



# JORDBUNDSTAL

## Svarer gødningstilførslerne de forventede stigninger?

Forsøgsanlæg på Stenstrup Skovdistrikt.

I dag bruges jordbundsanalyser som støtteværktøj til udarbejdelse af gødningsplaner for juletræs- og klippegrøntproduktion. Jordbundsanalyser siger intet om plantesundheden, men udtrykker alene hvad jorden potentielt stiller til rådighed af næringsstoffer i det kommende dyrkningsår.

PAF-projektet "Barsk" udgør en enestående mulighed for at tjekke, om tilførslen af kalium og magnesium svarer til de teoretiske forventninger.



© LARS BO PEDERSEN

≡ LARS BO PEDERSEN<sup>1)</sup>, MORTEN INGERSLEV<sup>2)</sup>  
OG SIMON SKOV<sup>2)</sup>

1) DANSKE JULETRÆER OG 2) IGN, KØBENHAVNS UNIVERSITET

### Barsk-projektet

Produktionsafgiftsfonden for Juletræer og Pyntegrønt (PAF) bevilgede i 2015 midler til projektet "Bare skuldre (Barsk), hvis mål var "at løse/minimere branchens udbredte problem med deklasserende bare skuldre (magnesiummangel) gennem opdaterede gødningsanbefalinger og justering af måltallene for



## Dragone AZ 2

### Tågesprøjter for juletræer

Tågesprøjter fra én af Europa's førende fabrikker i specialsprøjter:

Trailersprøjter fra 3.200 l - 5.500 l

Liftsprøjter fra 400 l - 1.200 l

Rækkevidde: Op til 60 m vandret og op til 35 m lodret

Pumpe med stor ydelse og tryk

Fås med drejbar flextud eller ståltud m.m. galvaniseret ramme



**NYHED fra SKMAS,**  
gødningsspreader til  
juletræer, spreder til  
en eller begge sider, fås  
som 1100L 1900L 2700L  
Kan leveres med kran.



**Dragone Klippere  
og Knusere ,et  
stærkt produkt,  
som bruges i  
skoven og til  
naturpleje,  
Ring for  
demo eller  
tilbud.**

Ring for yderligere information tlf. 74 75 12 05

**Skærbæk Maskinforretning**

v/Bent Sørensen · Aabenraavej 17 · 6780 Skærbæk · Tlf. 74 75 12 05 · Fax 74 75 05 55

[www.skmas.dk](http://www.skmas.dk) · [info@skmas.dk](mailto:info@skmas.dk)

CVR-nr. 1573 7905 · Bank: Sydbank · Reg. 7971 konto nr. 200191-0

Tabel 1. Forsøgsbehandlinger. I 2016 og 2017 blev der tildelt de dobbelte mængder i forhold til 2015. Magnesium er tildelt som kieserit og kalium som kaliumklorid. Dosering på 25 kg magnesium eller kalium svarer til en stigning af Mgt eller Kt på 1 enhed.

| Behandlingsnavn | Mg dosering (kg/ha/år) |           | K Dosering (kg/ha/år) |           |
|-----------------|------------------------|-----------|-----------------------|-----------|
|                 | 2015                   | 2016-2017 | 2015                  | 2016-2017 |
| Kontrol         | 0                      | 0         | -                     | -         |
| Høj Mg          | 100                    | 200       | -                     | -         |
| Høj Mg delt     | 75+25                  | 150+50    | -                     | -         |
| Mellem Mg       | 50                     | 100       | -                     | -         |
| Mellem Mg delt  | 25+25                  | 50+50     | -                     | -         |
| Lav Mg          | 25                     | 25        | -                     | -         |
| K               |                        |           | 50                    | 100       |

og kalium fordoblet, ligesom der blev tilført ekstra kvælstof (100 kg N/ha/år) som kalkammonsalpeter for at sikre træernes farve og vækst (bortset fra kontrolbehandlingen).

### Udtag af jordprøver

De første jordprøver blev udtaget umiddelbart før forsøgsstart (den første gødskning) i april 2015. De efterfølgende to prøveudtag blev også foretaget om foråret i henholdsvis 2016 og 2017 før tildelingen af årets gødning. De sidste prøveudtag foregik efter endt 2017-vækstsæson i januar 2018.

