



RAPPORT

M-351 | 2015

Bedre utnyttelse av fosfor i Norge

Muligheter og anbefalinger



KOLOFON

Utførende institusjon

Miljødirektoratet

Oppdragstakers prosjektansvarlig

Gunhild Dalaker Tuseth

Kontaktperson i miljødirektoratet

Gunhild Dalaker Tuseth

M-nummer

M-351

År

2015

Sidetall

32

Miljødirektoratets kontraktnummer

[Kontraksnummer]

Utgiver

Miljødirektoratet

Prosjektet er finansiert av

Miljødirektoratet

Forfatter(e)

Terje Farestveit, Elisabeth Møyland og Ingrid Aarre Daae

Tittel

Bedre utnyttelse av fosfor i Norge

Sammendrag

Fosfor er et grunnstoff som er essensielt for alt liv. Fosfor er satt opp på EUs liste over kritiske råvarer. Årsaken til dette er at utnyttelsen av fosforet er for dårlig, samtidig med at fosforreservene i jordskorpen tappes og fosforet etter hvert får dårligere kvalitet. Europa er i tillegg helt avhengige av import av fosfor.

Det er et stort potensial til å utnytte en større andel av fosforet som er i omløp i Norge. Dersom fosforet utnyttes bedre, vil importen av mineralsk fosfor kunne reduseres betraktelig. Størst potensiale for bedre ressursutnyttelse av fosfor ligger i slam fra fiskeoppdrett og i organisk avfall.

For stor tilførsel av fosfor til vassdragene er en avgjørende årsak til at målene i vannforskriften ikke nås. En bedre utnyttelse og håndtering av fosfor, er derfor en forutsetning for å oppnå god miljøtilstand i våre vassdrag, i henhold til våre forpliktelser overfor EU.

Miljødirektoratet anbefaler Klima- og miljødepartementet å arbeide mot en nasjonal målsetting for bedre ressursutnyttelse av fosfor i Norge. For å sikre et godt grunnlag for et slikt mål, anbefaler Miljødirektoratet at Klima- og miljødepartementet tar initiativ til å få gjennomført en tverrsektoriell utredning.

Emneord

fosfor, ressursutnyttelse, forurensning

Innhold

Konklusjoner og anbefalinger.....	4
Innledning	6
1. Hvorfor er fosfor viktig?	7
1.1 Fosfatstein er en begrenset ressurs og uttaket forurenseser	7
1.2 Bærekraftig utnyttelse av fosfor aktualiseres og konkretiseres i Europa, Norge har ingen samlet tilnærming	8
2. Hva er en fosforplattform?.....	9
3. Potensiale for bedre ressursutnyttelse av fosfor i Norge.....	10
3.1 Husdyrgjødsel	12
3.2 Mineralgjødsel	14
3.3 Fiskeoppdrett	15
3.4 Avløp.....	15
3.5 Organisk avfall	17
4. Forslag til videre fremdrift	19
4.1 Mål og ambisjoner for bedre utnyttelse av fosfor	19
4.2 Hvordan bør arbeidet videreføres?.....	19
5. Kilder	21
Vedlegg 1 Aktiviteter i andre land.....	22
Vedlegg 2 Notat fra Bioforsk.....	25

Konklusjoner og anbefalinger

Fosfor er et grunnstoff som er essensielt for alt liv. Fosfor er nødvendig for all matproduksjon, og er derfor sentralt for forsyningssikkerheten. Fosfor er satt opp på EUs liste over kritiske råvarer. Årsaken til dette er hovedsakelig at utnyttelsen og gjenbruken av fosforet er for dårlig, samtidig med at Europa er helt avhengig av import.

Uten en mer bærekraftig utnyttelse av fosfor, vil tilgangen etter hvert begrenses og kvaliteten på fosforet bli dårligere. Uttaket og bruken vil også medføre økt forurensning. Både i dag, og i uoverskuelig framtid, vil Norge med dagens ressursutnyttelse av fosfor være helt avhengige av import, og det til dels fra ustabile områder.

Det er imidlertid et stort potensial til å utnytte en større andel av fosforet som er i omløp i Norge bedre:

- Mer enn halvparten av fosforet som spres på norske jorder blir ikke tatt opp av planter, men forblir lagret i jorden eller renner ut i vassdrag.
- Fosfor fra fiskeoppdrett utnyttes ikke. Årlig tapes derfor i størrelsesorden 9.000 tonn fosfor fra denne næringen.
- Fosforet i avløps slam er i dag lite tilgjengelig for plantene. Betydelige mengder fosfor fra avløps slam deponeres derfor i jorden, uutnyttet.
- Det er et større potensial for utnyttelse av fosfor fra organisk avfall og aske (fra biobrenselanlegg) i Norge, til bruk på landbruksjord og i drivhus, parker og hager. Årlig tapes det fosforressurser i størrelsesorden 3400 tonn fra disse avfallsfraksjonene.

Det vil framover produseres større mengder avløps slam på grunn av nye renseanlegg langs kysten. Oppdrettsnæringen er i vekst og slammengden fra settefiskanlegg vil øke. Slammet fra både fra de nye avløpsanleggene og fra oppdrettsnæringen produseres i områder hvor det i utgangspunktet er liten etterspørsel etter fosforprodukter og jordforbedringsmateriale. Det er derfor en risiko for at fosforet i disse kildene ikke blir utnyttet. Heller ikke fosforressursene i organisk avfall og aske fra biobrenselanlegg utnyttes optimalt. Store mengder matavfall forbrennes, slik at næringsstoffene går tapt. Asken fra biobrenselanlegg blir hovedsakelig deponert.

Fosforet som ender opp i naturen, kan utgjøre et forurensningsproblem. Tilførsel av fosfor til vassdrag er en av de viktigste årsakene til at målene i vannforskriften ikke nås. En bedre utnyttelse og håndtering av fosfor, er en forutsetning for å oppnå god miljøtilstand i våre vassdrag, i henhold til våre forpliktelser overfor EU.

Dersom fosforet utnyttes bedre, vil importen av mineralsk fosfor kunne reduseres betraktelig. En bedre ressursutnyttelse av fosfor vil være i tråd med regjeringens satsning på bioøkonomi, og EUs arbeid med å innføre en sirkulær økonomi. Begge har som mål at ressursene våre skal utnyttes optimalt. For å få til dette, må lønnsomheten ved utnyttelse av fosforressurser sikres gjennom gode rammebetingelsene. Det må legges til rette for et marked for god ressursutnyttelse. Blant annet kan det være aktuelt å se nærmere på synergieffekter mellom nasjonale mål for biogass og bedre utnyttelse av fosfor.

I dag er det få virkemidler for å sikre at gjødselplaner i landbruket følges opp, og det finnes store mengder fosfor lagret på jorder, som både kan og bør utnyttes bedre. Revisjonen av

gjødselvareforskriften og krav til spredning og lagring av husdyrgjødsel, er sentrale virkemidler for å unngå sløsing av fosfor i jordbruket og avrenning til vassdrag.

For å kunne utnytte fosfor bedre, vil det i noen tilfeller være nødvendig å utvikle ny teknologi. Muligheter for å trekke fosfor ut av avløpslam, bør for eksempel undersøkes nærmere. Det samme bør konsekvenser ved eventuelt å gå over fra kjemisk til biologisk fosforrensing ved avløpsanleggene, for å gjøre fosforet i avløpslammet mer plantetilgjengelig. I hvilken grad det kan være aktuelt å kreve at oppdrett skal skje i tetter merder og i større grad på land, for å få tak i slammet og dermed fosforet fra anleggene, er en annen problemstilling som bør studeres nærmere.

For å kunne prioritere mellom aktuelle tiltak for å oppnå bedre ressursutnyttelse av fosfor, kreves det en bedre oversikt over miljø-/klimaregnskapet og økonomiske konsekvenser av nye versus gamle løsninger i ulike sektorer. Det er også sentralt å se nærmere og mer generelt på regelverket knyttet til fosfor. Dette er for å sikre at riktige betingelsene for bedre ressursutnyttelse er til stede, og at ansvar og myndighet er konkret plassert.

Problemstillinger knyttet til fosfor berører områder som ikke eksklusivt ligger under Klima- og miljødepartementet. Dette gjelder især landbruks- og fiskerivirksomhet, men også blant annet utenrikspolitiske forhold. Uten en overordnet nasjonal målsetting, tror vi derfor det vil være vanskelig å få gjennomført de tiltakene og endringene som er nødvendige, for å sikre en god ressursutnyttelse av fosfor. Miljødirektoratet anbefaler derfor Klima- og miljødepartementet å arbeide mot å fastsette et mål for ressursutnyttelse av fosfor i Norge.

For å sikre et godt grunnlag for et slikt mål, anbefaler vi departementet å nedsette et utvalg bestående av fagfolk fra flere relevante etater og institusjoner. Utvalget bør gjennomføre en kartlegging av hvor fosfor kan og bør utnyttes bedre, og hvordan dette kan gjøres. Arbeidet med vannforskriften og betydningen av fosforavrenning for tilstanden i resipienter bør vektlegges, og sees i sammenheng med aktuelle tiltak. Norges mål og ambisjoner på biogassområdet likeså.

Potensialet for økt gjenbruk og hvilke endringer og hvilken innovasjon dette vil kreve, bør synliggjøres av utvalget. Kostnader med gjenbruk kontra miljøgevinst bør også belyses. Hvilke bransjer og organer som bør bidra til måloppfyllelse, bør også avklares.

Bedre ressursutnyttelse av fosfor er en forholdsvis ny problemstilling, og det vil derfor også være sentralt å få gjennomført en kartlegging av virkemidlene for å nå målene om fosforutnyttelse. Rammebetingelsene må sikre at bedre ressursutnyttelse er lønnsomt og dermed prioriteres. Utvalget bør komme med konkrete forslag til endringer i regelverket, der de ser et behov.

Innledning

Klima- og miljødepartementet ba, i brev datert 17. oktober 2014, Miljødirektoratet om å gå i dialog med Norsk Vann, Avfall Norge, VAnnforsk og Avfallsforsk og eventuelt andre berørte, for å diskutere etablering av en fosforplattform i Norge. Departementet ønsket både en vurdering av behovet for en slik plattform, og hva som eventuelt bør være de viktigste aktivitetene.

