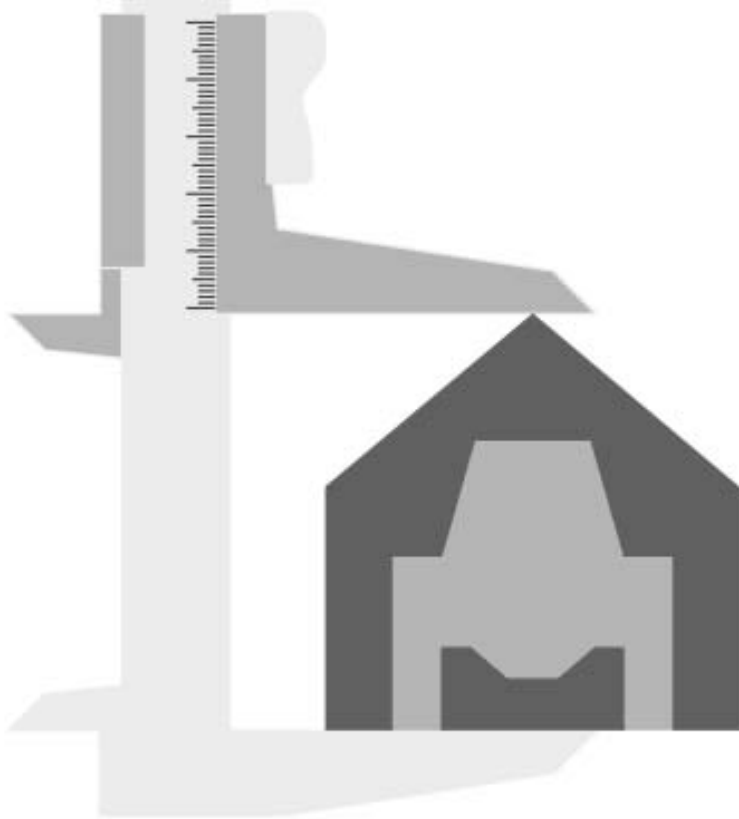


FarmTest - Planteavl nr. 3 - 2002

# Kalkspredning med GPS



# Kalkspredning med GPS

Udarbejdet af:  
Hans Henrik Pedersen og Carl Høj Laursen  
Landskontoret for Bygninger og Maskiner



**Landbrugets Rådgivningscenter**

*Landskontoret for Bygninger og Maskiner*

Udkærvej 15, Skejby · 8200 Århus N · Telefon 87 40 50 00 · Telefax 87 40 50 10

Titel: Kalkspredning med GPS  
Forfattere: Hans Henrik Pedersen og Carl Høj Laursen  
Landskontoret for Bygninger og Maskiner  
Layout: Berit L. Kolind, Landskontoret for Bygninger og Maskiner  
Tryk: Landbrugets Rådgivningscenter  
Udgave: 1. udgave 2002  
Oplag: 40 stk.  
Udgiver: Landbrugets Rådgivningscenter  
Landskontoret for Bygninger og Maskiner  
Udkærvej 15, Skejby  
8200 Århus N  
Telefon 8740 5000 • fax 8740 5010  
ISSN: 1601-6777

# Indholdsfortegnelse

Indholdsfortegnelse.....	3
1. Forord.....	4
2. Sammendrag og konklusioner .....	5
3. anbefalinger .....	6
4. Baggrund.....	8
5. Formål .....	9
6. Teknik.....	10
7. Forsøgsmetode og beregninger.....	11
8. Resultater, langsgående fordeling .....	14
9. Resultater, tværgående fordeling.....	18
Appendiks – Spredning af kalk målt i spredehal .....	22
Kommentarer fra Landskontoret for Bygninger og Maskiner til resultater fra spredehal.....	23

# 1. Forord

Baggrunden for denne undersøgelse er, at kalk i et stigende omfang bliver udbragt varieret ved brug af GPS. Fra flere sider er rejst spørgsmål om, hvorvidt kalken med den nye teknik bliver bragt ud, som man ønsker det. Undersøgelsens forholdsvis gode resultater giver ikke forsikring om, at dette altid er tilfældet. Mange forhold har indflydelse på sprederesultatet i en aktuel situation herunder spreders indstilling og vedligeholdelse samt den benyttede elektronik og dens indstilling. Desuden afhænger en del jo stadig af chaufførens påpasselighed.

Vi har i denne undersøgelse kun mødt dygtige og påpasselige chauffører fra Gamst og Jerslev maskinstationer.

Konsulent Torben Pedersen, LandboNord og konsulent Jesper Jensen Kjælde, Landbogården i Brørup har været behjælpelige med at udvælge og levere doseringskort til brug ved undersøgelsen.

Maskinfabrikken Bredal har være behjælpelig med råd og vejledning. De har sammen med Dansk Landbrugs Grovvarereselskab (DLG) leveret de sprederesultater, som er offentliggjort i denne rapportes appendiks.

Krister Persson, Danmarks JordbrugsForskning, har været behjælpelig med råd. Spredebakkerne, som vi benyttede var venligst udlånt af Danmarks JordbrugsForskning.

Jeg vil hermed gerne takke alle for deres medvirken og samarbejde, ikke mindst de landmænd hvis marker vi målte på.

Fra Landskontoret for Bygninger og Maskiner hører vi gerne fra landmænd, maskinstationer eller konsulenter der har gode eller mindre gode erfaringer med positionsbestemt spredning af kalk.

Skejby, februar 2002

Hans Henrik Pedersen

## 2. Sammendrag og konklusioner

Der er foretaget en orienterende undersøgelse af fordeling af kalk bag to kalkspredere udstyret med elektronik til varieret tildeling af kalk.

Ved brug af spredbakker er fordelingen af kalk målt bag to maskinstationers kalkspredere. Der er i målingerne lagt vægt på at undersøge, hvorledes fordelingen sker, når der skiftes fra et doseringsniveau til et andet.

Undersøgelsen viser, at et ønsket doseringsskifte i det store hele blev fulgt i praksis. Det gjaldt både doseringsændringer på langs og på tværs af kørselsretningen.

Jordbrugsbrugskalk er generelt vanskeligt at fordele jævnt. Der er dog ikke noget i denne undersøgelse, der tyder på, at nøjagtigheden ved varieret tildeling er væsentlig mindre end nøjagtigheden ved tildeling af konstante doseringer.

Da en betydelig del af kalken ikke blev opfanget i spredbakkerne, var det ikke muligt at kontrollere, om doseringen af kalk var korrekt. Det var alene muligt at måle på forskelle i bakkerne og dermed om kalktilførslen blev varieret som ønsket. Ifølge førerne af de to traktorer med kalkspredere er der dog altid god overensstemmelse mellem den kalkmængde, der bliver doseret ifølge elektronikken, og den mængde der leveres til marken.

Skift af doseringsniveau i kørselsretningen skete stort set tilfredsstillende. Fordelingen kunne dog forbedres, hvis doseringsskiftet havde været forsinket mellem 2 og 10 m.