De ændringer der foregik i måletallene i 2016 og 2017, set i forhold til året før, kan derfor ikke alene ses som et resultat af gødningstilførslen, men vil også i mere eller mindre grad være påvirket af træernes forbrug af næringsstofpuljen, udvaskningen i sæsonen og den atmosfæriske tilførsel.

### Stofkredsløb af magnesium

Det er ikke kun gødningstilførslen, der har betydning for størrelsen af Mgt og Kt. Jordens egenskaber, atmosfærisk deposition, rodoptag og udvaskning er også forhold, der har stor indvirkning.

Den atmosfæriske deposition af magnesium er væsentlig og varierer især med afstanden fra havet fordi magne-

jord- og nåleanalyser. Den første artikel fra projektet er allerede publiceret i Nåledrys 104. Foruden nærværende artikel bringes der yderligere en artikel fra "Barsk-projektet" om bare skuldre på side 36.

Projektets data er imidlertid så omfattende, at det også er muligt at teste om gødskningen i de mange behandlinger rent faktisk også resulterede i de forventede stigninger af magnesiumtallet (Mgt) og kaliumtallet (Kt), som gødningsbehandlingerne lagde op til.

### Behandlingerne

Barsk-projektet foregik på to lokaliteter med udpræget magnesiummangel. Forsøgene blev udført på henholdsvis Stenstrup Skovdistrikt syd for Sorø (lerblandet sandjord) og på Tyltagergård ved Søllinge nord for Ringe (sandblandet lerjord).

I undersøgelsen indgik i alt 11 behandlinger (foruden en kontrol), hvoraf de 7 behandlinger er relevante for denne artikel (se tabel 1). I forsøgets sidste to forsøgsår blev doseringen af magnesium



Tablet 2. Jorden på de to forsøgskulturer før forsøgsopstart. Prøverne er udtaget fra jordoverfladen ned til 30 cm dybde. Pt, Kt, og Mgt er angivet som mg/100 g tørret jord. Rt er uden enhed. Rt, Pt, Kt og Mgt er analyseret af Eurofins Agro Testing Denmark A/S.

|           | Rt  | Pt  | Kt   | Mgt |
|-----------|-----|-----|------|-----|
| Søllinge  | 5,4 | 4,1 | 9,2  | 5,5 |
| Stenstrup | 4,7 | 6,3 | 11,9 | 4,9 |

siumindholdet i havsalte er betydelig. I juletræsbevoksninger er tilførslen i gennemsnit målt til 3,6 kg/ha pr. år, hvoraf det kan beregnes, at ca. 3,0 kg Mg/ha/år har en marin oprindelse. I Thy tilføres der f.eks. ca. 8 kg Mg/ha/år med depositionen, mens der tilføres under 2,5 kg/ha/år på Sjælland. I en næsten sammenfaldende måleperiode er der i GUDP-undersøgelsen "Green Christmas" i Flakkebjerg ved Slagelse målt en tilførsel på 1,2 kg Mg/ha/år.

Der tilføres også magnesium gennem forvitring af jordens mineraler og gennem mineraliseringen af organisk stof. Disse tilførsler er vanskelige at måle, men et forsigtigt skøn er 3 - 20 kg Mg/ha/år, afhængig af jordens frugtbarhed.

Magnesium mistes fra dyrkningssystemet gennem planternes rodoptag, som i gennemsnit er i underkanten af 5 kg Mg/ha/år. Fjernes der rødder, kan dette udgøre helt op til 15 kg Mg/ha pr. omdrift. Tabet gennem udvaskning afhænger typisk af både jordens frugtbarhed og nedbørsmængdens størrelse, men i høj grad også af gødningstildelingen. Udvasningen er målt i flere juletræskulturer uden kieserittilførsel til at være ca. 8 kg Mg/ha/år. Et niveau, som skønsvist mindst fordobles ved tildeling af kieserit.

"Barsk-forsøget" på Stenstrup Skovdistrikt fotograferet med drone (juli 2017). De gule kontrolbehandlinger i midterriben ses tydeligt.