Departementet bad om en rapport innen 1. mai 2015. Fristen ble senere utsatt til 15. mai 2015.

Arbeidet har blitt gjennomført av en referansegruppe bestående av Henrik Lystad og Jens Måge fra Avfall Norge, Arne Haarr i Norsk Vann og Herman Helness i VAnnforsk og seksjon for lokal forurensning og seksjon for avfall og grunnforurensning i Miljødirektoratet. Gruppen har hatt fem møter.

Arbeidet er i hovedsak avgrenset til å omfatte miljøaspekter knyttet til fosfor. Utenrikspolitiske forhold og spørsmål rundt sårbar framtidig forsyning knyttet til et produkt som stort sett må importeres, er viktige, men er ikke vesentlig belyst i dette arbeidet.

For å kunne vurdere behovet for å arbeide videre med ressursutnyttelse av fosfor, har referansegruppen forsøkt å identifisere hvilke problemstillinger som er sentrale, hvor potensialet for å gjenbruke fosfor er størst, og hva vi trenger å se nærmere på.

Alle data som viser bruk og utnyttelse av fosfor i Norge er hentet fra et notat som Bioforsk utarbeidet for referansegruppen, jf. vedlegg 2 *Fosforsituasjonen i Norge*, Notat. Ola Stedje Hanserud, Eva Brod, Arne Grønlund. Bioforsk, 2015.

1. Hvorfor er fosfor viktig?

Fosfor er et grunnstoff nødvendig for alt liv. Fosfor inngår blant annet i DNA-molekylet og i sentrale cellestrukturer. Fosfor er essensielt for all matproduksjon, og er derfor sentralt for forsyningsikkerheten. Fosfor inngår i mineralgjødning, og gjenbrukes fra husdyrgjødsel, avløpslam og andre sekundærråstoffer.

Fosfor er svært reaktivt, og forekommer i naturen som fosfat. Produksjon av fosfor skjer gjennom utvinning av fosfatstein, der ca 80 % går til mineralgjødning. I EU og Norge importeres nesten all mineralgjødning brukt i landbruk og industri.

Fosfor er en kilde til forurensning, hvis det slippes ut for store mengder i sjø og vassdrag. Spesielt er kontroll av utslipp av fosfor til ferskvann viktig, for å begrense uønsket algeoppblomstring. Tilføres en innsjø for store mengder fosfor over tid, kan algeveksten i vassdrag føre til begroing i vann og på strender, og gi dårlige betingelser for biologien. Vannet kan bli uegnet som drikkevannskilde både for dyr og mennesker, og lite egnet til bading. En algeoppblomstring kan dessuten være giftproduserende. Reduksjon i utslipp av fosfor fra landbruk, avløp og akvakultur, er blant de viktigste tiltakene som må gjennomføres etter vannforskriften, for å oppnå ønsket miljøtilstand.

1.1 Fosfatstein er en begrenset ressurs og uttaket forurensner

I 2014 satte EU fosfor på listen over kritiske råvarer. Bakgrunnen for dette er at fosfatstein er en begrenset ressurs, og at kildene til fosfatstein i all vesentlighet disponeres av land utenfor EU som USA og Sør-Afrika og hovedsakelig av Marokko (inkludert okkuperte Vest-Sahara) og Kina.

Det er uklart hvor lenge fosfatreservene vil vare. Dette vil blant annet avhenge av befolkningsvekst, og hvorvidt man oppdager nye fosfatreserver. Det ser imidlertid uansett ut til å være enighet om at gruvene med høyest kvalitet av fosfatstein etter hvert vil tappes, og at fosforet som da blir tilgjengelig vil ha en dårligere kvalitet. Blant annet vil innholdet av tungmetaller øke.

Miljøkonsekvensene ved gruvedrift er en av årsakene til at bedre utnyttelse av fosfor har blitt aktualisert. Den mest omtalte bekymringen knyttet til uttak av fosfat er at framtidige kilder vil inneholde mer kadmium, siden mineralsk fosfor i økende grad vil måtte hentes fra sedimentære bergarter. For noen områder oppgis det at også innholdet av krom og fluor vil kunne være høyt. Gruvedrift kan generelt føre til at tungmetaller og andre potensielt miljøskadelige stoffer blir gjort mer tilgjengelig i miljøet.

Gruvedrift fører med dagens teknologi dessuten til store naturinngrep, og sakene er ofte svært konfliktfylte. Særlig er det å finne en hensiktsmessig disponering av avgangsmasser utfordrende.

Energiforbruket knyttet til fosforuttaket er ganske lavt i dag sammenlignet med annen gruvedrift, men vil øke ettersom det blir nødvendig å hente ut fosfor fra sedimentære bergarter. Det samme gjelder dersom det etter hvert må etableres renseløsninger for kadmium, fordi innholdet er for høyt til at fosforet kan utnyttes som mineralgjødsel.

Gruvedrift har et høyt vannforbruk, og dette vil være kunne være problematisk ved uttak i områder eller perioder med vannmangel.

Det utvinnes ikke fosfor i Norge i dag, men NGU har kartlagt fosfatressurser (apatitt) i enkelte områder. NGU har funnet betydelige mengder fosfat av god kvalitet i Norge, og flere områder kan være interessante å undersøke nærmere. Særlig i Sør-Vest Norge er det funnet ressurser av betydning. Foreløpig er det imidlertid uklart hvorvidt en utvinning av fosfat i Norge vil kunne være lønnsom, og hvor stor andel av vårt behov for mineralisk fosfor som ev. kan dekkes og hvor lenge. En mulig utvinning av fosfat i Norge vil på noen måter kunne være mindre miljøbelastende enn utvinningen som foregår mange andre steder. Dette er blant annet fordi vi ikke har samme problemer med tungmetaller, som kadmium, i tilknytning til fosfatforekomstene.

1.2 Bærekraftig utnyttelse av fosfor aktualiseres og konkretiseres i Europa, Norge har ingen samlet tilnærming

I 2013 sendte EU-kommisjonen ut en melding om bærekraftig bruk av fosfor (COM(2013) 517). Det ble pekt på en rekke utfordringer knyttet til utnyttelse av fosfor og argumentert for tiltak. Som en kommentar til denne meldingen fra EU, laget regjeringen et faktnotat i mars 2013. Regjeringen pekte der på at økt effektivisering og bedre utnyttelse av fosfor fra avfall og gjødsel kan redusere jordbrukets, skogbrukets og matindustriens sårbarhet for tilgangen til fosfor.

Endringer i regelverk i EU vil kunne få konsekvenser for hvordan vi i Norge innretter vårt samfunn og vår økonomi, med tanke på ressursutnyttelse. EU-Kommisjonen la 2. juli 2014 fram en omfattende politikkpakke til støtte for en sirkulær økonomi. Målet med en sirkulær økonomi, er å holde ressurser i kretsløpet så lenge som mulig, og dermed minimere behovet for uttak av nye, jomfruelige ressurser og mengden restavfall. EU pekte på at avfallssektoren er en viktig del av en slik sirkulær økonomi.

EU-kommisjonen la samtidig frem forslag til revidert regelverk på avfallsområdet som innebar blant annet forslag til nye materialgjenvinningsmål for 2025 og 2030 i rammedirektivet for avfall:

- 70 prosent av husholdningsavfallet og lignende avfall skal gå til forberedelse til ombruk og materialgjenvinning innen 2030. I 2020 er målet for dette avfallet 50 prosent.
- For å redusere kontamineringen av annet avfall foreslo kommisjonen at landene skal innføre separat innsamling av organisk avfall innen 2025.

EU-kommisjonen foreslo også at medlemslandene skulle innføre tiltak for å redusere mengden matavfall gjennom verdikjeden for mat, og et mål om at mengden matavfall reduseres med minst 30 prosent i perioden fra 1. januar 2017 til 31. desember 2025.

Denne ambisiøse politikpakken til støtte for en sirkulær økonomi er nå trukket tilbake av den nye kommisjonen. Den nye kommisjonen forventes imidlertid å legge frem nye og mer ambisiøse mål på dette området, mot slutten av 2015.

Det er også forventet at kommisjonen på et senere tidspunkt vil foreslå et regelverk som sikrer økt materialgjenvinning av fosfor spesielt.

Regjeringen besluttet i 2015 at det skal utarbeides en nasjonal bioøkonomistrategi. Bioøkonomien handler om omdannelse av biomasse til energi, mat, fôr, materialer, kjemikalier, fiber- og andre industriprodukter. Begrepet omfatter bl.a. skogbruk, jordbruk, fiskeri og havbruk, samt næringsvirksomhet knyttet til bærekraftig høsting og videreforedling av biomasse fra disse næringene.

For ressursutnyttelse av fosfor, er det imidlertid i dag ingen overordnet målsetting eller strategi i Norge. Fosfor som gjødsel og som forurensningsproblem er i Norge regulert i ulike sektorlovverk, men det er så langt ingen samlet tilnærming.

2. Hva er en fosforplattform?

Fordi fosfatstein er en begrenset ressurs, miljøkonsekvensene ved uttaket og bruken er store og framtidig forsyningssikkerhet og pris er usikker, har mange land startet et arbeid med å utnytte fosfor bedre. Disse arbeidene er dels i regi av miljøvernmyndigheter alene, men stort sett sammen med berørte organisasjoner. Et økende antall land arbeider i det som kalles fosforplattformer.

En fosforplattform er et kontakt- og arbeidsforum. De ulike landenes fosforplattformer har forskjellige prioriteringer, men typiske oppgaver for fosforplattformene er å:

- utarbeide visjoner, mål, ambisjoner for gjenbruk av fosfor
- øke bevisstheten om fosfor som ressurs og hvordan den kan gjenvinnes
- redusere tap av fosfor og redusere overgjødsling og eutrofiering av vassdrag
- vurdere hvilke forskrifter og regler som må være på plass for å kunne utnytte fosfor på en hensiktsmessig måte, blant annet hvordan man kan sikre lettere omsetning internasjonalt for gjenbrukt fosfor
- ta initiativ til opprettelsen av fagnettverk og sikre dialog mellom parter
- peke på forskning- og utviklingsbehov, og eventuelt hjelpe til med at prosjekter kommer i gang og blir effektivt prioritert
- være et talerør for gjenbruk av fosfor

Det er også etablert noen generelle næringsplattformer, hvor nitrogen i tillegg til fosfor er inkludert.