Fordelingen på tværs af kørselsretningen blev målt ved to arbejdsbredder. Ved 16 m. arbejdsbredde var tværfordelingen acceptabel. Et doseringsfald på tværs af kørselsretningen blev fulgt. Der blev imidlertid målt en væsentlig variation indenfor spredersens arbejdsbredde. Tværfordelingen målt ved 20 m. arbejdsbredde var ikke acceptabel. Den benyttede spredere anbefales da også kun til spredning med op til 18 m. arbejdsbredde.

Ud fra denne undersøgelse og fra tidligere målinger foretaget i spreddehal vurderes det, at kalk i praksis sjældent vil blive spredt positionsbestemt med variationskoefficienter væsentligt under 25 %, når man medregner variation både på langs og på tværs af kørselsretningen. Dette betyder eksempelvis, at der i et område med en gennemsnitlig dosering på 4 ton, vil 2/3 af arealet blive tilført mellem 3 og 5 ton/ha. 1/3 af arealet vil enten blive tildelt mindre end 3 ton/ha eller mere end 5 ton/ha.

## 3. Anbefalinger

I princippet bør der, som i denne undersøgelse, foretages en bakketest til optimering af sprederen, før den benyttes. En sådan bakketest er imidlertid arbejdskrævende, og den er kun gældende for én kalktype med én given fugtighed og kun for én arbejdsbredde. Derfor vil en bakketest i praksis kun blive udført, hvor det vurderes, at der er problemer.

### Tværfordeling

For en vurdering af spreders indstilling anbefales det at *iagttage spredbredden*. Denne iagttagelse skal ske med god afstand og med stor påpasselighed, da kalk kan indeholde flintesten! Spredetallet vil normalt være trekantet. Det vil sige, at den største mængde placeres bag sprederen, og at doseringen falder med stigende afstand til sprederen. For at opnå en jævn spredning skal kalken spredes med dobbelt overlap. Dette opnås ved, at kalken kastes ud til de to nærmest liggende kørespor. Hvis ikke kalken når ud til nabokøresporene, eller hvis en stor mængde kastes længere væk, bør spredeværket justeres ifølge instruktionsbogen, eller der bør ændres spredbredde, hvis dette er muligt.

En visuel vurdering af kalkens fordeling er vanskelig, da kalkstøv bæres med vinden og sjældent vil blive jævnt fordelt. Ved en visuel vurdering er de større kalkklumper vigtigere end støvet.

Anbefalingen for hastigheden på spredetallerkener fra Maskinfabrikken Bredal er, at *PTO-omdrejningerne* ved alle arbejdsbredder skal være 540 omdr./min. En større hastighed medfører, at kalkklumper i større omfang slås til støv, og at arbejdsbredden derfor ikke nødvendigvis øges. Justeringen af spredetallet sker derfor primært ved at skubbe spredeværket frem og tilbage. Herved justeres nedfaldspunktet for kalken på tallerknerne.

### Langsgående fordeling

Ændringer i doseringsskifte skete for hurtigt for de to undersøgte spredere. Om dette er tilfældet med en anden spredere, er svært at erkende uden omfattende målinger og beregninger som i denne undersøgelse. For at vurdere om doseringsskift sker på korrekte positioner, bør man iagttage fordelingen af kalk, hvor der er sket et skifte. Desuden vurderes fordelingen mellem dosering og ingen dosering.

Hvorledes sker skiftet i to nabospor, hvor der køres i hver sin retning? Er der væsentlige forskelle, uden at dette skyldes forskelle i doseringer i de to spor, så bør elektronikken justeres. Det er naturligvis kalkens fordeling på jorden, der skal iagttages og ikke, hvor maskinerne holder op med at støve.

### Dosering

Elektronikken giver en god mulighed for at sikre, at de korrekte mængder kalk bliver udbragt til hver enkelt mark og med brug af GPS også korrekt fordelt indenfor markerne. Derfor bør den mængde kalk der doseres ifølge computeren, kontrolleres op mod den mængde kalk, der er leveret. Hvis afvigelsen er mere end nogle få procent, bør computeren kalibreres. Der skal ofres særlig opmærksomhed på dette, hvis der skiftes mellem kalktyper eller mellem kalk med forskellig fugtighed. Man skal også være særlig opmærksom ved ændringer i doseringsskoddets indstilling.

Der bør ikke planlægges med doseringer under 1.000 kg pr. ha., da man kan risikere, at redskabscomputeren slår dosering fra under dette niveau.

### **Vedligeholdelse**

Der er naturligvis vigtigt at holde en kalkspreader vedlige. Kalk kan indeholde flint, der slider hårdt på spredevingerne. Tallerkener med skæve, hullede eller bulede vinger skal udskiftes. Tallerkener, der er benyttet til kalk, bør desuden ikke efterfølgende benyttes til spredning af handelsgødning. For at kalken kan doseres og fordeles korrekt, er det vigtigt, at den kan flyde frit under doseringsskod ned på spredetallerknerne. Klumper af jord og kalk skal fjernes, og bøjeede nedløb skal rettes eller udskiftes.



## 4. Baggrund

Kalk er den indsatsfaktor, hvor GPS-teknologi i størst udstrækning er taget i brug til positionsbestemt planteavl. Dette skyldes nok, at der har været tradition for at udbringe kalk i varierede doseringer ved at dele marker op i mindre områder.

Det vurderes, at der i Danmark i alt er udbragt kalk med brug af GPS-teknologi på 5.000 - 6.000 ha i løbet af de sidste par år.

Kalk udbringes overvejende af maskinstationer. Og flere maskinstationer har de seneste år set et marked i at kunne tilbyde varieret tildeling ved brug af GPS. Planteavlskonsulenter på Landbrugscentrene er gået aktivt ind i dette arbejde dels med at udtage og bearbejde jordbundprøver, dels med at producere doseringskort, således at doseringen sker på et mere detaljeret grundlag end tidligere.

Ofte varierer behovet for kalk fra 0 til 10 tons pr. ha. indenfor den samme mark. Det stiller store krav til kalksprederen.

Jordbrugskalk er vanskeligere at sprede end handelsgødning. Dette ses bl.a. af spredetest foretaget under kontrollerede forhold i spredehallen på Forskningscenter Bygholm. Her blev variationen i tværfordelingen målt på niveauer to til tre gange højere, end når der måles fordelingsnøjagtighed for handelsgødning. Hovedresultaterne fra disse test fremgår af appendiks til denne rapport.

Da kalk har en langtidseffekt er utilsigtet variation i fordelingen uheldig. De områder, der har fået for lidt kalk kan eksempelvis i de følgende år lide af manganmangel med udbyttetab til følge. En overdosering med kalk kan også have en uheldig virkning.

Forskningscenter Bygholm og Landskontoret for Bygninger og Maskiner udførte i 1999 en undersøgelse af sprednøjagtigheden for handelsgødningsspredere til positionsbestemt spredning. En væsentlig årsag til, at gødningen ikke blev optimalt fordelt, var at doseringsskift mellem doseringsniveauer ikke var timet optimalt.

## 5. Formål

Formålet med denne undersøgelse var at undersøge, hvorledes kalk i praksis bliver fordelt på marken i forhold til den tildeling, der på forhånd var planlagt.

