

Vanding

Manipulation med vand - aspekter af klimaforandrings betydning for juletræsproduktion

Af Lars Bo Pedersen*), Claus Jerram Christensen**) & Morten Ingerslev*)
*) Skov & Landskab, Københavns Universitet, **) Dansk Juletræsdyrkerforening

I 2002 blev der igangsat manipulationer med tørke og vandtilførsel i et gødningsforsøg på grovsandet jord ved Klelund. Forsøget skulle afdække nogle af de konsekvenser som klimaforandringer og mindre afvigelser i vejret kan have på juletræsdyrkingen, herunder påvirkningen af tilgængeligheden af kvælstof, vækst og juletræskvalitet samt miljøpåvirkning. Artiklen sætter endvidere undersøgelsens resultater i relation til det danske klimascenarie, ligesom der gives anbefalinger til dyrkere og forskningen.

Indledning

Vand er begrænsende for plantevækst, men vi kender intet til omfanget i forbindelse med juletræsdyrking. I PAF-projektet "Forbedring af næringsstofforsyning til nordmannsgran på lettere jordtyper (FANTOM)" har vi søgt at belyse dette forhold på sandjord, samtidig med at der er blevet sat fokus på interaktionen med gødskning ved manipulation af vandets kredsløb gennem vanding og tørke i et gødningsforsøg.

I løbet af projektet er der kommet en øget fokus på klimaforandringer, ikke mindst de sidste par år, der har været karakteriseret af adskillige klimarekorder. Sideløbende med projektet er det danske klimascenarie blevet udviklet. Dette fremsiger, at vi får varmere somre og mildere vintre samt en vækstperiode, der er forøget med 1-2 måneder. Klimamodellerne fortæller os, at årsnedbøren vil vokse med mellem 18 og 43 % og nedbøren vil reduceres om sommeren. Nedbøren vil tilmed være karakteriseret af større regnskyl og idet hele taget vil forekomsten af ekstreme vejr-situationer øges. Disse udsigter har ansporet regeringen til i 2007 at lave udkast til en strategi om tilpasning til klimaændringer, således at de involverede sektorer kan nå at tilpasse sig i tide.

Vi kender ikke til konsekvenserne for juletræsdyrkingen, men landbruget spår at risikoen for at tab af kvælstof (N) og andre gødningsstoffer vil øges, ligesom at der kan forventes et øget forbrug af pesticider. En række spørgsmål melder sig, når vi skal fokusere på fremtidens juletræsdyrking:

Hvad skal der gøres indenfor juletræsdyrkingen, for at vi står bedre rustet overfor de kortsigtede såvel som langsigtede klimaændringer?

Skal vi gødske anderledes med hyppigere udbringninger eller skal vi bruge andre gødningstyper for at opnå en god farve og flot vækstform?

Skal gødningsnormerne revideres?

Vil ukrudtstrykket øges pga. af bedre vækstbetingelser og skal bekæmpelsen ændres? Måske kan ukrudtsbekæmpelsen anvendes til farvegødskning?

Vil træerne vokse for hurtigt og blive for åbne, eller vil vi kunne opnå en kortere omdrift og vil behovet for vækstregulering ændre sig?

Skal vi til at benytte andre provenienser eller måske bliver helt andre juletræsarter aktuelle langt hurtigere end vi havde troet?

Vil der komme flere alger til og vil belastningen af insekter ændres radikalt?

Klimaet ændrer sig tilsyneladende hurtigere end først antages, men hvor hurtigt bliver konsekvenserne alt for alvorlige for den danske juletræsproduktion?

Vi ved det ikke. Nærværende FANTOM-projekt er igangsat inden klimascenarierne blev udviklet og er således ikke optimalt designet, men det er det bedste materiale, vi har om mulige effekter af en ændret vandbalance på gødskning af juletræer.

Forsøget

Gødnings/vandingsforsøget er detaljeret beskrevet i artiklen "Splitgødskning på sandjord" på side 19. Her anføres derfor kun de relevante behandlinger (tabel 1).

Tabel 1. Gødningsbehandlinger på Klelund-lokaliteten. De gråtonede kolonner udgør de behandlinger, hvor der er foretaget stofbalanceundersøgelser.

