



## Tiltakseffekter i vestre Vansjø

### Sammenligning av tiltak og vannkvalitet i seks bekkfelt

#### SAMMENDRAG

I 2008 ble det med tilskudd fra Landbruks- og matdepartementet (LMD) satt i gang et tiltaksprosjekt for å forbedre vannkvaliteten i vestre Vansjø. Det var fokus på å redusere fosfortilførselene og det ble gitt tilskudd til tiltakspakker som omfattet redusert fosforgjødsling, overvintring i stubb, grasdekte buffersoner og fangdammer. Tiltaksprosjektet fikk finansiering i perioden 2008-2010 fra LMD og ble videreført med andre økonomiske tilskudd i en periode etter det. Fra og med 2013 ble forskriftskravet om at minimum 60 % av kornarealet på hvert bruk skulle overvintre i stubb fjernet, og det ble ikke lenger gitt tilskudd til redusert jordarbeiding for arealer i erosjonsklasse 1.

I regi av vannområdeutvalget Morsa har vannkvaliteten i seks bekker i nedbørfeltet til vestre Vansjø blitt overvåket fra 2004 og fremover. I tillegg er tiltaksgjennomføringen og effekten på jordas fosforstatus også dokumentert i de seks nedbørfeltene. Resultatene herfra viser at arealet med overvintring i stubb økte fra 2004 og var på sitt høyeste i 2008-2011. Etter det har arealet med jordarbeiding på høsten igjen økt, noe som kan relateres til endringer i regelverket

og tilskuddsordningene, men som også kan være påvirket av endringer i vær og jordbruksproduksjon. Det har også vært en reduksjon i fosforgjødsling fra 2004 frem til 2009-2010 med en økning i perioden etterpå. Fosforgjødslingen var imidlertid i 2016 fortsatt under nivået i 2004. Jordas fosforstatus viser ingen signifikant endring i overvåkingsperioden.

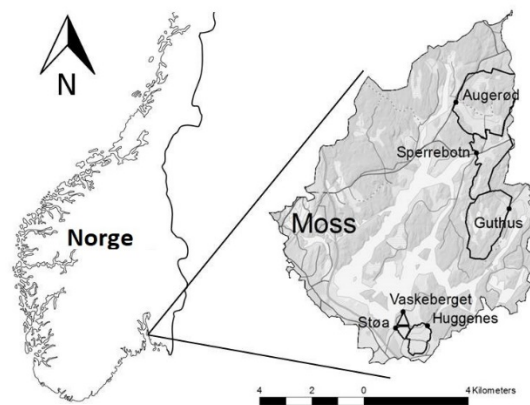
Resultater fra vannkvalitetsanalyser viser ingen signifikante trender i konsentrasjoner av fosfor (TP) eller partikler i overvåkingsperioden i noen av de seks overvåkede bekkene. Forholdet mellom fosfor og partikler (TP/SS) i avrenningen viser en reduksjon til og med 2010 en reduksjon, men i fem av de seks bekkene har TP/SS økt igjen etter 2010 og det er ikke signifikante trender for hele perioden 2006/2007-2017/2018. I Støabekken var det meget høye TP/SS-verdier de første tre årene og et lavere nivå utover i perioden til og med 2017/2018.

Tiltaksprosjektet ga omfattende tiltaksgjennomføring i en kort periode, men etter dette er tiltakene delvis reversert, og derfor er det vanskelig å identifisere tydelige effekter på vannkvaliteten.

### Tiltaksprosjektet

Vannkvaliteten i vestre Vansjø var svært dårlig på begynnelsen av 2000-tallet med oppblomstring av giftige blågrønnalger i sommerhalvåret. I 2005 ble det klart at tilførslene av fosfor fra jordbruket var om lag dobbelt så store som beregnet i 2001 (Solheim m.fl. 2001). Nedbørfeltet er karakterisert av en betydelig grønnsaks- og potetproduksjon som krever mye fosfor, og over tid har jorda blitt fosforrik. I kornområdene var det også arealer med høy fosforstatus. Det ble laget en Handlingsplan for vestre Vansjø (morsa.org) og denne ble gjennomført ved hjelp av midler fra Landbruks- og matdepartementet (2008-2010) og deretter midler fra det regionale miljøprogrammet (via Fylkesmannen). Midlene ble utbetalt til bønder som var villige til å inngå en såkalt miljøkontrakt. Disse kontraktene inneholdt vilkår knyttet til jordarbeiding, redusert gjødslingsnivå, bruk av husdyrgjødsel, miljøplan, jordprøver, driftsjournal (skiftenoteringer), bufferzoner mot åpent vann og etablering av fangdam dersom anbefalt. For potet- og grønnsaksarealene krevdes det også at inntil 5% av arealet skulle brukes til storskalaforsøk med redusert fosforgjødsling. I løpet av det første året (2008) ble 29 av 40 bønder med på prosjektet. I perioden fra 2009 til og med 2012 var det krav om at minimum 60 % av kornarealet på hvert bruk skulle overvintre i stubb, og det ble gitt tilskudd til endret jordarbeiding i alle erosjonsklasser. Ut fra et ønske om bedre målretting av tiltakene ble kravet om 60 % stubb fjernet fra 2013, og det ble ikke lengre gitt tilskudd til arealer i erosjonsklasse 1.