Dette er undersøgt ved at måle, om den langsgående fordeling er tilfredsstillende. Det vil sige, om planlagte doseringsændringer sker på korrekte positioner.

Desuden er fordelingsnøjagtigheden på tværs af kørselsretningen ved varierende doseringsniveauer undersøgt.

## 6. Teknik

Undersøgelsen foregik på flere landbrug, der brugte henholdsvis Jerslev og Gamst maskinstationer til spredning af kalk på marken.

**Table 1: Overview of used technology and software, machine stations and consultant centers.**

Spredning udført af	GPS- og datamodul	Redskabs-computer	Spredere	Doseringskort	
				udarbejdet af	udarbejdet i program
Jerslev Maskin-station	LH Datalink og DGPS modul	LH 5000	Bredal K-105	LandboNord, Brønderslev	AgroSat
Gamst Maskin-station	Fieldstar DGPS og comm.unit	Bredal LBS – computer	Bredal K-105	Landbogården, Brørup	Kemira LORIS

De to undersøgte spredere var af typen Bredal K105. De var begge monteret med Bredals standard spredeværk SPC 4500, der kan sprede kalk med en arbejdsbredde på op til 18 meter. På dette spredeværk, der kan benyttes til både gødning og kalk, roterer tallerkenerne ude fra og ind (centre-line). Spredeværk med modsat omløbsretning (off-centre) benyttes også på nogle spredere. Spredning med off-centre spredeværk er ikke undersøgt i denne undersøgelse.



*Bredals SPC 4500 spredeværk monteret til "centre line" spredning. Det vil sige, at kalken kastes udefra og mod midten. Over spredeværket sidder oliemotoren, der trækker aflæsebåndet i bunden af sprederen. Doseringen ændres ved at ændre omdrejningshastigheden på denne motor.*

De elektroniske styresystemer på de to undersøgte spredere og traktorer var henholdsvis elektronik fra LH Technologies og Fieldstar elektronik fra AGCO kombineret med Bredals LBS-redskabscomputer. Denne computer sidder som en "sort boks" på selve sprederen og kan kobles sammen med en Fieldstar terminal ved brug af den tyske LBS standard. Doseringskortene blev fremstillet i to forskellige PC-programmer, som det fremgår af tabel 1.

## 7. Forsøgsmetode og beregninger

Landbrugscentre blev kontaktet for at finde egnede marker, hvortil der var udarbejdet doseringskort med væsentlig variation.

Doseringsnøjagtigheden blev målt ved at placere spredebakker på 50 x 50 cm i områder, hvor der ifølge doseringskortene var planlagt et skifte i dosering.

Ved undersøgelse af den langsgående fordeling blev der placeret tre rækker bakker med 32 bakker i hver række. To rækker blev placeret midt i to nabokørespår. Den tredje række blev placeret midt mellem de to kørespår. Afstanden mellem bakkerne i rækken var 2 m. Et måleområde strakte sig således over 62 m.



*Opsætning af i alt 96 spredebakker i tre rækker til måling af den langsgående fordeling.*

Ved undersøgelse af fordelingen på tværs af kørselsretningen var afstanden mellem bakker ikke ens i alle serier. I en måleserie blev tre rækker bakker placeret som ved de langsgående undersøgelser, altså over 62 meter, men på tværs af kørselsretningen. I to andre serier blev bakkerne på tværs af kørselsretningen placeret side om side for mere nøjagtigt at måle sprednøjagtigheden indenfor maskinens arbejdsbredde.



*Spredebakker placeret "side om side" til måling af spredenhøjagtighed på tværs af kørselsretningen.*

Den opsamlede kalk blev hældt fra bakkerne over i plastikposer, som efterfølgende blev vejet. Ved omregning fra gram kalk pr. bakke til ton kalk pr. ha. erkendte vi, at der ifølge vores målinger var doseret 20-40% for lidt i alle serier. Dette skyldes givetvis, at kalkklumperne har tendens til at springe op igen, når de rammer i bakkerne. Det er også sandsynligt, at nogle kalkklumper slås i stykker, når de rammer bakkerne. Som nedenstående billede viser, var der ofte opsamlet forholdsvis mange kalkklumper på bagsiden af bakkerne. Disse skulle have været i bakkerne, men er blevet stoppet af bakkens kant.

Ved den valgte metode er det dermed ikke muligt at fastlægge, om kalken er doseret i korrekt mængde. Derfor er alle målinger korrigeret op under den antagelse, at kalken er doseret korrekt.



*En del kalkklumper blev opfanget af bakkernes kant. Derfor er det med spredebakken ikke er muligt at måle den eksakte udbragte mængde, men alene forholdet mellem doseringen i de enkelte bakker.*

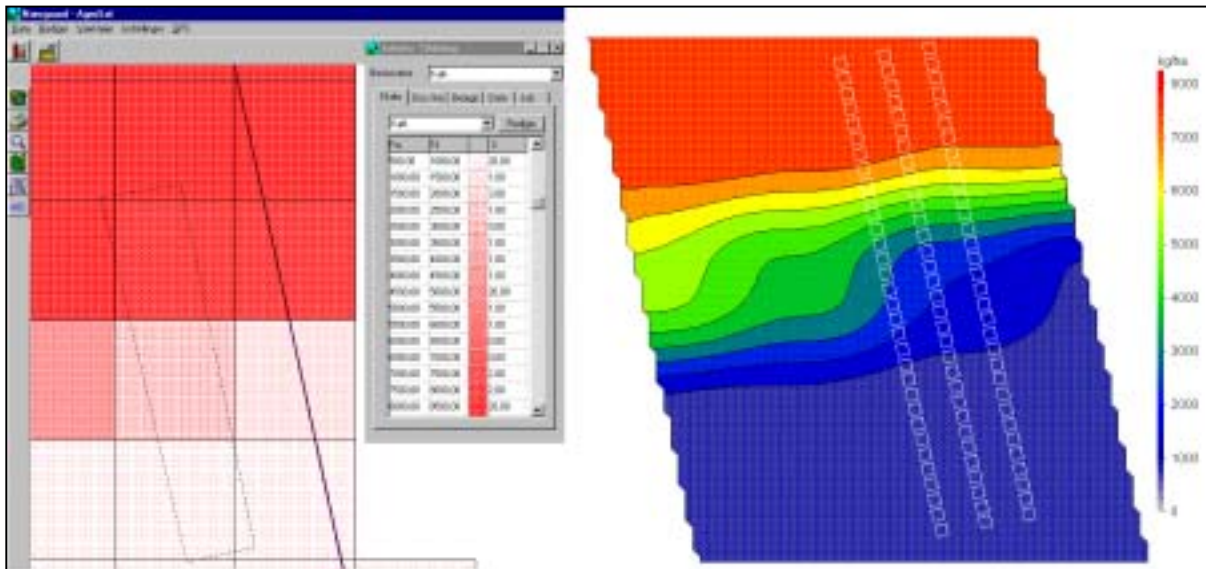
Kørehastighed og PTO-omdrejninger blev aflæst på traktorens instrumenter. Hastigheden var i alle serier 9-10 km/t. PTO-omdrejninger var 540 omdr./ min. for 12 m. arbejdsbredde, 630 omdr./ min. for 16 m. arbejdsbredde og 1.000 omdr./ min. for serien med 20 m. arbejdsbredde.



