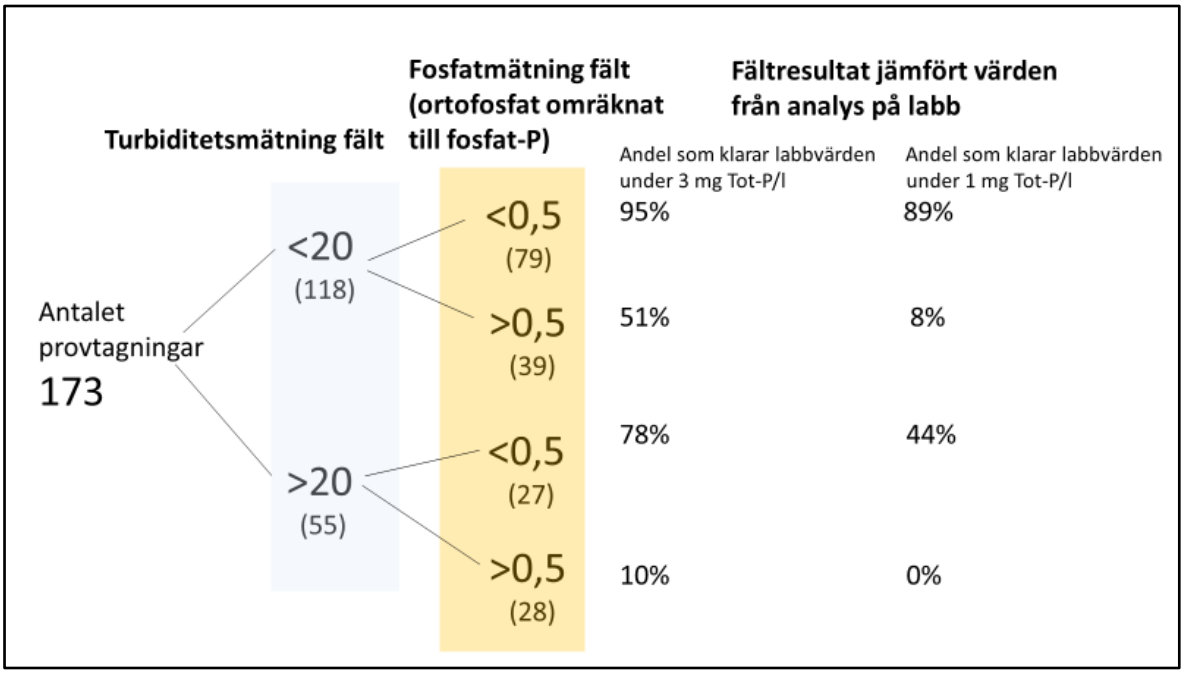
Tabell 6. *Procentvis andel av proverna som hade lägre koncentration än 1,0 samt 2,0 och 3,0 (mg/l) Tot-P och samtidigt lägre koncentration av fosfat-P än 0,5 /1 / 1,5 mg /l.*

Fosfat-P	% under 1 (mg/l) Tot-P	% under 2 (mg/l) Tot-P	% under 3 (mg/l) Tot-P
0,5	73	81	86
1	64	76	81
1,5	60	71	78

4.5. Hur kan resultatet från mätningarna användas?

De resultat som presenterats ovan visar att det inte finns något tydligt samband när bara turbiditet respektive ortofosfat korreleras mot totalfosfor. När båda parametrarna används tillsammans indikerar det emellertid om det finns en dålig respektive bra funktion finns hos anläggningarna. De norska resultaten pekar på att tydliga samband mellan surrogatparametrar och verklig fosforrening kan säkerställas. Om fler mätningar och provtagningar i fält genomförs så kan motsvarande samband fastställas också för svenska förhållanden. Detta skulle i sådant fall möjliggöra en metod att kontrollera avloppsanläggningars fosforrening i fält.

Användning av surrogatparametrar i fält kan utifrån dessa resultat än så länge bara ses som en indikation på fosforreningen och detta bör vägas samman med okulär besiktning av anläggningen. Detta kan vara underlag för bedömningar om att det t ex behövs kompletterande provtagning och analyser från ackrediterat laboratorium alternativt att man bedömer att anläggningen verkar fungera utifrån villkoren i tillståndet.
Med det begränsade urval av anläggningar och låga antalet mätningar som ingått i detta projekt går det inte att dra säkra slutsatser om vilka reningsnivåer som de anläggningar som provtagits når upp till enbart utifrån mätningarna i fält. Den sammanlagda bedömningen som deltagarna gjort är att resultatet efter okulär besiktning och provtagning med surrogatparametrar i fält uppfattas stämma relativt bra med de resultatet som kommer från laboratorieanalyserna på totalfosfor.
Om mätning av både turbiditet eller ortofosfat ligger högt (>20 NTU respektive >0,5 mg/l) kan det i sig även vara tillräcklig grund för att ge denna information till fastighetsägare/servicepersonal att anläggningen möjligen inte fungerar optimalt vad gäller fosforrening.



Figur 12. Beskrivning av hur stor procentuell andel av antalet mätningar där turbiditet och ortofosfat varit lågt i fältmätning OCH laboratorieanalyser varit under 3,0 mg Tot-P/l respektive 1,0 mg Tot-P/l samt hur stor procentuell andel av antalet mätningar där turbiditet och ortofosfat varit högt i fältmätning OCH laboratorieanalyser varit under 3,0 mg Tot-P/l respektive 1,0 mg Tot-P/l.

Figur 12 visar att om både turbiditet och ortofosfat i fältmätningar visar sig vara låga så är sannolikheten relativt hög att fosforreningen fungerar väl. Exempelvis är antalet prov med <20 NTU och <0,5 mg fosfat-P som i laboratoriemätning ligger under 1 mg/Tot-P nästan 90%.
På samma sätt så är sannolikheten relativt hög att fosforreningen inte fungerar om mätningar i fält överstiger 20 NTU för turbiditet och 0,5 mg fosfat-P. Inget av proven i denna grupp hade Tot-P värde i laboratoriemätning under 1,0 mg P/l. Dessa samband behöver undersökas vidare med fler provtagningar för att kunna valideras och utvecklas till generella tumregler eller liknande.