og partikler i de seks nedbørfeltene ble overvåket vha. stikkprøver hver 14. dag i tillegg til enkelte vannprøver ved høy vannføring fra hhv. oktober 2004 (TP) og oktober 2006 (SS) til mai 2018 (Skarbøvik m.fl. 2018). Tre av nedbørfeltene (Augerød, Guthus og Sperrebotn) ligger på nordøstsiden av innsjøen og er dominert av korndyrking på leirjord. De andre tre nedbørfeltene (Støa, Vaskeberget og Huggenes) ligger på Raet sør for vestre Vansjø og den dominerende produksjonen her har vært grønnsaker og poteter i vekstskifte med korn. Jorda her består mest av lettere jordtyper, sandig og siltig lettleire og noe mellomleire. Andelen jordbruksareal er størst i Støa, Vaskeberget og Huggenes med 85-91 % jordbruk og minst i kornområdene (Augerød, Guthus og Sperrebotn) med 12-20 % jordbruk. Jordbruksarealene er stort sett i erosjonsklasse 1 og 2, det vil si lav til middels erosjonsrisiko.



Figur 1. Overvåking i seks delnedbørfelt med avrenning til vestre Vansjø.

### VESTRE VANSJØS NEDBØRFELT

I nedbørfeltet til vestre Vansjø ble det valgt ut seks små nedbørfelt som representerte ulike typer jordbruksproduksjon (figur 1). Konsentrasjoner av fosfor

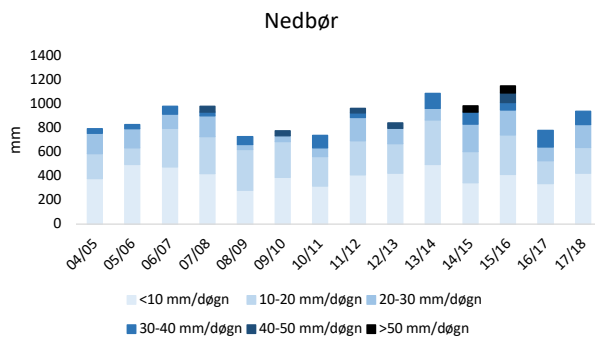
### NEDBØR I OVERVÅKINGSPERIODEN

Den årlige nedbøren (mai-mai) målt ved Rygge flyplass varierte i overvåkingsperioden fra 730 mm i 2008/2009 til 1154 mm i 2015/2016 (figur 2). Nedbør-

Tabell 1. Nedbørfelt areal (daa), % jordbruk, produksjon, jordtype og erosjonsrisiko (kg/daa).

Nedbørfelt	Areal daa	Andel Jordbruk %	Produksjon	Jordtype	Erosjonsrisiko** (% av jordbruksareal)		
					ER-kl. 1	ER-kl. 2	ER-kl. 3
Augerød	4780	20	Korn, gris*	Mellomleire, siltig lettleire	40	58	2
Guthus	3150	12	Korn, kylling	Leire, siltig lettleire, org. jord	65	35	0
Sperrebotn	2480	19	Korn	siltig lettleire, mellomleire	27	73	0
Støa	160	89	Korn, gr.saker, potet og gras	Sandig lettleire, siltig lettleire	83	17	0
Vaskeberget	130	91	Korn, gr.saker og potet	Sandig og siltig lett., melloml.	45	55	0
Huggenes	810	85	Korn, gr.saker og potet	Sandig og siltig lett., mellomleire	57	42	1

\*ingen gris etter 2006 \*\*ved høstpløying, erosjonsklasse (ER-kl.) 1: <50 kg/daa; ER-kl.2: 50-200 kg/daa; ER-kl.3: 200-800; ER-kl.: >800 kg/daa.



Figur 2. Årlig nedbør i overvåkingsperioden fordelt på nedbørintensiteter per døgn (eklima.no).

mengden, fordelingen og intensiteten har stor betydning for avrenning fra jordbruksarealene og påvirker konsentrasjonene av fosfor og partikler.

Det var minst nedbør de tre første årene av tiltaksprosjektet (2008/2009-2010/2011). I 2015/2016 kom det særlig mye nedbør med høy intensitet i august-september, men det forventes ikke å ha stor effekt på konsentrasjoner av fosfor og partikler siden det kom på høsten før jordarbeidingen ble gjennomført.

## TILTAKSGJENNOMFØRING

### Jordarbeiding og grasdekte arealer

Et viktig tiltak på kornarealene har vært overvintring i stubb i stedet for jordarbeiding på høsten, men gjennomføringen av tiltaket har ikke vist en entydig trend for hele perioden (2004-2017) (figur 3). Gjennomføringen av tiltak har vært ulik for de ulike nedbørfelt.

I Augerød var det en økning i arealet med overvintring i stubb fra 2005 med det største arealet i stubb i perioden 2009-2011. Fra 2012 har det meste av arealet blitt høstharvet og i 2016-2017 ble alt kornareal høstharvet. I tillegg har det siden 2005 vært grasdekte buffersoner langs en stor del av bekken.

I Guthus har det også vært en økning i arealet med overvintring i stubb frem til 2008-2010 hvor alt kornareal overvintret i stubb. Fra 2011 var det igjen en reduksjon i arealet med stubb og de siste fire årene har 70 % blitt høstpløyd (2014-2017). Det har vært grasdekte buffersoner langs hele bekken siden 2008 i Guthus.

