

STØTTET AF

Promilleafgiftsfonden for landbrug

Baggrundsnotat Positionsbestemt tildeling af kalium	Ansvarlig	lek
	Oprettet	29-01-2020
	Side	1 af 7

Projekt: 4582 Algoritme

Positionsbestemt tildeling af kalium

Dette dokument er et arbejdsdokument, hvor jeg har prøvet at beskrive en model til positionsbestemt tildeling af kalium. Der ligger en regnearksmodel heraf. Dokumenter indeholder nogle overvejelser om de foretagne valg. Det er et arbejdsdokument, og derfor er det noget indforstået og ikke logisk opbygget. Den foreslåede kaliummodel er sidst i dokumentet.

I CropManager skal til brug i foråret 2020 være en fungerende model, hvor landmanden kan udarbejde en tildelingsfil for positionsbestemt tildeling af kalium. Dette notat er et arbejdsdokument, der beskriver, hvordan en sådan model kan udarbejdes.

Afgrøder:

Det er besluttet, at der udarbejdes en speciel kaliummodel til stivelseskartofler. Denne model behandles i et særskilt dokument.

Udgangspunktet for udviklingen af PosK er, at den kan anvendes i alle afgrøder. Det kan vise sig, at den skal begrænses f.eks. til sædskifter uden afgrøder med stor kaliumoptagelse (græs) eller lignende.

Undersøgelse af, hvor modellen er relevant

Der er gennemført en undersøgelse af, hvor mange marker, det kan være relevant at graduere kaliumtilførslen i. Analysen bygger på et udtræk fra MarkAnalyseOnline i 2017. Marker, hvor der er udtaget mere end 10 jordprøver pr. mark indgår. I alt omfatter udtrækket 3.248 marker på i gennemsnit 18,5 ha, hvor der er bestemt Kt i 19,3 prøver i gennemsnit. Behovet for graduering er bestemt ved at definere krav til minimum og maksimum Kt i marken i to niveauer. Første niveau er fastsat efter, at der er stort behov for graduering og andet niveau efter, at behovet er mindre. Analysen viser, at 2 pct. af marker på JB 4-8 har et stort behov for graduering, mens 27 pct. vurderes til at have en fordel af gradueringen. På sandjord (JB 1-3) er behovet for graduering stort i 12 pct. af markerne og relevant i op til 37 pct. af markerne. Analysen tyder på, at der er størst behov for graduering på sandjord, mens der på lerjord er færre marker, der vil få betydelige fordele af at graduere.

Tabel 1. Analyse af behov for positionsbestemt tilførsel af kalium baseret på et udtræk af jordanalyser fra MarkAnalyseOnline.

Opdeling			Resultat							
Opdeling	Gns. Kt	Min. Kt	Antal	Pct.	Markens areal	Antal jordprøver pr. mark	JB	Kt, gns. mark	Kt, gns. af mindste i mark	Kt, gns. af største i mark
Alle			3248	100	18,5	19,3	3,7	10,0	6,9	14,6
JB 4-8			1982	61	20,0	18,1	5,0	11,5	8,1	16,3
JB 4-8	<4	>10	47	2	20,1	23,4	4,7	8,2	3,2	14,7
JB 4-8	<8	>13	526	27	21,4	20,8	4,8	10,7	6,4	17,0
JB 1-3			1250	38	16,1	21,0	1,7	7,7	5,0	11,9
JB 1-3	<3	>6	145	12	16,2	26,6	1,3	4,8	2,3	9,5
JB 1-3	<5	>8	466	37	16,3	23,5	1,6	6,7	3,7	11,9

Model for kaliumtildeling i MarkOnline

I MarkOnline er i dag en kaliummodel, der på markniveau beregner kaliumbehovet i en afgrøde på en given mark. Denne model er oprindeligt udarbejdet af Carl Åge Pedersen ud fra diverse forsøg herunder lysimeterforsøg. Modellen er senere beskrevet i notatet: Beskrivelse af kaliummodel i MarkOnline (Birkmose, T. Link L:\PlantInnovation\03_Fagligt arkiv\4. Gødskning og kalkning\45.1 Modeller til bestemmelse af næringstofbehov\Kalium\tsb20110325_Beskrivelse af kaliummodellen i DLBR.doc)

Kaliumberegning sker ud fra følgende formel:

$$\text{Kaliumbehov}(K_b) = \text{Normbehov}(K_n) \times \text{korrektion for kaliumtal forår}^1 + ((\text{forventet udbytte/normudbytte}) - 1) \times \text{Normbehov} - \text{Balancesum}_{\text{udgang af forfrugtsår}}$$

¹ Korrektionen sker kun for K_n op til 100 kg K,

Beregningen af de enkelte faktorer i formelen er beskrevet i ovennævnte baggrundsnotat.