4.6. Erfarenheter av att mäta surrogatparametrar

Metoden med att använda surrogatparametrar är utvecklad och testad i Norge för ett fåtal anläggningstyper och i detta projekt har antalet olika anläggningstyper varit fler samtidigt som färre prover har analyserats. Dessutom har det många anläggningar som skiljer sig från det som testats i Norge både vad gäller reningsprocess. Utifrån detta var en av projektets frågeställningar:
- *Kan de norska erfarenheterna från minireningsverk också överföras på andra tekniklösningar t ex kompaktfilter?*
Utifrån de resultat som sammanställts så ser det ut som att de anläggningar som delades in i processtypen ”Kemfällning + kompaktfilter” inte skiljer sig från övriga processtyper men antalet mätningar och dataunderlaget är mycket litet varför vi väljer att inte ta med det i denna rapport. Resultatet antyder emellertid att det troligen finns skillnader mellan olika processtyper och troligtvis även mellan anläggningstyper med samma reningsprocess. Detta är också något som de norska projekten verkar finna efter att ha analyserat ett betydligt större dataunderlag.

Ett annat tydligt resultat och slutsats från detta projekt är att det är många anläggningar som är svåra, eller till och med mycket svåra att provta trots att det finns en dokumenterad provtagningsrutin. Detta resultat kom också från projektet om likriktad tillsyn av minireningsverk från 2014–2015. Det finns emellertid flera anläggningstyper som är lätta eller relativt lätta att ta prover från. Att många anläggningar är svåra att provta kan även påverka säkerheten i resultaten.

Efter att ha genomfört mätningarna under hösten 2017 anser projektdeltagarna att mätutrustningen är relativt lätthanterlig men att det är viktigt att det finns en tydlig rutin att följa. Detta då det trots att det är en enkel metod ändå uppstår frågor kring i hanteringen i fält. En omständighet om försvårade mätningarna var om det krävdes spädning för mätningen av ortofosfat i fält. Eftersom metoden var ny för alla i projektet har det efterhand framkommit en rad synpunkter och saker som är bra att tänka på eller som skulle gjorts annorlunda. Nedan är några exempel som upptäckts först i samband med sammanställning och bearbetning av mätdata:
- Om vattnet varit grumligt av en anledning som inte är kopplad till slamseparation är det inte ett representativt prov.
- Om anläggningen nyligen har slamtömts kan det påverka resultatet.
- Om resultatet för fosfat-P efter spädning och omräkning hamnar inom det som fältutrustningen klarar av att mäta utan spädning. Här skulle istället ett nytt prov tagits och mätningen startats om från början.

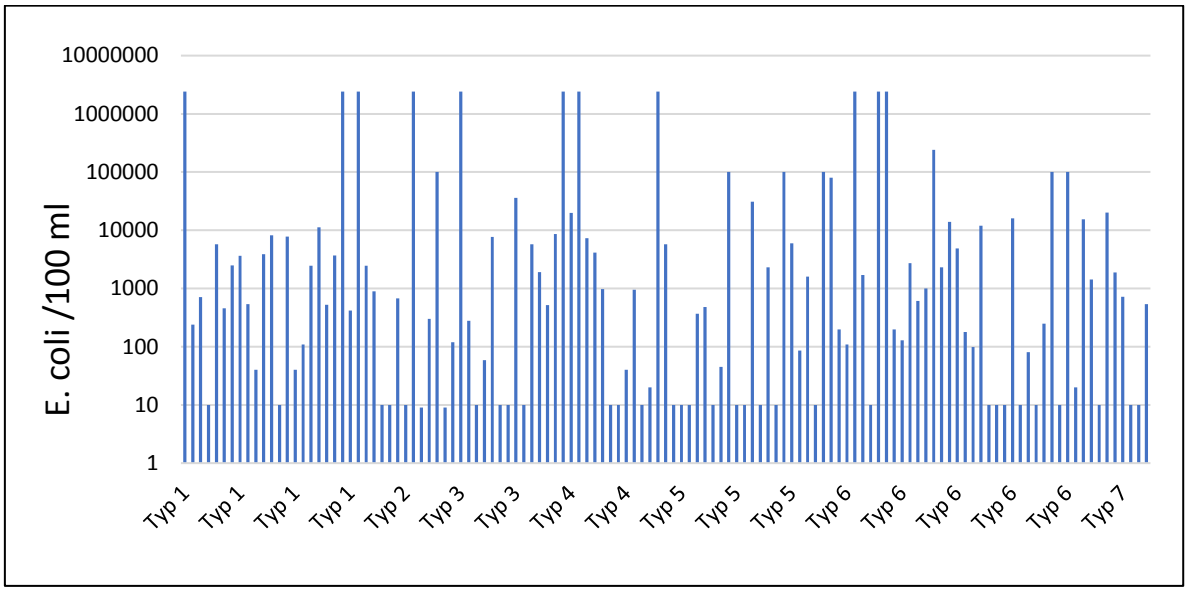
4.7. Analys av mikrobiologiska parametrar

Några av de deltagande kommunerna har i samband med att prover skickats in för analys på laboratorium även skickat in prover för analys av E. coli och Intestinala enterokocker. Analys av mikrobiologiska parametrar har inte varit en del av projektet med att testa surrogatparametrar utan en extra komplettering av analyser i några kommuner.

Projektet i sig har inte varit utformat för att ta bakterieprover och resultaten bör endast ses som en indikation. Projektgruppen har även diskuterat svårigheten med att lyckas ta ett okontaminerat prov och att provtagning vad gäller mikrobiologiska parametrar kanske bör utformas annorlunda än vad som skedde i detta projekt.

I de analysresultat som presenteras i figur 13 nedan är variationen stor men ett resultat är att många anläggningar uppvisar höga bakteriehalter i utgående vatten. Det är svårt att se någon skillnad mellan olika anläggningstyper. Det går inte att se ett samband mellan t ex turbiditet och bakterierening men ett mönster kan konstateras där anläggningar som renar bättre med

avseende på BOD_7 och totalfosfor också har en bättre bakterierening. Här behövs ytterligare provtagning och ett större antal mätningar innan några mer detaljerade slutsatser kan formuleras.



Figur 13. Exempel på halter av E. coli i utgående avloppsvatten. Observera att skalan på y-axeln är logaritmisk och att information om de olika anläggningstyperna medvetet utelämnats.

Alla processtyper har anläggningar med både höga och låga halter av bakterier och det går inte utifrån det relativt låga antalet mätningar att uttala sig närmare kring dessa resultat. Bland de anläggningar som provtagits med avseende på mikrobiologiska parametrar finns även anläggningar med både efterpolering i filterbrunn respektive med UV-lampa. Dessa har inte analyserats separat i denna sammanställning. För att med säkerhet bedöma reduktion av mikrobiologiska parametrar behöver en särskilt utformad studie genomföras.

