



Foto: Øyvind Stensrud

Eutrofiering av vassdrag i Vestfold – kartlegging av årsaksforhold og kilder til fosfor:

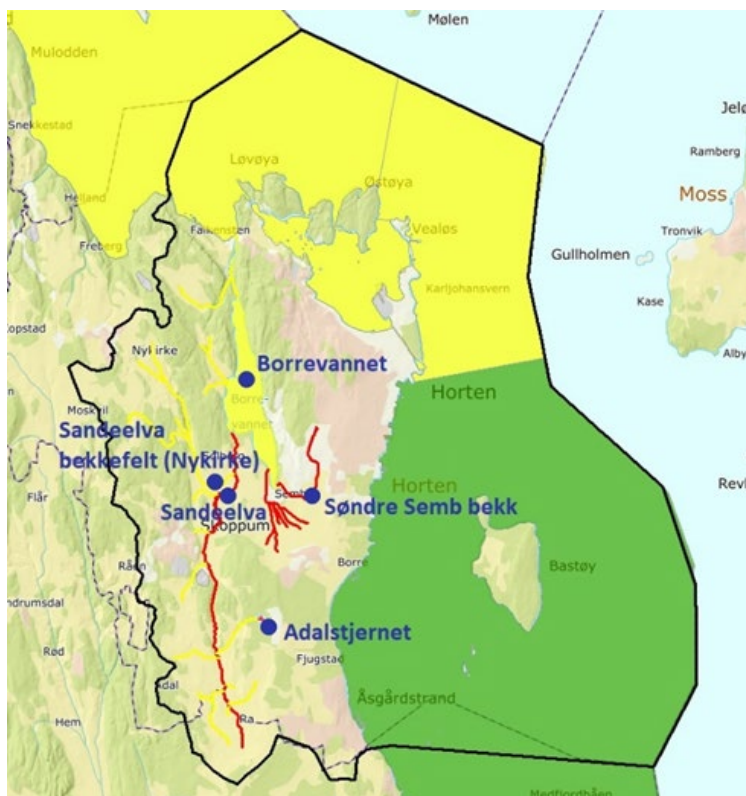
Borre vannet

Nedbørfeltet til Borrevannet og kystområdene mellom Falkensten og Åsgårdstrand (figur 1) er den nordligste delen av vannområdet Horten-Larvik. Nedbørfeltet drenerer et areal på 56 km². Det er omtrent 35 km med elver og bekker i nedbørfeltet. Borrevannsvassdraget og kystarealene i Horten renner til Ytre Oslofjord. I nedbørfeltet ligger to vann som er vernet som naturreservater: Borrevannet (1,8 km²) er en naturlig næringsrik innsjø som er sterkt påvirket av næringsstoff-avrenning fra jordbruk og avløp. Kraftig overgjødning har ført til årviss algeoppblomstring, tidvis oppblomstring av giftige cyanobakterier, gjengroing og dårlig sikt. Adalstjern (0,01 km²) er et mindre vann i et myrlandskap med stort naturmangfold. Store deler av nedbørfeltet (56%) har et dekke av løsmasser med marin opprinnelse (marin leire og strandavsetninger), noe som gjør at mange av disse arealene er godt egnet til dyrking. Jordbruksareal utgjør 27% av nedbørfeltet, mens 46% består av skog og utmark og 21% av urbane områder. Det bor ca. 27 000 mennesker i området, hvorav 95% i tettbebygde områder (Horten, Åsgårdsstrand, Skoppum). Resterende 5% bor spredt.

Overvåking av vannkvalitet i området viser høye konsentrasjoner av både fosfor og nitrogen i noen av vannforekomstene, og miljøtilstanden i vannforekomstene varierer mellom moderat og svært dårlig økologisk tilstand (figur 1). Tilførsel av fosfor i nedbørfeltet er estimert til i gjennomsnitt 3,8 tonn/år. Jordbruk utgjør den største (66%) kilden til totalfosfor i nedbørfeltet, mens privat og kommunalt avløp bidrar med 26%. På store deler av jordbruksarealet dyrkes erosjonsutsatte kulturer som korn, potet og grønnsaker, og jordas fosforstatus er i gjennomsnitt høy. Det er behov for tiltak innenfor både jordbruks- og avløpssektoren for å redusere næringsstofftilførslene til vannforekomstene i nedbørfeltet. I det følgende blir utfordringene med vannkvaliteten, kildene til næringsstofftilførsler, samt mulige tiltak beskrevet nærmere.



VANNKVALITET OG ØKOLOGISK TILSTAND



Figur 1. Nedbørfeltet til Borrevannet og kystområdene mellom Falkensten og Åsgårdstrand, med fem utvalgte vannlokaliteter der vannkvalitet overvåkes. Vannforekomstene (elv, innsjø og kyst) i nedbørfeltet er vist med farge som representerer økologisk tilstandsklasse, som her er grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Norges Vassdrags- og energidirektorat)

Tabell 1 og 2 oppsummerer økologisk tilstand av vannkvalitetsparametere i to innsjøer og tre bekker og elver i nedbørfeltet til Borrevannet og kystlinja mellom Falkensten og Åsgårdstrand. Den økologiske tilstanden bestemmes ut fra gjennomsnittsverdier for overvåkingsperioden, men verdier for enkeltår og enkeltprøver kan avvike betydelig fra gjennomsnittet (figur 2 og 3).