Billede 5: Bakkernes placering blev målt med GPS-udstyr.

I alle serier er de målte og korrigerede mængder af kalk sammenlignet med den planlagte mængde.

Datacomputeren i traktoren får via et datakort doseringsangivelser i kvadrater på typisk 10x10 eller 20x20 m. Da sprederen ikke kan forventes at dosere marken i kvadrater, er den planlagte dosering der sammenlignes med først omregnet, så der er en glidende overgang mellem kvadraterne (også kaldet grid).



Udjævning af den planlagte dosering fra angivelse i kvadrater (til venstre) til glidende overgang mellem doseringsskift (til højre). Doseringer med glidende overgang, som vist i kortet til højre, er sammenlignet med den realiserede dosering målt i bakker.

# 8. Resultater, langsgående fordeling

Der er foretaget tre serier af målinger for de to kalkspreder. Resultaterne fremgår af kurver og nøgletal på de følgende tre sider.

For hver række af bakker angiver kurver, dels hvor meget det i følge doseringsinstruktionen er planlagt at udbringe i den pågældende række, dels hvor meget kalk der faktisk er målt i spredebakkerne. Den udbragte mængde er angivet som både vejede og korrigerede mængder i hver bakke og som en kurve, der angiver tendensen.

## Nøgletal

Sammen med kurverne er der for hver række af bakker beregnet to nøgletal:

- *GNS doseringsfejl*: Den gennemsnitlige doseringsfejl angiver, hvor meget der gennemsnitligt er doseret for meget eller for lidt i forhold til de andre rækker i serien. Da bakkernes indhold er korrigeret op, er gennemsnittet af tre rækker: 0 kg pr. ha.
- *VK på doseringsfejl*: Variationskoefficienten på doseringsfejl angiver variationen eller stabiliteten mellem målinger i en række. VK på doseringsfejl beregnes som standardafvigelsen på doseringsfejlen for alle spredebakker divideret med den gennemsnitlige udbragte mængde i rækken. Den kan sammenlignes med variationskoefficienter for ensartede doseringer.

Populært sagt angiver "GNS fordelingsfejl", hvorledes kalken fordeles mellem de tre rækker. "VK på doseringsfejl" angiver, hvor jævnt kurven for den realiserede dosering følger kurven for den ønskede dosering.

## Kommentarer til resultater

For alle serier ses en klar sammenhæng mellem kurvernes forløb for henholdsvis den ønskede og den realiserede dosering.

I alle tre serier er der underdoseret i de kørespor, hvor der køres mod en lavere dosering. I modsat retning, hvor der køres mod en højere dosering er der doseret for meget. Tildelingen ville derfor have ramt bedre, hvis doseringsskiftet var forsinket 2 til 10 m.

Det vil være vanskeligere at følge en varieret dosering end at holde en konstant dosering. Spredenhøjagtigheden for kalk må desuden forventes at være mindre end ved spredning af handelsgødning. Endelig giver bakketest en større unøjagtighed og dermed en større variation end tilsvarende målinger udført i spredetal. Derfor vurderes, at en VK på op til 25% er acceptabel. Seks ud af de ni målinger lå under dette niveau.

I serie 2 er der i den ene ende af måleområdet planlagt en dosering på 750 kg pr. ha. Bakkerne i denne ende var stort set tomme. Det skyldes, at LH 5000 redskabscomputeren var indstillet til en minimumsdosering på 1.000 kg pr. ha. Under dette niveau slås dosering fra. Der bør altså ikke planlægges med dosering under 1.000 kg pr. ha.

I serie 3 skyldes den målte unøjagtighed primært, at den målte dosering falder mod den ende, hvor doseringen er høj. Der er ikke i den planlagte dosering for marken angivet, at doseringen skal falde. I forlængelse af måleområdet stiger den planlagte dosering tværtimod til et lidt højere niveau.

## 1. serie langsgående:

### Jerslev Maskinstation

Arbejdsbredde : 12 m

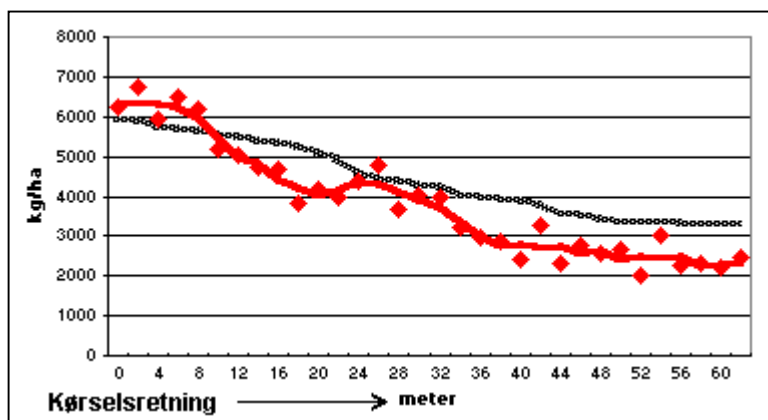
Planlagt dosering fra 3.300 til 6.140 kg pr. ha.

Række 1:

Spredbakker i kørespor

GNS doseringsfejl: - 13 %

VK på doseringsfejl: 16 %

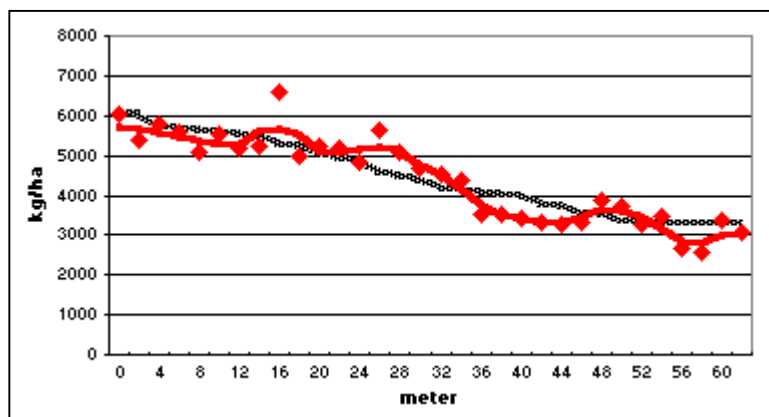


Række 2:

Spredbakker imellem kørespor

GNS doseringsfejl: -2 %

VK på doseringsfejl: 11 %

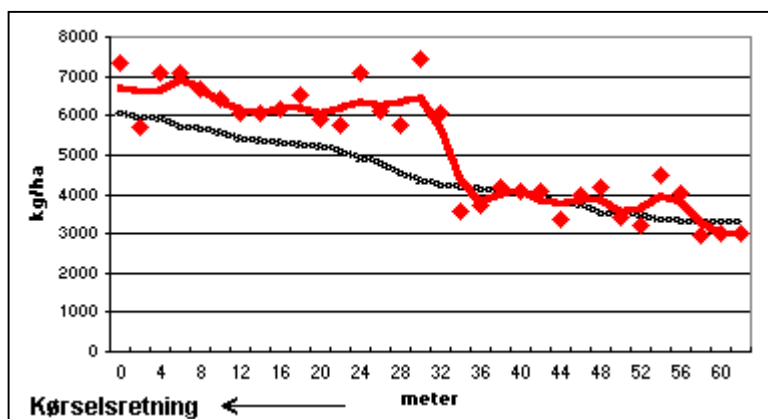


Række 3:

Spredbakker i kørespor

GNS doseringsfejl: 13 %

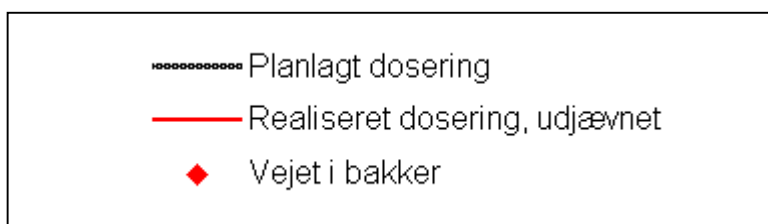
VK på doseringsfejl: 16 %



Gennemsnit af tre rækker:

GNS doseringsfejl: 0 %

VK på doseringsfejl: 14 %





## 2. serie langsgående

Doseringskortet for denne serie fremgår af figuren på side 13.

### Jerslev Maskinstation

Arbejdsbredde : 12 m.

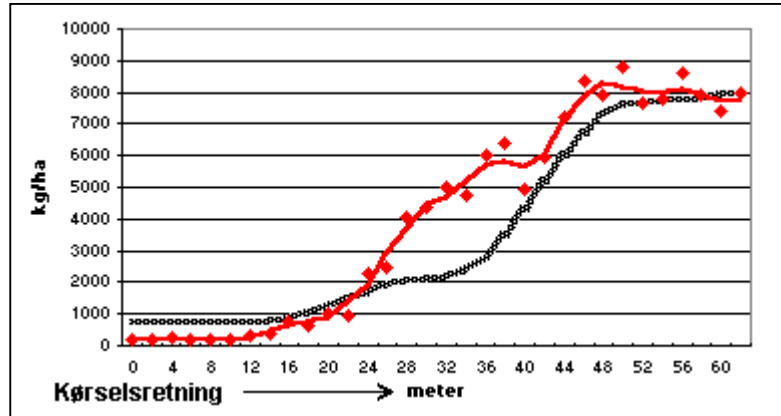
Planlagt dosering fra 750 til 8.200 kg pr. ha.

Række 1:

Spredbakker i kørespor

GNS doseringsfejl: 15 %

VK på doseringsfejl: 28 %

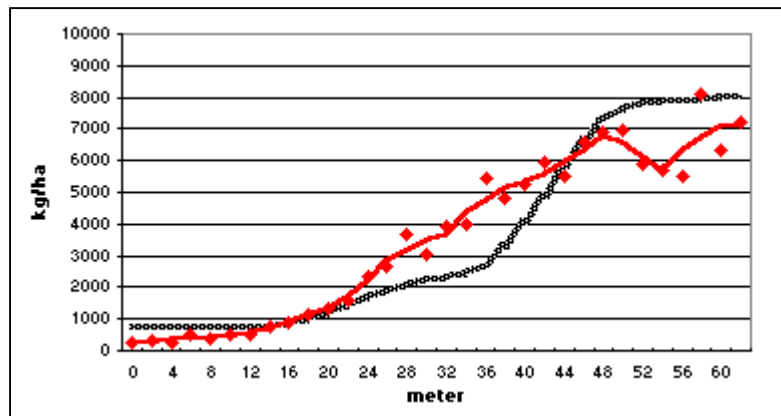


Række 2:

Spredbakker imellem kørespor

GNS doseringsfejl: 1 %

VK på doseringsfejl: 32 %

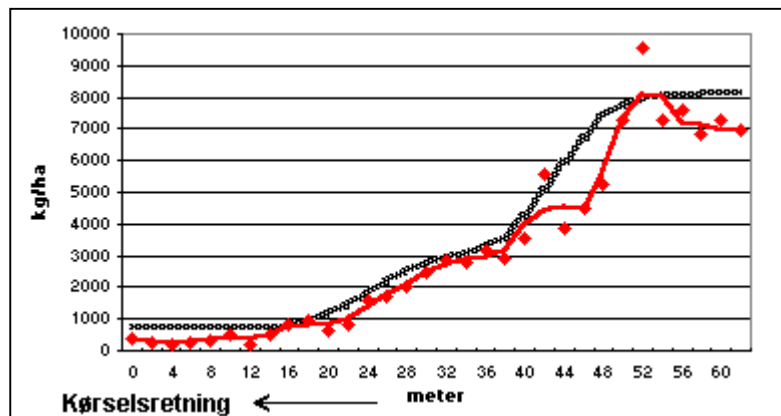


Række 3:

Spredbakker i kørespor

GNS doseringsfejl: -15 %

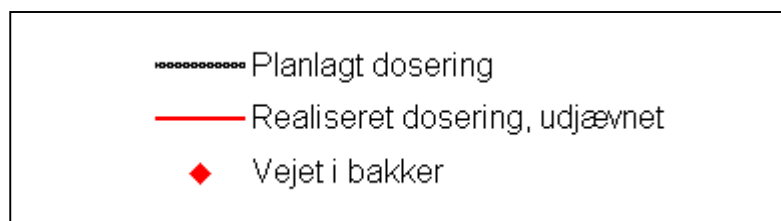
VK på doseringsfejl: 23 %



Gennemsnit af tre rækker:

GNS doseringsfejl: 0 %

VK på doseringsfejl: 28 %



### 3. serie langsgående:

#### Gamst Maskinstation

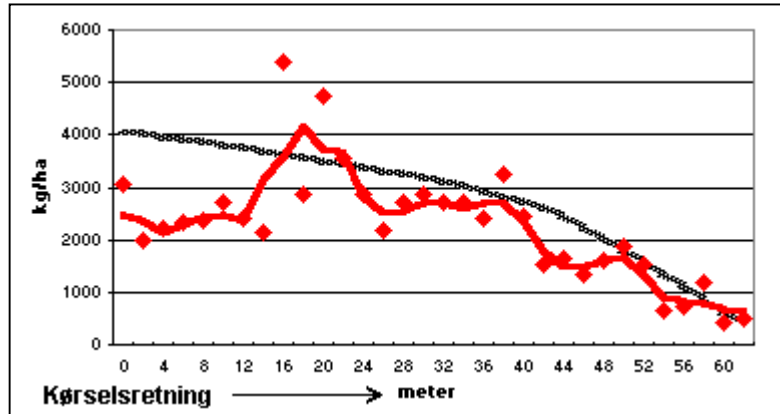
Arbejdsbredde : 12 m.

Planlagt dosering fra 430 til 4.100 kg pr. ha.