När halten E.coli i utgående avloppsvatten jämförs med gränserna går för utmärkt kvalitet för badvatten i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om badvatten (HVMFS 2016:16), 500 cfu/100 ml för inlandsvatten, och 250cfu/100 ml för kustvatten och vatten i övergångszon är 29% av proverna under 250 cfu/100 ml och 34% under 500 cfu/100 ml.

För de kommuner som valde att göra dessa mätningar har det skaffat dem en kunskap om provtagningsmetod och tolkning av resultaten. Dessutom ger det möjlighet för en mer initierad och detaljerad dialog med teknikleverantörer och andra kring tolkning av reningsresultat och vikten av att säkerställa ett gott smittskydd för alla små avloppsanläggningar.

4.8. Nytta för projektets deltagare

Projektets nytta för deltagande kommuner har dels utvärderats genom en enkät som skickades ut till alla innan workshopen i december 2017 och dels i samband med slutseminariet i mars 2018 där de kommuner som deltog fick berätta vad de hade lärt sig genom att delta i projektet. Nedan följer en sammanfattning baserat på svar från båda tillfällen.

Projektet har bidragit till att de deltagande kommunerna har skaffat sig erfarenhet av provtagning i fält och hur utrustning för att mäta turbiditet och ortofosfat i fält kan användas. Projektdeltagarna tycker att projektet har bidragit till en kunskapshöjning inte bara om anläggningarnas konstruktion, provtagningsteknik, och kemiska processer utan också tolkning av

laboratorieanalyser och mätdata. De upplever också att de är bättre rustade att ha en diskussion om provtagning med tillverkare och servicefirmor.

Flera kommuner har inte haft tillsyn på minireningsverk tidigare och det är många nya frågor att sätta sig in i. Då har projektet varit bra för att få kontakt med andra kommuner som redan genomför tillsyn och som kan bidra med sina erfarenheter. Att delta i projektet har dessutom fått några kommuner att börja fundera över hur deras nya tillstånd till avloppsanläggningar ska skrivas och om det kan behövas förändringar vad gäller krav på provtagning och egenkontroll.

Formen med ett övergripande projekt och lokala delprojekt samt en extern projektledare har varit mycket uppskattad då alla deltagarna upplever att det hade varit svårt att hinna med samordningen utöver den faktiska provtagningen om det inte funnits ett övergripande projekt.

5. SLUTSATSER OCH DISKUSSION

5.1. Projektets frågeställningar

Nedan besvaras frågeställningarna som fanns med i projektansökan.

Hur förhåller sig mätningar med surrogatparametrar som ortofosfat och turbiditet till analys genomförda på ackrediterade laboratorier?

Mätning av ortofosfat och turbiditet i fält ger inte exakt samma mätvärden som analyser genomförda på ackrediterade laboratorier men eftersom det inte är samma metod som används är det inte heller troligt att resultatet skulle bli exakt likadant. Däremot finns det en trend med hur fältmätningarna följer värdena från laboratorieanalyserna. Därför ser vi möjlighet att använda fältmätningarna som en ersättning för mätningar som syftar till att bedöma om det finns förutsättningar för en fungerande rening. Hade metoden inte fungerat borde det finns större avvikelser i redovisade figurer. För att kunna ge exakta tumregler och stöd vid tolkning av mätningar i fält behöver fler mätningar göras och de behöver valideras med att prover parallellt skickas till laboratorieanalys.

Hur ska miljömyndigheten hantera resultatet från denna nya typ av mätningar? Hur ska man klassificera anläggningarna efter resultaten av provtagningen?

Utifrån resultatet från detta projekt bör inte miljömyndigheterna dra några långt gående slutsatser om anläggningarnas funktion. Fältmätningen bör endast tas som en indikation som vid höga värden på både turbiditet och ortofosfat kan motivera översyn av anläggningen samt eventuellt vidare provtagning med laboratorieanalyser.

Mätning av surrogatparametrar bör även sammanvägas med den okulära besiktning som genomförts. Avvikande resultat t ex förhöjd turbiditet och ortofosfat kan vara ett bra underlag inför kommunikation med fastighetsägare och/eller serviceföretag.

Kan de norska erfarenheterna från minireningsverk också överföras på andra tekniklösningar t.ex. inneslutna markbäddar och kompaktfilter?

Utifrån de resultat som finns verkar metoden även fungera på de anläggningar som har kategoriserats in i processtypen ”Kemfällning + kompaktfilter”. Antalet anläggningar som provtagits är begränsat och fler mätdata behövs, men resultaten i detta projekt avviker inte för denna processtyp.

Vilken blir kostnaden för fastighetsägare med en funktionskontroll baserad på surrogatparametrar jämfört med en baserad på analyser vid ackrediterat laboratorium?
Metoden kräver inköp av mätutrustning samt engångsmaterial (filter för filtrering innan mätning av ortofosfat). Mätutrustningen har sammantaget kostat mellan 20 000 – 25 000 kronor per kommun. I detta projekt har det även funnits kostnader för analyser på ackrediterade laboratorier men syftet är att dessa kostnader i en framtid ska kunna ersättas av mätning i fält med surrogatparametrar. Laboratorieanalyser måste dock finnas med i fortsatt utveckling och validering av metoden.
Kostnaden för en fastighetsägare att lämna in ett prov för analys av avloppsparametrar på ackrediterat laboratorium varierar idag beroende på vilken analys som görs men de paket för kemiska analyser som erbjuds kostar ca 600 – 900 kr per prov. Om man bara mäter enskilda kemiska parametrar kan kostnaden per prov minska eller om det är tillsynsmyndigheten, eller annan, med avtal med laboratoriet som skickar in provet.
Kostnaden för mätning med surrogatparametrar i fält i samband med kommunernas tillsyn borde alltså kunna bli billigare än laboratorieanalyser. Detta då man inte behöver betala för analyskostnaden och inte behöver ytterligare hantering som frysning av prover, inlämning till laboratorium etc. Dessutom får man resultatet från mätningarna omedelbart vilket kan vara värdefullt. För att få en effektiv provtagning i fält med surrogatparametrar och en minskad mätosäkerhet krävs att kommunen genomför ett relativt stort antal provtagningar per mätutrustning och år.

