

Notat

SEGES Innovation
Plante- & MiljøInnovation

Baggrundsnotat til beskrivelse af model for positionsbestemt tilførsel af fosfor	Ansvarlig	lek
	Oprettet	11-10-2023
	Side	1 af 5

Projekt: 2603 Pibalance

Ny model for positionsbestemt tilførsel af fosfor

Jordanalyser viser via fosfortal, at behovet for tilførsel af fosfor varierer meget indenfor marken. Derfor er der i mange marker et økonomisk og miljømæssigt potentiale til at variere fosfortildelingen indenfor marken efter variationer i behovet. I dette notat er baggrunden for at udarbejde en algoritme for positionsbestemt fosfortilførsel beskrevet. I notatet indgår også de overvejelser, der er gjort i forbindelse med udarbejdelsen af algoritmen.

Hvilke gødningstyper er relevant at anvende til positionsbestemt tilførsel af fosfor

Der er 3 typer af fosfor, der hyppigst anvendes til fosforgødsning i Danmark.

1. Husdyrgødning (ca. 44 tusind ton P)
2. Handelsgødning (ca. 16 tusind ton P)
3. Restprodukter (ca. 5 tusind ton P)

I fremtiden vil biochar baseret på pyrolyse af gyllefibre måske blive en vigtig fosforkilde.

Ved positionsbestemt tilførsel af P er der visse udfordringer ved hver af typerne:

Husdyrgødning

Husdyrgødning indeholder en stor mængde kvælstof, kalium, magnesium mv. En variation i tilførslen indenfor marken for at tilpasse fosfortilførslen vil give en stor variation i tilførsel af andre næringsstoffer. I gylle er der typisk 5-6 gange så meget kvælstof som fosfor. Hvis fosfortilførslen varieres mellem 0 og 40 kg P giver det en variation i N fra 0-200 kg N pr. ha. Denne variation må man nødvendigvis tage hensyn til ved kvælstoftildelingen.

En anden problematik er, at fosfor ofte er i overskud på husdyrbrugene. Det giver mindre incitament til en positionsbestemt tildeling af gylle af hensyn til fosfor.

Umiddelbart synes det ikke hensigtsmæssigt med en positionsbestemt tildeling af husdyrgødning for at tildele forskellige fosformængder. Der kan måske være en undtagelse, hvis fosfortallene i dele af marken er meget høje, og arealet er i et fosforrisikoområde (risiko for erosion, overfladeafløb mv.). Det vil typisk være et spørgsmål om, hvorvidt den del af marken skal have husdyrgødning eller ej. Det vil næppe betyde, at der er behov for at supplere for

I separeret husdyrgødning (decanter) – gyllefibre – er fosforindholdet betydeligt større i forhold til kvælstofindholdet. Umiddelbart vurderes det, at forholdet mellem kvælstof og fosfor ikke må være over 2, hvis produktet skal anvendes til positionsbestemt tilførsel af fosfor uden, at der direkte tages højde for det i kvælstoftildelingen. Under alle omstændigheder anbefales det dog, at der foretages en omfordeling af kvælstof ud fra satellitmålinger, hvis der udbringes kvælstof sammen med en positionsbestemt fosfortilførsel.

Handelsgødning

Ideelt set er positionsbestemt tilførsel af fosfor enklest ved at bruge en ren fosforgødning. Af rene fosforgødninger i handlen findes triplefosfat (18 pct. P), men den er normalt relativt dyr. Et større forbrug kunne måske gøre den konkurrencedygtig.

Diammoniumfosfat (18-20-0) er normalt prisbillig, men indeholder en betydelig mængde kvælstof, som der måske skal tages højde for ved positionsbestemt gødskning. Ved tilførsel af 40 kg fosfor tildeles der således 36 kg N.

Umiddelbart vurderes det, at det vil være tilstrækkeligt at omfordere kvælstof ud fra satellit for at tage højde for den uens tilførsel af kvælstof fra diammoniumfosfat, sålænge tilførslen af fosfor ikke overskrider 50 kg P pr. ha.

Gødninger af typen 8-11-20, 6-9-25 og lignende er typisk relative billige pr. kg næringsstof. Udover, at kvælstof også varierer ved en positionsbestemt fosfortildeling, varierer tilførslen af kalium også. Ved tilførsel af 40 kg P i 8-11-20 tildeles samtidig 29 kg N og 72 kg K. Ved så høje tildelinger af P skal der tages hensyn til forskellen i specielt K tilførslen. K-behovet vurderes ikke at følge variationen i P-behovet. Umiddelbart vurderes det, at sålænge P-tilførslen kun varierer mellem 0 og 20 kg P, kan 8-11-20 anvendes uden at tage hensyn til variationen af N og K tilførslen. Hvis der ikke er effekt af kvælstof og kalium i 8-11-20 vil den formentlig være dyr pr. kg fosfor!