Det skal noteres, at kaliumberegningen hviler på et teoretisk beregnet K_t om foråret, med mindre, at der er bestemt K_t i det aktuelle forår (hvornår går skæringen mon). K_t forår beregnes ud fra jordtype og nedbør. Der tages hensyn til udvaskning af kalium og til forvitring af lerminerale.

Interpolation af Kaliumtal

Det forudsættes, at en positionsbestemt model for kalium bygger på jordanalyser for kaliumtal. Det betyder, at der skal foreligge et kaliumtal i den opløsning, at beregningen foregår på.

Antal prøver pr. ha	Der er bestemt minimum 0,5 Kt pr. ha	Der er udtaget mindre end 0,5 Kt pr. ha. Prøverne er udtaget som "fladeprøver"	Der er udtaget mindre end 0,5 Kt pr. ha. Prøverne er udtaget som "gridprøver"
Interpolation af K_t	Der foretages en simpel interpolation	Opdeling i "rektangler" langs ageretning. Arealopgivelse i MarkAnalyseOnline respekteres	Brug "Voronøj??". Arealangivelsen i MarkAnalyseOnline respekteres

I stedet for en direkte interpolation kunne det overvejes, om beregning kan ske ud fra hjælpeparametre som jordtypen.

En undersøgelse fra 1996² viser, at K_t i 2 ud af 3 undersøgte marker steg signifikant med lerprocenten. Resultater fra jordbundsanalyser gennemført med Soilcare udstyr i 2018 viste i 10 marker ingen eller en meget svag sammenhæng mellem lerprocent og Kaliumtal. Her var tale om morænejord og efterårsudtagne jordprøver. Det vurderes derfor, at det ikke er relevant at inddrage andre parametre som f.eks. ler, ved beregning af K_{tpos}

Model til positionsbestemt tilførsel af kalium

Den mest korrekte faglige måde at beregne et positionsbestemt kaliumbehov vil være, at anvende den fulde MarkOnline model på gridniveau f.eks. et 25 meter grid og anvende positionsbestemte udbytter, jordtyper, kaliumtal mv. i beregningerne.

Hvis dette ikke er muligt foreslås følgende model for beregning af positionsbestemt kaliumbehov.

Forslag til positionsbestemt tilførsel af kalium

Det foreslås at beregning af positionsbestemt behov for kalium K_{bpos} beregnes ud fra samme grundformel, som i MarkOnline

Det betyder, at der er behov for at estimere følgende parametre:

Parameter	Beregning	Kommentar
$K_{tforårpos}$		
Udb_{pos}		
$Balance_{pos}$		

Beregning af $K_{tforårpos}$

I MarkOnline modellen begnes $K_{tforår}$ ud fra følgende:

- Målt K_t i tidligere
- Beregnet $K_{tefterår}$ ud fra $K_{tforår} + (\text{tilførsel} - \text{bortførsel}) \times 0,6/25$
- $K_{tefter} + K_{korrektion}$

$K_{korrektion}$ beregnes ud fra en udvaskning og en forvitring/fixering. Den er afhængig af jordtypen, vinternedbøren og $K_{tefterår}$

Beregning af $K_{tforårpos}$ kan som en mulighed bygge på beregningen af $K_{tforår}$ i MarkOnline på markniveau og herudfra beregne forskellen mellem $K_{tforår}$ og $K_{tmålt}$ – og efterfølgende korrigerer alle målt $K_{tmålt}$ med denne forskel.