Række 1:  
Spredbakker i kørespor

GNS doseringsfejl: -19 %

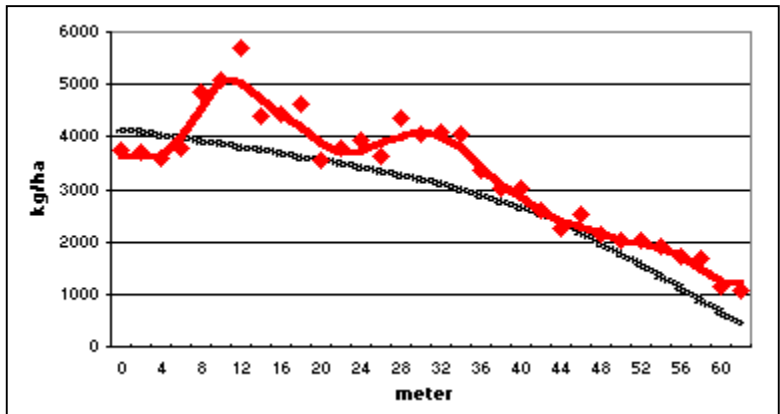
VK på doseringsfejl: 35 %



Række 2:  
Spredbakker imellem kørespor

GNS doseringsfejl: 16 %

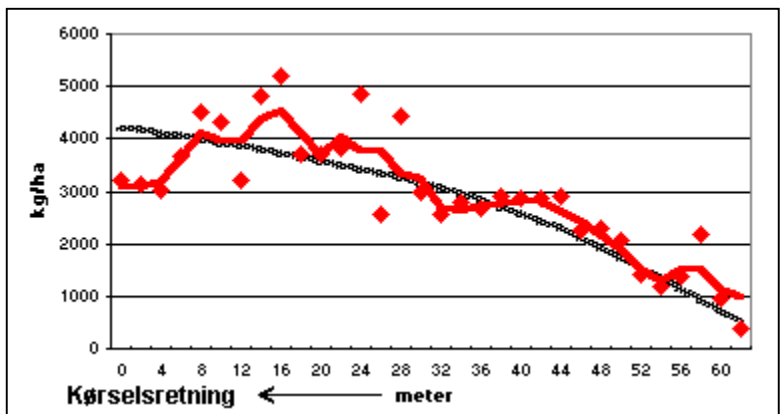
VK på doseringsfejl: 16 %



Række 3:  
Spredbakker i kørespor

GNS doseringsfejl: 4 %

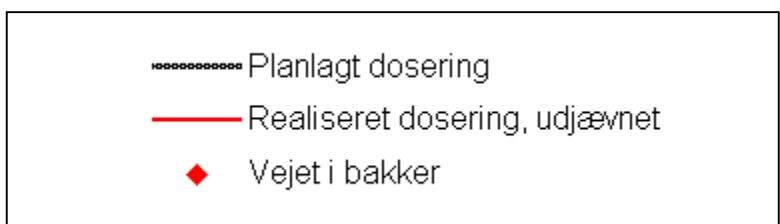
VK på doseringsfejl: 23 %



Gennemsnit af tre rækker:

GNS doseringsfejl: 0 %

VK på doseringsfejl: 24 %



## 9. Resultater, tværgående fordeling

Der er i ligeledes foretaget tre serier af målinger på tværs af kørselsretningen for de to kalkspredere. Bakkerne er ikke placeret med samme indbyrdes afstand i de tre serie. Antallet af rækker med spredebakker er enten 1, 2 eller 3 rækker som angivet under den enkelte serie. Arbejdsbredden har været henholdsvis 16 og 20 m. Alle serier er altså udført med større arbejdsbredde end serierne for den langsgående fordeling.

Som for serierne med langsgående dosering angiver grafer og nøgletal, dels hvor meget kalk der er planlagt udbragt, dels hvor meget der er målt. Da rækkerne af bakker i disse serier har stået tæt ved hinanden, er der kun beregnet én kurve for den planlagte dosering. Flere rækker af bakker er dermed gentagne målinger af samme fordeling.

### Nøgletal

De samme to nøgletal benyttes for disse serier som for serierne med den langsgående fordeling. Den gennemsnitlige doseringsfejl er dog kun beregnet for serie 1, hvor der er flere gentagne rækker af bakker med samme afstand mellem bakker.

### Kommentarer til resultater

Som for den langsgående fordeling er der for serie 1 og 2 tydelig sammenhæng mellem kurvernes forløb for henholdsvis den planlagte og den realiserede dosering. I de to serier, blev der målt med henholdsvis tre og to rækker bakker. Da kurverne stort set følger hinanden, er der god overensstemmelse mellem gentagelser. Spredebakker er altså velegnede til at måle variation.

Spredenhøjagtigheden ved 16 meters arbejdsbredde må betegnes som tilfredsstillende. Variationskoefficienterne ligger mellem 13 og 26 %, hvilket som forventet er noget over de variationskoefficienter, der ved tidligere undersøgelser er målt i spredehal (se appendiks).

Tendenser i skævhed i spredebilledet kan erkendes ved at studere kurverne. Sprederen benyttet i serie 1 og serie 2 placerer eksempelvis mere kalk lige til venstre for sprederen i forhold til mod højre. Denne tendens ses mest tydelig i serie 1, der strækker sig over flere arbejdsbredder. Der er kørt i skiftende retning, derfor er puklen skiftevis på den ene og på den anden side af køresporet.

Serie 3, hvor der kun er målt på én række bakker, er foretaget i et område af en mark, hvor den planlagte dosering er konstant. I denne serie udgik en række af opgørelsen, da rækken var placeret for tæt på markens forager. Denne serie er udført med en arbejdsbredde på 20 m., hvilket er mere end den maksimale anbefalede arbejdsbredde på 18 m. for det benyttede spredeværk. Med en variationskoefficient på 31% er fordelingen da heller ikke tilfredsstillende.

## 1. serie tværgående:

### Gamst Maskinstation

Arbejdsbredde : 16 m.