Innsjøer

Borrevannet er typifisert som en grunn, middels, moderat kalkrik, klar innsjø (L107c). Den er naturlig næringsrik. Allerede på 1950-tallet ble det tatt prøver for analyser av vannkjemi og algesammensetning i Borrevannet. I 1992 ble prosjektet "restaureringsplan for Borrevannet" opprettet med sikte på å overvåke vannkvaliteten og utrede en

tiltaksplan. Målinger fra de senere årene viser svært dårlig tilstand for siktedyp og konsentrasjon av totalfosfor, mens konsentrasjon av totalnitrogen og klorofyll viser dårlig tilstand (tabell 1).

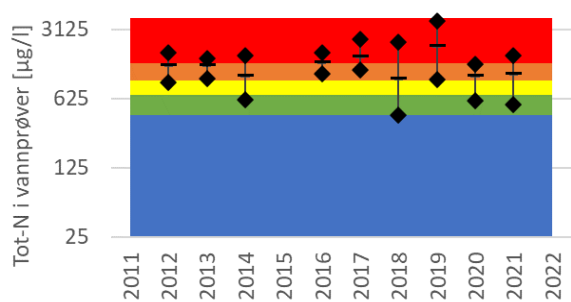
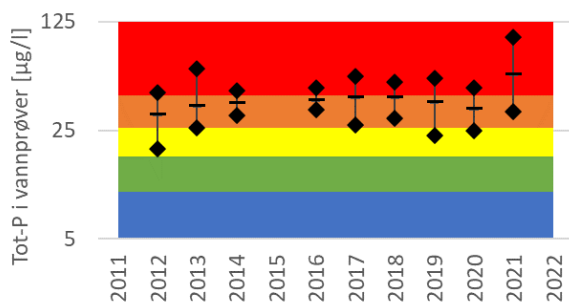
Adalstjern er et næringsfattig myrtjern, typifisert som en svært grunn, liten, kalkfattig, svært humøs innsjø (L108g). Målinger de senere årene viser moderat tilstand for totalfosfor, totalnitrogen og siktedyp, og svært dårlig tilstand for klorofyll (tabell 1). Adalstjern har lite påvirkning fra jordbruk.

Figur 2 viser årlige konsentrasjoner av totalfosfor og totalnitrogen gjennom overvåkingsperioden, for både Borrevannet og Adalstjern. Det er ikke noen tydelig endring i konsentrasjoner over tid.

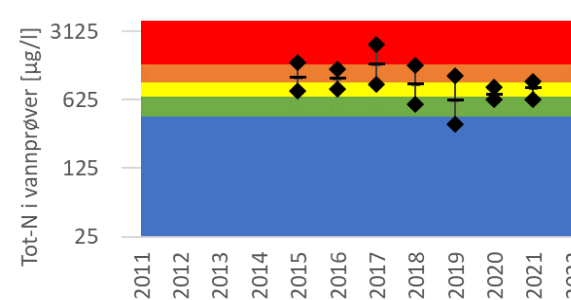
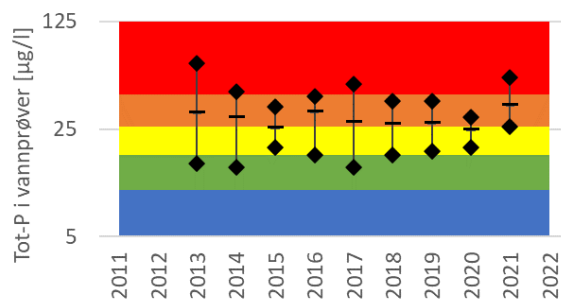
Tabell 1. Vurdering av økologisk tilstand i Borrevannet og Adalstjern. Tallene er beregnede gjennomsnittsverdier for perioden angitt i tabellen. Økologisk tilstand for totalfosfor (Tot-P), totalnitrogen (Tot-N), siktedyp, klorofyll (klf a) og total vurdering for planteplankton (nEQR) er markert med farge, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Vannområde Horten-Larvik)

Vannlokalitet	Vannforekomst-ID	Innsjøtype	Periode (antall prøver)	Tot-P [µg/l]	Tot-N [µg/l]	Siktedyp [m]	Klf a [µg/l]	Plante- plankton tot. (nEQR)
Borrevannet	013-312-L	L107c	2016-2021 (45)	42	1389	1,6	18,1	0,39
Adalstjern	013-5839-L	L108g	2016-2021 (37)	29	868	2,1	51,1	0,2

Borre vannet



Adalstjern



Figur 2. Årsgjennomsnitt, min. og maks. konsentrasjon av totalfosfor (venstre) og totalnitrogen (høyre) målt i Borrevannet og Adalstjern i perioden 2012/2013-2021. Verdiene er basert på 6-8 vannprøver per år. Økologisk tilstandsklasse iht. Klassifiseringsveilederen (2018) er vist med farger, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Vannområde Horten-Larvik)

Elver og bekker

De tre elvelokalitetene er typifisert som leirvassdrag (R111), med ca. 30-80% dekningsgrad av marin leire i de enkelte nedbørfeltene. Dette innebærer naturlig høye konsentrasjoner av partikler og næringsstoffer, især fosfor. Naturtilstand og miljømål er vanskeligere å fastsette i leirvassdrag enn i andre elvetyper.