Vilka krav är rimliga att utifrån Miljöbalken ställa på funktionskontroll av olika små avloppsanläggningar?
Denna frågeställning var den kanske den mest centrala i projektet och samtidigt den sammantaget svåraste då den berör myndighetens avvägningar vad gäller krav på verksamhetsutövaren. Utgångspunkten för projektet har varit att flera kommuner sätter villkor i tillstånden på återkommande provtagning och analys på ackrediterat laboratorium. Detta medför kostnader för fastighetsägaren samtidigt som det inte alltid ger tillräckligt svar eller underlag för myndigheten att fatta beslut om eventuella åtgärder riktade mot fastighetsägaren.
Ur denna diskussion har framkommit ett önskemål om att hitta metoder att följa upp funktion hos minireningsverk som är enklare och billigare och som också ger snabbare svar. Projektet har inte analyserat de juridiska aspekterna av detta och den rättsliga praxisen är liten. Nu efter genomfört projekt när kommunerna ökat sin kunskap och dessutom har tillgång till en mätutrustning så möjliggör det för mer väl avvägda krav på provtagning och funktionskontroll än innan projektet. En viktig aktivitet i projektets avslutning, som tyvärr inte kommer kunna dokumenteras i denna rapport, är diskussionerna kring denna och andra närliggande frågor som kommer ske i samband med de utbildningar/presentationer för andra kommuner som genomförs i de län där projektets kommuner verkar.

Vem eller vilka bör i framtiden genomföra funktionskontroll baserade på surrogatparametarar?
Både det här projektet och det tidigare om likriktad tillsyn av minireningsverk visar att provtagning är svårt för kommuner som inte gör det ofta och att det krävs utbildning för dem som ska göra det. Men om tillsynsmyndigheten är ute och gör en okulär besiktning kan mätning av surrogatparametrar vara en snabb kompletterande metod för att få en bra indikation på om anläggningens fosforrening fungerar eller inte.

5.2. Övriga slutsatser

Utöver slutsatser kring metoden att använda surrogatparametrar så är en tydlig slutsats från projektet att det är svårt att ta representativa prov från alla typer av anläggningar och att många anläggningar inte har en bra provtagningspunkt. För att kunna styra detta så behöver denna fråga tydligt finnas med i tillståndsprocessen och de krav som ställs kanske behöver formuleras annorlunda än vad som sker idag. Provtagningspunkten behöver dessutom vara utformad så att det är möjligt att ta representativa prov inte bara på kemiska parametrar utan också på mikrobiologiska parametrar vilka är känsliga för kontaminering från t ex påväxt i anläggningen eller stillastående vatten.

Det behövs mer information och mer provtagning av bakterier för att kunna dra slutsatser om hur bra bakteriereduktionen är i anläggningarna. Resultatet från detta projekt är mycket osäkert vad gäller denna fråga men resultaten pekar ändå på att det är höga bakteriehalter ut från många av de anläggningar som är med i projektet.

5.3. Fortsatt arbete

Detta var det första projektet i Sverige som studerat surrogatparametrar och mer utvecklingsarbete behövs för att utveckla metoden och för att säkerställa hur resultatet kan användas på ett kvalitetssäkrat sätt. Resultatet från detta projekt pekar på att metoden är värd att utveckla vidare och de deltagande kommunerna upplever att de har en nytta med fältmätningen även om det bara ger en indikation om anläggningens funktion. På samma sätt är det intressant att etablera ett fortsatt kunskapsutbyte mellan kommuner och teknikleverantörer och bransch vad gäller provtagningsmetodik, insamling och tolkning av mätdata och andra frågor som rör funktionskontroll av små avlopp. Finns det fungerande och billig mätmetodik baserad på surrogatparametrar är det kanske rimligt att miljömyndigheten kan ställa krav på detta i samband med tillståndsprövning. Mätning av turbiditet och ortofosfat skulle då eventuellt kunna bli en sorts standard för mätningar i samband med servicebesök på minireningsverk.

Inför ett eventuellt uppföljande projekt är det viktigt att tänka på att det finns enkla och tydliga rutiner att gå efter för att minska antalet felkällor. Det som framförallt har varit problematiskt med fältutrustningen är spädning men resultaten pekar på att om fosfat-P är så hög att om spädning behövs är det en tillräcklig indikator på att den kemiska fällningen inte fungerar väl och att spädning är därför inte nödvändig.

En annan fråga att undersöka närmare är hur turbiditet påverkas av luftbubblor och partiklar som kan komma från provtagningspunkten. När pump används för att ta upp ett prov kan mikrobubblor uppstå men det är osäkert hur mycket det påverkar eller hur länge ett prov måste stå innan bubblorna avgår. Det behöver även utvecklas rutiner för att avgöra när ett prov kan analyseras med tanke på om t ex biohud följer med vid provtagningen och vilka mängder som kan göra att analysen inte blir representativ. Erfarenheten från provtagningen i projektet var att det ofta kom med biohudsflagor som svävar lätt i vattnet. Detta är frågor som bör utredas vidare i ett fortsättningsprojekt för att minska antalet felkällor. Särskilt intressant i en sådan studie är i vilken omfattning en väl utformad provtagningsbrunn/provtagningspunkt kan minska felkällorna vid mätning.

I detta projekt har pH-mätningar genomförts i samband med provtagning och det har diskuterats kring hur hur den informationen kan användas för att tolka övriga resultat. Hur pH kan kopplas till resultaten har inte analyserats inom detta projekt men det är ytterligare en fråga som är intressant att ta med i ett eventuellt fortsättningsprojekt.

Kommunerna som har utrustningen kan fortsätta att använda den redan 2018 och efterföljande år vilket är bra då mer data om olika anläggningar behövs. Ytterligare frågor att jobba vidare med är om det finns skillnader mellan olika anläggningstyper, detta är ett arbete som bör ske i samarbete med i första hand teknikleverantörer. I det skulle också frågan om en ”standardisering” av provtagningsbrunnar kunna aktualiseras. En vidareutveckling skulle även vara att de kommuner som nu har mätutrustning följer upp någon eller ett fåtal anläggningar vid ett flertal tillfällen. Ett sådant projekt bör också inkludera samarbete med forskare för att säkerställa att de resultat som tas fram har tillräckligt hög kvalitet för att kunna användas som grund för kommunernas utveckling av riktlinjer för funktionskontroll av små avlopp. En sista fråga för framtida arbete är hur uppgifter som dessa och andra uppgifter ska rapporteras och registreras i framtiden så att vi i Sverige på samma sätt som i Norge får ett tillräckligt bra dataunderlag för att kunna ge mer detaljerade rekommendationer och kanske till och med någon form av tumregler/riktlinjer för hur fältmätningar kan användas och tolkas.