Det giver følgende fejlmuligheder

- $K_{tefterår}$ beregnet for marken kan ikke umiddelbart overføres til $K_{tefterårpos}$, fordi udb_{pos} ikke er det samme som udb_{mark} . Udbyttet vil typisk på uvandede jorder være større i de dele af marken, hvor lerindholdet er størst. Hvis kalium er tilført ensartet, vil $K_{tefterår}$ derfor blive overvurderet på lerede områder i marken og undervurderet på sandede områder.
- $K_{tforår}$ er afhængig af jordtypen. På sandjord vil der være en udvaskning, der får $K_{tforår}$ til at falde. På lerjord kan der ved lave K_t være en forvitring, der får tallene til at stige fra efterår til forår. Det vil alt andet lige betyde, at $K_{tforår}$ overvurderes på sandjord og undervurderes på lerjord.
- Hvis kaliumtilførslen er spredt positionsbestemt i tidligere år vil $K_{tefterår}$ ikke blive beregnet korrekt, hvis der ikke der anvendes positionsbestemte udbytter og en as applied fil for kaliumtildeling.

Det er undersøgt, om man på basis af modelberegninger af MarkOnline kaliummodellen kan opstille en beregning, hvor $K_{tforårpos}$ beregnes ud fra $K_{tmåltpos}$ og ændringen mellem $K_{tmåltmark}$ og $K_{tforårmark}$

Der er gennemført følgende modelberegning

- $K_{tforår}$ efter 5 år er beregnet for JB 1,4 og 7 ved K_t 4,7 og 10.
- Der er anvendt følgende udbytniveauer: JB 1 45 hkg/ha, JB 4: 60 hkg pr. ha og JB 7 75 hkg. pr. ha.
- Der er anvendt en tilførsel af kalium på 59 kg kalium pr. ha, som passer til normbehovet på JB 4 ved et kaliumtal på 7. Denne kaliumtilførsel er anvendt for alle JB og ved alle K_t .
- Ændringen mellem beregnet $K_{tforår}$ og $K_{tmålt}$ er beregnet for alle jordtype og alle $K_{tmålt}$

- Ud fra disse resultater er der ved regression fundet en formel, hvor ændringen i $K_{tforår} = 1,50 - 0,61 \times K_{tmålt} + 0,84 \times JB$

Det betyder, at hvis der i MarkOnline på markniveau beregnes en ændring mellem $K_{tforår}$ og $K_{tmålt}$ på en given størrelse, så kan $K_{tforårpos}$ beregnes som $K_{tændringmark} - 0,61 \times (K_{tmåltpos} - K_{tmålt}) + 0,84 \times (JB_{mark} - JB_{pos})$

Beregningen er skitseret i følgende tabel:

Markniveau fra MarkOnline:

K _{tmålt}	7
J _{bmark}	4
K _{tændringmark}	2,0

Pos. Niveau

J _{bpos}	K _{tmåltpos}	J _B korr.	K _t korr.	K _{tforårpos}
4	7	0,0	0,0	9,0
4	10	0,0	-1,8	10,2
1	4	-2,5	1,8	5,3
1	7	-2,5	0,0	6,5
6	7	1,7	0,0	10,7
6	10	1,7	-1,8	11,9

Følgende afgrænsninger skal anvendes: K_t kan ikke blive under 3,0

For JB 8-9-10 anvendes samme tal som for JB 7

For JB 11 og 12 anvendes samme tal som JB 4

I eksemplet er forudsat, at der er målt et K_t på 7,0 som gennemsnit for marken og JB er 4. Beregningen af kaliumbehovet om foråret viser, at det er baseret på et K_{tforår} på 9,0, dvs. der er sket en ændring i K_t siden udtagning på 2,0 i opadgående retning. Med ovennævnte formel kan K_{tforårpos} beregnes.

Korrektion i behov for K_{tforårpos}

Umiddelbart synes det mest logisk, at beregne det totale behov af kalium på positionen og bagefter fratække det tilførte eller den planlagt tilførte mængde kalium.

Udgangspunktet for beregningen er, at der tages udgangspunkt i den tilførselsnorm (K_{norm}), der er gældende for den aktuelle afgrøde i MarkOnline og det tilhørende udbytte (Udb_{norm}). Fra MarkOnlines beregning af kaliumbehovet på markniveau anvendes desuden den beregnede balancesum.

Det er valgt ikke direkte at tages udgangspunkt i et kaliumbehov for marken beregnet med MarkOnline. Det skyldes, at der godt kan være et kaliumbehov på en given position i marken, selv om det gennemsnitlige kaliumbehov for marken er beregnet til 0.