Undersøkelser av de biologiske kvalitetselementene bunndyr og påvekstlger viser god tilstand i Nykirkebekken, moderat tilstand i Sandeelva og dårlig tilstand i bekken som renner fra Borre golfbane. Tilstanden for konsentrasjoner av totalfosfor (tot-P) og fosfat (orto-P) varierer, fra moderat til svært dårlig tilstand. Konsentrasjon av totalnitrogen (tot-N)

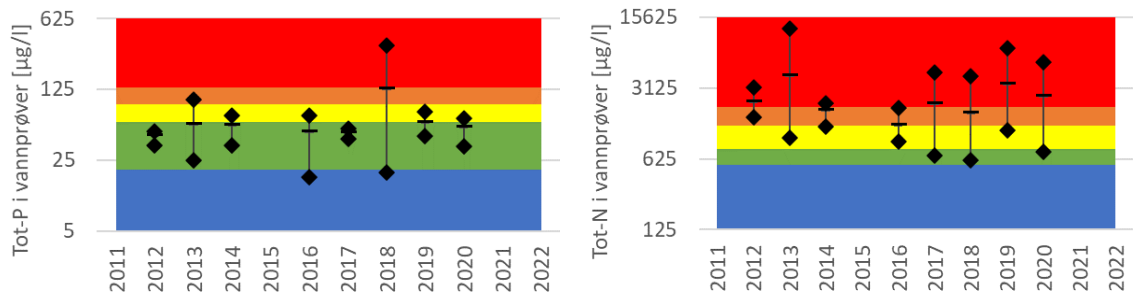
viser svært dårlig tilstand i de tre lokalitetene. Figur 3 viser årlige konsentrasjoner av totalfosfor og totalnitrogen i Nykirkebekken og Sandeelva. Det er ingen tydelig endring i konsentrasjoner over tid i noen av disse elvene. I begge disse vannlokalitetene har årlig gjennomsnittskonsentrasjon av totalfosfor (40-70 µg P/l) vist god tilstand, på grensen til moderat, de fleste årene. Totalnitrogen i de to elvene har vist dårlig til svært dårlig tilstand alle årene. Tilstanden er sannsynligvis dårligere enn prøvene tilsier, siden det kun er tatt fire vannprøver per år og flomepisoder er sannsynligvis underrepresentert i prøvematerialet.

Konsentrasjonene av E. coli-bakterier viser dårlig tilstand i alle elvene/bekkene, noe som tyder på at det er betydelig påvirkning fra avløp og/eller husdyrgjødsel.

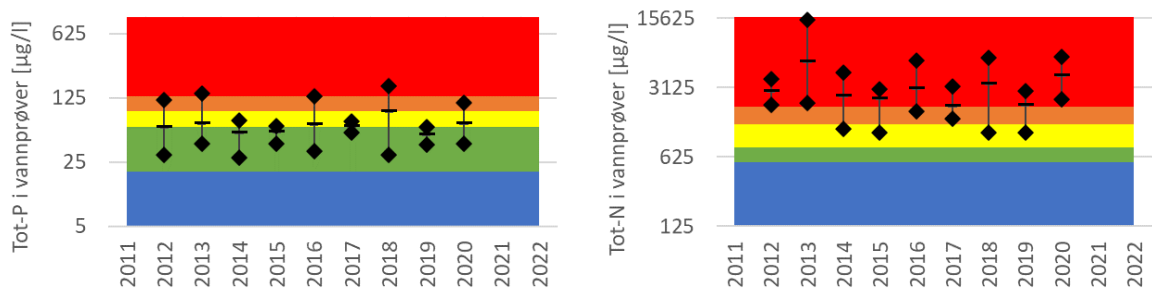
Tabell 2. Vurdering av økologisk tilstand i tre elvelokaliteter i nedbørfeltet til Borrevannet. Tallene er beregnede gjennomsnittsverdier for perioden angitt i tabellen. Økologisk tilstand for påvekstlger, bunndyr, totalfosfor (Tot-P), fosfat (Orto-P), totalnitrogen (Tot-N) og fekale bakterier E. coli er markert med farge, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. For påvekstlger er det benyttet eutrofieringsindeksen PIT og for bunndyr ASPT-indeksen for organisk belastning.. (Kilde: Vannområde Horten-Larvik)

Vannlokalitet	Vannforekomst-ID	Elvetype (Leirdekning)	Biologiske kvalitetselementer		Kjemiske kvalitetselementer			E. coli-bakterier [ant/100ml]	
			Påvekstlger PIT (sist prøvetatt)	Bunndyr ASPT (sist prøvetatt)	Periode (antall prøver)	Tot-P [µg/l]	Orto-P [µg/l]		Tot-N [µg/l]
Sandeelva bekkefelt (Nykirke)	013-170-R	R111 (78 %)	-	6,55 (2020)	2015-2022 (24)	65	37	2218	350
Sandelva	013-170-R	R111 (61 %)	19,8 (2020)	5,5 (2020)	2015-2020 (24)	66	42	2830	600
Søndre Semb bekk	013-123-R	R111/R110 (27 %)	-	4,4 (2019)	2017-2021 (17)	84	67	3062	300