6. REFERENSER

HVMFS 2016:16, Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om ändring av Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om allmänna råd (HVMFS 2012:12) om badvatten.

Johannessen E., Eikum A.S. och Krogstad T. 2011. Evaluering av provetakningsmetoder för renseanlegg i spredt bebyggelse. Morsa rapport.

Jantsch T.G., 2014. *Undersøkelse av turbiditet som surrogatparameter i forbindelse med utslipp av avløpsanlegg i spredt bebyggelse.* COWI rapport.

Johannessen E., Eikum A.S. och Jantsch T.G., 2016. Håndbok, Teori og praksis. Avlop Norge.

Johannessen E, 2017, BRUK AV SURROGATPARAMETERE FOR VURDERING AV MINIRENSEANLEGGS YTELSE.

SMED, 2015. Uppdatering av kunskapsläget och statistik för små avloppsanläggningar. Rapport Nr 166.

http://www.bioforsk.no/ikbViewer/Content/86635/version=1/Rapport_Morsa%20COWI_Pr%F8vetakingsmetoder_2011.pdf

https://www.havochvatten.se/hav/vagledning--lagar/vagledningar/sma-avlopp/rapporter-och-dokument/rapporter/metodutveckling-for-likriktad-tillsyn-av-minireningsverk-och-andra-prefabricerade-avloppsanlaggningar.html

http://morsa.org/

BILAGA 2. INSTRUKTIONER FÖR PROVTAGNINGSUTRUSTNING

Mätning av ortofosfat med Pocket Colorimeter II från Hach

För att kunna mäta ortofosfat behöver provet filtreras. I detta projekt användes Filtersats, spruta + filter 0,45 μ m.

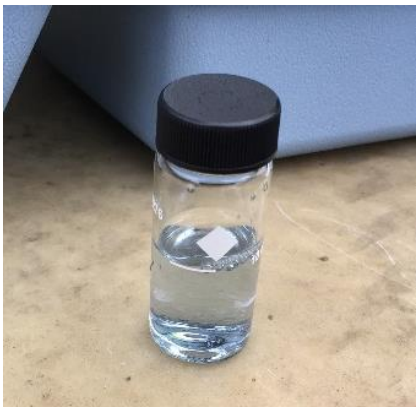
1. Sug upp det vatten som ska mätas i sprutan, montera filtersatsen och tryck igenom vattnet direkt ut i en av kyvetterna upp till linjen med markering 10ml.

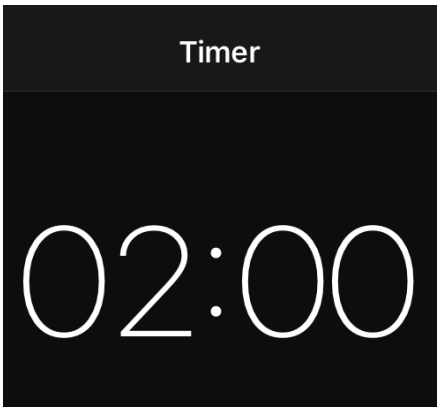
Kyvett för ortofosfatmätning

,

2. Häll ner en påse med reagens i kyvetten. Vänd kyvetten 10-15 sekunder tills reagensen löst sig. Skaka inte. *OBS Torka av kyvetten noga från vätska och fingeravtryck med ett fint papper. Reagensen löser sig sämre vid låga temperaturer varför provet kan behöva värmas i handen en stund.*

3. Vänta minst 2 minuter (men högst 10 min) för att färgen ska utvecklas.





4. Fyll den andra kyvetten med 10ml blankprov som också ska vara filtrerat. *OBS. Torka av kyvetten noga från vätska och fingeravtryck med ett fint papper.*

5. Tryck på POWER för att starta instrumentet (den ska visa channel 1)

6. Placera blankprovet i behållaren, markering på kyvetten visar hur den ska placeras. Diamantmärket riktat mot skärmen. Täck över med locket.

Diamantmärket mot skärmen

7. Tryck på Zero/Scroll. Instrumentet kommer att visa _ _ _ följt av 0,00. Ta bort blankprovet.

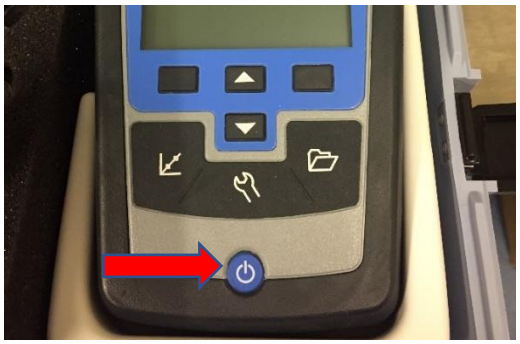
8. Placera kyvetten med prov i behållaren enligt markering. Täck över med locket (samma som i punkt 6 men denna gång med provet med reagens i instrumentet).

9. Tryck på grön mätknapp. Instrumentet kommer att visa _ _ _ följt av resultatet i mg/l ortofosfat. För att konvertera ortofosfat till fosfat-P (mg/l) multipliceras med 0,326.

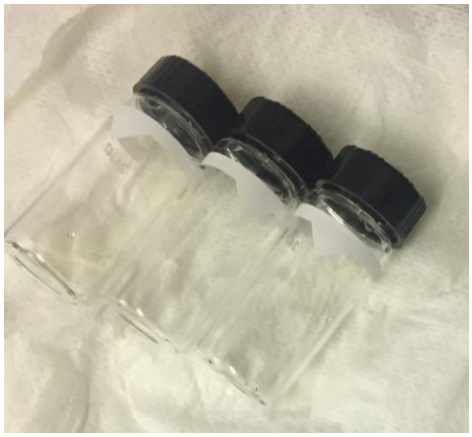
Mätning av turbiditet med Portabel turbiditetsmätare HACH 2100Q