Nr.	Behandling	Gødnings-tidspunkt	Dosis Kg N/ha/år	Total tilførsel Kg N/ha/år	Manipulation
B1	Kontrol	-	0	0	-
B2	Kontrol	-	0	0	Vanding
B3	NPK 14-3-15	April	75	75	-
B4	NPK 14-3-15	April	75	75	Vanding
B6	NPK 14-3-15	April & juni	45/30	75	-
B7	NPK 14-3-15	April & juni	45/30	75	Vanding
B8	NPK 14-3-15	April & juni	45/30	75	Tørke

Kontrolbehandlingerne sammenlignes udelukkende med behandlinger, der har fået tilført 75 kg N/ha/år, enten som ren forårsgødning eller som splitgødning. Desuden inddrages vandingsbehandlinger i forbindelse med både kontrol- og gødningsbehandlingerne for at simulere øget nedbør og vanding. Endelig er der etableret et forsøgsled med tørke i vækstperioden i splitbehandling med 75 kg N/ha/år.

Vandingen blev udført automatisk med sprinklere om natten med brøndvand (foto 1). Vandsperioden varede fra ca. 1. juni til 1. september. I perioden 2003 til 2006 blev der vandet med henholdsvis 350 mm, 341 mm, 571 mm og 579 mm. Vandingen foregik om natten jævnt fordelt over hele perioden. Til sammenligning faldt der i samme periode henholdsvis 238 mm, 246 mm, 214 mm og 192 mm regn på friland. Tørken blev foretaget med presenninger sammenspændt i træærkerne i perioden fra ca. 1. juni til ca. 1. juli. I perioden 2003 til 2006 blev der afledt/fjernet henholdsvis 97 mm, 78 mm, 61 mm og 33 mm

Vandet i jorden

Vandindholdet i jorddybden fra 0 til 60 cm på den sandede lokalitet på Klelund lå i vinterperioden typisk på ca. 15 % tæt på jordens markkapacitet mod ca. 9 % i sommerperioden. Målingerne, der blev foretaget med udstyr, der målte vandindholdet hver anden time, afslørede imidlertid store variationer (figur 1) med vandindhold op mod 20 % om vinteren og ned til 6 % om sommeren. Den noget grovere tekstur med dybden betød, at vandindholdet oftest var større i 0 -30 cm dybde, sammenlignet med 30-60 cm dybde. I figuren fremgår tydeligt, at vandindholdet i sandjorden reagerer hurtigt på nedbørshændelser.

Det tilførte vand forøgede tydeligt jordens vandindhold, navnlig i tørkeperioderne (figur 1), hvor vandindholdet ofte lå omtrent 5 % højere end i behandlingerne uden vandmanipulation, svarende til omtrent 30 mm. De største forskelle i vandindhold blev opnået i 2003 og 2004 til trods for, at der blev tilført mindre vandmængder. Vandmængderne, der blev fjernet i tørkebehandlingerne, var direkte proportionale med nedbørmængderne. Med undtagelse af 2003 (jordfugtigheden blev først målt i 2004) var vandindholdet i jorden reduceret med ca. 2,4 % svarende til 14 mm. Den største reduktion blev opnået i 2006.

Kvælstof-balancen

Overordnet set minder kvælstofbalancen mellem input og output meget om hinanden, når der ses bort fra de behandlinger,