Sandeelva bekkefelt (Nykirke)



Sandeelva



Figur 3. Årsgjennomsnitt, min. og maks. konsentrasjon av totalfosfor (venstre) og totalnitrogen (høyre) målt i to lokaliteter i Sandelva i perioden 2012-2020. Verdiene er basert på 4 vannprøver per år. Økologisk tilstandsklasse iht. Klassifiseringsveilederen (2018) er vist med farger: Blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. Det mangler data for 2015 for Sandeelva bekkefelt (H2 Nykirke). (Kilde: Vannområde Horten-Larvik)

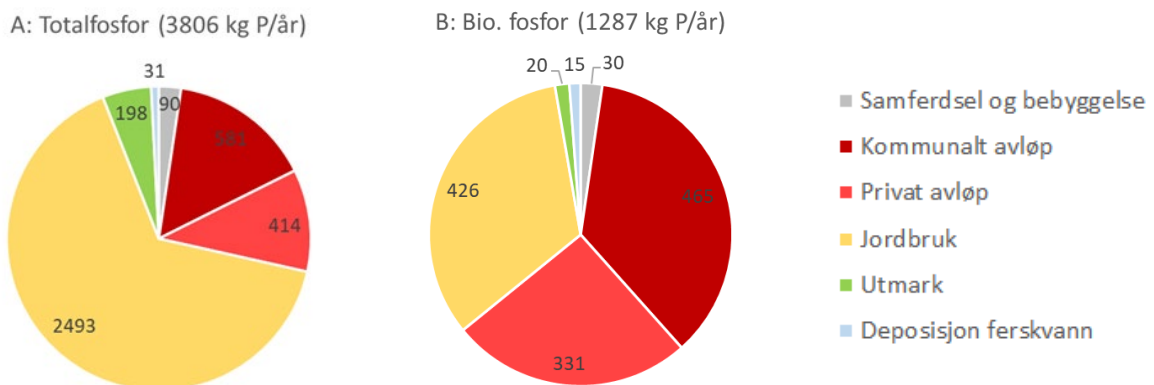
KILDER TIL FOSFOR

Nedbørfeltet til Borrevannet og kystområdene mellom Falkensten og Åsgårdstrand er 56 km². Fulldyrka jordbruksareal utgjør 26% av arealet, beite og overflatedyrka areal 1%, skog, åpen fastmark og myr 46%, ferskvann 3% og samferdsel og bebyggelse 21%. Det er 633 husstander med privat avløpsløsning i nedbørfeltet. Om lag 25 500 personer er tilknyttet offentlig ledningsnett. (Kilder: NIBIO; Tønsberg og Horten kommuner).

Ifølge kilderegnskapet, som er basert på beregninger med modeller og koeffisienter, er tilførselen av totalfosfor i nedbørfeltet om lag 3,8 tonn i et gjennomsnittså. Det

presiseres at beregnede tilførsler ikke er korrigert for retensjonsprosesser, slik at de reelle tilførslene til vassdrag og fjord kan være lavere.

Arealavrenning fra jordbruket er den største kilden til totalfosfor i nedbørfeltet (2,5 tonn/år, dvs. 66%; figur 4A). Fosfor fra jordbruksarealene tapes hovedsakelig ved erosjon. Beregnet jordtap fra jordbruksareal er om lag 970 tonn/år. Samlet tilførsel av totalfosfor fra privat og kommunalt avløp utgjør ca. 1 tonn (26%) av de totale fosfortilførslene i nedbørfeltet. Skog og utmark utgjør 46% av arealet i nedbørfeltet, men pga. lite fosforavrenning per arealenhet fra denne arealypen, blir det forholdsvis lite tilførsel av totalfosfor fra disse arealene (0,2 tonn/år, dvs. 5%; figur 4A).



Figur 4. Kildefordeling av totalfosfor (A) og biotilgjengelig fosfor (B) i nedbørfeltet til Borrevannet og kystlinja mellom Falkensten og Åsgårdstrand, i kg P/år. (Kilde: NIBIO)

Fosfor som algene kan utnytte kalles biotilgjengelig fosfor, og inkluderer alt løst fosfat og deler av fosforet som er bundet til partikler. Tilførslene av biotilgjengelig fosfor er totalt på 1,3 tonn/år. Jordbruk bidrar med 0,4 tonn/år (33%) av dette, og avløp med 0,8 tonn/år (62%; figur 4B). Fosfor i avrenning fra skog og utmark har lav biotilgjengelighet. Disse arealene bidrar dermed med lav andel biotilgjengelig fosfor (figur 4B).

Det er lite tilførsel av totalfosfor og biotilgjengelig fosfor i form av fosforavrenning fra samferdsel og bebyggelse og deponisjon av fosfor på vannflater (figur 4A og 4B).

PRIVAT OG KOMMUNALT AVLØP

Det er ca. 630 husstander med privat avløp i nedbørfeltet, og av disse har ca. 490 (77%) en avløpsløsning som ikke tilfredsstillende kravet i forurensningsforskriften om 90% rensing av fosfor. Utslipp av totalfosfor fra kommunalt avløp er beregnet til ca. 0,4 tonn/år (tabell 3). Mye av tilførslene fra spredt avløp går til bekker, elver og innsjøer. Ved fremtidig opprydning vil det være naturlig å fokusere spesielt på slamavskillere (aktuelt for ca. 300 husstander), som utgjør en betydelig kilde til forurensing fra privat avløp.