1. Om utrustningen inte använts på ett tag ska den kalibreras. Se anvisning sist i dokumentet.

2. Sätt på instrumentet

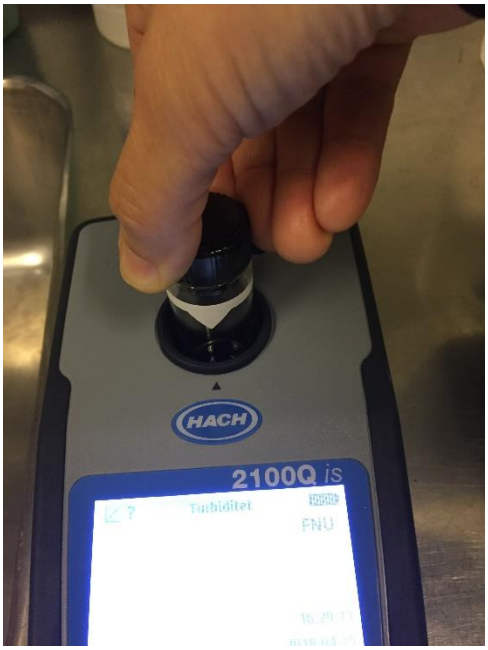


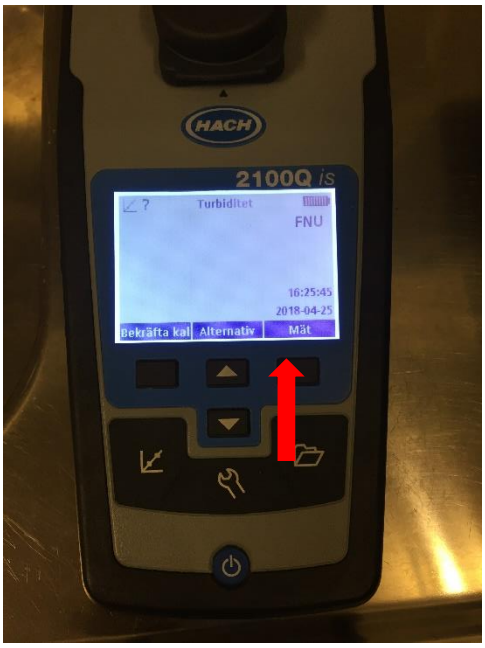
3. Sug upp det vatten som ska mätas och fyll över i en kyvett ända upp till vita strecket. För att mäta turbiditet ska provet *inte* filtreras. Instrumentet mäter partiklar i vätskan så därför är det viktigt att kyvetten är hel och ren och att det inte finns luftbubblor vid mätning. OBS Torka av kyvetten noga från vätska och fingeravtryck med ett fint papper.



Kyvetter för turbiditesmätning

4. Sätt i kyvetten med markering mot pilen på skärmen. Stäng locket. Tryck på Mät.
   Till vänster på kanten av instrumentet finns en knapp som man kan öka ljusstyrkan på skärmen med.



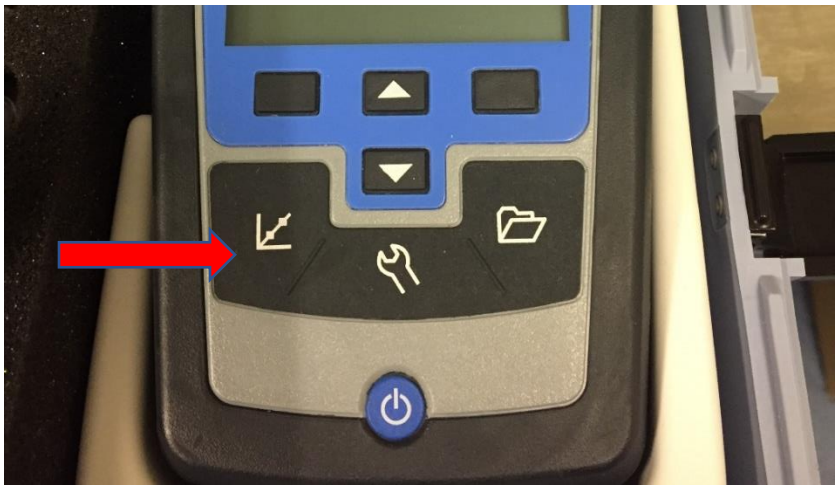


5. Läs av. Värdet är i FNU vilket är samma som NTU.

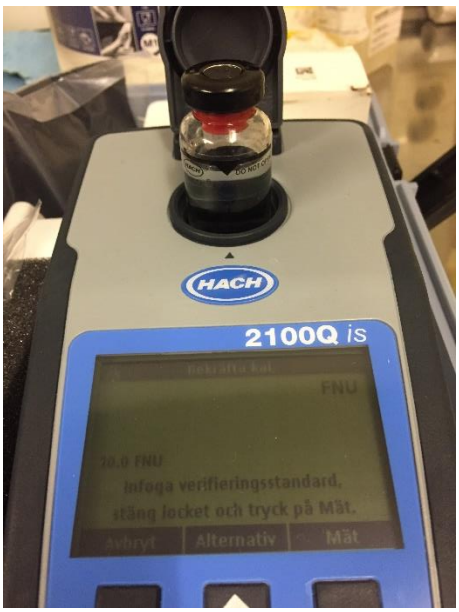
Kalibrering

Mätutrustningen levereras med tre behållare med standardlösning. Innan provtagningen startat ska utrustningen kalibreras, detta bör göras om utrustningen inte använts på ett tag. OBS -notera hållbarhetsdatum för standarderna. Tänk på att torka av kyvetten innan den placeras i behållaren för avläsning.

1. Tryck på KALIBRERING för att starta kalibreringen. Följ instruktionen på skärmen. OBS. Vänd försiktigt på standarden innan.



2. Placera standard med 20NTU i mätluckan, markering på kyvetten mot skärmen. Fäll ner locket.



3. Tryck på MÄT. Skärmen visar Stabiliserar och efter en lite stund resultatet.

4. Följ anvisningen på skärmen, vilket innebär att du upprepar med 100 och 800 standard. Tryck på KLAR (mittenknappen) för att slutföra 2 punkts kalibreringen och för att se resultatet från kalibreringen.