© LARS HANSEN

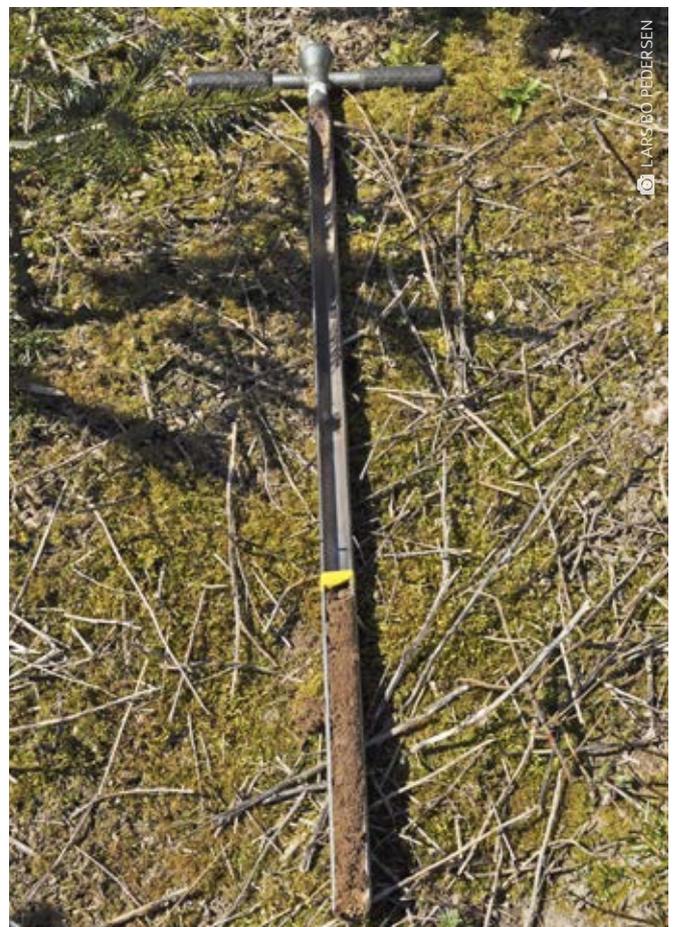
I dagens juletræsdyrkning foregår magnesiumtilførslen med både faste og flydende gødninger og varierer overordentlig meget fra producent til producent. Tilførslen med traditionel gødning er mindst til unge træer og størst til salgsklare træer, men set over en hel omdrift vil den gennemsnitlige tilførsel formentlig ligge mellem 7 og 20 kg Mg pr. år, men meget afhængig af gødningsvalget. Derudover foregår der ofte en rutinemæssig tilførsel af kieserit, som ofte vokser i takt med kulturens alder. Kieserittilførslen varierer også meget fra ingenting til op mod 300 kg handelsvare pr. år (svarende til ca. 50 kg Mg/år). Hvor reaktionstallet tillader det, foregår der ofte en tilførsel af magnesium før omdrift gennem kalkning med enten dolomitkalk eller magnesiumkalk. Også denne tilførsel veksler meget fra ingenting til 5-600 kg Mg pr. omdrift.

### Stofkredsløb af kalium

Den atmosfæriske tilførsel af kalium varierer ligesom magnesium også med afstanden til havet. Depositionen i juletræskulturer er i gennemsnit målt til 3,7 kg K/ha/år. I omtalte "Green Christmas"-undersøgelse er tilførslen målt til 2,6 kg K/ha pr. år. Tilførslen fra forvitringen og mineralisering varierer endnu mere fra under et par kilo til over 100 kg/ha pr. år. I juletræsbevoksninger er udvaskningen af kalium målt til 0 - 25 kg K/ha pr. år. Gødningstilførslen varierer også betydeligt med gødningsvalget, men et godt bud er mellem 15 og 30 kg K/ha/år.

### Magnesiumtallet

Teorien siger, at en stigning på 1 enhed af Mgt modsvarer en tilførsel på 25 kg Mg/ha. Det er derfor umiddelbart forventeligt, at Mgt stiger omtrent 4 enheder fra 2015 til 2016 og 8 enheder fra 2016 til 2017 og 2017 til 2018 i behandlingerne "Høj Mg" og "Høj Mg delt" svarende til en gennemsnitlig stigning på 6,6 enheder



© LARS BO PEDERSEN

Jordprøverne blev udtaget med jordbor fra jordoverfladen og ned til 25 cm dybde i steder i hver forsøgsparcel (ni stik pr. behandling).