I Sperrebotn har det vært lite jordarbeiding i hele perioden og siden 2009 har stort sett alt kornareal ligget i stubb på vinteren. På en del av arealet i Sperrebotn ble det dyrket gras og noe var økologisk. Det har dessuten vært grasdekte buffersoner langs hele bekken siden 2008.

I Støa var det produksjon av plen gras til og med 2009. Deretter var det noen år (2010-2013) der om lag 60 % av arealet overvintret i stubb, men i 2014 og 2017 var det kun ubetydelige arealer som overvintret i stubb. Støabekken er en lukket bekk frem til prøvetaking og etablering av buffersoner er ikke mulig.

I Vaskeberget har det vært lite overvintring i stubb, kun i to år og på under 30 % av arealet. For øvrig har arealet vært høstpløyd eller ligget åpent etter høsting av rotvekster i hele perioden. Det er ikke buffersoner langs Vaskeberget-bekken.

I Huggenes har også det meste av arealet vært høstpløyd eller ligget åpent etter høsting av rotvekster. Fra 2010 til 2013 var det imidlertid opp mot 50 % av arealet som overvintret i stubb, men de siste fire årene har dette arealet utgjort under 25 %. Økt høstkorndyrking har gitt mer høstpløying de siste årene. Siden 2011 har det vært grasdekte buffersoner langs deler av bekken.

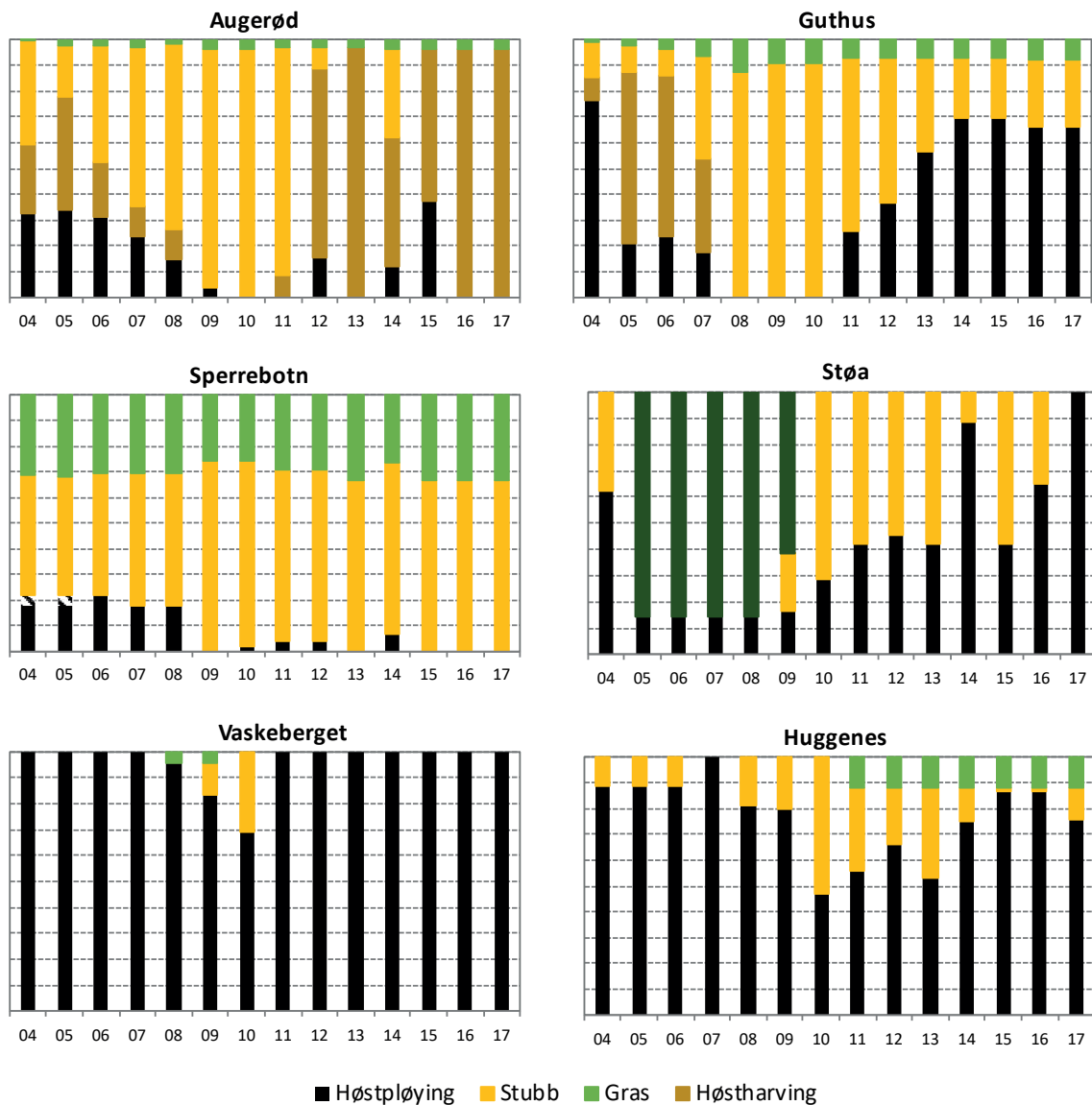
Samlet sett for de seks feltene økte arealene med overvintring i stubb fra 2004 og var på sitt høyeste i perioden rundt 2008-2011. Etter det har arealet med jordarbeiding på høsten igjen økt på bekostning av stubbarealet. Krav om overvintring i stubb førte til begrenset dyrking av høstkorn og ved oppheving av kravet om 60 % overvintring i stubb i 2013 ble det større mulighet for høstkorndyrking og dermed større andel høstpløying. De grasdekte buffersonene har vært uforandret siden etablering i de enkelte nedbørfeltene.