Modellen for beregning af kaliumbehovet på positionen (K_{pos})

$$K_{pos} = (K_{norm} + (Udb_{pos} - Udb_{norm})) \times K_{bort} \times K_{tkorr.pos} / k_{tkorr.mark} - balance_{pos}$$

Udbyttekorrektion

Det antages, at der er et udbytte af hovedafgrøden på positionen (Udb_{pos}). Dette udbytte beregnes ud fra et "udbyttegrundkort", hvor udbyttet korrigeres relativt og afstemmes med det opgivne udbytte til MarkOnline, som danner baggrund for beregningen på markniveau. Hvis der ikke udarbejdes et

"udbyttegrundkort" kan det beregnes ud fra den angivne jordtype (JB_{pos}). I regnearket er opstillet en tabel til opslag af relativt udbytte mellem jordtyperne, der bygger på LBST normtabel. Udbyttet på positionen beregnes således

$$Udb_{pos} = Udb_{mark} \times Korr.JB_{pos} / Korr.JB_{mark}$$

Hvor $Korr.JB$ er de relative udbytter på det angivne JB nr.

Korrektionen for kaliumbehov for udbyttet foretages således:

$$K_{udbkorr.} = K_{norm} + (Udb_{pos} - Udb_{norm}) \times K_{bort}$$

Hvor K_{bort} er bortførslen pr. udbytteenhed. K_{bort} overføres fra MarkOnline for den pågældende afgrøde. Den beregnes fra MarkOnline som bortførsel af kalium i hoved- og bjaefrøde divideret med udbyttet i hovedafgrøden. Korrektionen for afvigende udbytte er modificeret lidt fra modellen for bestemmelse af K -behov på markniveau.

Korrektion for $K_{tforårpos}$

Kaliumbehovet på positionen korrigeres for det beregnede kaliumforårstal. Baggrunden for korrektionen fremgår af beskrivelsen af MarkOnline-modellen¹. Der er dog enkelte modifikationer.

Der beregnes en korrektionsfaktor ud fra $K_{tforår}$

$$Korr.faktorKt = 1,5 \div (1,5 \div 0,0) / (16 \div 4) \times (K_{tforår} \div 4)$$

Hvis $K_{tforår}$ er under 3,0 sættes $Korr.faktorKt$ til 1,5. Hvis $K_{tforår}$ er over 16 sættes den til 0.

Det Kt korrigerede kaliumbehov findes således:

$$K_{behovpos} = K_{udbkorr} \times korr.faktorkt_{pos}$$

Hvis $K_{udbkorr}$ er større end 100 kg kalium pr. ha korrigeres kun for de første 100 kg kalium.

Balancesum

I MarkOnline modellen korrigeres kaliumbehovet for en balancesum, som beregnes som forskellen mellem kaliumtilførsel og kaliumbortførsel til forfrugten. Ideen i balancesummen er, at overskuddet af kalium er mere tilgængeligt end kalium, der indgår i kaliumtallet.

Balancesummen vil – hvis kalium er tilført ensartet være større i områder med lavere udbytter end områder med højere udbytter. Tilgængæld regnes med, at en større del af balancen kan indgå i næste års kaliumbehov, fordi tabet af kalium er større på sandjord end lerjord. Beregninger med MarkOnlinemodellen viser, at balancesummen, der overføres ikke varierer specielt meget mellem forskellige jordtyper. Derfor foreslås, at kaliumbehovet på positionen korrigeres med samme balancesum over hele marken uafhængigt af jordtyper og udbytter. Balancesummen beregnes i MarkOnline og overføres.

Tilretning af $K_{behovpos}$

Beregningen foretages på positionsniveau som beskrevet. Resultaterne summeres sammen til en gennemsnitlig kaliumtildeling fra marken.

Dette kaliumbehov skal kunne justeres til at give det samme, som MarkOnlineberegningen på markniveau.

Der kan indføres en facilitet til at angive et andet ønske til samlet kaliumbehov.

Tildelingskort

Med ovenstående beregnes K_{behovpos}

I praksis vil der typisk blive tildelt en ensartet mængde kalium i gylle eller handelsgødning. Derfor skal tildelingsbehovet på positionen K_{tilpos} beregnes ved at fratække den kaliummængde, der allerede er eller planlægges tildelt ensartet.

Der bør vises maks. og minimumbehov i layoutfladen.