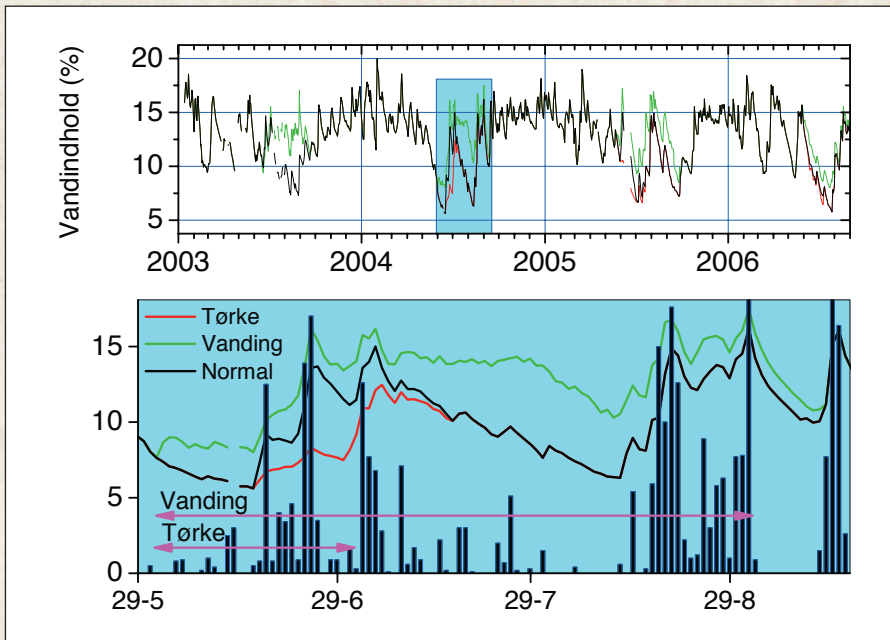
Foto 1. Vanding på Klelund. Vandingen blev styret elektronisk fra et skur til typisk at foregå om natten igennem det meste af vækstsæsonen (ca. 1. maj til 1. september). Foto: Lars Bo Pedersen.

der fik tilført vand (figur 2). Foruden en atmosfærisk deposition på ca. 17 kg N/ha/år, tilførtes der yderligere 15 kg N/ha/år med vandingsvandet.

Udvaskningen af N var næsten nul i kontrolbehandling, men var også beskedent i de gødskede behandlinger, tæt på ca. 10 kg N/ha/år. Udvaskningen af N var størst i den rene forårsbehandling efterfulgt af splitgødsningen uden vandmanipulation og tørkebehandling. Vandingen forøgede derimod udvaskningen til ca. 35 kg N/ha/år. Dette peger på, at til trods for at der med vandingsvandet blev tilført ekstra N i forhold til de andre behandlinger, så blev der fjernet endnu mere gennem udvaskningen.

Tilgængeligheden af kvælstof i rodzonen

Koncentrationen af mineralsk N i jorden under gødningsbehandlingerne varierede stærkt henover træernes vækstperiode. Efter forårsgødsningen i slutningen af april steg koncentrationen i jordvandet i rodzonen mærkbart i maj i alle gødningsbehandling. Størst var stigningen i den rene forårsbehandling med 75 kg N/ha/år, men stigningen blev fulgt af et hurtigt koncentrationsfald. Således var koncentrationerne i den rene forårsbehandling allerede i juli måned godt på vej til en halvering. Den maksimale koncentration forekom tydeligt senere ved splitgødsningen. Samtidigt holdt den høje N-koncentration sig betyde-



Figur 1. Effekt af manipulation med vanding og tørke på jordfugtigheden i 0-60 cm dybde. I nederste delfigur er der indlagt dagsnedbør (mm) til forklaringen af variationen i jordvandsindholdet (vandindholdet i tørkefelterne blev først målt fra 2004).

ligt længere end i den rene forårsbehandling. Således var koncentrationen af N ligeså stor i august i splitbehandlingen, som den var i juli i den rene forårsbehandling. Først i oktober måned faldt koncentrationen af N til næsten 0 i begge behandlinger.

Behandlingen med tørke og vandtilførsel ændrede koncentrationsforløbet. Tørken i juni førte til forhøjede koncentrationer i forhold til den normale splitbehandling, formentlig på grund af opkoncentrering i jordvandet som følge af manglende væskefornyelse fra nedbøren. Allerede den føl-

gende måned fulgte tørkebehandlingen dog helt den normale splitbehandling.

Den ekstra vandtilførsel førte til et betydeligt koncentrationsfald, der varede hele vækstperioden. De meget mindre koncentrationer i denne behandling skyldtes givetvis en stor udvaskning, men også en kraftig fortyndning af jordvandet (figur 3).