### Fangdammer

Det ble etablert en fangdam i Augerødbekken i 2007/2008 og i Guthus- og Støabekken i 2009/2010. I Sperrebotn ble det etablert en fangdam i 2001 før starten av prosjektet, men vannprøvene i overvåkingen tas ut ovenfor fangdammen, så denne har ikke hatt betydning for resultatene.

### Fosforgjødsling og fosforstatus i jorda

Fosforgjødslingsnivået var høyest før starten av tiltaksprosjektet i 2004 med en reduksjon i årene etterpå. De laveste fosforgjødslingsnivåene ble registrert i 2008-2013 (tabell 2). De siste årene har fosforgjødslingen økt, men er fortsatt under nivået i 2004. Reduksjonen i gjødslingsnivået var på om lag 80 % frem til ca. 2011 i feltene der det er registrert grjødsling med en økning i flere felt etterpå slik at den i 2016 kun er redusert med ca. 40 % i forhold til 2004. Fosforgjødslingen varierer mellom feltene.



Figur 3. Jordarbeiding og grasdekke (inklusive bufferzoner) i de seks nedbørfeltene i perioden 2004 til 2017. Plengras er mørk grønt.

I Augerød ble fosforgjødslingen kraftig redusert fra 2004 til 2007-2008 og i 2009 ble det ikke gjødslet med fosfor i nedbørfeltet. Siden har fosforgjødslingen økt igjen, men er fortsatt under nivået for 2004.

I Guthus var det en 90 % reduksjon i fosforgjødslingen med de laveste fosforgjødslingsnivåene i 2009 og

2010. Her har gjødslingsnivået også økt igjen fra 2011 og var 1,5 kg/daa i 2016.

For Støa, Vaskeberget og Sperrebotn er det lite data tilgjengelig for de første årene og det er derfor ukjent om fosforgjødslingen har gått ned i forhold til 2004-

Tabell 2. Gjennomsnittlig\* fosforgjødsling i de seks nedbørfeltene (nd = ingen data).

Nedbørfelt	2004	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	kg P/daa										
Augerød	1,8	1,0	0,7	0	0,7	0,7	1,0	1,2	1,3	1,7	0,8
Guthus	2,1	1,9	1,0	0,2	0,2	1,0	1,0	1,2	1,3	1,5	1,5
Sperrebotn	2,0**	1,5**	0,6	0,5	0,6	0,7	0,6	1,0	0,9	1,0	0,9
Støa	nd	nd	0	0	nd	2,0	2,1	2,0	2,1	2,0	2,0
Vaskeberget	nd	nd	nd	nd	nd	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Huggenes	2,8	1,8	1,0	1,2	0,3	0,7	0,9	0,6	1,1	1,7	1,8

\* For årene 2004, og 2007-2010 er kun deler av arealet med i gjns. verdiene: Augerød 75 %, Guthus 100 %, Sperrebotn 92 %, Støa 70 %, Vaskeberget 0 %, Huggenes 46 %.\*vurdert ut fra Augerød og Guthus (det forventes at gårdbrukerne i Sperrebotn gjødsler som de i Augerød og Guthus).

nivået. I Sperrebotn har det vært en svak økning i fosforgjødslingen de siste fire årene, men nivået er lavt (0,9-1,0 kg/daa) i forhold til de øvrige feltene. I Støa ble det ikke tilført fosfor i 2008 og 2009, men det ble tilført 2,0-2,1 kg P/daa i 2011-2016. I Vaskeberget er det ikke registrert noen endring i fosforgjødslingen. I Huggenes ble fosforgjødslingen redusert med 90 % fra 2004 til 2010. I perioden etterpå har fosforgjødslingen økt frem til 2016. Forskjeller i gjødsling kan henge sammen med andelen potet- og grønnsaksareal. Gjødslingen er imidlertid i 2017 fortsatt under nivået fra 2004.

Tabell 3. Gjennomsnittlig fosforstatus (P-AL) i jord i de seks nedbørfeltene.

Nedbørfelt	Jordas fosforstatus mg P-AL/100g	
	Før 2011	2016-2017
Augerød	11 (3-25)	9 (3-25)
Guthus	21 (2-39)	19 (8-36)
Sperrebotn	8 (5-23)	8 (4-20)
Støa	18 (15-20)	18 (15-21)
Vaskeberget	16 (11-20)	15 (11-17)
Huggenes	20 (9-38)	20 (4-35)

\* P-AL verdier 0-4 (lav), 5-7 middel, 8-14 (høy), >14 (meget høy)

Jordas fosforstatus (P-AL) har meget høye verdier i feltene med potet og grønnsaker i Støa, Vaskeberget og Huggenes (tabell 3). I Guthus og på noen arealer i Augerød er det også meget høy fosforstatus. Fosforstatus har ikke endret seg signifikant i perioden for noen av nedbørfeltene (tabell 3), men både i Augerød og Guthus er det registrert en nedgang i gjennomsnittlig P-AL på to enheter (tabell 3). I disse to feltene ble fosforgjødslingen redusert kraftig i starten av tiltaksprosjektet. Det ble dessuten ikke tilført husdyrgjødsel i perioden 2004-2016 i disse to nedbørfeltene, men i 2017 og 2018 ble det tilført husdyrgjødsel i Guthus.