Alle fosforplattformer er basert på medlemskap og er avhengig av medlemsavgifter. Disse kan være store, som den europeiske plattformen, hvor det koster nesten 100 000 kroner for nasjonale myndigheter og i underkant av 20 000 for andre organisasjoner å delta. Det brukes

relativt beskjedne statlige ressurser til å drifte plattformene. Plattformene er ikke direkte koblet til forskning og utvikling, selv om de enkelte aktørene og organisasjonene for eksempel stiller anlegg til disposisjon for testinger og forsøk.

En oversikt over fosforarbeid i andre sammenliknbare land for Norge finnes i vedlegg 1.

3. Potensiale for bedre ressursutnyttelse av fosfor i Norge

Under vil vi gi en oversikt over mengder fosfor som er i omløp i Norge, og hvor mye som utnyttes i dag. Vi kommer også forslag til hvordan gjenbruken kan øke. Alle tall er hentet fra et notat som Bioforsk har laget på oppdrag fra referansegruppen, jf. notat datert 5. mars 2015 (vedlegg 2).

Tabell 1 viser andelen fosfor som importeres årlig. Det blir importert omtrent like mye fosfor i råfosfat til produksjonen av mineralgjødning, som fosfor til fôr i akvakulturnæringen. Fosfor i importert mat og dyrefôr til husdyr er i samme størrelsesorden. I tillegg kommer fosfor i fanget fisk som blir brakt til land.

Importert fosfor	Tonn P/år
Fosfor til mineralgjødning	8400
Fôr akvakultur	9400
Mat	4900
Fôr husdyrhold	4400
Fiskeri	14000
Sum importert fosfor	41100

Tabell 1 Import av fosfor til Norge per år, 2009-2011. Tabellen omfatter ikke råfosfat som Yara importerer til produksjon av mineralgjødning for eksport.

Tabell 2 gir en oversikt over mengden fosfor i ulike avfallsressurser, og hvorvidt fosforet nyttiggjøres i landbruket eller på grøntarealer. Tabellen viser at fosfor fra fiskeoppdrett ikke utnyttes.

Avfallsressurs	Tonn P/år	Spres på jorder
Husdyrgjødsel	11600	11600
Utslipp fra fiskeoppdrett	9000	0 ¹
Avløpsvann (inkl. spredt avløp)	3100	1000
Avfall fra sjømatproduksjon	1100	
Kjøttbeinmel	1000	2500
Annet slakteriavfall	1200	
Matavfall (sortert og usortert)	1100	
Sum avfallsressurser	28100	

Tabell 2 Andelen fosfor i avfallsressurser, sammenholdt med mengden som tilbakeføres til landbruket eller grøntarealer

Av det som tilføres landbruket og grøntarealer av husdyr- og mineralgjødsel, er det en vesentlig andel som ikke tas opp av plantene. Tabell 3 viser tilført fosfor til landbruksjord og grøntarealer versus uttak av planter. 49% av den fosforen som tilføres landbruksjord og grøntarealer per år, 2009-2011 (Bioforsk, 2015) blir tatt opp av planter. Omlag 5% renner av til vann. De resterende 46% forblir lagret i jorden.²

Tilførsel til jord	Tonn P/år	%
Husdyrgjødsel (ekskl. utmark)	11600	51
Mineralgjødsel	8400	37
Organisk gjødsel (avløpsslam, kompostert våtorganisk avfall og kjøttbeinmel)	2500	11
Atmosfærisk deponering	200	1
Sum tilførsel	22700	100

Uttak fra jord	Tonn P/år	%
Planteoptak	11000	49
Erosjon og avrenning	1200	5
Sum uttak	12200	54

Tabell 3 Tilførsel til landbruksjord og grøntarealer versus uttak per år, 2009-2011, (Bioforsk, 2015)

¹ Det er i de siste årene satt krav til rensing fra settefiskanlegg, noe som tilsier at noe fosfor fanges opp, men dette er så langt små mengder.

² Fosforet som ikke tas opp av planter, men lagres i jorden, kan være en potensiell ressurs til fremtidig utnyttelse. Det er imidlertid ikke gjort noen vurdering av hvor mye av den «lagrede» fosforen som er reelt sett vil kunne være tilgjengelig for planteoptak.

Tabell 4 gir en oversikt over hvor mye fosfor tapes direkte fra ulike andre kilder i Norge.

Tapspost	Tonn P/år
Deponering	1200
Avfall fra fiskeri	1100
Husdyrgjødsel utmark	800
Sum	3100

Tabell 4 Fosfor (tonn) som tapes direkte fra ulike kilder, i Norge (Bioforsk, 2015)

3.1 Husdyrgjødsel

Husdyrgjødsel er den største fosforkilden i Norge med 11.600 tonn (jf. tabell 2). Gjødselen blir spredd på jorder, og fosforet i gjødselen er i utgangspunktet lett tilgjengelig for planter. Det spres imidlertid for mye gjødsel i dag i forhold til plantenes behov.

Hvis gjødselen ikke moldes ned i jorden, vil den kunne renne av til vassdrag. Mengden som renner av til vassdrag vil variere med avstand til vassdrag, terrenghelling og nedbør. Når jorden blir mettet med fosfor, vil også fosforet renne av til vann (inkludert grunnvann). Fosforavrenning er en av de viktigste årsakene til eutrofiering, og avrenning fra landbruket er identifisert som en av de viktigste kildene til at vannforekomster ikke når målene i vannforskriften.

Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav (gjødselvarerforskriften), stiller krav om at lagre for husdyrgjødsel skal ha tilstrekkelig kapasitet, slik at gjødselen kan lagres fram til spredning i tillatte perioder. Lageret må i tillegg ha kapasitet til å oppbevare eventuell gjødsel som måtte ligge igjen i lageret etter siste utkjøring. I praksis har imidlertid mange for dårlig lagringskapasitet, slik at gjødselen blir spredd på tidspunkt hvor plantene ikke kan godtgjøre seg næringen. Revisjon av dagens gjødselvarerforskrift bør avgrense den mengde husdyrgjødsel som kan brukes pr arealenhet. Dette vil skape store overskudd av husdyrgjødsel i deler av landet.

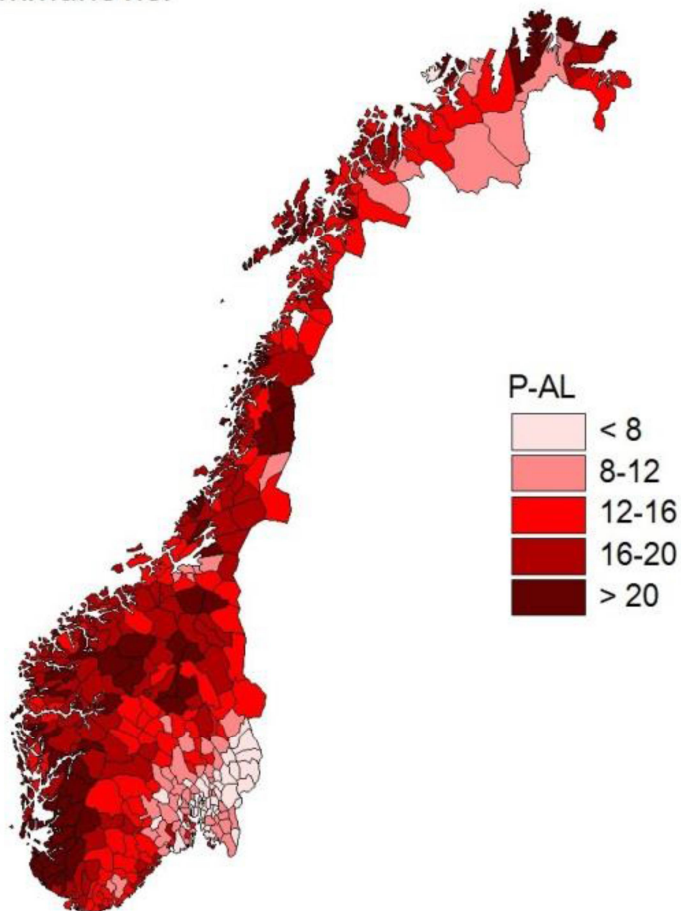
Forskrift om gjødslingsplanlegging stiller i § 3 krav om gjødselplan, og at gjødslingsbehovet skal avpasses etter blant annet "avlingsnivå ut fra egne dokumenter eller anslåtte erfaringer for hvert enkelt skifte», jf. § 3 punkt 6. Foretak som har husdyr eller får tilført husdyrgjødsel, slam eller annen organisk gjødsel, skal også beregne forsvarlig mengde forbruk av dette for kommende vekstsesong, jf. § 3 punkt 4. Dersom det i gjødslingsplanleggingen settes et for høyt forventet avlingsnivå vil det imidlertid også beregnes et for høyt gjødslingsbehov. Dette betyr at selv om gjødslingsplanen følges, så gjødsles det mer enn hva plantene egentlig trenger.

Bedre gjødselhåndtering vil medføre mindre avrenning fra jorder. Det er imidlertid begrenset med virkemidler for å sørge for at gjødselplanen blir etterlevd. Det er også store forskjeller mellom kommuner i hvordan kontroll av miljøplan og gjødselplan foretas. Også Riksrevisjonen viser i «Riksrevisjonens undersøkelse av måloppnåelse og styring i jordbruket», dokument 3:12

(2009-2010), til uttalelser fra Bioforsk, som peker på at det er manglende virkemidler og varierende grad av oppfølging og kontroll av gjødselplanen i landbruket. En bedre oppfølging og kontroll av gjødslingsplan og miljøplan vil imidlertid kreve økte ressurser hos kommuner og fylkesmannen.

Som grunnlag for gjødslingsplanlegging er det krav til at det tas jordprøver hvert 5 - 8 år, og at fosfor måles som såkalte P-AL tall. Figur 1 (Bioforsk Jord og Miljø, 2013) viser fordeling av fosfor i jord. Det viser seg at selv der det er svært høye nivåer av plantetilgjengelig fosfor i jorda blir det likevel gjødslet med mer fosfor. På arealer der det er svært høye P-AL tall i jorda kan det derfor være et behov for å sette restriksjoner for bruk av fosforgjødsel.

Gjennomsnittlig PAL-nivå i jordprøver.
Kommunevis.