Tilgængelighed af N

Træernes netto-optag af N kan bestemmes ved at måle mængden af næringsstoffer i

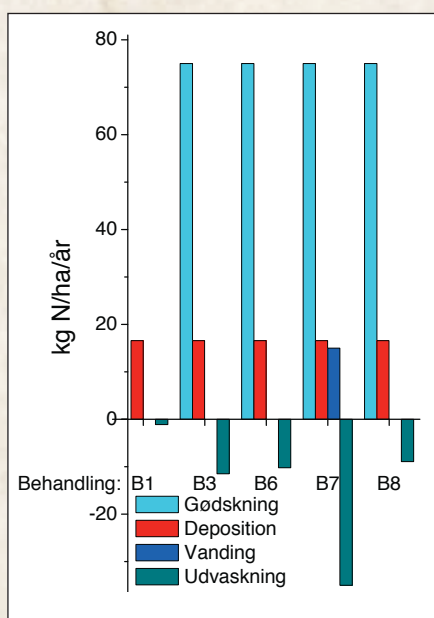
tilvæksten. Det plantetilgængelige N er derimod vanskeligt at måle præcist, men ved at kombinere jordvandskoncentrationerne i rodzonen med mængden af vand i jorden i vækstsæsonen, kan man få et indblik i størrelsesforskellene imellem de enkelte behandlinger. Således kunne den gennemsnitlige mængde N i jordvandet (hvor 98 % findes som $\text{NO}_3\text{-N}$) i vækstperioden beregnes til:

B1, Ubehandlet kontrol:	2 Kg N/ha/år
B3, Forårsgødskning:	55 kg N/ha/år
B6, Splitgødskning:	70 kg N/ha/år
B7, Splitgødskning+vanding:	35 kg N/ha/år
B8, Splitgødskning+tørke:	65 kg N/ha/år

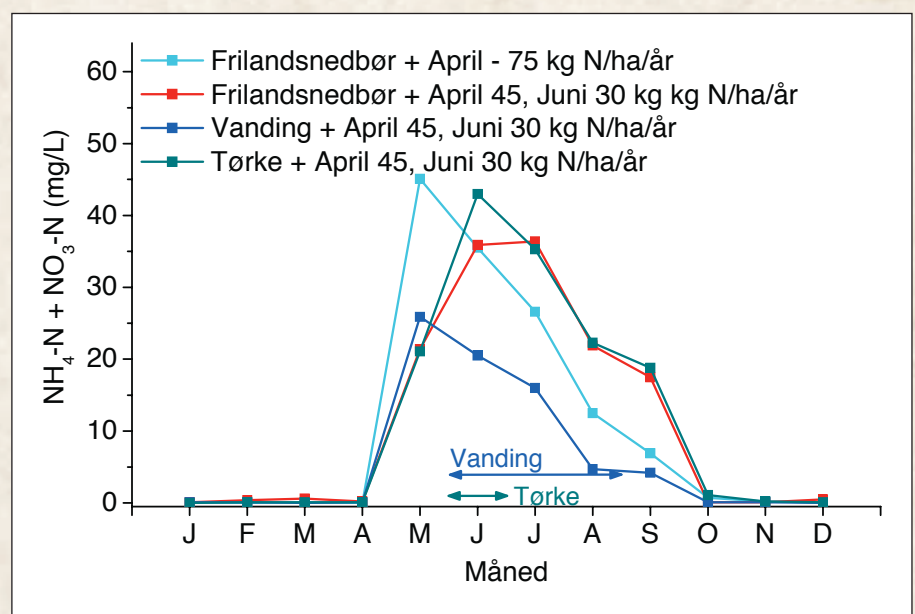
Tallene er givetvis i underkanten, fordi der ikke er taget højde for mineralisering mv., men de viser trods alt betydelige forskelle. Kontrolbehandlingen synes klart at "tilbyde" den mindste mængde N, mens den traditionelle splitgødskning tilbyder mest efterfulgt af behandlingen med tørke og den rene forårsgødning. Vandingsbehandlingen var den klart dårligste af gødningsbehandlingerne. Årsagen har helt klart været, at det tilførte vand har udvasket mere N end hvad der er blevet tilført med vandingsvandet og således fremmet en jordvæske med et langt lavere indhold af N end ved den tilsvarende normale splitbehandling og tørkebehandling.