Restprodukter

Restprodukter kan være spildevandsslam og forskellige industrielle restprodukter.

Jf. ovenstående vil produkterne være mest egnede hvis forholdet mellem kvælstof og fosfor er lavt og gerne under 2, hvis der ikke skal tages hensyn til den varierende kvælstoftildeling ved positionsbestemt tilførsel.

Restprodukterne udmærker sig ofte ved at være billige pr. kg fosfor. Omvendt kan virkningen af P være usikker.

Umiddelbart vurderes det, at opgødskning af marker og områder i marken med meget lave fosfortal oftest vil ske i form af brug af restprodukter, fordi det er den billigste fosforkilde. Derfor er det vigtigt, at kunne håndtere restprodukter som fosforkilde til positionsbestemt fosfortilførsel.

Biokul

Biochar fra pyrolyse af gyllefibre eller slam kan blive en væsentlig fosforkilde i fremtiden. Pt findes der ikke mange erfaringer med sammensætning. Kvælstof i biokul betragtes som meget utilgængeligt. Et problem med anvendelse af biokul er, hvor tilgængeligt fosfor er. Det er vigtigt at få undersøgt før anvendelsen kan afdækkes. Et problem kan være fosforlofter.

Modeller til beregning af fosforbehov

I MarkOnline findes en fosformodel, der på markniveau beregner fosforbehovet. Denne kunne også anvendes på positionsniveau, men det vil kræve, at der for hver position kan overføres data fra ét år til det næste.

MarkOnline P-model. Denne model er beskrevet i notatet: " Beskrivelse af fosformodellen i DLBR-Mark"¹

Modellen her kan udtrykkes som:

$$P_b = (Udb_{mark}/Udb_{norm}) - 1 \times P_{norm} + P_{norm} \times P_{korr} - Balancesum$$

Hvor:

P_b = det beregnede fosforbehov for marken

P_{norm} = Normen for fosfor for pågældende afgrøder fra Mark Onlines afgrødetabel

Udb_{mark} = Det forventede udbytte for den pågældende mark. Brugerinddateret eller defaultværdi, som er afgrødens udbytte på den aktuelle jordtype

Udb_{norm} = Normudbyttet for pågældende afgrøde i MarkOnline
 P_{kor} = Korrektion for beregnet fosfortal foråret ud fra gødskning
Balancesum = En beregnet sum ud fra sidste års balance.

Beregning af korrektion for fosfortal

Fosfortallet beregnes om foråret forud for fosfortilførsel. Beregningen sker således:

$P_{tforår}$ beregnes ud fra $P_{tforår}$ et år før:

$$P_{tforår} = P_{tforår-1} + (Bortførsel - tilførsel) / (25 \times 3)$$

Hvis P_t er målt efter sidste høst er $P_{tforår}$ lig med målt P_t

Korrektionen af behovet for fosfortal fremgår af baggrundsdokumentet. Det noteres, at kun 1/3 af fosforoverskuddet indgår i fosfortallet. Denne andel er formentlig for høj og bør nedskrives til 10-15 procent!

Balancesum

Balancesummen er indført i beregningen for at tage højde for, at den del af fosforoverskuddet er tilgængeligt for næste års afgrøde. Der regnes således med, at overskuddet af fosfor har en fosforovirkning på 50 pct., som næste års gødningstilførsel bliver reduceret med.

$$Balancesum_{udgang af forfrugtsår} = [Balancesum_{forforfrugtsår} + (fosfortilført, forfrugt \div fosforbortført, forfrugt)] / 2$$

Model for positionsbestemt tilførsel af fosfor

Modellen på markniveau kunne anvendes på positionsniveau. Skal man anvende modellen direkte direkte på positionsniveau kræver det:

- at der foreligger fosfortal med en tilstrækkelig tæthed
- at udbyttet på positionen bestemmes
- at fremskrivningen af P_t kan overføres fra et givet år til det næste
- at balancesummen beregnes på positionsniveau og overføres til næste år.

På kort sigt er det ikke realistisk af køre "markmodellen" på positionsbestemt.

Hvor går det galt, hvis der ikke tages hensyn til balancesum i positionsbestemt model?

I et sædskifte vil man anbefale, at der tilføres et overskud af fosfor til fosforfølsomme afgrøder til f.eks. kartofler eller roer. Ved tilførsel af restprodukter tilføres ofte et betydeligt overskud af fosfor i det enkelte år. Det er også vigtigt, at der kan tages hensyn til dette.

Hvis der er tale om en "opgødskning" vil man kunne se bort fra balancen netop fordi det er "opgødskning".