Figur 1 fordeling av fosforinnhold i jordprøver (Kilde: Bioforsk Jord og miljø, 2013)

Fordelingen av husdyrgjødsel i Norge er svært ulik geografisk. Visse deler av landet har høy dyretetthet, mens andre har lavere, med ensidig dyrking av korn og andre plantevekster. Dette fører til en meget skjev fordeling av fosforet fra husdyrgjødsel. Visse regioner får tilført mer fosfor enn det som tas ut av jorda via innhøsting og avrenning, mens i andre regioner må fosfor tilføres som mineralgjødsel, se figur 1.

Hvis strukturen i landbruket ikke skal endres vesentlig, må mindre fosfor tilføres jorda i regioner med høy dyretetthet, og fosfor fraktes ut av disse regionene til områder med lav dyretetthet. Husdyrgjødsel består imidlertid av mye vann, som er dyrt å frakte over store avstander. Transporten representerer også klimagassutslipp. Bearbeiding av gjødsel, for eksempel til pellets eller liknende, som er enklere å frakte, kan dermed ha et stort potensial. I så fall vil det være behov for virkemidler, både for bearbeiding og for transport, for å utløse potensialet. Lønnsomheten i dette er ikke avklart her.

Bedre lagringskapasitet kan være bra for å hindre overforbruk av gjødsel på jordene og dermed gi mindre utslipp av fosfor, men for klimaet er ikke dette gunstig. Husdyrgjødsel som lagres i gjødselkjellere fører til dannelse av metangass, som er en potent klimagass. Det er derfor et politisk ønske i Norge om at 30 % av husdyrgjødsel skal nyttes til produksjon av biogass.

Endringer i regelverket for spredning av husdyrgjødsel (revisjon gjødselvareforskrift og oppfyllelse av vanddirektivet) vil kunne stimulere til økt produksjon av biogass- og biogjødselprodukter (gjødselprodusenter), fordi gjødsel da må transporteres til slike behandlingsanlegg. Energien fra biogassanlegget kan med fordel utnyttes i prosessen med dannelse av gjødselprodukter. Dette representerer derfor nye næringsmuligheter i landbruk og industri, i tråd med Regjeringens satsning på bioøkonomi, jf. punkt 1.2.

De største kostnadene knyttet til produksjonen av biogass ved større anlegg, er ifølge Avfall Norge knyttet til transport. God logistikk ved store anlegg er avgjørende for at de skal lønne seg. For å nå målet om utnyttelse av husdyrgjødsel til biogass og gjødselprodukter er det avgjørende at det skapes en marked som gjør både store og små anlegg lønnsomme.

Markedet og industrien utvikles hovedsaklig regulativt, og gjennom rammebetingelser som skaper lønnsomhet, og dermed investeringer i anlegg som driver kostnadene ned. På denne måten etablerer flere leverandører seg, og konkurransen i markedet stimulerer ytterligere til teknologiutvikling og kostnadsreduksjon. Gjennom etablering av gode rammebetingelser, kan derfor et videre arbeid med bedre ressursutnyttelse av fosfor også bidra til å skape et bedre markedet for biogass og gjødselprodukter.

3.2 Mineralgjødsel

Det importeres om lag 8400 tonn P/år til Norge gjennom mineralgjødsel (Bioforsk, 2015). Mineralgjødsel overforbrukes i stor grad i jordbruket. En stor andel av det som blir spredt på jordene blir derfor ikke tatt opp av planter, men lagres i jorden eller renner av.

Fordi fosforet i mineralgjødsel i dag kommer fra en ikke-fornybar ressurs (fosfatgruver), og framtidige kilder til fosfor i mineralgjødsel vil ha en dårligere kvalitet med høyere tungmetallinnhold, kan det være verdt å se på alternative fosforkilder til dagens mineralgjødsel.

Mineralgjødsel (kunstgjødsel) faller ikke inn under virkeområdet til gjødselvareforskriften, jf. forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav. Kvalitetskravene til mineralgjødsel er regulert i forskrift om handel med gjødsel og kalkingsmidler mv, jf. § 10. I henhold til denne forskriften skal innholdet av kadmium (Cd) i mineralgjødsel, ikke overstige 100 mg Cd per kg fosfor. Innholdet av Cd i mineralgjødsel som brukes i Norge i dag, er generelt lavt (Jordforsk, 2000).

3.3 Fiskeoppdrett

Oppdrett er den største kilden til utslipp av fosfor i Norge, med i størrelsesorden 9.000 tonn/år. Dette tallet vil øke betydelig framover, ettersom bransjen vokser. Det samles nesten ikke opp slam fra sjøbasert oppdrett i dag.

Det er og vil bli stilt krav til rensing for mange settefiskanlegg, som fører til oppsamling av fosfor gjennom slammet fra anleggene. I hvor stor grad dette fosforet kan utnyttes vil avhenge av mengder slam som samles opp, behandlingsmetoder og avsetningsmuligheter. Lange avstander oppdrettsanleggene til områder hvor fosforet kan utnyttes, er én aktuell utfordring. Slammet fra fiskeoppdrett vil potensielt sett kunne utnyttes til biogass og i kompost/jordprodukter.

Det er en tendens til at fisk i oppdrettsanlegg får en stadig lengre oppholdstid på land, eller i lukkede anlegg ved elvemunninger (post smolt). Endringer i oppholdstiden for vil føre til økte utslipp og dermed et større behov for rensing. Her er det så langt ikke funnet gode løsninger for utnyttelse av slammet.

Det er ikke avklart i dag om det vil være kosteffektivt å samle opp fôrrester og annet avfall som forlater oppdrettsmerdene for å gjenvinne fosfor. Det kan likevel være viktig å undersøke dette nærmere, spesielt i lys av at det er et generelt press på næringen om landbaserte eller lukkede anlegg. Bedre fosforutnyttelse kan således være en del av en samlet argumentasjon for endringer i bransjen.

Det pumpes også død fisk fra merder, men det meste av dette ressursutnyttes som biogass og dyrefôr, via produksjon av ensilasje.

3.4 Avløp

Norske avløpsrensianlegg er generelt konstruert for å fjerne fosfor, og til en viss grad organisk materiale, for å hindre eutrofiering i resipienten. Dette oppnås først og fremst ved hjelp av kjemisk felling med aluminium eller jern. Behandlet avløpsslam inneholder dermed mye fosfor, organisk materiale og nitrogen, som potensielt sett kan gjenbrukes.

Det produseres i overkant av 130 000 tonn slam regnet som tørrstoff i Norge, og mer enn det dobbelte regnet som faktisk volum. I størrelsesorden 2/3 av dette brukes i jordbruk, og det resterende stort sett på grøntarealer eller som dekke på deponier. Det er en målsetting om at minst 70 prosent av produsert avløpsslam gjenbrukes som en ressurs, og at det sørges for at kvaliteten til slammet er i samsvar med dette (Protokoll for vann og helse, vedtatt av regjeringen i 2014).

Bruk av aluminium og jern fjerner effektivt fosfor fra avløpsvannet. Fordi bindingene mellom fosfor og fellingskjemikalierne er så sterke, er imidlertid deler av fosforet i avløpsslammet ikke så tilgjengelig for opptak i planter som andre fosforkilder. Den plantetilgjengelige delen av fosfor i slammet tas opp de første årene etter at slammet spres på jordene. Etter noen år vil det biologisk tilgjengelige fosforet være brukt opp, og resten lagres i jorda eller vaskes ut og renne av til resipient. Av de samlede utslippene av fosfor fra avløp på 3100 tonn i dag, inkludert fra slam som spres på jorder etc, tas ca. 1.000 tonn opp av planter (Bioforsk, 2015).

Det er begrenset kunnskap om hva som skjer med den sterke bindingen mellom fosfor og fellingskjemikalier etter at slam er nedmoldet i jord. Dette er imidlertid et av temaene for det pågående Bioforsk-prosjektet «Avløpslam til landbruksarealer - resirkulering av fosfor og mattrygghet», der blant annet plantetilgjengelig fosfor i avløpslam, samt effekt på tilgjengelig fosfor i jord både på kort og lang sikt, blir undersøkt.

Potensielt kan problemet med lite plantetilgjengelig fosfor i avløpslam etter kjemisk felling løses ved at Norge i større grad går over til biologisk fosforfjerning. Vi må i så fall bygge om våre renseanlegg. Med det sterkt forfjenede avløpsvannet vi har i Norge, får vi imidlertid ikke samme høye rensegrad for fosfor med biologiske metoder som ved kjemisk fosforfjerning. HIAS renseanlegg i Hamarregionen arbeider for tiden med å se på biologisk fosforfjerning for norske forhold.

Et alternativ til overgang til biologisk fosforfjerning, er å trekke ut fosforet etter kjemisk rensing og produsere to typer slam, et fosforprodukt og et jordforbedringsmiddel, som da må behandles ulikt. Dette vil trolig være omfattende og kostbare tiltak. En annen mulighet er å trekke ut fosforet av slammet og utnytte dette som en gjødselingsrediens. Resten av slammet kan da brukes som jordforbedringsmiddel.

Alternative fellingskjemikalier kan også være aktuelt, for å oppnå et lettere tilgjengelig fosfor i slammet. For noen år siden ble det brukt kalk som fellingskjemikalium, noe man sort sett har gått bort fra av flere årsaker, blant annet arbeidsmiljø. Kalk binder fosforet i mindre grad enn jern og aluminium. Produsenter arbeider også med bruk av lavere konsentrasjoner av fellingskjemikalier.

Tilførsler av slam og andre organiske gjødseltyper gir en bedre struktur på jorda, som samtidig kan medføre at avrenningen reduseres, og at betingelsene for organismer som lever i jorda bedres. Hvor store og varige disse effektene er, og hvordan de varierer er ikke godt kjent. Bioforsk arbeider imidlertid for tiden med et program som blant annet skal forsøke å svare på disse spørsmålene. Dette arbeidet skal være avsluttet i løpet av 2015.