Tabell 3. Utslipp fra privat avløp og lekkasje fra kommunalt avløp i nedbørfeltet til Borrevannet og kystområdene mellom Falkensten og Åsgårdstrand fordelt på kommuner. (Kilder: Horten og Tønsberg kommuner; NIBIO)

Kommune	Utslipp fra privat avløp [kg P/år]	Lekkasjer fra kommunalt avløpsnett [kg P / år]	Totalt [kg P / år]
Horten	410	580	989
Tønsberg	5	1	6
Totalt	414	581	995

Tabell 4. Alder på kommunalt avløpsnett i nedbørfeltet til Borrevannet og kystområdene mellom Falkensten og Åsgårdstrand, fordelt på kommuner. (Kilder: Horten og Tønsberg kommuner; NIBIO)

Kommune	Ledningsnett			
	Total lengde i 2022 [m]	Bygget før 1970 [%]	Bygget i 1970 - 1999 [%]	Bygget i 2000 - 2022 [%]
Horten	168 352	15 %	44 %	40 %
Tønsberg	4 343	2 %	1 %	97 %
Totalt	172 695	15 %	43 %	42 %

Lekkasjer i det kommunale ledningsnettet er beregnet til 0,6 tonn totalfosfor/år, og utgjør 58% av de totale fosfortilførslene fra avløpssektoren (tabell 3). Eventuelt utslipp grunnet overløp fra pumpestasjoner er ikke med i regnskapet. Lekkasjene fra en stor andel av det kommunale

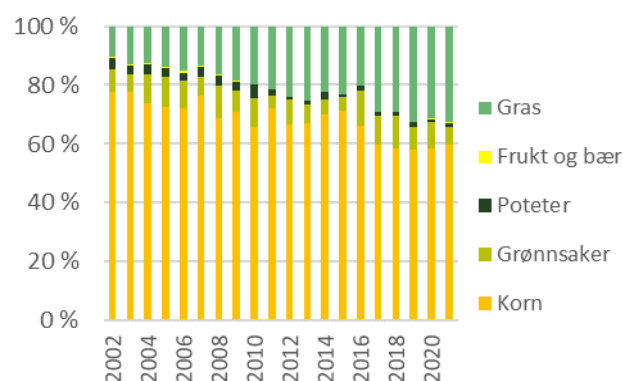
avløpsnettet (i Horten) går direkte ut i fjorden. En stor del av avløps-nettet i nedbørfeltet er bygget etter 1970, men det er fortsatt 15% av ledningsnettet som er mer en 55 år gammelt (tabell 4). Norsk Vann utarbeidet i 2017 en nasjonal bærekraftstrategi for vannbransjen. Her anbefales det en gjennomsnittlig fornyelsestakt for avløpsnettet på 1% hvert år frem til 2040. I tillegg forutsettes det kontinuerlig utbedring av ledningsnettet basert på blant annet lekkasjelytting og innvendig rørispeksjon med kamera.

TRENDER I JORDBRUKSDRIFT

Over de siste 20 årene har jordbruksdriften i nedbørfeltet til Borrevannet og kystlinja mellom Falkensten og Åsgårdstrand endret seg. Det har blitt mer eng, mindre korn og mindre potet på jordbruksarealene, noe som kan bidra til redusert erosjon og tap av partikkelbundet fosfor. Samtidig har det vært en økning i husdyrtall siden 2014, noe som fører til at mer fosfor er tilgjengelig som gjødsel. Jordas gjennomsnittlige fosforstatus har imidlertid ikke økt de siste 20 årene.

Vekstfordeling

I 2021 ble det dyrket korn på ca. 60% av jordbruksarealet i nedbørfeltet til Borrevannet og kystlinja mellom Falkensten og Åsgårdstrand (figur 5). Fra 2002 til 2021 var det en økning i grasareal og en reduksjon i areal med korn, noe som kan bidra til å redusere erosjon og fosfor-avrenning. Det var potet på 1-2% av arealet i 2021 og det ble dyrket grønnsaker på ca. 6% av jordbruksarealet (figur 5). I 2002 var det potet og grønnsaker på et større areal, til sammen 11%. Ved dyrking av potet og rotgrønnsaker ligger jorda åpen og erosjonsutsatt store deler av året. Gras beskytter derimot godt mot erosjon. Nedgang i areal med grønnsaker og potet og økt areal med gras bidrar derfor til redusert risiko for erosjon og fosfortap fra jordbruksarealene.