Desuden skal der lægges en minimum og evt. en maksimum mængde, der må udsprede på positionen pr. ha.

Test af model

Ovenstående model er testet på 7 marker, hvor der er mere end 10 målt kaliumtal i marken. Markerne har været anvendt til test af en positionsbestemt fosformodel, og er således ikke udvalgt efter varierende kaliumtal. Der er anvendt de målte kaliumtal og den angivne jordtype på positionen.

Kaliumbehov for marken og ændringen i K_t siden sidste prøveudtagning er valgt og ikke overført fra MarkOnline. Kaliumbehovene kan derfor ikke sammenlignes mellem markerne. Tabellen er kun baseret på at vise spredningen indenfor marken.

Tabel. Beregning af positionsbestemt kaliumbehov i 7 marker.

Marknr.	Kaliumtal					Forv. udb. hkg/ha	Kaliumtildeling, kg K pr. ha			
	Antal	Middel	Spredn.	Min	Maks		Middelbe- hov	Spred- ning	Min.	Maks
1	25	10,3	2,5	5,9	18,1	80,0	53	9	25	69
2	27	7,4	1,4	4,9	10,5	75,0	73	4	63	81
3	16	9,6	2,2	4,5	12,9	75,0	56	7	44	73
4	26	3,3	1,0	2,0	6,1	50,0	60	4	50	70
12	27	7,4	1,4	4,9	10,5	75,0	73	4	63	81
13	16	9,6	2,2	4,5	12,9	75,0	56	7	44	73
14	26	3,3	1,0	2,0	6,1	60,0	77	4	65	88

Umiddelbart viser disse marker kun en begrænset spredning i kaliumbehovet indenfor marken, der næppe vil betinge et behov for positionsbestemt tildeling af kalium.

Modellen bør testes på marker, der er valgt efter en stor spredning i kaliumtallene.

Birkmose, T. (xxx): Beskrivelse af kaliummodellen i DLBR-Mark

Knudsen og Østergaard(1996): Variation i tekstur, Rt,Pt,Kt,Mgt og Cut i pløjelaget i 3 danske marker. Planteavlso-
entering nr. 07-346

Vinterhvede

Afgrødeggruppe:	Vinterkorn	Startår:	2018	Afgrødenr.:	5923
Udvalgt:	Ja	Slutår:		Opdateret:	13-07-2018

Tilknytninger

Afgrødetype:	Vinterhvede	NAER afgrøde:	Vinterhvede	Vanding:	Vinterhvede
Produktionsgren:	Vinterhvede	80% afgrøde:	Nej	Pesticidkontrol:	Vinterhvede uden udlæg
N-model:	Vinterhvede	MFO efterafgrøde:			

Udbytte og behov

Grundudbytte:	75 hkg	Hovedprodukt:	75 hkg	N-korrektion for udbytte:	1,5
Tilførselsnorm N:	162	Bortførsel P:	23	S-korrektion for udbytte:	0
Tilførselsnorm P:	22	Bortførsel K:	86	S-korrektion for N	0,08
Tilførselsnorm K:	69	Bortførsel Mg:	11		
Tilførselsnorm Mg:	10	Bortførsel S:	0		
Tilførselsnorm S:	5				

Sortsgruppe og udsæd

Nr	Ejer	Navn	Sådato	Udsædsfaktor	Udsædsmængde	Enhed	Udvalg
873811	Landsnormsæt	Vinterhvede, alle	10-09-2018	1	170 kg		Ja

Udbytte

Høstdato	Navn	Mængde	Pris	Udvalg	Hovedprodukt	Fjernes	Tørstof kg/enhed	- N indhold - Kg	- P indhold - %	- K indhold - Kg	- Mg indhold - %	- S indhold - Kg	- %
20-08-2019	Kerne	75	110	Ja	Ja	Ja	85	111	1,74	20	0,31	35	0,55
21-08-2019	Halm	4		Ja	Nej	Ja	850	18	0,53	3	0,09	51	1,5
21-08-2019	Halm, nedmuldet	4		Nej	Nej	Nej	850	18	0,53	3	0,09	51	1,5
01-12-2019	Andet tilskud	1		Nej	Nej	Nej							
01-12-2019	Tilskud MVJ	1		Nej	Nej	Nej							
01-12-2019	MB/Økologitilskud	1		Nej	Nej	Nej							