Oppsummert kan vi si at fosfor fra avløpslam generelt kan utnyttes bedre ved:

- økt tilgjengelighet for opptak i planter
- å utnytte slammets egenskap som jordforbedringsmiddel bedre, dersom det er et potensiale
- at slam kan fraktes fra områder med fosforoverskudd til områder med behov gjennom tørking, eller inngå i jordprodukter
- at slam blir delt i en fosforrik gjødseldel og en fosforfattig jordforbedringsdel. Gjødseldelen kan da primært inngå i jordprodukter, kompost eller organiske gjødselprodukter (renseanlegget ved Stavanger, som drives av IVAR er et eksempel på dette. Det ferdige produktet selges via avfallsselskapet HØST)
- at slam i større grad utnyttes i områder med skinn jord, for å bedre denne
- at slam utnyttes på andre områder enn i dag, eksempelvis til biomasseproduksjon som for eksempel energiskog

Avløpsbransjen og oppdrettsnæringen står dessuten overfor felles utfordringer med økende slamproduksjon og behov for omsetning av slam. Det er derfor et potensial for å se på felles løsninger for økt fosforutnyttelse i de to bransjene.

3.5 Organisk avfall

Organisk avfall omfatter i denne sammenhengen matavfall fra husholdninger og kasserte rester fra næringsmiddelindustri, såkalt våtorganisk avfall, samt park- og hageavfall, kjøttbeinmel (fra slakteriavfall), og aske fra biobrenselanlegg. En del av dette avfallet tilbakeføres allerede til kretsløpet, der fosfor utnyttes av plantene til ny vekst.

For at fosforet i det organiske avfallet skal kunne utnyttes, må det bearbeides, enten gjennom kompostering eller i et biogassanlegg. Kompost og biogjødsel (fraksjonen som er igjen etter at matavfallet har vært i en biogassreaktor) inneholder næringsstoffer som nitrogen og fosfor. Gjødselprodukter basert på organisk avfall har samme innhold av næringsstoffer som mineralgjødsel, og vil dermed potensielt sett kunne erstatte bruken av mineralgjødsel.

For å få et bilde av hvor godt vi utnytter næringsstoffene i organisk avfall har vi her brukt tall fra SSB og Bioforsk (2015). SSB la i 2014 om metodikken for beregning av avfallsmengder i avfallsregnskapet for 2012. Denne omleggingen har medført at mengde våtorganisk avfall i restavfall ikke lenger inngår i mengden generert våtorganisk avfall, noe som kan gi et feil bilde av potensialet for økt ressursutnyttelse i avfall. Vi har derfor benyttet SSB-statistikk fra 2011 regnskapet.

Avfallsregnskapet for 2011 viser at det oppstod nesten 1,5 millioner tonn våtorganisk avfall. Av 1,5 millioner våtorganisk avfall ble 370 000 tonn materialgjenvunnet (fôrproduksjon). Videre ble nærmere 270 000 tonn biologisk behandlet (enten ved kompostering eller biogassbehandling). Inkluderes park- og hageavfall, ble rundt 400 000 tonn organisk avfall biologisk behandlet og næringsstoffene i avfallet tilbakeført til naturen via hage- eller jordbrukssektoren. Statistikken viser at om lag 840 000 tonn våtorganisk avfall ble behandlet i avfallsforbrenningsanlegg. Når våtorganisk avfall forbrennes i avfallsbehandlingsanlegg, utnyttes ikke næringsstoffene i avfallet. Av SSBs statistikk viser dermed at det er et ganske stort potensial for bedre utnyttelse av næringsstoffer.

Beinrester fra slakteriavfall kan males opp til kjøttbeinmel. Kjøttbeinmel er også en kilde til fosfor. Utredninger Miljødirektoratet fikk utført i 2014, viser at det i 2003 ble produsert rundt 17 000 tonn kjøttbeinmel (Aquateam Cowi, 2014). Tidligere ble kjøttbeinmelet benyttet som fôr til produksjonsdyr. På grunn av smittefare av farlige sykdommer til dyr, ble det fra 2001 ikke anledning til å benytte kjøttbeinmel i fôr og måtte derfor benyttes i andre produkter. I dag anvendes kjøttbeinmel som fôr til kjæledyr, pelsdyr og noe til gjødsel. Kjøttbeinmel er ikke lengre like attraktivt til konvensjonelt jordbruk pga. pris og endring i regelverk. Derimot benyttes noe kjøttbeinmel som gjødsel til økologisk landbruk. Fra 2014 selges kjøttbeinmel som gjødsel kun til gjødselprodusenter godkjent av Mattilsynet. Kjøttbeinmel brukes da som en del av et gjødselprodukt. Ca. 3 500 tonn kjøttbeinmel antas å bli solgt til gjødselprodusent i år.

Som følge av etablering av såkalte biobrenselanlegg, det vil si forbrenningsanlegg etablert for å utnytte varmen fra biomasse fra skog, dannes det mye aske. Asken har et høyt innhold av næringsstoffer som fosfor (P), kalium (K) og kalsium (Ca), men på grunn av lavt nitrogeninnhold (N), er det kun i kombinasjon med en nitrogenkilde at asken har en god gjødslingseffekt. Det er også oppkonsentrert en del tungmetaller i asken, og det er kun visse asketyper (såkalt bunnaske) som kan benyttes. Størsteparten av bioasken som genereres i dag leveres til deponi, og fosforet utnyttes derfor ikke.

Det foreligger svært lite data på mengden bioaske som genereres årlig i Norge. Et grovt estimat basert på mengde produsert bioenergi gir en total årlig askemengde på ca. 52 000 tonn, hvorav ca. 30 000 tonn stammer fra treforedlingsindustrien (NGI, 2013). Hvis en antar en fosforandel på 1,5% i aske (Skog og Landskap, 2014) gir dette et teoretisk potensial på 780 t fosfor fra aske fra biobrenselanlegg.

Bioaske kan benyttes i skog, og dette er ikke særskilt regulert i Norge. For øvrig kan bioaske benyttes som innsatsmateriale i øvrige jordforbedringsmidler eller gjødselvarer som reguleres av gjødselvarerforskriften (jf. *forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav*) og disponeres på jordbruks- og grøntarealer.

Bioforsk (2015) gir en oversikt over mengder fosfor i organiske avfallsfraksjoner og hvor mye av dette fosforet som potensielt sett kan utnyttes. Basert på et gjennomsnitt fra avfallsmengdene kjøttbeinmel/slakteriavfall og matavfall i 2009-2011, er det beregnet en mengde på 3300 tonn fosfor/per år tilgjengelig i disse avfallsfraksjonene. Videre viser notatet at vi tilfører 650 tonn fosfor/år fra organisk gjødsel (henholdsvis 200 tonn P fra kompostert våtorganisk avfall og 450 tonn P fra kjøttbeinmel). Det er dermed et potensial for å utnytte ytterligere 2650 tonn fosfor fra organisk avfall.

Noe av fosforet i disse avfallsfraksjonene, særlig for kjøttbeinmel, foreligger på en form som er lite plantetilgjengelig. Imidlertid er det teknologisk mulig å ekstrahere fosforet fra kjøttbeinmelet. Fosfor i øvrig organisk avfall er organisk bundet, og vil frigjøres etter hvert som det organiske materialet brytes ned.

Det er mange prosesser på gang i norsk sammenheng, som vil påvirke rammebetingelsene for økt og bedre utnyttelse av fosforet i organisk avfall, blant annet revisjon av gjødselvarerforskriften. Denne forskriften regulerer blant annet bruk av organiske avfallstyper og husdyrgjødsel, og har bestemmelser om gjødselplanlegging. Endringer i forskriften kan føre til at vi får bedre utnyttelse av fosforkildene i husdyrgjødsel og organisk avfall. Her vil særlig forskriftens bestemmelser som gjelder gjødselplanlegging kunne få betydning, slik at næringsstoffene i tilgjengelige gjødselmateriale utnyttes bedre.

Regjeringen la i 2014 frem Nasjonal tverrsektoriell biogasstrategi med forslag til ulike tiltak for å øke produksjon og bruk av biogass. Selv om strategien ikke inneholdt konkrete forslag til å øke bruken av biogjødsel (produktet som er igjen etter behandling av det organiske avfallet i biogassanlegget), vil de andre foreslåtte virkemidlene indirekte kunne trekke i retning av at også biogjødsel (der næringsstoffene er) blir en del av verdikjeden for biogasproduksjonen og dermed mer attraktiv å utnytte. Som en direkte oppfølging av biogasstrategien har Klima- og miljøverndepartementet gitt Miljødirektoratet i oppdrag å utrede virkemidler som fremmer utsortering av våtorganisk avfall. En økning i mengde våtorganisk avfall som sorteres ut og behandles i biogass- eller komposteringsanlegg, vil også øke mengden biogjødsel og kompost til bruk på landbruks- og grøntarealer. Dermed vil også gjenbruk av fosfor fra våtorganisk avfall økes.

En annen viktig pågående prosess er arbeidet med forebygging av matsvinn. Matbransjen, med støtte fra myndighetene, har tatt initiativ til prosjektet ForMAat, som blant annet jobber med tiltak for å minske matsvinn i hele verdikjeden fra produksjons-, detaljist- og handelsleddet til forbrukerleddet (matsvinn.no). Dette arbeidet ledes nå inn i en mer forpliktende fase ved at myndighetene og mat- og dagligvarebransjen i mai 2015 undertegner en avtale om å redusere matsvinn. Denne avtalen vil legge rammer for hvordan myndighetene og bransjen sammen kan jobbe for å redusere matsvinn. Resultatene av arbeidet vil kunne påvirke at vi ikke kaster så mye mat, og at vi på den måten utnytter næringsstoffene, herunder fosfor bedre.

Begrensninger i bruk av torv i kompostmarkedet av klimahensyn, vil kunne øke forbruket av kompost. Avfallsbransjen, med Avfall Norge i front, har nylig startet prosjekt «God jord». Dette er et toårig prosjekt som har som mål å øke etterspørselen etter kompostbaserte jordprodukter, og følge opp forslag om å utarbeide en nasjonal plan for utfasing av torvuttak (Avfall Norge 1a, 2014). Avfall Norge peker på et teoretisk potensial om at kompost kan dekke dagens etterspørsel etter torvbaserte produkter (Avfall Norge 1b, 2014). Det dreier seg om kompost fra hageavfall, matavfall og avløps slam. Økt bruk av kompost, vil medføre økt ressursutnyttelse av fosfor. Miljødirektoratet må utrede omfanget av dette potensialet nærmere.