Det kan være stor variasjon i hvor jordprøvene er tatt ut og hvor mange jordprøver som er tatt ut fra hvert av nedbørfeltene og det påvirker resultatene, men jordas fosforstatus vil bli redusert ved redusert fosforgjødsling over lang tid.

### Avløpstiltak

Det har vært gjort et omfattende arbeid med å redusere fosfortilførslene fra spredt avløp og kloakk i de seks nedbørfeltene. I Augerød var det 8 anlegg for spredt avløp før 2004, men i 2007 ble 6 av disse sanert (tabell 4). Av de siste to anleggene er et sanert senere og ett er ute av drift. I nedbørfeltet til Guthus var det

ett anlegg for spredt avløp og det ble sanert i 2007. I nedbørfeltet til Sperrebotn ble de siste to anlegg for spredt avløp sanert i 2007. Her har det imidlertid vært lekkasje på ledninger for kommunalt avløp. Disse ledningene ble renoveret i 2011-2012 og det er derfor ingen kjente utslipp fra avløp nå. Før 2004 var det direkte utslipp fra hhv. 1, 1, og 15 anlegg for spredt avløp i Støa, Vaskeberget og and Huggenes. Disse anleggene ble sanert i 2004-2005. I 2017 er det ingen kjente utslipp fra avløp i noen av nedbørfeltene.

Tabell 4. Antall anlegg for spredt avløp med direkte utslipp

Nedbørfelt	Før 2004	2004-2011	2011-2017
Augerød	8	2	0
Guthus	1	0	0
Sperrebotn*	2	2	0
Støa	1	0	0
Vaskeberget	1	0	0
Huggenes	15	0	0

\* Lekkasje fra kommunal ledning ble renoveret i 2011-2012.

### VANNKVALITETSEFFEKTER

Vannkvaliteten i de seks bekkene har blitt overvåket for konsentrasjoner av fosfor (2004-2018) og partikler (2006-2018) for å vurdere effekten av tiltakene som er gjennomført. Resultatene viser at det ikke er entydig signifikante trender i konsentrasjoner av fosfor og partikler i noen av de seks bekkene (figur 4).

Resultatene viser dessuten liten sammenheng mellom jordarbeiding i nedbørfeltene og konsentrasjoner av partikler i de seks bekkene. Dette er vurdert på grunnlag av en sammenligning av en jordarbeidingsindikator, som vektet ulike typer jordarbeiding i forhold til risiko for erosjon, og konsentrasjonen av partikler i perioden der jorda ligger åpen etter høstjordarbeiding (oktober-april). Denne sammenligningen viser ingen signifikante sammenhenger mellom jordarbeidingsindikatoren og partikkelkonsentrasjonen.

Været og tilfældigheter med hensyn til når vannprøvene ble tatt ut i forhold til nedbørepisoder har stor betydning for hvilke konsentrasjoner av fosfor og partikler som måles, men det er komplekse sammenhenger og det er mange faktorer som har betydning. Dette gjør det vanskelig å identifisere klare effekter av tiltakene som er satt inn de enkelte årene. Dessuten fikk tiltakene som har vært inkludert i miljøkontraktene omfattende tilslutning de første årene, men

denne tilslutningen ble redusert bl.a. etter at stubbkravet på 60 % ble fjernet og tilskudd til endret jordarbeiding i erosjonsklasse 1 opphørte fra 2013. Den reduserte tilslutningen til miljøkontraktene kan også ha ført til en økning i fosforgjødslingen.

Forskjellen i konsentrasjoner av fosfor mellom de seks bekkene kan til dels forklares med forskjeller i andel jordbruksareal i nedbørfeltene. Den største andelen jordbruk (>85 %) og de høyeste konsentrasjonene av fosfor (TP) finnes i bekkene på Raet, dvs. Støa, Vaskeberget og Huggenes (tabell 1 og figur 4). Feltene på nordøstsiden av vestre Vansjø, dvs. Augerød, Guthus og Sperrebotn, har mindre andel jordbruksareal (<20 %) og lavere fosforkonsentrasjoner. Derimot er det liten forskjell på partikkelkonsentrasjoner mellom bekkene delvis på grunn av forskjeller i erosjonsrisiko og jordarbeiding som oppveier forskjellen i jordbruksandel.

Det er god sammenheng mellom konsentrasjonen av fosfor og partikler ( $r^2 = 0,47-0,88$ ). Tiltakenes effekt på partikkelkonsentrasjoner vil derfor også ha effekt på fosforkonsentrasjonene. Noen årsakssammenhenger i forhold til tiltaksgjennomføring i nedbørfeltene til de enkelte bekkene er diskutert under.