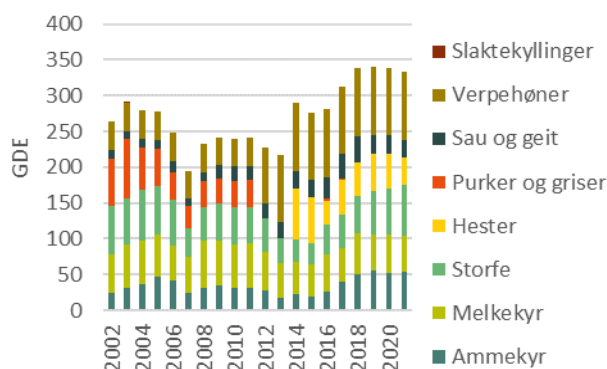


Figur 5. Vekstfordeling på jordbruksareal i nedbørfeltet til Borrevannet og kystlinja mellom Falkensten og Åsgårdstrand 2002-2021. (Kilde: Statistisk sentralbyrå)

Husdyrtetthet

Der det spres mye husdyrgjødsel kan det være ekstra risiko for avrenning av fosfor rett etter spredning og som følge av høy fosforstatus i jorda. Dessuten kan det være lekkasje av næringsstoffer fra gjødsellager. I perioden fra 2002 til 2021 har husdyrtallet økt fra ca. 250 til ca. 330 gjødseldyrenheter (GDE) (figur 6). I 2021 ble det produsert totalt ca. 4,6 tonn fosfor i husdyrgjødsel i nedbørfeltet, basert på antall husdyr som hører hjemme på eiendommer i nedbørfeltet. Denne mengden husdyr-gjødsel svarer årlig til 0,5 kg fosfor/dekar jordbruksareal. Det er ikke kjent hvor mye av husdyrgjødsel som faktisk spres innenfor nedbørfeltet. Det er ikke tilgjengelig informasjon om endringer i bruken av mineralgjødsel.

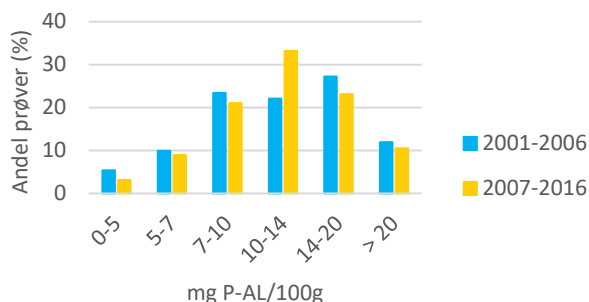
En gjødseldyrenhet (GDE) er definert som fosformengden produsert av en melkeku.
1 GDE = 1 melkeku = 2 hester = 7 sauer = 18 griser = 80 verpehøns = 1400 slaktekyllinger.



Figur 6. Trend i antall gjødseldyrenheter (GDE, en gjødseldyrenhet svarer til 14 kg fosfor i husdyrgjødsel) i perioden 2002-2021 på gårdsbruk i nedbørfeltet fordelt på dyreslag. (Kilde: Statistisk sentralbyrå)

Fosforstatus i jord

Jordas fosforstatus (P-AL) har betydning for fosforavrenningen, dels fordi partiklene som eroderes inneholder mer fosfor ved høy fosforstatus, og dels fordi mer løst fosfat vaskes ut fra jorda når fosforstatus øker. Biotilgjengeligheten av fosfor i avrenningen øker dessuten med økende fosforstatus. Anbefalt fosforstatus for korn- og grasdyrking er 5-7 mg P-AL/100 g.

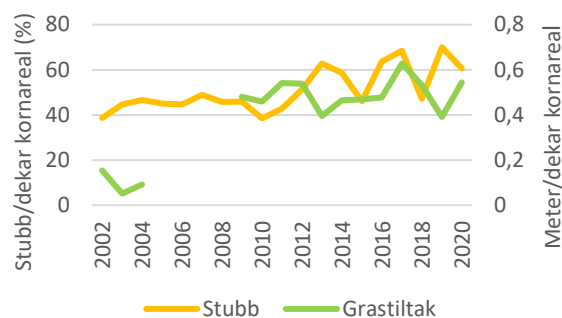


Figur 7. Andel av jordprøver med ulik fosforstatus (mg P-AL/100g) i dyrka mark i to perioder (2001-2006 og 2007-2016) basert på jordprøver fra gårdsbruk i nedbørfeltet (Kilde: NIBIO).

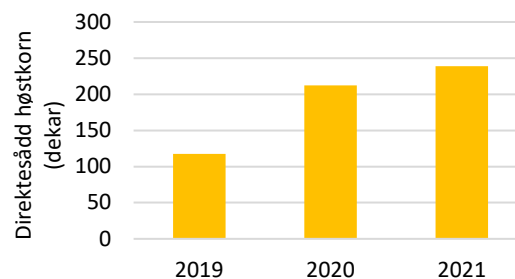
Fosforstatus i dyrket mark i nedbørfeltet er høy, i gjennomsnitt 13 mg P-AL/100 g, og gjennomsnittet har ikke endret seg fra perioden 2001-2006 til perioden 2007-2016 (figur 7). Det var en reduksjon i andel jordprøver med fosforstatus over 14 mg P-AL/100 g fra første til siste periode. I siste periode (2007-2016) var fosforstatus over 14 mg P-AL/100g i ca. 34% av prøvene (figur 7). Når fosforstatus er over 14 mg P-AL/100g anbefales det å ikke gjødsle med fosfor til korn og gras.