4. Forslag til videre fremdrift

4.1 Mål og ambisjoner for bedre utnyttelse av fosfor

Bærekraftig utnyttelse av ressurser er en forutsetning for god miljøforvaltning. Fosfor som ressurs og forurensningskilde er i dag regulert av ulike sektorer, men det er så langt ingen samlet tilnærming med sikte på optimal ressursutnyttelse.

Et nasjonalt mål for gjenbruk av fosfor vil være med på å sikre gode rammebetingelser for fosforutnyttelse. For å fastsette et slikt mål, kan potensialet som er pekt på i denne rapporten tas som et utgangspunkt.

Fordi utslipp av fosfor også utgjør et forurensningsproblem, som hindrer oppnåelse av kravene i vannforskriften, bør et mål om fosforutnyttelse også ha som formål å redusere avrenning til vassdrag.

4.2 Hvordan bør arbeidet videreføres?

Miljødirektoratet anbefaler Klima- og miljødepartementet å starte et arbeid med å fastsette en nasjonal målsetting for bedre ressursutnyttelse av fosfor. Målene bør sees i sammenheng med arbeidet med vannforskriften, og betydningen av fosfor som forurensningskilde. Revisjonen av gjødselverforskriften (forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav), og Klima- og miljødepartementets oppdrag til Miljødirektoratet om å utrede virkemidler som fremmer utsortering av våtorganisk avfall, vil også være svært aktuelle arbeider som må sees i sammenheng med målet om fosforutnyttelse.

Arbeidet med fosfor berører flere sektorer, blant annet landbruk og fiskeri. For å kunne fastsette et mål om fosforutnyttelse, anbefaler Miljødirektoratet derfor Klima- og miljødepartementet å ta initiativ til å sette ned et tverrsektorielt utvalg. Utvalget bør gjennomføre en kartlegging av hvilke kilder til fosfor som kan utnyttes bedre, og hvordan utslipp av fosfor som medfører forurensningsproblemer kan reduseres.

Økonomiske konsekvenser versus miljøgevinst ved gjenbruk av fosfor bør avklares nærmere. Noen fosforkilder vil være ressurskrevende å utnytte bedre, og trolig kreve til dels store

investeringer og omlegginger. Hvilke endringer og innovasjon som kreves, bør synliggjøres. Hvilke bransjer og organer som bør bidra til måloppfyllelse bør også avklares.

Eventuelle behov for endringer i regelverket og rammebetingelser, bør trekkes frem. Her vil særlig den allerede pågående revisjonen av gjødselverforskriften stå sentralt.

Utvalgets arbeid bør munne ut i et forslag til et mål for fosforutnyttelse i Norge. Forslaget bør blant annet ta høyde for i hvor stor grad Norge kan og bør kunne være selvforsynt med fosfor, hovedsakelig gjennom en bedre ressursutnyttelse.

Når det er vedtatt målsettinger og ambisjoner for fosforutnyttelse, og etablert gode rammebetingelser, vil etablering av en fosforplattform eller tilsvarende forum kunne være hensiktsmessig. Et slikt forum vil kunne inspirere norske fagmiljøer og virksomheter til å ta i bruk ny teknologi for å øke ressursutnyttelsen, stimulere til innovasjon, og tilrettelegge for endringer i relevante bransjer.

5. Kilder

Aquateam Cowi, 2014: *Forbruk av annen organisk gjødsel for å beregne utslipp av N₂O fra jordbruket.*

Avfall Norge, 2014: 1a) Nasjonal plan for utfasing av torvuttak:
<http://www.avfallnorge.no/nyheter1.cfm?pArticleId=36238&pArticleCollectionId=2556> 1b)
 Kompost kan erstatter torv:
<http://www.avfallnorge.no/nyheter1.cfm?pArticleId=34949&STARTROW=1>

Bioforsk, 2015: *Fosforsituasjonen i Norge*, Notat. Ola Stedje Hanserud, Eva Brod, Arne Grønlund

EU-kommisjonens melding om bærekraftig bruk av fosfor, 2013:
<http://ec.europa.eu/environment/consultations/pdf/phosphorus/EN.pdf>

European Sustainable Phosphorus Platform (ESPP) <http://phosphorusplatform.eu/>

Forskrift om handel med gjødsel og kalkingsmidler mv.
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2003-07-04-1063>

Gjødselvereforskriften, forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav:
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2003-07-04-951?q=forskrift+om+g%C3%B8dselvarer+mv.+av>

Matsvinn.no: <http://matsvinn.no/>

Nasjonal tverrsektoriell biogasstrategi, 2014:
<https://www.regjeringen.no/nb/dokumenter/Nasjonal-tverrsektoriell-biogasstrategi/id2005701/>

NGI, 2013: *Kartlegging av organiske og uorganiske avfallstyper og aske, genererte mengder og økologisk påvirkning*

Regjeringens notat om bærekraftig bruk av fosfor, 2013:
<https://www.regjeringen.no/nb/dokumenter/barekraftig-bruk-av-fosfor/id744521/>

“Risk assessment of cadmium in mineral fertilisers in Norway using model calculations”
 Jordforsk, 2000:
http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/files/reports/norway_en.pdf

Skog og landskap 2014: http://www.skogoglandskap.no/filearchive/rapport_12-2014_innovativ_utnyttelse_av_aske_fra_trevirke.pdf

SSB, avfallsregnskap, 2011: <http://www.ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/avfregno/aar/2013-02-14?fane=tabell&sort=nummer&tabell=96576>

Vedlegg 1 Aktiviteter i andre land

Sverige

Sverige er kanskje det enkeltland som har brukt mest statlige ressurser på kartlegging av behovet og mulighetene for gjenbruk av fosfor. De har ikke etablert noen plattform, og arbeidet skjer gjennom Naturvårdsverket og Miljøverndepartementet, og dels Svenskt Vatten.

I 2012 fikk Naturvårdsverket (tilsvarende Miljødirektoratet) i oppdrag av regjeringen å utrede mulighetene for en bærekraftig utnyttelse g av fosfor.

I 2013 forelå forslagene (Hållbar återføring av fosfor, rapport 6580, september 2013), med forslag om at innen 2018 skal:

- minst 40% av fosforet i avløpet brukes til jordbruksformål
- minst 50% av organisk matavfall fra husholdninger, storkjøkken, butikker og restauranter sorteres ut og behandles biologisk slik at vekstnæring nyttiggjøres og der minst 40% behandles slik at energien nyttiggjøres

Samme år ga regjeringen et nytt oppdrag: å foreslå hvordan et investeringsbidrag (fosforskatt) for bærekraftig gjenbruk av fosfor skulle kunne finansieres. I tillegg skulle det lages en samfunnsøkonomisk konsekvensanalyse og kost/effekt-analyse knyttet til en slik støtteordning. Forslaget ble oversendt regjeringen i desember 2013.

Revaq, er et sertifiseringssystem for slam, etablert av Svenskt Vatten, som eier og forvalter systemet. Det drives i samarbeid med kommuner, Landbrukarnas Riksförbund (LRF) dagligvarehandelen og Livsmedelsföretaget. Formålet med sertifiseringssystemet er å sikre at avløpslam har så god kvalitet at det kan utnyttes innen landbruket.

Danmark

I 2011 ble det etablert et «innovasjonspartnerskap» i Danmark for å arbeide for å nyttiggjøre fosfor i slam og avfall bedre. Partnerskapet består av ca. 60 organisasjoner og selskaper. Statlige myndigheter spiller en mindre rolle, men «innovasjonspartnerskapet» er et ledd i regjeringens avfallsstrategi og implementering av dens miljøteknologiske handlingsplan, «Miljøteknologi - til gagn for miljø og vekst».

De arbeider med:

- utvikling av teknologi (ambisjonene er å være i forkant når det gjelder utvikling av teknologi for gjenbruk av fosfor)
- markedsutvikling (prissetting, produktutvikling fra rejektivann og slam, bruke samlebegrepet «biosolids» som varemerke for slam, sette nasjonale mål for ombruk)
- utvikling av forskrifter og regulering (utvide anvendelsen av slam, produkt i stedet for avfall)

I ressursstrategien «Danmark uden affald»³ fra desember 2013 angir regjeringen i Danmark et mål om at 80 % av fosforet i avløpslam skal gjenvinnes innen 2018 og at 60 % av organisk

³ http://mst.dk/media/mst/Attachments/Ressourcestrategi_DK_web.pdf

avfall fra servicesektoren skal gjenvinnes (materialgjenvinning eller biologisk behandling) innen 2018, mens 50 % av organisk avfall, papir-, papp-, glas-, tre-, plast- og metallavfall (samlet) fra husholdninger skal gjenvinnes innen 2022.

Det er også et mål i Danmark om å behandle 50 % av all husdyrgjødsel i biogassanlegg, men dette er ikke koblet til utnyttelse av næringsstoffene i husdyrgjødsel.

Nederland

Nederland er det landet som har vært mest aktive i arbeidet med en fosforplattform. I 2011 ble «Phosphate Value Chain Agreement» undertegnet. Det var en avtale mellom staten (to departement), over 20 private aktører, involverte (avløps- og avfallsselskaper, bondeorganisasjoner) og ideelle organisasjoner. Avtalen går ut på at alle underskrivere skal bidra til å skape et marked for gjenbruk av fosfor. I avtalen har de enkelte organisasjoner beskrevet hva de skal gjøre for å sikre omsetning av fosforholdig avfall og produkter, samt hva de har av forventninger til andre medvirkende organisasjoner. Basert på dette ble en Nutrient Platform etablert og i Infrastruktur- og miljøverndepartementet er det satt av en person som arbeider full tid med gjenbruk av primært fosfor, og i nært samarbeid med plattformen.

Fra 1. januar i år ble gjenbruk av fosfor tatt inn i den nederlandske gjødsellovgivningen. Da ble det tillatt å bruke struvitt, magnesiumfosfat og kalsiumfosfat til gjødsling. Dette er et ledd i å prøve å etablere et marked for gjenvunnet fosfor i Nederland og resten av EU.

I de tre sørligste provinsene i Nederland er det startet et returprosjekt for å fremme økt gjenbruk av fosfor gjennom kontakt mellom produsenter, potensielle brukere og leverandører av ulike tekniske løsninger.