Det er vigtigt, at jordprøven homogeniseres så der kan udtages en repræsentativ prøve. Her er det Mads Krag fra IGN (KU) som er i gang.



Det er nødvendigt at kende din jord og dine jordbundstal. Jorden er nemlig bankbøgen, hvor sandjorden fungerer som en lønkonto, hvor de tilførte næringsstoffer hurtigt forsvinder igen. Lerjorden minder derimod mere om en opsparingskonto, hvor de tilførte næringsstoffer findes i længere tid.

pr. år. Det er ligeledes forventeligt, at Mgt stiger med 2 enheder fra 2015 til 2016 og 4 enheder fra 2016 til 2017 samt 2017 til 2018 i behandlingerne med "mellem Mg" og "Mellem Mg delt" svarende til en gennemsnitlig stigning på 3,3 enheder pr. år. I behandlingen "Lav Mg" hvor doseringen i alle år er 25 kg Mg/ha er det forventeligt med en gennemsnitlig stigning på ca. 1 enhed.

Mgt stiger hvert år på begge lokaliteter i takt med doseringen, men denne tendens ses, om end i mindre grad, også i kontrolbehandlingen (figur 1). Selvom det ikke er den fulde sandhed, så kan kontrolbehandlingerne anvendes som et mål for nettoeffekten af ekstern tilførsel/tab (atmosfærisk deposition, mineralisering, forvitring, planteoptag, udvaskning mv.) af magnesium. Selvom forløbet i kontrolbehandlingerne på de to lokaliteter ikke er helt ens, ligger de årlige gennemsnit tæt på hinanden (Stenstrup + 0,73, Søllinge + 0,63).

Mgt stiger på begge lokaliteter med doseringen, men de gennemsnitlige stigninger er for den høje dosering i underkanten på knapt 6 enheder, mens stigningen for mellemdoseringen på 50 kg Mg/ha er i overkanten (4,5). For den lave dosering på 25 kg Mg er stigningerne noget større end forventeligt (figur 2).

Hvis disse gennemsnit korrigeres for kontrolgennemsnittet, har den høje dosering på 100 kg Mg/ha pr. år kun ført til et gennemsnitligt nettoløft på knapt 5 enheder. Mellemdoseringen på 50 kg Mg/ha pr. år lander på et nettoløft på 3,5 enheder, mens den lave dosering har ført til et løft på 1,3 enhed. Med andre ord peger resultaterne på, at man godt kan regne med, at tilførslerne af 25-50 kg Mg/ha pr. år fører til de forventede stigninger, mens større tilførsler langt fra svarer til de forventede stigninger. Den oplagte forklaring på dette mønster er, at stærkt forhøjede tilførsler af kieserit blot fører til, at en uforholdsmæssig stor andel udvaskes uden at komme i nærheden af en binding til jordens partikler. Således er der mindst tabt 40 kg Mg/ha/år ud af rodzonen  $((6,6-5,0) \cdot 25 \text{ kg})$  i behandlingerne med den høje dosering af magnesium svarende til 250 kg kieserit pr. år.

Der er umiddelbart ikke forskel på berigelsen af jordens plantetilgængelige pulje af magnesium imellem ren forårstildeling og delt tildeling på de to lokaliteter.

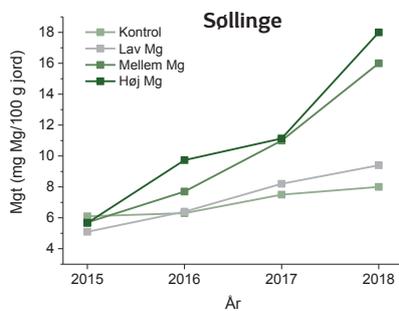
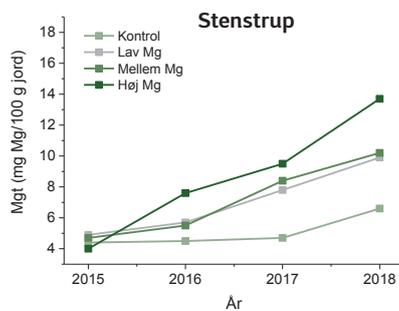
### Kalitalet

Teorien siger, at en stigning på 1 enhed af Kt modsvarer en tilførsel på 25 kg K/ha. Tilførslen af 100 kg K/ha pr. år skulle derfor resultere i en gennemsnitlig stigning af Kt på 4 enheder pr. år.