Juletræskvalitet

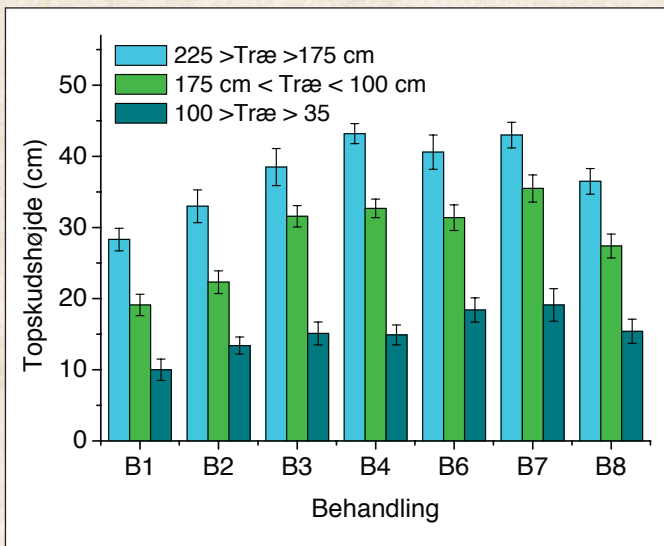
Set over hele forsøgsperioden blev topskudslængden forøget af både vanding og gødskning sammenlignet med den ubehandlede kontrolbehandling (figur 4), med størst effekt af gødskningen. Således forøgedes topskudslængden hos den største højdeklasse



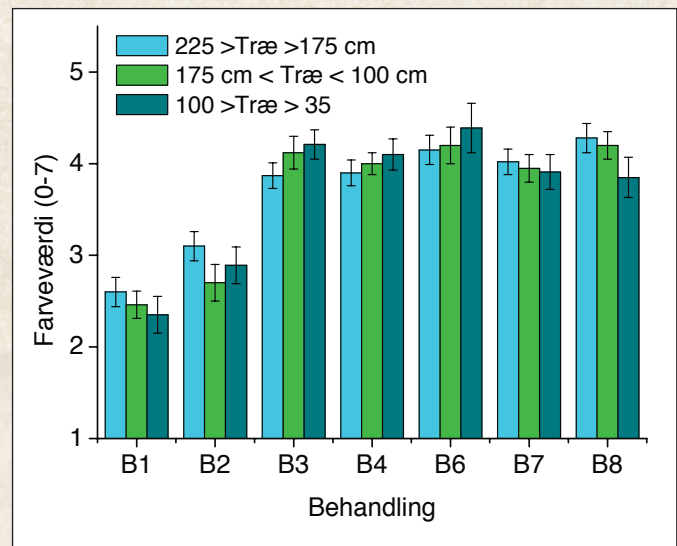
Figur 2. Kvælstofbalancen: Udvasning, deposition og gødskning. Gennemsnit for hele forsøgsperioden.



Figur 3. Den gennemsnitlige årsvariation i koncentrationen af kvælstof ($\text{NH}_4\text{-N}$ + $\text{NO}_3\text{-N}$) for hele forsøgsperioden.



Figur 4. Topskudshøjden fordelt til tre højdeklasser. Forklaringen på gødningsbehandlinger findes i tabel 1.



Figur 5. Farven fordelt til tre højdeklasser. Forklaringen på gødningsbehandlinger findes i tabel 1.

med gennemsnitlig 40 % i B3 og B6 sammenlignet med kontrolbehandlingen B1, mens den rene vandingsbehandling (B2) kun øgede topskudsvæksten med 17 %. I den rene forårsbehandlingen (B3) blev topskudslængden kun forøget i den største højdeklasse, når der blev tilført vand (B3 versus B4). I splitbehandlingen pegede resultaterne på, at vandingen forøgede topskudsvæksten mere jo højere træerne var, mens tørken havde den modsatte effekt gennem en tydelig reduceret topskudsvækst. Risikoen for at træerne satte topskud over 40 cm blev klart forøget ved vanding og klart formindskes gennem tørke. Nålelængden afspejlede resultaterne for topskudshøjden.