Tyskland

I Tyskland ble det etablert en fosforplattform, German Phosphorus Platform (DPP)¹⁵ november 2013. Vertskap ved etableringen var Tysklands miljøvernminister, Peter Altmaier. Formålet er å arbeide for bærekraftig bruk av fosfor, i samarbeid med den europeiske plattformen. Ambisjonene ser i første omgang ut til å være å innhente og spre dokumentasjon og oppmuntre til teknologiutvikling. De vil utarbeide en veileder i god utnyttelse av fosfor.

15. februar i år ble plattformen registrert som eget ikke-kommersielt selskap.

Internasjonalt innen EU

I mars 2013 ble European Sustainable Phosphorus Platform (ESPP) etablert, hvor mer enn 150 organisasjoner, inkludert myndigheter, signerte en protokoll fra den første fosforkonferansen. Organisasjonen, som nå har 28 betalende medlemmer, arbeider primært med å etablere nettverk som skal sikre aktiviteter i EU og medlemsland for å øke gjenbruken av fosfor. I desember 2014 ble den registrert som et ikke-kommersielt selskap i Belgia, med formål å arbeide for en bærekraftig utnyttelse av fosfor. Tre nasjonale myndighet er angitt å være medlem. De er tidvis observatører i ulike prosesser innen EU og arbeider for at fosfor skal inkluderes i Horizon 2020.

EUC har blant annet konkludert med at det er behov for å overvåke fosforstrømmer, redusere tap fra landbruk, innføre balansert gjødsling, innføre incentivordninger for å oppmuntre til effektiv utnyttelse av fosfor, innføre støtteordninger for prosjekt, gjennomgå nasjonal

lovgivning for å sikre bærekraftig utnyttelse av fosfor, etablere en felles EU-policy for gjenbruk og definere FoU-behov.

Det er pekt på paradokset at det er overskudd på fosfor i områder hvor det er høy dyretetthet. Det understreker behovet for å ta i bruk teknologier for behandling av naturgjødsel, samt å jobbe mot en mer restriktiv gjødsellovgivning.

EU arbeider også selvstendig med fosforproblematikken. Kommisjonen sendte blant annet ut et spørreskjema i juli 2013 organiserte EU ut en spørreundersøkelse til om hvor opptatt de var av fosfor, og eventuelt hvorfor. Planen var å lansere en strategi for bærekraftig bruk av fosfor: http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/files/docs/euomed_presentations/speight_phosphorus_recycling_en.pdf

Svarene tyder på at det er forsyningsikkerheten og kadmium (dels uran og krom) knyttet til utvinning av fosfor fra gruvevirksomhet, som opptar de fleste land og organisasjoner mest. <http://recyclingportal.eu/Archive/6418>

<http://www.phosphorusplatform.eu/downloads.html>

Andre

USA og Canada har etablert The North American Partnership for Phosphorus Sustainability.

Global Phosphorus Research Network, er en gruppe på fem forskningsorganisasjoner i Australia, Sverige, Nederland og Canada. Organisasjonen er finansiert av egne midler, bidrag fra industrien og kommuner.

UNEP organiserer The Global Partnership on Nutrient Management (GPNM), en informasjonsportal. Den består av en rekke enkeltpersoner, ideelle organisasjoner, industrier og myndigheter, miljøverndepartementene i Italia, Nederland, Indonesia, Thailand, samt landbruksdepartementet i USA. Organisasjonen arbeider mest med matproduksjon og klima, og virker å arbeide mer med nitrogen enn med fosfor.

I de baltiske landene er det startet arbeider med gjenbruk av næringsstoffer.

I Storbritannia og i Frankrike arbeides det med å etablere plattform eller nettverk, mens det i Tsjekkia og Spania er tatt initiativ, men det virker der å være et godt stykke fram til det eventuelt etableres organisasjoner. I både Storbritannia og Frankrike er det også myndighetsaktiviteter som arbeider med fosfor som begrenset ressurs, uten at de et knyttet til arbeidet med plattform. I Frankrike har gjødselvarerindustrien begynt å publisere oversikter over bruk av ulik gjødsel, samt åpnet for å bruke organisk avfall i produksjonen av organisk gjødselproduksjon. (Scope Newsletter fra ESPP nr. 107, oktober 2014).

Vedlegg 2 Notat fra Bioforsk



NOTAT

Til: Miljødirektoratet

Fra: Ola Stedje Hanserud, Eva Brod og Arne Grønlund

Kopi til:

Dato: 05.03.2015

Fosforsituasjonen i Norge

Innledning

På oppdrag fra Miljødirektoratet skisserer vi her en kvantifisering av fosfor (P) i Norge (I) og diskuterer kort utfordringer knyttet til en nasjonal forvaltning av fosfor (II). Det meste av tallmaterialet er basert på Hamilton et al. (akseptert for publisering i Journal of Industrial Ecology). Publikasjonen kvantifiserer mengden fosfor i omløp i akvakultur-, fiskeri- og landbrukssektoren, så vel som i avfallssektoren som samler opp fosforrike fraksjoner fra prosessering og konsum av mat. Om ikke annen kilde er spesifisert, bør det altså refereres til Hamilton et al. (akseptert for publisering). Studien er basert på statistisk tallmateriale for perioden 2009-2011 der gjennomsnittet av årlige mengder er tatt for å utligne variasjoner mellom enkeltår. Av interesse er også Ihlen et al.'s (2014) kartlegging av apatitressurser i Norge.

I. Kvantifisering av fosfor i Norge

Import av fosfor til Norge

I Tabell presenteres mengden fosfor som blir importert til Norge hvert år. Summen av all importert fosfor er 41 100 t P/år. Det blir importert omtrent like mye fosfor i råfosfat til produksjonen av mineralgjødning som fosfor i dyrefôr til bruk i akvakultur. Fosfor i importert mat og dyrefôr til husdyr er i samme størrelsesorden. I tillegg kommer fosfor i fanget fisk som blir brakt til land. Tabell omfatter ikke råfosfat som Yara importerer til produksjon av mineralgjødning for eksport.

Tabell 1. Import av fosfor til Norge per år, 2009-2011

Importert fosfor	Tonn P/år
Fosfor til mineralgjødning	8400
Dyrefôr akvakultur	9400
Mat	4900
Dyrefôr husdyrhold	4400
Fiskeri	14000
Sum importert fosfor	41100

Fosfor i avfallsressurser

Tabell viser mengden fosfor i avfallsressurser som potensielt kan gjenvinnes og erstatte importert mineralisk fosfor. Til sammen utgjør fosfor i avfallsressurser en mengde på 28100 tonn P/år. Av alle fosforrike avfallsressurser utgjør husdyrgjødsel den største andelen. Husdyrgjødsel inneholder mer fosfor enn mineralisk fosfor gjødning (Tabell). Fosfor i slam fra fiskeoppdrett er i samme størrelsesorden som husdyrgjødsel og mineralgjødning.

Tabell 2. Oversikt over mengde P i avfallsressurser i ulike sektorer i Norge per år, 2009-2011

Avfallsressurs	Tonn P/år
Husdyrgjødsel	11600
Slam fra fiskeoppdrett	9000
Avløpsvann (inkl. spredt avløp)	3100

Avfall fra sjømatproduksjon	1100
Kjøttbeinmel	1000
Annet slakteriavfall	1200
Matavfall (sortert og usortert)	1100
Sum avfallsressurser	28100

Den norske fosforbalansen for jord

Feil! Fant ikke referansekilden. sammenligner tilførsler til og uttak av fosfor fra jord. Jord omfatter her både landbruksjord og grøntarealer. I tillegg til husdyrgjødsel og mineralgjødsel blir noe fosfor tilført som organisk gjødsel som avløpslam, kompostert våtorganisk avfall og kjøttbeinmel. En liten mengde fosfor blir tilført med atmosfærisk deponering. Uttak fra jorden skjer gjennom opptak i planter og som erosjon og avrenning. Balansen viser at det blir tilført 10 500 tonn mer fosfor til jord enn det blir tatt ut. Det resulterer i at 10 500 tonn fosfor blir akkumulert i jord hvert år. Hele 46% av den mengde fosfor som tilføres jord hvert år akkumuleres i jord, mens 49% blir tatt opp av planter.

Tabell 3. Fosforbalanse for landbruksjord og grøntarealer per år, 2009-2011

Tilførsel til jord	Tonn P/år	%
Husdyrgjødsel (ekskl. utmark)	11600	51
Mineralgjødsel	8400	37
Organisk gjødsel	2500	11
Atmosfærisk deponering	200	1
Sum	22700	100
Uttak fra jord		
Planteopptak	11000	49
Erosjon og avrenning	1200	5
Sum uttak	12200	

Akkumulering i jord	10500	46
Sum uttak og akkumulering	22700	100

Fosfortap

Tabell viser tapsposter for fosfor i Norge. Den største tapsposten er fosfor i slam fra fiskeoppdrett. Slam fra fiskeoppdrett blir i dag ikke fanget opp fra merdene. De andre tapspostene utgjør en relativt liten del av summen av tapt fosfor.

Vi har valgt å ikke betrakte akkumulert fosfor i jord som et tap, men heller som en potensiell ressurs og som en kilde til tap gjennom erosjon og avrenning. Se også seksjon II.

Tabell 4. Tapsposter for fosfor per år, 2009-2011

Tapspost	Tonn P/år
Slam fra fiskeoppdrett	9000
Erosjon og avrenning	1200
Deponering	1200
Avfall fra fiskeri	1100
Husdyrgjødsel utmark	800
Sum	13300

II. Utfordringer knyttet til fosfor forvaltning i Norge

De presenterte tallene viser et stort potensial for å forbedre den norske P-forvaltningen. To typer tiltak vil stå sentralt:

- Resirkulering av fosfor i avfallsressurser
- Utnyttelse av fosfor i jorden som ressurs

Nedenfor diskuterer vi noen utfordringer knyttet til disse tiltakene.

Resirkulering av fosfor i avfallsressurser

Gjenvinning versus resirkulering

Når det gjelder resirkulering av fosfor i avfallsressurser som tiltak for en bedre fosforforvaltning i Norge, er det viktig å skille mellom den totale mengden fosfor i avfallsressurser som presentert i Tabell 1 og potensiell gjenvinning og resirkulering.

- Gjenvinning gjenspeiler den mengden fosfor som kan fanges opp fra avfallsstrømmer.
- Resirkulering er den mengden fosfor tilbakeført til landbruksjord som er plantetilgjengelig og som faktisk reduserer bruk av mineralgjødsel.