### **Augerød**

I 2007/2008 ble det etablert en fangdam i Augerødbekken, som kan ha bidratt til reduksjon i konsentrasjoner av partikler og fosfor, men det har samtidig vært varierende grad gjennomføring av jordarbeidingstiltak i overvåkingsperioden, noe som gjør det vanskelig å identifisere en evt. effekt av fangdammen alene. Tilsvarende har det vært grasdekte buffersoner langs en stor del av bekken siden 2005, noe som også kan ha bidratt til å redusere partikkelkonsentrasjonene uten at denne effekten kan vises i tidsserien med overvåkingsdata for partikler 2006-2017.

Konsentrasjonen av partikler forklarer 63 % av variasjonen i fosforkonsentrasjoner, og derfor er det vanskelig å se en direkte effekt av fosforgjødsling på fosforkonsentrasjoner i bekken. Fosforgjødslingen ble kraftig redusert fra 2004 til 2009, og tidligere undersøkelser av data frem til og med 2010 ga en indikasjon på at reduksjonen viste seg som en effekt på fosforinnholdet i partiklene i bekken (Bechmann og Øgaard, 2013). Etter den tid har fosforgjødslingen økt noe og den reduserte trenden i fosforinnhold i partiklene er reversert (tabell 4). Når det gjelder punktkilder er husdyrproduksjonen i Augerød lagt ned og de åtte anleggene for spredt avløp har blitt sanert. Disse tiltakene forventes også å ha effekt på fosforkonsentrasjonen over tid.

### **Guthus**

I Guthusbekken ble det etablert en fangdam i 2009/2010, som kan ha bidratt til reduserte konsentrasjoner av partikler og fosfor, men som i Augerød, har det samtidig vært varierende grad av gjennomføring av jordarbeidingstiltak. Dette gjør det vanskelig å identifisere en evt. effekt av fangdammen alene. I Guthus har det også vært grasdekte buffersoner langs alle bekkensiden starten av tiltaksprosjektet i 2008, men det er vanskelig å vise til noen effekt på vannkvaliteten.

Variasjonen i partikkelkonsentrasjoner i Guthus forklarer 70 % av variasjonen i fosforkonsentrasjoner. Det var også her en kraftig reduksjon i fosforgjødslingen fra 2004 til 2010, og tidligere undersøkelser av data frem til og med 2010 viste, som for Augerød, en reduksjon i fosforinnhold i partiklene i bekken. Fosforgjødslingsnivået har imidlertid økt noe de siste årene og det kan ikke lenger vises til noen effekt på fosforinnholdet i partiklene i bekken. Det ble ikke tilført husdyrgjødsel fra 2004 til 2016, men i 2017 og 2018 har det igjen blitt tilført husdyrgjødsel i Guthus. Når det gjelder punktkilder er det fortsatt et bruk med husdyrproduksjon i Guthus, men ingen kjente utslipp derfra. Ett anlegg for spredt avløp ble sanert i overvåkingsperioden.

### **Sperrebotn**

I Sperrebotn har det vært gjennomført omfattende tiltak i jordbruket fra før overvåkingsperioden startet i 2004. Tiltakene har først og fremst bestått i en fangdam som ble etablert i 2001 (etter målepunktet for overvåkingen), grasdekte buffersoner og overvintring i stubb. Det har kun vært små endringer i jordarbeiding i løpet av overvåkingsperioden. Fosforgjødslingen er ikke dokumentert for de første årene (2004-2007), men antas å ha blitt redusert i perioden 2004-2008 som i Guthus og Augerød. Fra 2013 har fosforgjødslingen økt noe.

I Sperrebotnbekken forklarer konsentrasjoner av partikler 56 % av variasjonen i konsentrasjoner av fosfor, og derfor er det vanskelig å se en direkte effekt av fosforgjødsling på fosforkonsentrasjoner i bekken. Lekkasje på ledningsnett kan ha bidratt til fosforkonsentrasjonene i bekken frem til lekkasjene ble stoppet i 2011-2012.

### **Støa**

I Støa har det vært store endringer i jordbruksdriften i overvåkingsperioden i hovedsak med produksjon av plengress til og med 2009 i Støa. Denne jordbruksdriften kan ha påvirket konsentrasjonene av både partikler og fosfor, spesielt i forbindelse med skjæring av gresset. Fra 2010 har om lag 60 % av arealet ligget

i stubb, men i 2017 var det ikke overvintring i stubb i feltet, og det året ble det målt høye konsentrasjoner av partikler og fosfor. Det var også meget høy fosforkonsentrasjon i 2006-2007 spesielt på grunn av en enkelt vannprøve med meget høy konsentrasjon rett etter skjæring av plengress. I Støabekken forklarer konsentrasjonen av partikler 47 % av variasjonen i konsentrasjonen av fosfor.