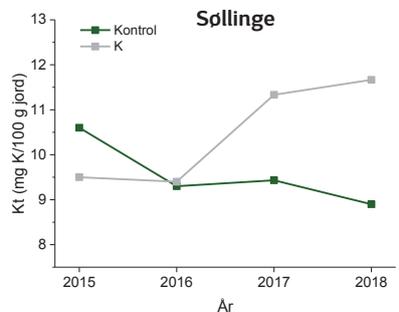
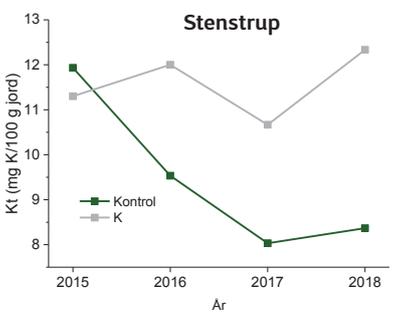
Forløbet af Kt på Stenstrup viser en stigning fra 2015 til 2016 efterfulgt af et fald i 2017, hvorefter det igen stiger fra 2017 til 2018, - et forløb der umiddelbart ikke står i forhold til et fortløbende løft på 4 enheder pr. år. Gennemsnitligt falder Kt dog i kontrollen i Stenstrup med 1,2 enhed, mens den stiger med 0,3 enheder i behandlingen med kalium, hvilket kan ses som, at Kt relativt set i øges med 1,5 enhed pr. år i gennemsnit i denne behandling.

Udviklingen i Søllinge har en stigende tendens. I gennemsnit falder Kt dog i kontrolbehandlingen med 0,6 enheder pr. år, mens Kt i gennemsnit stiger med 0,9 enheder pr. år i behandlingen med kalium, hvilket ligesom i Stenstrup betyder, at Kt øges med ca. 1,5 enheder i gennemsnit pr. år i Søllinge.

Den beregnede gennemsnitlige stigning på 1,5 enheder pr. år ligger således i underkanten af den teoretiske gennemsnitlige årlige stigning på 3,3 enheder. Selvom kredsløbet af kalium er langt mere dynamisk end magnesium sammenholdt med, at der i lerede jordbundstyper let kan flyttes kalium fra den



Figur 1. Forløbet af magnesiumtallet i Stenstrup (tv.) og Søllinge (th.).



Figur 3. Forløbet af kalitallet i Stenstrup (tv.) og Søllinge (th.).

plantetilgængelige form til en utilgængelig form, virker resultatet af en stigning i Kt under det halve af den forventede stigning noget utilfredsstillende.

### Påvirker tildeling af magnesium det plantetilgængelige kalium?

Det er velkendt, at kalium undertrykker optagelsen af magnesium og omvendt. Derfor har det været håbet, at tildelingen af kieserit ikke bare forøger tilgængeligheden af magnesium, men også mindsker tilgængeligheden af kalium gennem ombytning af noget af den kalium, der er knyttet til jordpartiklernes plantetilgængelige fraktion. Denne mulighed styrkes også af, at magnesium ofte bindes lidt stærkere til jordens partikler end kalium.

I de tre år forsøget har været, er Kt faldet med 2,7 enheder i kontrolbehandlingerne på de to lokaliteter, størst i Stenstrup og mindst i Søllinge. Tildelingen af magnesium har i Stenstrup ført til et

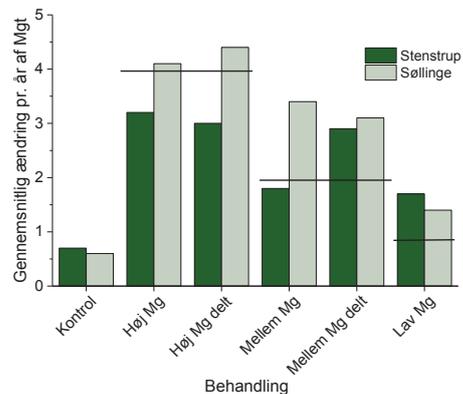
fald på knap 1 enhed mere end kontrollen beregnet som gennemsnit for alle magnesiumbehandlinger. I Søllinge er det omvendt. Der er faldet i Kt lidt større i kontrollen sammenlignet med magnesiumbehandlingerne. Formentlig skyldes forskellen på de to lokaliteter forskelle i lermineralernes sammensætning.