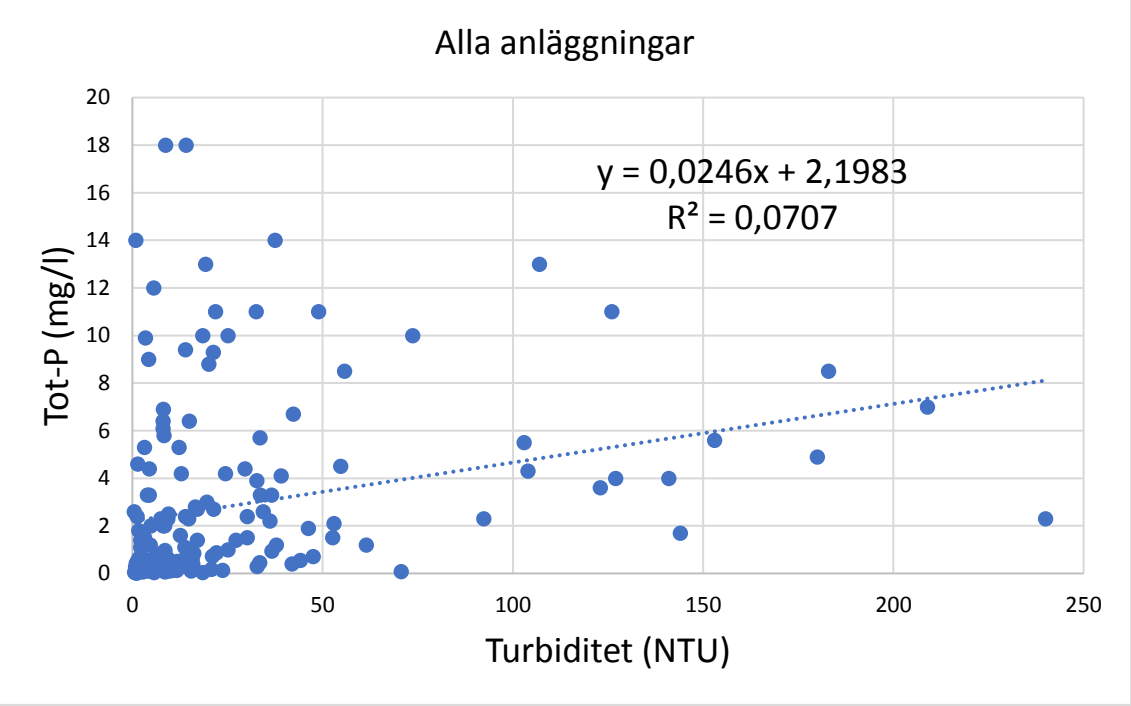
5. Tryck LAGRA (högerknappen) för att spara resultatet. Kan hända att instrumentet vill kalibrera även mot 10 FNU. Följ anvisningar på skärmen.

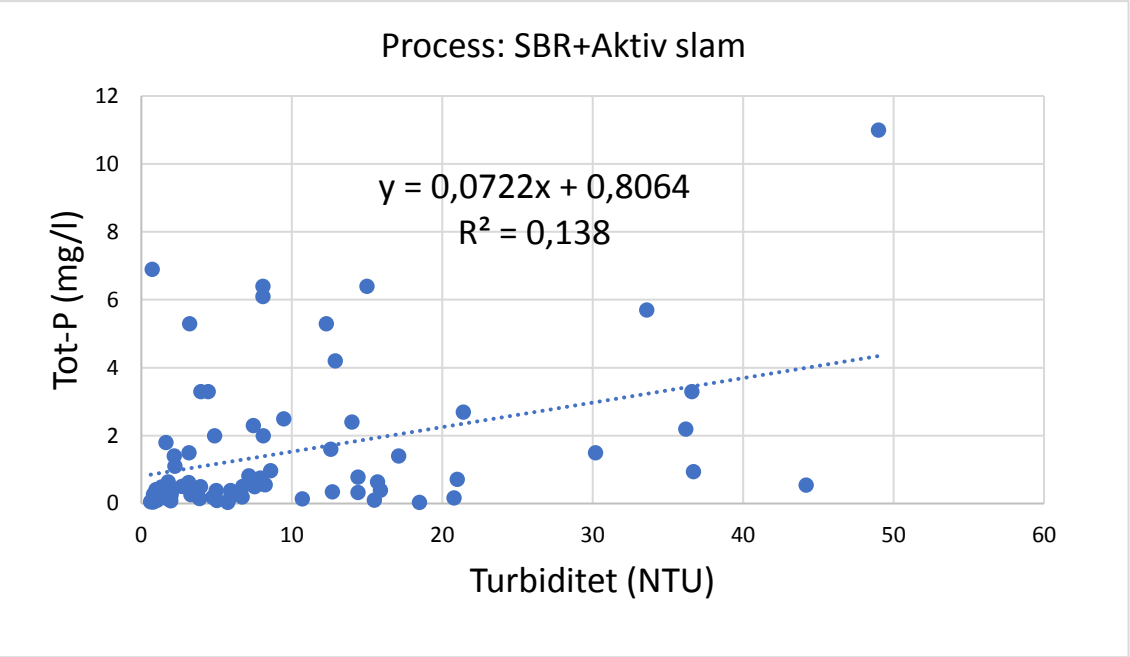
Instrumentet meddelar när kalibreringen är klar. Tryck KLAR. Efter kalibrering går instrumentet automatiskt in i Mätläge. Instrumentet är redo för användning.