### Vaskeberget

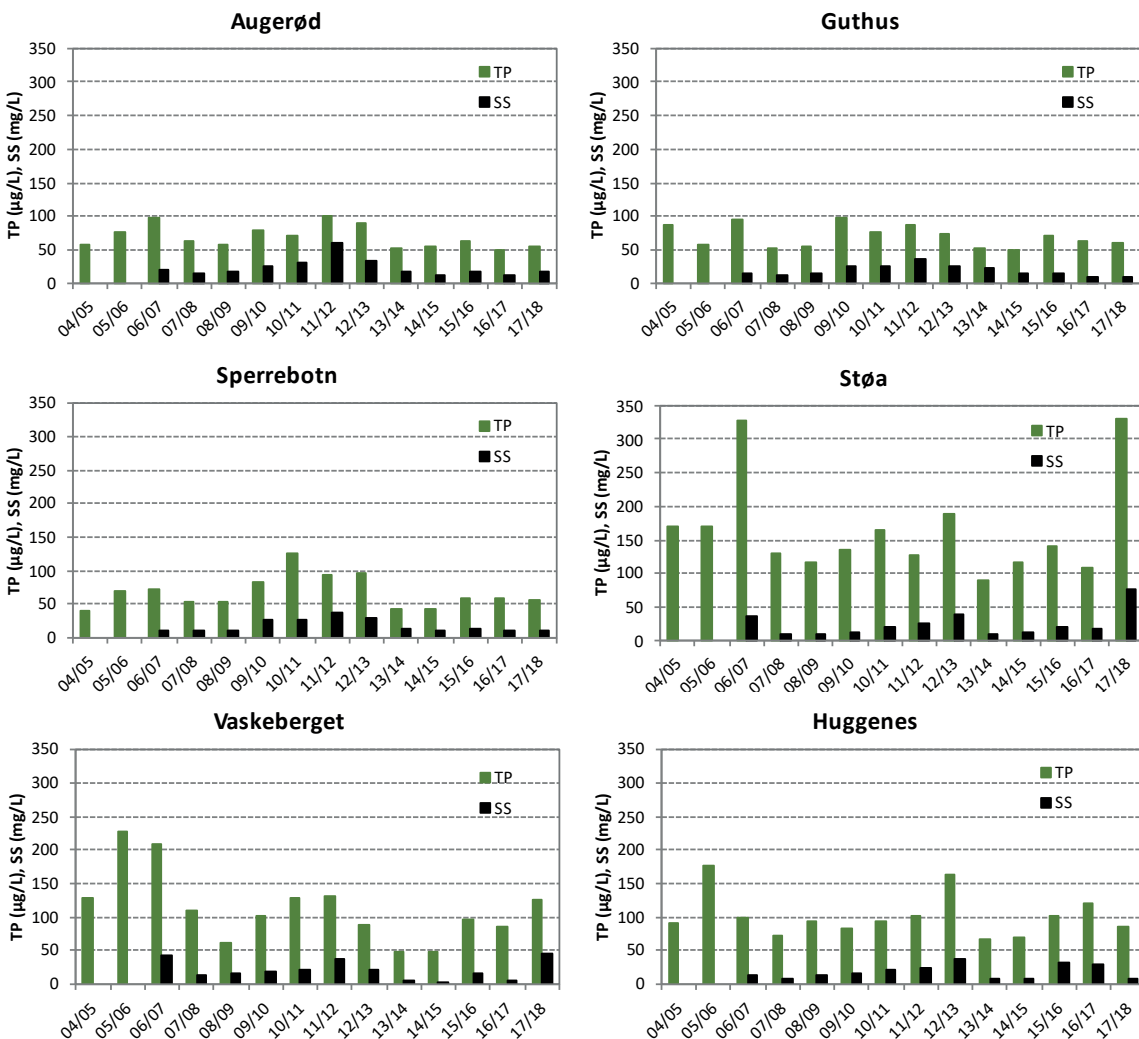
I Vaskeberget har det stort sett ikke vært gjennomført jordarbeidings tiltak i overvåkingsperioden. Arealet er flatt med lav erosjonsrisiko og det er forholdsvis lave konsentrasjoner av partikler på tross av at jorda ligger åpen. Det er ikke informasjon om fosforgjødslingen de første årene, men informasjon fra 2011-2016 viser at gjødslingen var uendret i denne perioden og at jordas fosforstatus er meget høy. Fosforinnholdet i partiklene i bekken viser høye nivåer og 71 % av variasjonen i fosforkonsentrasjoner forklares av partikkelkonsentrasjonene noe som tyder på at erosjon er en viktig prosess for fosforavrenning.

### Huggenes

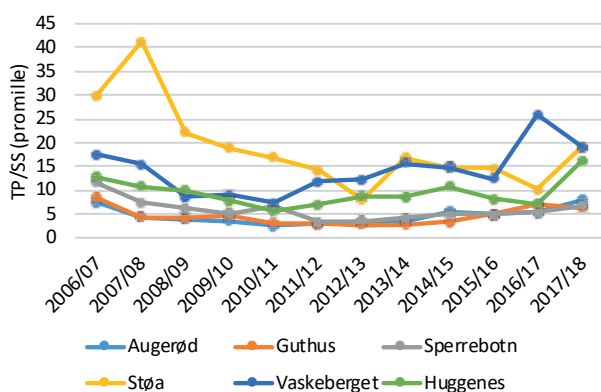
I Huggenes har det vært lite overvintring i stubb, men enkelte år, særlig i perioden 2010-2013, utgjorde det 30-50 %. Høstkorndyrking etter 2013 har bidratt til mer høstpløying. Dessuten har det vært buffersoner langs deler av bekken siden 2011. Fosforgjødslingen ble redusert fra 2004-nivå, dette bidrar på lang sikt til redusert fosforstatus i jorda og reduserte fosforkonsentrasjoner i bekken. Fosforkonsentrasjonene i bekken forklares for en stor del (88 %) av konsentrasjonen av partikler. Det er, som i Støa og Vaskeberget, behov for mer sammenhengende tiltaksgjennomføring over tid for å kunne registrere effekter på konsentrasjoner av fosfor og partikler.