### Påvirker tildeling af kalium det plantetilgængelige magnesium?

Mgt er vokset med ca. 1 enhed i de to lokaliteters kontrolbehandlinger, mens stigningen i Mgt er dæmpet til 0,7 enheder i behandlingen med kalium. Meget kunne således tyde på, at kalium til en vis grad har fortrængt magnesium fra jordpartiklerne med efterfølgende udvaskning til følge.

### Forholdet mellem Kalitallet og magnesiumtallet

Hidtil har vi anbefalet kun at dosere mellem 25 og 50 kg Mg/ha af gangen. Denne anbefaling blev modificeret i



Figur 2. Stigningerne i Mgt på de to forsøglokaliteter.

artiklen i Nåledrys nr. 104 til, at der kan doseres op til 100 kg Mg/ha af gangen og muligvis højere, i hvert fald på de lidt bedre jordbundstyper, men at man skal være meget opmærksom på udviklingen i jordbundstallene. Som tidligere beskrevet, undertrykker en for stor tilgængelighed af enten magnesium eller kalium hinanden, og det er netop dette faktum, som kræver forsigtighed. Der skulle nødtigt tilføres for meget magnesium, så kalimangel fremprovokeres. Især på sandjorden skal der manes til forsigtighed ved brug af store doser magnesium, der ikke er balanceret med tilsvarende store kalimængder.

Det er tidligere konkluderet, at hvis der ikke tilføres kieserit som i kontrolbehandlingen, kommer der flere bare skuldre i forlængelse af faldende Mgt og nålekoncentration set i forhold til, hvor der tilføres kieserit. Som et kuriosum kan nævnes, i de tre år forsøget har været, er det lykkedes at ændre den plantetilgængelige mængde af magnesium markant i magnesiumbehandlinger på begge forsøglokaliteter (tabel 3), - en ændring, der på det nærmeste har halveret Kt/Mgt-forholdet uden at inducere kalimangel! Ændringerne har været meget markante på Stenstrup sammenlignet med Søllinge.

### Konklusion

De tilførte mængder af kalium og magnesium svarer fint til de teoretisk beregnede mængder på de to lokaliteter (lerblandet sandjord og sandblandet lerjord), men variationen årene imellem er betydelig og meget afhænger af variationer i klimaet, ligesom der skal korrigeres for nettovirkningen af de "naturlige" tilførsler og tab (kontrolbehandling).

Ved høje doseringer på 100 kg Kieserit/ha eller derover er udvaskningen af magnesium dog så betydelig, at de teoretisk beregnede stigninger slet ikke kan opnås. 🌱

Tabel 3. Ændringer af Kt, Mgt og forholdet Kt/Mgt på de to forsøglokaliteter, Stenstrup og Søllinge, i løbet af den 3-årige forsøgsperiode.

| Stenstrup             | 2015 |     |        | 2018 |      |        |
|-----------------------|------|-----|--------|------|------|--------|
|                       | Kt   | Mgt | Kt/Mgt | Kt   | Mgt  | Kt/Mgt |
| Kontrol               | 11,9 | 4,4 | 2,7    | 8,4  | 6,6  | 1,3    |
| Magnesiumbehandlinger | 11,8 | 4,6 | 2,6    | 8,0  | 12,1 | 0,7    |
| Søllinge              | 2015 |     |        | 2018 |      |        |
|                       | Kt   | Mgt | Kt/Mgt | Kt   | Mgt  | Kt/Mgt |
| Kontrol               | 10,6 | 6,1 | 1,7    | 8,9  | 8    | 1,1    |
| Magnesiumbehandlinger | 9,3  | 5,4 | 1,7    | 9,3  | 15,3 | 0,6    |