Farven fremviste generelt mindre statistisk sikre forskelle end topskudslængden, men alle behandlinger havde en bedre farve end den ubehandlede kontrol (figur 5). Selv behandlingen alene med vanding (B2) førte til markant bedre nålefarve. Vandingen førte ikke til bedre farve ved ren forårsgødsning (B3 & B4). Derimod var der en klar tendens i splitbehandlingen til at vandingen (B7) gav dårligere farve, mens tørken (B6) gav bedre eller samme farve som den normale behandling (B6).

Ingen af de andre juletræparametre, der blev målt, udviste statistisk sikre forskelle mellem vandede og tørkemanipulerede behandlinger, om end der var en tendens til at vandtilførslen gav lidt flere topskudsknopper, internodier og grene i øverste grenkrans, mens tørken gav lidt færre end i de normale gødningsbehandlinger.

Konklusion

Tilførsel af gødsning til juletræer på sandjord påvirker kvaliteten mere end tilførsel

af ekstra vand. Tilførsel af vand igennem hele vækstsæsoner giver anledning til en større udvaskning af N, samtidigt med at juletræskvaliteten forringes gennem øget vækst og svagt reduceret farve. Tørke i juni fører derimod til en svagt forbedret kvalitet gennem en reduceret topskudsvækst og bedre eller samme nålefarve uden større effekter på udvaskningen N. Manipulationerne peger også på, at tilgængeligheden af N i jorden kan formindskes markant af øget sommernedbør, mens tørken i juni kun formindsker tilgængeligheden i mindre omfang. Forskellene imellem gødningsforsøgets enkelte behandlinger har ikke været store. Flere forhold kan tillægges skylden, hvoraf et gennemgående stort ukrudtstryk givetvis har spillet en stor rolle (se også side 20). Endvidere har forsøgs materialet ofte været forholdsvis spinkelt på grund af den løbende høst. Ikke uventet betyder dette, at tørre somre alt andet lige vil give juletræer med knap så lange topskud, en bedre farve og en mindre miljøbelastning. Våde somre vil give det modsatte.

Anbefalinger

Det er givetvis et fåtal, der vander sine juletræer. Dette kan heller ikke anbefales. Tværtimod vil tiltag, der kan reducere vandtilførslen til rodzonen virke befordrende for en god juletræskvalitet med mindre åbne træer.

Regeringens netop lancerede oplæg til en national klimatilpasningsstrategi, hvor alle sektorer tager udfordringen op, viser vigtigheden af at iværksætte de rette forholdsregler i tide for at imødegå klimaforandringerne. I juletræbranchen ved vi kun meget lidt om klimaændringernes betydning for produktionens kvalitet og miljøpåvirkning. Nærværende undersøgelse udgør den ene-

ste forskning på området, men er helt utilstrækkelig bl.a. fordi vandmanipulationerne er langt fra det danske klimascenarie.

Undersøgelsen viser hvor let kvælstof kan udvaskes fra rodzonen. Hyppigere regnskyl i vækstsæsonen betyder også en større risiko for udvaskning og overfladeafstrømning af kvælstof og andre næringsstoffer. Megen nedbør som i august sidste år eller store regnskyl i eftersommeren vil kunne reducere virkningen af farvegødsning betragteligt. Vi kan derfor kun på det foreliggende grundlag anbefale, navnlig på sandjord, at det vil være endnu vigtigere at reservere gødsning til kompensation af u hensigtsmæssige klimabetingede tab af kvælstof.

Der bør iværksættes forskning, der i tide kan dokumentere, hvordan vi mest positivt kan udnytte klimaændringerne i den danske juletræproduktion og hvordan vi på bedste vis kan gribe ind for at reducere klimaændringernes uheldige effekter på produktionen. Det bedste vi kan gøre for nuværende, er at forberede os på de ændringer, der allerede er igangsat, hvor store eller små de end måtte være.

Tak

Tak til Produktionsafgiftsfonden for juletræer og pyntegrønt samt Skov & Landskab (KU) for finansieringen af projektet FANTOM, som nærværende undersøgelse er en del af. Også tak til gødningsfirmaet Kemira for sponsering af gødning og til feltteknikerne Mads Madsen Krag og Allan Overgaard Nielsen og vores forsøgsvært Per Ramsgaard for deres store indsats navnlig i forbindelse med driften af feltapparatur.