Tiltaksgjennomføring i jordbruket

Ifølge registreringer i Regionalt miljøprogram overvintret rundt 60% av totalt kornareal (sum av vårkorn- og høstkornareal) i stubb i 2020 (figur 8), og det har vært en svak økning fra 40% av kornarealet i 2002. Stubb refererer her til RMP-tiltaket «ingen jordarbeiding om høsten», og inkluderer ikke direktesådd høstkorn. Omfanget av direktesådd høstkorn i nedbørfeltet økte fra ca. 120 dekar i 2019 til ca. 240 dekar i 2021 (figur 9). Det har vært gjennomført 0,4-0,6 meter grastiltak (grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner) per dekar kornareal de siste 10 årene. Antall meter med grastiltak har variert fra år til år, men ikke vist noen tydelig trend over tid. I 2020 var det registrert ca. 1 km med grasdekte kantsoner langs vassdrag, som tilsvarer 3% av potensialet for dette nedbørfeltet (ca. 45 km jordbruksareal som grenser mot elv/innsjø). Både overvintring i stubb og grastiltak er viktige tiltak for å redusere erosjon og fosfortap fra kornarealer. Både overvintring i stubb og grastiltak er viktige tiltak for å redusere erosjon og fosfortap fra kornarealer.



Figur 8. Overvintring i stubb (ingen jordarbeiding om høsten, inkluderer ikke direktesådd høstkorn) og grastiltak (grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner) i nedbørfeltet i 2002-2020. (Kilde: Statistisk Sentralbyrå)



Figur 9. Areal med direktesådd høstkorn i nedbørfeltet i årene 2019-2021. (Kilde: Landbruksdirektoratet/eStil-RMP)

AKTUELLE TILTAK OG EFFEKTER PÅ FOSFORTILFØRSLER

Utslipp fra både jordbruk og avløp er en stor utfordring for vannkvaliteten i vannforekomstene i nedbørfeltet til Borrevannet og kystlinja mellom Falkensten og Åsgårdstrand. Samlet fosfortransport i nedbørfeltet, beregnet utfra målte konsentrasjoner av totalfosfor i bekker og elver, er 2,3 tonn/år, mens avlastningsbehovet for totalfosfor er 1,6 tonn/år. Det betyr at tilførslene av totalfosfor må reduseres med ca. 70% for å oppnå miljømålet for totalfosfor.

Ettersom over 50% av biotilgjengelig fosfor tilføres fra avløpssektoren, vil opprydding i avløpsanleggene kunne bidra vesentlig til bedre vannkvalitet. Tiltaks-gjennomføring i jordbruket vil også bidra til å nå miljømålet. Fosforstatus i jorda er i gjennomsnitt høy, og redusert gjødsling med fosfor på jordbruksarealene med høyest fosforstatus er et viktig tiltak. Erosjonshindrende tiltak er bl.a. overvintring i stubb på kornareal, samt grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner på areal med korn, potet og grønnsaker.

Tabell 5. Tiltak for reduserte fosfortilførsler og estimerte effekter. (Kilde: NIBIO)

Tiltak i Borrevannets nedbørfelt	Reduksjon i totalfosfortilførsler*	
	[kg P/år]	[%]
Opprydding i privat avløp	346	9 %
Kommunalt avløp – lekkasjer	413	11 %
Overvintring i stubb, erosjonsrisikoklasse 3-4	239	6 %
Overvintring i stubb, erosjonsrisikoklasse 2-4	532	14 %
Overvintring i stubb, alt kornareal	655	17 %
Grasdekte vannveier	745	20 %
Grasdekte kantsoner	644	17 %
Reduksjon i jordas fosforstatus til P-AL 7 (effekt på løst fosfat ikke estimert)	342	9 %
Kombinasjon av stubb på alt kornareal, grasdekte kantsoner og reduksjon i jordas fosforstatus til P-AL 7	1643	43 %
Fangvekster	Ikke estimert	
Fangdammer	Ikke estimert	
Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel	Ikke estimert	
Reduksjon i punktkilder	Ikke estimert	
Kombinasjon av alle tiltak, jordbruk + avløp	2402	63 %

*Tiltakseffekter på jordbruksareal er beregnet med utgangspunkt i driften på arealene i 2017. Tallene er ikke korrigert for retensjonsprosesser.

Privat og kommunalt avløp

Foreslått opprydding i privat avløp vil potensielt kunne redusere fosfortilførslene i nedbørfeltet med ca. 0,3 tonn/år (9%; tabell 5). Foreslåtte tiltak mot lekkasjer på det kommunale ledningsnettets vil potensielt kunne gi en

reduksjon i fosfortilførsler på ca. 0,4 tonn/år (11%; tabell 5). Disse tiltakene er spesielt viktige ettersom avløp bidrar med over halvparten av biotilgjengelig fosfor i nedbørfeltet.

Jordbruksarealer

Jordbruksarealene i nedbørfeltet domineres av leir- og sandjord dannet på hhv. hav- og strandavsetninger, samt morene. Jorda er bakkeplanert på 7% av arealet. På mesteparten av arealet er erosjonsrisiko mht. flateerosjon klassifisert som lav til middels, men det er også noe areal med høy og svært høy erosjonsrisiko. Det er stedvis risiko for drågerosjon. Erosjonsutsatte kulturer som korn, potet og grønnsaker dyrkes på ca. 70% av jordbruksarealet i nedbørfeltet. (Kilde: NIBIO; Statistisk sentralbyrå)

Tiltakseffekten for jordbruksarealer er beregnet i forhold til jordbruksdriften i 2017. Tiltakseffekten for fosfortap er angitt i % av total fosfortilførsel fra alle kilder (tabell 5). Tiltakseffekten for jordtap (ikke vist) vil være noe høyere enn for fosfortap. En del av jordbrukstiltakene vil også redusere nitrogentilførslene, men effekten er ikke beregnet.