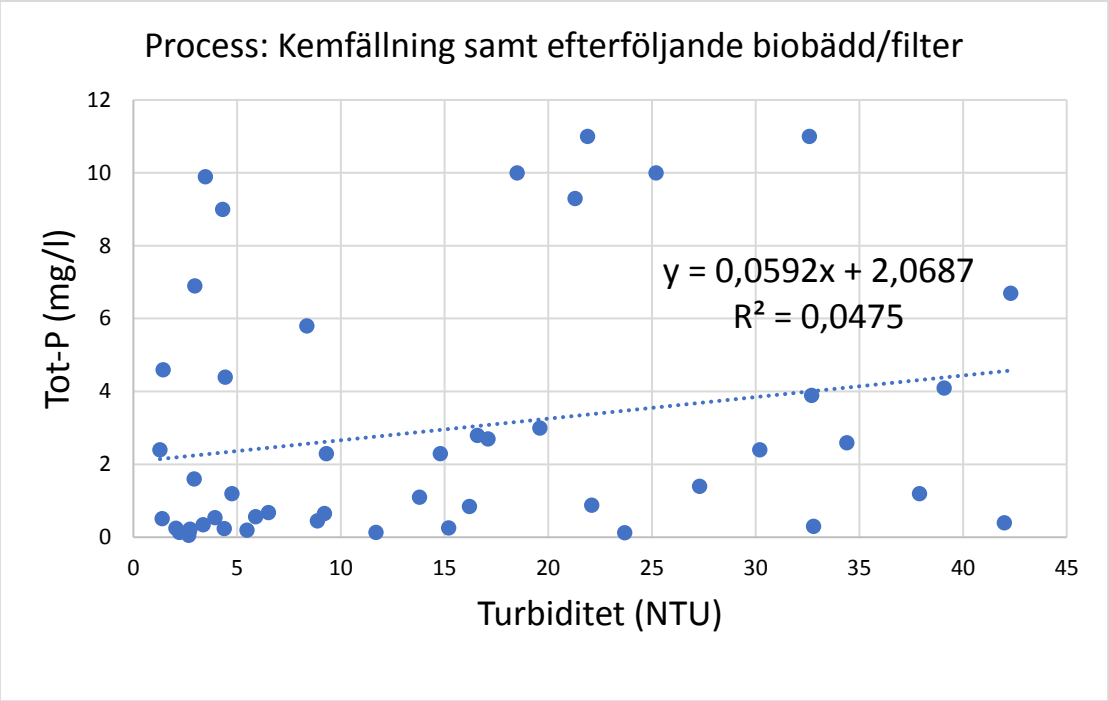
Rengöring av kyvetter

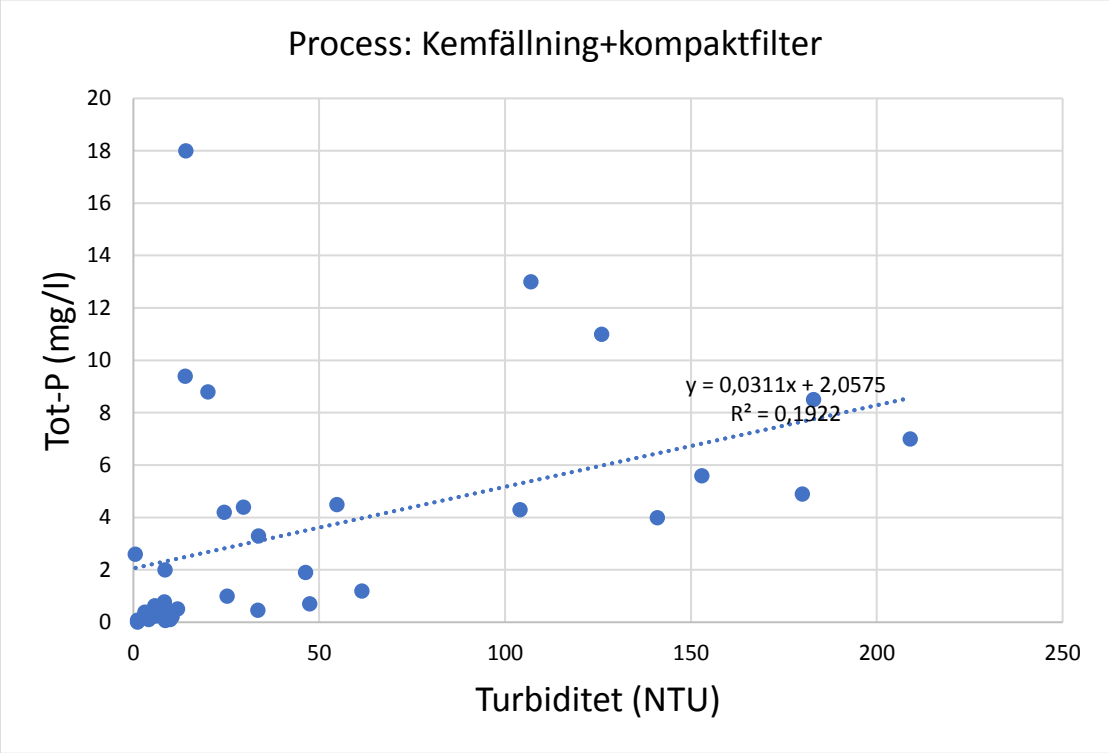
Kyvetter görs rent med vatten och fosfatfritt diskmedel eller 1:1 saltsyralösning. Skölj fler gånger och avsluta med destillerat vatten.

BILAGA 3. KORRELATION MELLAN TURBIDITET OCH TOTALFOSFOR, OLIKA PROCESSTYPER






Process: Kemfällning samt efterföljande biobädd/filter
Tot-P (mg/l)
Turbiditet (NTU)
y = 0,0592x + 2,0687
R² = 0,0475
0
2
4
6
8
10
12
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45


Process: Kemfällning+kompaktfilter
Tot-P (mg/l)
Turbiditet (NTU)
y = 0,0311x + 2,0575
R² = 0,1922
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
50
100
150
200
250

BILAGA 4. ORDLISTA

Avloppsguidens användarförening	Avloppsguidens användarförening en ideell förening som består av de miljökontor som använder de medlemstjänster som finns på avloppsguiden.se.
Biohud	Tillväxt av organiskt material i den biologiska reningsprocessen eller i provtagningsbrunn/provtagningspunkt.
Fosfor	Fosfor i avloppsvatten kan finnas i två former, i löst form och i partikelbunden form. Totalfosfor består av både löst och partikelbunden fosfor.
Fosfat-P	Den omräknade formen av ortofosfat. I rapporten är det främst fosfat-P som omnämns. Fosfat-P kan även analyseras på laboratorium.
Kemfällning	Utfällning av fosfor i avloppsvatten med hjälp av tillsatt fällningskemikalie, normalt baserad på aluminium eller järn. Fosforn binds och sedimenterar till slam som transporteras bort vid slamtömning.
Minireningsverk	Avloppsanläggning som förtillverkats på fabrik, det finns många olika typer av minireningsverk och processerna i verken är olika utformade. Normalt innehåller dessa både biologiska och kemiska reningsprocesser.
Ortofosfat	Löst fosfor som finns i provets vätska. Ortofosfat kan mätas i fält men först behöver provet filtreras. Ortofosfat kan sedan omräknas till fosfat-P. I detta projekt har ortofosfat använts som en surrogatparameter för löst fosfor.
Prefabricerad avloppsanläggning	Avloppsanläggning som förtillverkats på fabrik.
Små avloppsanläggningar	Avlopp dimensionerade för upp till 200 personekvivalenter.
Surrogatparametrar	En ersättning för den parameter som vi vill mäta. I detta projekt har ortofosfat och turbiditet används som surrogatparametrar.
Turbiditet	Mått på vattnets grumlighet, enheten är FTU, NTU eller FNU men alla har samma värde. I detta projekt har turbiditet använts som en surrogatparameter för partikelbunden fosfor.