Vurdering. På planteavlsbrug uden kartofler og specialafgrøder vil manglende overførsel af balancesummen næppe have betydning, med mindre, at der tilføres restprodukter. Men det er mere korrekt at overføre balancesummen. Det vil på kort sigt næppe være muligt at overføre balancen på den enkelte position i marken. Men det anbefales, at balancesummen på markniveau overføres fra MarkOnline.

Hvor galt går det, hvis der ikke tages hensyn til variationen i fosfortal

Generelt vil variationen i fosfortal være basis for at foretage en positionsbestemt tilførsel af fosfor. I princippet kan det give en vis mening kun at foretage en positionsbestemt tilførsel alene ud fra variationen i udbytte, men i den model, der udarbejdes her, er fosfortallet omdrejningspunktet. Fosfortal udtaget i et grid på 100 meter er tæt nok til at beskrive variationen i fosfortal i marken. Positionsbestemt tilførsel kan også ske, hvis der er udtaget fosfortal i zoner i marken f.eks. i 2-3 ha zoner, hvor fosfortallet antages at

være ensartet indenfor zonen. Hvis positionsbestemt tilførsel skal se efter udtagning i zoner, skal det behandles specielt GIS-mæssigt.

Hvor går det galt, hvis der ikke tages hensyn til fremskrivning af fosfortallet

Fosfortallet ændrer sig mest, hvis tilførslen afviger meget fra bortførslen. Hvis der hvert år tilføres 10 kg P mere eller mindre end bortførslen, ændres Pt med 0,13 enheder. I virkeligheden anser vi denne ændring for at være beregnet for stor – specielt ved lave Pt. Regnes der med denne værdi vil ændringen efter 5 år ved denne mer/mindre tilførsel være 0,65 – vi anslår det nu til maks det halve af denne størrelse – altså 0,33.

En mer/mindre tilførsel på 30 kg P pr. år vil i 5 år give en ændring på 1 Pt enhed. Det kan ifølge MarkOnline modellen give en ændring på 7-8 kg P pr. ha.

Vurdering

Det vurderes, at det er forsvarligt at bruge positionsbestemt tilførsel af fosfor uden korrektion af fosfortallet hvert år, hvis der tages fosfortal hvert 5.-6. år.

Hvis der sker en overtilførsel af fosfor vil både manglende korrektion af Pt og balancesummen give en overestimering af fosforbehovet.

Manglende korrektion for udbyttet på positionen.

Udbyttet er afgørende for bortførsel af fosfor. Ifølge MarkOnline skal fosfortilførslen korrigeres lineært for udbyttet. Ved positionsbestemt tilførsel kan områder med lave fosfortal være forbundet med høje udbytter (større fjernelse gennem årene). Det vil være rigtigst i positionsbestemte modeller at tage hensyn til dette.

Der er umiddelbart 3 veje at gå for at anvende et positionsbestemt udbytte:

1. Beregning af udbytte ud fra opgivet jordtype på positionen
2. Brug af NDRE i st. 65 til at beregne udbyttevariationen i marken og herudfra det absolutte udbytte
3. Brug af udbytteprognosen.
4. Brug af positionsbestemte udbytter på positionen tidligere år.

Umiddelbart er løsning 2), 3) eller 4) er komplicerede, men kan introduceres senere. Løsning 1) er relativt let at implementere.

Vurdering

Det vurderes, at det er vigtigt at anvende positionsbestemte udbytter til at beregne det rigtige positionsbestemt fosforbehov.

Konklusion

Det vurderes, at det er nødvendigt at tage hensyn til følgende parametre, hvis der skal udarbejdes en model til positionsbestemt tilførsel af fosfor, der kan anvendes hvert år fra én jordprøveudtagning til næste udtagning til 5-6 år efter:

- Afgrødens normbehov v. normudbytte og middel fosfortal
- Variation i fosfortallet
- Variationen i udbyttet inden for marken

Derudover er det ønskeligt, at modellen kan tage hensyn til overskuddet af fosfor fra foregående år (balancesummen),

Forskellige situationer omkring positionsbestemt fosforgødskning

Der skelnes mellem 3 situationer:

1. Markens fosfortal ligger i normalområdet – mellem 2 og 6
2. Der forekommer fosfortal i marken, der er meget lave – under 1,8 på lerjord og 2,5 på sandjord
3. Der forekommer fosfortal i marken, der er meget lave – under 1,8 på lerjord og 2,5 på sandjord og der ønskes foretaget en egentlig opgødsning – typisk med restprodukter, gyllefibre eller biokul.
4. Der forekommer fosfortal over 6

Situation 1,2, og 4 bør kunne rummes i samme algoritme for handelsgødning. Derimod løses behovet for opgødsning med restprodukter i en særlig algoritme.

I tilfælde af, at der er behov for at reducere fosfortabet skal der udarbejdes en speciel miljøoptimeret algoritme.