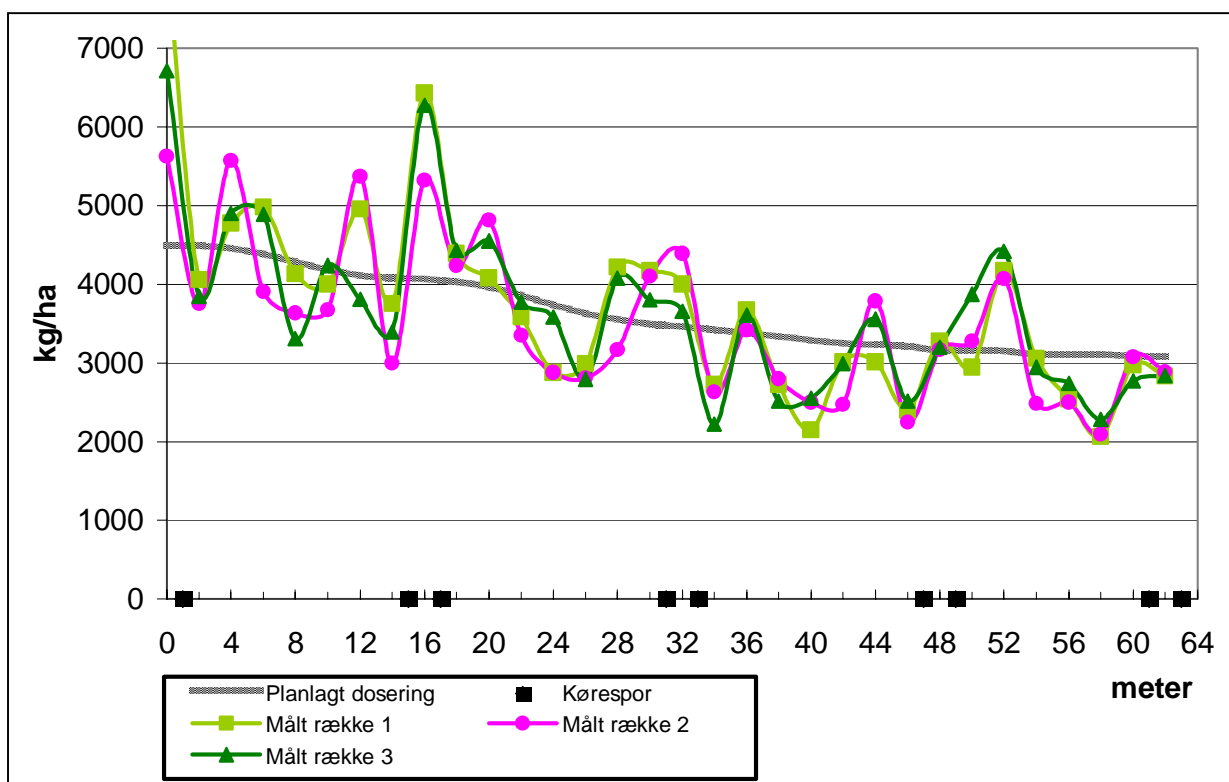
Omdrejninger, PTO: 630 omdr./min.

Planlagt dosering fra 3.100 til 3.500 kg pr. ha.

Antal rækker af målebakker : 3 (gentagelser).

Bakker i hver række : 32.

Afstand mellem hver bakke: 200 cm.



	Række 1	Række 2	Række 3	GNS af rækker
GNS doseringsfejl	2,2 %	-2,9 %	0,6 %	0,0 %
VK på doseringsfejl	26 %	21 %	22 %	23 %

## 2. serie tværgående:

### Gamst Maskinstation

Arbejdsbredde : 16 m.

Omdrejninger, PTO: 630 omdr./min.

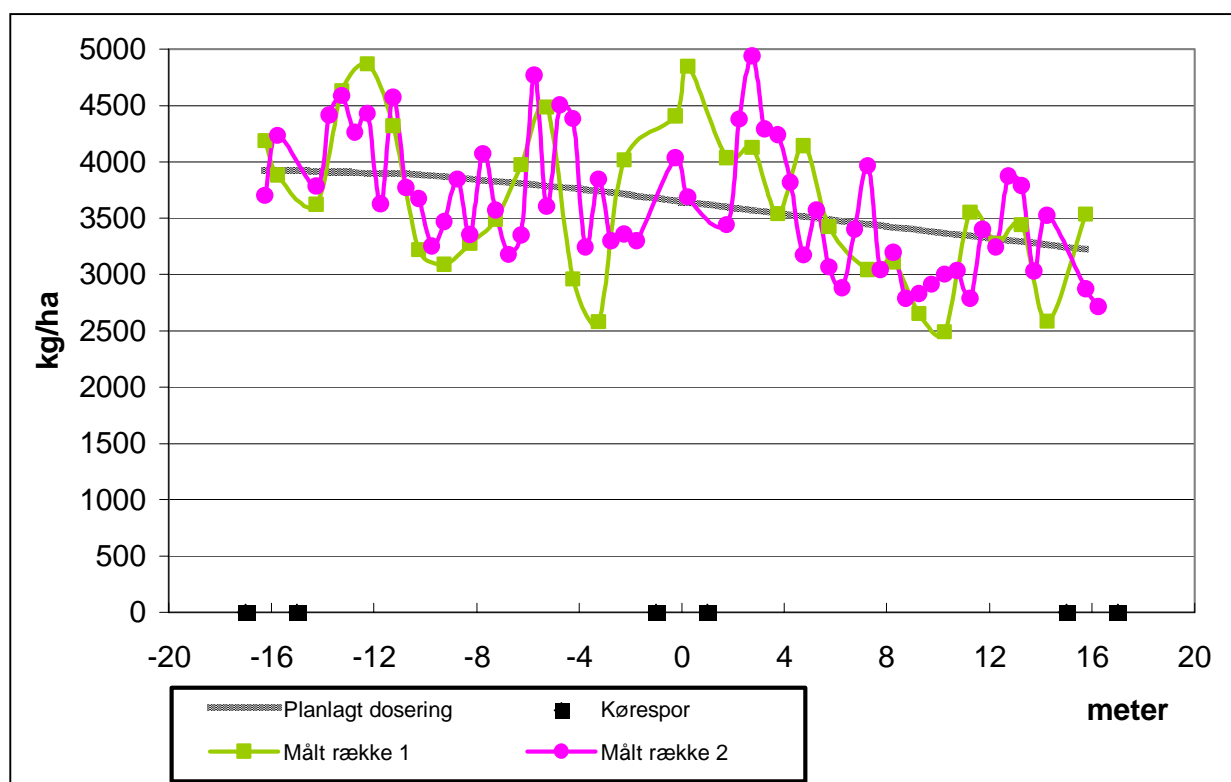
Planlagt dosering fra 3.200 til 3.900 kg pr. ha.

Antal rækker af målebakker : 2 (gentagelser).

Bakker i hver række : 31 / 58.

Afstand mellem hver bakke i række 1: 50 cm.

Afstand mellem hver bakke i række 2: 100 cm.



	Række 1	Række 2	GNS af rækker
VK på doseringsfejl	16 %	13 %	15 %

### 3. serie tværgående:

#### Jerslev Maskinstation

Arbejdsbredde : 20 m.