Total P-mengde > gjenvinnbar P-mengde ≥ resirkulerbar P-mengde

Geografisk distribusjon av avfallsressurser

En ujevn geografisk distribusjon av avfallsressurser, sammenlignet med hvor det er behov for gjødsel, er en faktor som påvirker mengden fosfor som kan resirkuleres. De presenterte tallene i Tabell 2 er aggregerte tall for Norge, men avslører ikke hvordan disse er fordelt geografisk. Flere av avfallsressursene er store i volum, noe som vanskeliggjør transport av avfallsressurser til jordbruksområder med behov for fosforgjødsel.

Eksempel husdyrgjødsel:

Husdyrgjødsel består av mye vann som er dyrt å frakte over store avstander og vil medføre unødvendig mye klimagassutslipp fra transport. Knutsen og Magnussen (2011) kvantifiserer mengden fosfor i husdyrgjødsel i Rogaland av 2009 til å være 164

248 gjødseldyrenheter (GDE). En GDE tilsvarer et utslipp på 14 kg P i husdyrgjødsel, noe som betyr at husdyrgjødsel generert i Rogaland i 2009 inneholdt ca. 2300 tonn fosfor, inkludert utskilt fosfor på beite - innmark og utmark. Dette er ca. 20% av den nasjonale mengden fosfor i husdyrgjødsel.

Eksempel slam fra fiskeoppdrettsanlegg:

Slam fra fiskeoppdrettsanlegg blir i dag ikke fanget opp fra merdene og er derfor listet som tapspost i Tabell . Hvert år slippes like mye fosfor til fjordene med slam fra fiskeoppdrettsanlegg som mengden fosfor i mineralgjødsel. Å utnytte denne avfallsressursen krever oppsamling fra havet, avsalting og avvanning før transport til jordbruksområder med behov for fosforgjødsel. Det er mye teknologiutvikling som gjenstår. Et forskningsprosjekt med tittelen «Fiskeslam som ressurs for bioenergi og plantevekst» og finansiering av Forskningsrådet og industripartnere undersøker for tiden ulike teknologiske muligheter (2013 - 2016).

Plantetilgjengelig fosfor i avfallsstrømmer

Den totale mengden fosfor i avfallsstrømmer er ofte ikke i samsvar med den mengden som er tilgjengelig for planter. Mens fosfor i mineralgjødsel foreligger som vannløselige fosfater, som for eksempel monokalsiumfosfater, kan fosfor i avfallsstrømmer foreligge i et betydelig antall av både uorganiske og organiske P forbindelser med ulik løselighet i jorden. Effektiviteten til fosforrike avfallsstrømmer som fosforgjødsel måles som mineralgjødselekvivalenter (ME%).

Eksempel kjøttbeinmel:

Kjøttbeinmel har ifølge Jeng et al. (2006) 50 ME%. Nylige forsøk tyder på en enda lavere ME% (upubliserte tall fra Brod et al.). Dette er fordi fosfor i kjøttbeinmel hovedsakelig foreligger som apatitt, et tungt løselig mineral som også er kilden til fosfor i råfosfat. Ekstraksjon av fosfor fra kjøttbeinmel med svovelsyre vil kunne resultere i et gjødselprodukt med samme virkning som vanlig mineralgjødsel.

Resirkulering: klimagassutslipp og andre miljøkonsekvenser

Vi har ikke hatt tid til å gå inn på klimaeffekter av å gjenvinne og resirkulere fosfor fra avfallsressurser i dette notatet, heller ikke andre potensielle miljøkostnader eller -gevinster. Her er likevel noen relevante referanser vi kjenner til:

De Vries et al. (2012)

Spångberg (2014)

Tidåker et al. (2006)

Utnyttelse av fosfor i jorden som ressurs

Utnytting av fosfor i jorden er, som nevnt under seksjonen om fosfortap ovenfor, tosidig. Det er en kilde til erosjon og avrenning, men kan også anses som fosforressurs, og de to henger sammen.

Akkumulert fosfor i jorden er en kilde til erosjon og avrenning fordi det forventes et tilnærmet lineært forhold mellom fosforinnhold i jord og avrenningstap av fosfor fra jord (Smith et al. 1999).

Akkumulert fosfor i jorden kan på den andre siden anses som fosforressurs fordi den skal tas hensyn til under gjødselplanlegging. Ved beregning av fosforbehovet skal gjeldende anbefalte gjødslingsnormer for korn, gras og oljevekster korrigeres for nivået av plantetilgjengelig fosfor i jord, målt som P-AL (Krogstad et al. 2008). Det betyr at der P-AL-nivået er høyt og det er økt risiko for avrenningen, anbefales det at det gjødsles med en mindre mengde fosfor enn det plantene trenger, slik at underskuddet av fosfor hentes fra tidligere akkumulering i jorden. Slik kan mengden akkumulert fosfor i jord bygges ned over tid. Målet er å nærme seg et nivå som både er optimalt for plantevekst og som reduserer risikoen for tap til vannresipienter gjennom erosjon og avrenning (Krogstad et al. 2008).

Til hvilken grad akkumulert fosfor i jord kan anses som fosforressurs er avhengig av mange faktorer. For eksempel vil fosfor som tilføres jord med et lavt P-AL tall raskt gå inn i tungt løselige kjemiske forbindelser slik at bare en liten andel av tilført fosfor vil være tilgjengelig for plantene årene etter. Til sammenligning vil en større andel av fosfor som tilføres jord med et høyt P-AL tall være tilgjengelig årene etter. Til hvilken grad akkumulert fosfor i jorden kan utnyttes, påvirkes av agronomiske tiltak som dyrking av vekster med god evne til å utnytte fosfor eller forbedring av jordstruktur.

Artikkelen til Hanserud et al. (nevnes under) tar også for seg gjødseloverskuddet i hvert fylke gitt et prinsipp om balanse gjødsling og korrigerings for eksisterende P-AL-nivå i jorden.

Konklusjon

Det er et stort potensial for gjenvinning og resirkulering av fosfor fra avfallsressurser i Norge til landbruksjord som gjødsel. I tillegg finnes store mengder fosfor i jord som en ressurs som både kan og bør utnyttes bedre. Dersom potensialene utnyttes, vil importert mineralisk fosfor til gjødsel kunne reduseres betydelig.

Kommende relevante referanser for fosforsituasjonen i Norge

Foruten artikkelen til Hamilton et al. (akseptert til publisering) er en artikkel av Hanserud et al. innsendt til publisering som disaggregerer jordbalansen presentert i **Feil! Fant ikke referansekilden.** ned til fylkesnivå for samtlige fylker. Artikkelen vurderer det teoretiske potensialet for fosforgjødsel i hvert fylkes avfallsressurser ut i fra den plantetilgjengelige fraksjonen av fosfor og eksisterende P-AL-nivå i jorden som indikator på plantetilgjengelig fosfor i jord som ressurs. Studien antas å bli publisert i løpet av 2015.

I tillegg skal to tekniske artikler snart sendes inn til publisering av Brod et al. Begge omhandler gjødseleffekten av fosfor til de fleste avfallsressursene listet i Tabell . Den første omhandler sammenhengen mellom gjødseleffekten av fosfor og kjemisk form av fosfor i avfallsmaterialene. Den andre omhandler predikasjonen av fosforgjødseleffekten til avfallsmaterialene ved hjelp av kjemisk ekstraksjon.

Referanser

- De Vries, J. W., Groenestein, C. M. & De Boer, I. J. M. (2012). Environmental consequences of processing manure to produce mineral fertilizer and bio-energy. *Journal of environmental management*, 102: 173-183.
- Ihlen, P. M., Schiellerup, H., Gautneb, H. & Skår, Ø. (2014). Characterization of apatite resources in Norway and their REE potential - A review. *Ore geology reviews*, 58: 126-147.
- Hamilton, H., Brod, E., Hanserud, O.S., Gracey, E., Vestrum, M., Steinhoff, F., Mueller, D., Brattebø, H. (akseptert for publisering). Investigating cross-sectoral synergies through integrated aquaculture, fisheries and agricultural phosphorus assessments: Norway as a case. *Journal of Industrial Ecology*
- Knutsen, H. & Magnussen, A. v. Z. (2011). Gjødselvereforskriften er under revisjon - mulige konsekvenser for jordbruket i Rogaland. *NOTAT 2011-10*: NILF. 68 s.

- Krogstad, T., Øgaard, A. F. & Kristoffersen, A. Ø. (2008). New P recommendations for grass and cereals in Norwegian agriculture. *Nordic Association of Agricultural Scientists (NJF) Report*, 4 (4): 42-46.
- Smith, V. H., Tilman, G. D. & Nekola, J. C. (1999). Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine and terrestrial ecosystems. *Environmental Pollution*, 100: 179-196.
- Spångberg, J. (2014). *Recycling plant nutrient from waste and by-products - A life cycle perspective*. Uppsala: Swedish university of agricultural sciences, Faculty of natural resources and agricultural sciences, Department of energy and technology.
- Tidåker, P., Kärrman, E., Baky, A. & Jönsson, H. (2006). Wastewater management integrated with farming - an environmental systems analysis of a Swedish country town. *Resources conservation & recycling*, 47: 295-315.

[Tittel]

[Undertittel]

Miljødirektoratet

Telefon: 03400/73 58 05 00 | Faks: 73 58 05 01

E-post: post@miljodir.no

Nett: www.miljodirektoratet.no

Post: Postboks 5672 Sluppen, 7485 Trondheim

Besøksadresse Trondheim: Brattørkaia 15, 7010 Trondheim

Besøksadresse Oslo: Grensesvingen 7, 0661 Oslo

Miljødirektoratets hovedoppgaver er å redusere klimagassutslipp, forvalte norsk natur og hindre forurensning.

Vi er underlagt Klima- og miljødepartementet og har mer enn 700 ansatte ved våre to kontorer i Trondheim og Oslo, og ved Statens naturoppsyn (SNO) sine mer enn 60 lokalkontor.

Våre viktigste funksjoner er å overvåke miljøtilstanden og formidle informasjon, være myndighetsutøver, styre og veilede regionalt og kommunalt nivå, samarbeide med berørte sektormyndigheter, være faglig rådgiver og bidra i internasjonalt miljøarbeid.