Overvintring i stubb og direktesåing av høstkorn.

Overvintring i stubb (ingen jordarbeiding om høsten) på kornarealer, eller gras på arealer utsatt for erosjon, er viktige tiltak. Det bidrar til å redusere erosjon både på flater og i forsengkninger (dråg). På høstkornareal har direktesåing i stedet for pløying samme effekt. Med utgangspunkt i omfang av overvintring i stubb og direkte-såing av høstkorn i 2017 (om lag 45% av kornarealet) vil stubb og direktesåing på resten av kornarealet (100%) gi en reduksjon i fosfortap på 17%. Disse tiltakene gir også redusert tap av nitrogen fra kornarealene.

Grasdekte vannveier og kantsoner. Grasdekte vannveier er et målrettet tiltak for å redusere erosjon i søkk/ forsengkninger (dråg), og grasdekte kantsoner reduserer erosjon på arealer nær bekken eller elva. Etablering av grasdekte vannveier i nedbørfeltet er beregnet til å gi en reduksjon i fosfortap på 20%, og tilsvarende er det for grasdekte kantsoner beregnet en reduksjon i fosfortap på 17% hvis de anlegges langs alle vassdrag. Et annet aktuelt rensetiltak med gras er **grasstripe i åker**, som anlegges på tvers av fallet i lange hellinger, og reduserer den effektive hellingslengden slik at det blir mindre overflateavrenning og erosjon.

Fangdammer. Etablering av fangdammer, der forholdene ligger til rette for det, vil kunne holde tilbake jord og næringsstoffer og redusere den negative effekten av fosfor nedstrøms fangdammen. Norske studier viser at renseseffekten av fangdammer er målt til 3-15% for nitrogen, 45-75% for partikler og 20-45% for fosfor, med større effekt på partikkelbundet fosfor enn på løst fosfat.

Hydrotekniske tiltak. Der det er problemer med at overflatevann forårsaker overflateavrenning og erosjon, kan hydrotekniske tiltak være en løsning. Aktuelle tiltak er f.eks. nedløpskummer, kumdammer og avskjæringsgrøfter. Det er avgjørende at disse tiltakene utføres på riktig måte mht. beliggenhet, utforming og dimensjonering, hvis ikke kan de virke mot sin hensikt og i verste fall gi store erosjonsskader. Evt. ødelagte/ikke-fungerende anlegg bør repareres/oppgraderes.

Tiltak i potet og grønnsaker. På arealer der det dyrkes poteter og grønnsaker (ca. 10% av jordbruksarealet i nedbørfeltet) bør det etableres fangvekster for å hindre erosjon og fosforavrenning, f.eks. fangvekster sådd etter høsting og brede kantsoner langs bekker og elver. Gras i vannførende dråg, og fangdammer eller sedimentasjonsdammer i jordbruksbekker, bør også vurderes. På lang sikt vil reduksjon i fosforgjødsling ha betydning for fosfor-status i jorda og dermed for risikoen for avrenning av partikkelbundet fosfor og løst fosfat.

Redusert gjødsling. Jordas fosforstatus er høy i nedbørfeltet. Effekten av å redusere jordas fosforstatus på alt areal til middels nivå (P-AL 7) eller lavere er beregnet til 9% reduksjon i fosfortap. Et tiltak er bruk av fosforfri mineralgjødsel til korn og gras på arealer med fosforstatus over 14 mg/100 g. Å legge vekt på redusert fosforgjødsling til potet og grønnsaker på arealer med høy fosforstatus vil også bidra til å redusere fosfortapet. Tiltak som reduserer jordas fosforstatus har ikke umiddelbar effekt, men virker over lang tid. Balansert gjødsling med nitrogen tilpasset plantenes opptak av nitrogen, vil også bidra til redusert avrenning av nitrogen.

Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel. Risikoen for fosforavrenning reduseres ved spredning av husdyrgjødsel om våren eller i vekstsesongen, fordeling av husdyrgjødsel på tilgjengelig spredeareal og da særlig på arealene med de laveste fosfortallene, samt spredning med god avstand til åpent vann. Husdyrtettheten er lav (0,02 GDE/dekar) og tilsier at det er tilstrekkelig spredeareal i området.

Punktkilder i jordbruket

Håndtering av vaskevann og husdyrgjødsel uten lekkasjer er viktige tiltak på gårdsbruk med husdyr.

Andre effekter av tiltak

Tiltak innenfor avløp vil, i tillegg til effekten på eutrofiering i innsjøer, gi redusert organisk belastning, og dermed bedre oksygenforhold for bunndyr og fisk i elver og bekker. Det vil også redusere bakterieforurensingen. Redusert erosjon og avrenning av partikler vil også kunne bedre leveforholdene for bunndyr og fisk, som er avhengige av at substratet ikke tilslammes.

Forfattere: Dominika Krzeminska, Sigrun H. Kværnø, Marianne Bechmann, Stein Turtumøygard