### Fosfor i forhold til partikler

En analyse av data fra alle de seks bekkene viste at det var en reduksjon i fosformengden i forhold til partikler (TP/SS-forholdet) fra 2004/2005 til 2010/2011 (figur 5; Bechmann og Øgaard, 2013), men mot slutten av overvåkingsperioden økte TP/SS igjen (figur 5). I Støabekken var det meget høye TP/SS-verdier (>20



Figur 4. Konsentrasjoner av fosfor (TP) og suspendert stoff (SS) i de seks nedbørfeltene i perioden 2004/2005 til 2017/2018.



Figur 5. Forholdet mellom totalfosfor (TP) og suspendert stoff (SS) i de seks bekkene i overvåkingsperioden (2006/2007-2017/2018).

promille) de første tre årene og et lavere nivå (<20 promille) utover i perioden til og med 2017/2018. Her er fosforgjødslingsnivået i 2004 ikke dokumentert og nedgangen kan derfor ikke relateres til gjødslingen. For alle nedbørfeltene gjelder at det er behov for mer sammenhengende tiltaksgjennomføring over tid for å kunne registrere effekter på konsentrasjoner av fosfor og partikler.

## KONKLUSJON

Det har vært en omfattende tiltaksgjennomføring i nedbørfeltet til vestre Vansjø i perioden for tiltaksprosjektet (2008-2011). Deretter er tiltaksgjennomføringen redusert i flere av nedbørfeltene. Det var generelt mest gjennomføring av tiltak i kornområdene.

Når det gjelder jordarbeidingstiltakene var det en økning i arealet med overvintring i stubb frem til perioden 2008-2011 i kornområdene. Etterpå har det vært en økning i andel arealer med jordarbeiding om høsten noe som kan relateres til økt dyrking av høstkorn i enkelte felt. Fosforgjødslingen har vist den samme trenden som for jordarbeidingen, med en reduksjon i gjødslingsnivået på om lag 80 % fra 2004 til 2011 og deretter en økning i flere felt slik at den totalt over perioden 2004-2017. For de tre feltene der det er gjødslingsregistreringer for hele perioden er gjødslingen i gjennomsnitt redusert med 40 % (2004-2016). Fosforgjødslingsnivået har ikke kommet opp på nivået fra før overvåkingen startet, delvis på grunn av en generell reduksjon i fosforinnhold i mineralgjødsel etter en reduksjon i gjødslingsnormene. Det er registrert

reduksjon i jordas gjennomsnittlige fosforstatus (P-AL) i enkelte felt, men denne reduksjonen er ikke signifikant. Perioden er dessuten kort i forhold til å kunne forvente en betydelig reduksjon i jordas fosforstatus. Utenom jordbruket har det vært andre tiltak, bl.a. en omfattende sanering av spredt avløp. Lekkasjer på ledningsnettene har også blitt utbedret.

Resultatene fra vannanalyser viser ingen signifikante trender i konsentrasjoner av partikler og fosfor i overvåkingsperioden. Jordarbeidingstiltakene viser heller ingen signifikant effekt på konsentrasjonen av partikler i bekkene det enkelte året.

Forholdet mellom fosfor og partikler i avrenningen (TP/SS) viser en reduksjon fra 2006/2007 til 2010/2011. Siden 2010/2011 har TP/SS-forholdet igjen økt og i 2017/2018 er TP/SS-forholdet høyere enn i 2006/2007 i fem av de seks bekkene.

Det har vært varierende antall vannprøver de enkelte årene og usikkerheten i vannkvalitetsmålingene er stor, særlig i år med få vannprøver. Variasjonene i nedbør og avrenning ved prøvetaking samt årlige variasjoner i været kan dessuten gi store forskjeller i konsentrasjoner av fosfor og partikler.

Tiltaksgjennomføringen har ikke vært sammenhengende gjennom overvåkingsperioden. De komplekse prosessene som skjer ved avrenning i et nedbørfelt med tilførsler fra skog, utmark og andre kilder gjør det vanskelig å identifisere effekter av tiltak som ikke er omfattende og gjennomført sammenhengende over lang tid.

## REFERANSER

- Bechmann, M., Øgaard, A.F. 2013. Water quality changes following intensive focus on mitigation methods to reduce phosphorus losses in the catchment of lake Vansjø, Norway. In: Sisák, I. (ed) Proceedings of International Conference on Realistic Expectations for Improving European Waters. ATON - AgroKémia és Talajtan ON-line [ATON - Agrochemistry and Soil Science ON-line] p. 103-117. <http://www.aton.hu/documents/10156/a6acf379-62fd-4920-9b1c-847ed6393a38>.
- Skarbøvik, E., Haande, S., Bechmann, M., Skjelbred, B. 2018. Vannovervåking i Morsa 2017. Innsjøer, elver og bekker; november 2016-oktober 2017. NIBIO rapport Vol. 4 Nr. 37. 2018.
- Solheim, A. L., Vagstad, N., Kraft, P., Løvstad, Ø., Skoglund, S., Selvik, J. 2001. Tiltaksanalyse for Morsa (Vansjø-Hobøl-vassdraget). NIVA-rapport;4377.

FORFATTERE:

Marianne Bechmann, Inga Greipsland, Eva Skarbøvik, Anne Falk Øgaard