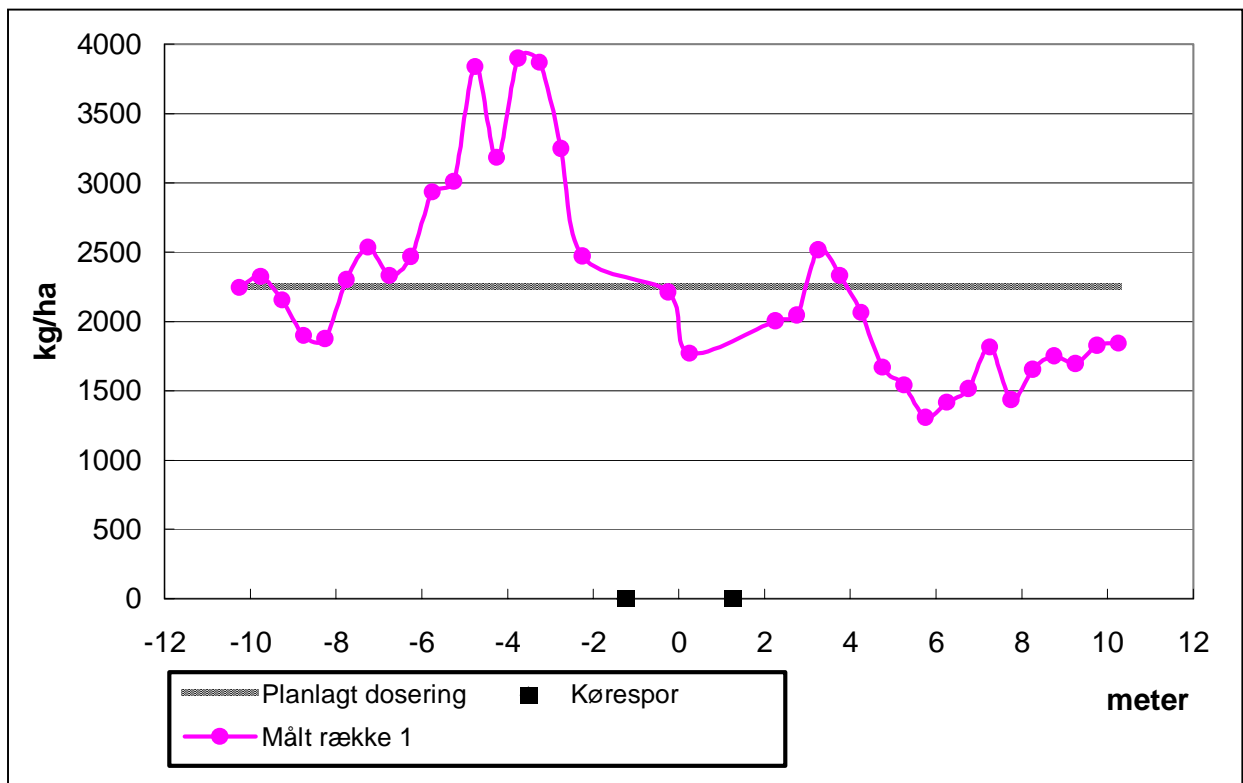
Omdrejninger, PTO: 1.000 omdr./min.

Planlagt dosering 2.250 kg pr. ha. (konstant).

Antal rækker af målebakker : 1 (gentagelse).

Bakker i rækken : 36.

Afstand mellem bakker: 50 cm.



	Række 1
VK på doseringsfejl	31 %

# Appendiks – Spredning af kalk målt i spredehal

Følgende skema summerer hovedresultater for en række spredetest foretaget i spredehallen ved Danmarks JordbrugsForskning, Forskningscenter Bygholm. Ved testen er tværfordelingen ved spredning af kalk målt med forskellige kalktyper, ved forskellige arbejdsbredder og ved forskellig indstilling af sprederen.

Målingerne er foretaget på plant betongulv med de samme spredebakker, som er benyttet ved FarmTest undersøgelsen.

Resultaterne er stillet til rådighed for offentliggørelse af henholdsvis Maskinfabrikken Bredal og Dansk Landbrugs Grovvarerelskab (DLG).

**Tabel 2: Resultater af spredetest med kalk udført i spredehal**

Udført for <sup>1)</sup>	Kalk type <sup>2)</sup>	Spredeværk <sup>3)</sup>	Arbejdsbredder, m.	PTO omdr./min.	Skala indstil. spredeværk	Kørehast. km/t	Planlagt mgd. kg/ha.	Realiseret mgd. kg/ha.	Var.-koeff. %
D	DLG	Cent	15	540	90	8,34	1.000	2.184 <sup>4)</sup>	20,19
D	DLG	Cent	15	540	130	8,34	1.000	2.658 <sup>4)</sup>	19,23
D	DLG	Cent	15	650	130	8,53	1.000	2.550 <sup>4)</sup>	23,27
D	DLG	Cent	15	540	90	8,34	5.000	3.950	10,9
D	DLG	Cent	15	540	130	8,34	5.000	4.530	16,62
D	DLG	Cent	15	432	130	8,59	5.000	4.246	15,42
D	DLG	Cent	15	650	130	8,53	5.000	4.362	15,96
D	DLG	Cent	15	540	90	5,83	8.500	6.909	15,05
D	DLG	Cent	15	540	130	5,83	8.500	7.102	14,60
D	DLG	Cent	15	650	130	6,05	8.500	7.172	10,72
B	Kong	Cent	15	540	120	10,74	1.100	1.654 <sup>5)</sup>	12,20
B	Kong	Cent	15	540	120	10,74	2.200	3.309 <sup>5)</sup>	12,10
B	Kong	Cent	15	540	120	10,74	6.500	5.418	19,58
B	Faxe	Cent	16	540	120	8,34	6.000	5.525	14,23
B	Faxe	Off	15	540	30	10,74	3.000	3.262 <sup>5)</sup>	8,25

1) Målinger er udført for og stillet til rådighed af: D=DLG, B=Maskinfabrikken Bredal.

2) Kalktype:

DLG=DLG Landbrugskalk.

Faxe=Faxekalk 0-10 mm.

Kong=Kongerslev kalk.

3) Spredeværk :

Cent : Centre line - tallerkener roterer udefra og mod midten.

Off : Off centre - tallerkener roterer fra midten og udad.

4) I disse serier er der kørt over bakkerne tre gange.

5) I disse serier er der kørt over bakkerne to gange.

## Kommentarer fra Landskontoret for Bygninger og Maskiner til resultater fra spredehal

Variationskoefficienterne ligger som forventet på et noget lavere niveau end ved målinger udført i marken.

### Doseringsniveauer

Af disse test fremgår, at spredenhøjgheden er afhængig af doseringsniveauet.

De største variationskoefficienter er opnået med DLG Landbrugskalk med en planlagt dosering på 1.000 kg pr. ha. Den samme kalk er spredt ved højere dosering med noget bedre resultat. Modsat er Kongerslev kalk spredt med det bedste resultat ved en planlagt lav dosering, hvorimod den høje dosering på 6.500 kg pr. ha. voldte problemer.

### Sprederens indstilling

Der er sket en forbedring af spredning af DLG landbrugskalk ved at øge PTO omdrejningerne ved den høje dosering. Derudover er der ved målinger på variationskoefficienter ikke konstateret væsentlige eller systematiske effekter ved at ændre indstillinger.

### Spredeværkstype

Den sidste test i tabellen er, som den eneste, foretaget med et Off-centre spredeværk, hvor tallerkener roterer modsat i forhold til de øvrige serier. Variationskoefficienten er den bedste af de 15 tests. Off centre maskiner er imidlertid følsomme over for kalkens egenskaber og over for en korrekt indstilling til en specifik arbejdsbredde. Da centre-line maskiner er mindre følsomme og dermed mere fleksible er dette princip det mest udbredte på nyere kalkspredere. Ved kalk med dårlige flydeegenskaber, f.eks. våd kalk, er off centre maskinerne dog ofte af foretrække, da der på disse er mindre risiko for tilstopning i spredeværket.

### Doseringsmængde

Som i målinger i marken har der været væsentlig mindre kalk samlet i spredebakkerne end der burde være. I de fleste test er der mellem 15 og 25 % for lidt. Dette skyldes nok primært, at kalk er hoppet videre, når det har ramt bakkerne.