

# Campanula og dynamisk klimastyring

- En IntelliGrow rapport



Af Lene Jakobsen, Forskningsassistent, KVL  
Jesper Mazanti Aaslyng, Lektor, KVL  
Eva Rosenqvist, Forsker, DJF Årslev

# Indholdsfortegnelse

Indholdsfortegnelse	2
Resume	3
Forsøgsbeskrivelse	4
Resultater	6
Konklusion	9
Dynamisk klimastyring i fremtiden	10
Bilag	12

Billede på forside:

**Campanula dyrket ved forskellige klimastyringer i forårsperioden.** Forsøgsperiode 13/4-18/5-00. Fra venstre mod højre ses planter dyrket ved hhv. standardklimaet (Beh. 1), 80% fotosyntese med 15°C som basistemperatur (Beh. 2) og 80% fotosyntese med DGT (Beh. 4). Billedet er taget d. 18/5-00

## Resume

Campanula har været med i en række forsøg vedrørende dynamisk klimastyring fra 1997-2002, hvor den blev afprøvet i flere sammenhænge, bl.a. 80 og 90 % fotosyntese-optimering af klimaet og dynamisk klimastyring ved lysafhængige tillæg på en almindelig klimacomputer.

Generelt klarede Campanula sig godt ved dynamisk klimastyring. Resultaterne fra forsøgene tydede på mere kompakte planter og i foråret et højere antal blomster ved dynamisk klimastyring sammenlignet med standard klimastyring. Men det viste sig også at der skulle passes på i den mørkeste årstid, hvor for lav gennemsnitstemperatur i nogle tilfælde gav for lang kulturtid ved dynamisk klimastyring. Endvidere viste det sig, at der kunne opnås pæne energibesparelser uden det gik ud over plantekvaliteten.

## Forsøgsbeskrivelse

I årene 1997 til 2002 blev der udført en række forsøg med dynamisk klimastyring ved hjælp af IntelliGrow systemet. I alt blev der udført 191 forskellige forsøg, hvor der indgik 29 forskellige plantesorter. Forsøgene blev udført på Landbohøjskolen og hos Danmarks JordbrugsForskning i Årslev. (Se i øvrigt oversigt over de udførte forsøg i bilag 1).

I forsøgene blev det vægtet at afprøve forskellige dynamiske klimastylinger med forskellige plantesorter som modeller. Der blev under afprøvningerne ikke taget højde for den enkelte plantearts klimatiske krav. Uanset oprindelse blev alle plantearter udsat for den samme klimastyring.

I de omtalte forsøg i denne rapport for campanula, er sorterne "Dark Blue" og "Heavenly Blue" blevet brugt.

Der blev ikke brugt kemisk retardering under forsøgene.

Ved alle forsøgene er én til flere dynamiske klimastylinger blevet sammenlignet med et standardklima. Nedenfor er nævnt de vigtigste klimabehandlinger, der indgik i afprøvning-erne.

### **De grundlæggende klimastylinger i forsøgene var:**

1. Standardklima
2. 80 % fotosynteseoptimering med 15°C som basistemperatur
3. 90 % fotosynteseoptimering med 15°C som basistemperatur

Udover de grundlæggende klimastylinger blev der i enkelte forsøg også arbejdet med følgende varianter af de grundlæggende klimastylinger:

4. 80 % fotosyntese opnået med en DGT-Volmatic klimacomputer
5. 80 % fotosyntese med en minimums gennemsnitstemperatur på 18°C
6. 80 % fotosyntese med en minimumstemperatur på 17°C
7. 80 % fotosyntese med en minimumstemperatur på 17°C og korterevarende opvarmninger om natten, såkaldte temperaturspidser
8. Variabel fotosynteseoptimering med en gennemsnitstemperatur på 18°C

En mere uddybende beskrivelse af behandlinger findes i bilag 2, 3 og 4.

**Ved alle forsøg blev der lavet følgende registreringer:**

- Produktionstiden i dage fra forsøgsstart til salgsklare planter ved de forskellige behandlinger. Forsøgene blev på KVL opgjort efter fastlagte perioder, hvorfor der ikke er opgjort egentlige produktionstider under de forskellige klimaer.
- Middelttemperaturen ved de forskellige behandlinger.
- Tørstofproduktion for den enkelte plante ved de forskellige behandlinger.
- Plante højde for den enkelte plante, målt fra jordoverflade og til det øverste knop ved de forskellige behandlinger.
- Knopper og blomster for den enkelte plante ved de forskellige behandlinger.
- Energiforbruget ved de forskellige behandlinger.

## Resultater

Der blev lavet 7 forskellige afprøvninger med Campanula gennem vinter- og forårs-månederne fra 1997 - 2002. Resultaterne fra afprøvningerne er opstillet i tabel 1 og tabel 2 efter hvornår på året de er påbegyndt, begyndende med primo november og sluttende med ultimo april. Endvidere kan energibesparelsen i procent pr. måned for 80 % fotosyntese i forhold til standard ses i figur 1.

I halvdelen af afprøvningerne blev forsøgene opgjort på et fastlagt tidspunkt, hvilket ikke giver mulighed for at give en egentlig produktionstid for de enkelte behandlinger. I de resterende afprøvninger sås der i vinterperioden en forlængelse af kulturtiden på op til 14 dage. Derimod i foråret var produktionstiden ens for behandlingerne og standarden. Se tabel 1 og 2

Forsøgene viste, at der ved afprøvningerne i sen efterår, vinter og først på foråret generelt var en lavere gennemsnitstemperatur ved behandlingerne i forhold til standarden. Hvorimod gennemsnitstemperaturen sidst på foråret ved behandlingerne var højere end standarden. Se tabel 1 og 2.

Planternes tørstofproduktion var højere for behandlingerne set i forhold til standarden, derimod var plantehøjden varierende. I de tilfælde hvor planterne var højere ved behandlingerne set i forhold til standarden var tørstofproduktionen endnu højere, hvilket tyder på mere kompakte planter ved dynamisk klimastyring sammenlignet med standard klimastyring. Se tabel 1 og 2.

Antallet af knopper og blomster varierede under afprøvningerne. I de forsøg, hvor der var et fastlagt tidspunkt for opgørelse blev der observeret et fald i antal af knopper og blomster ved behandlingerne i forhold til standarden. Se tabel 1 og 2. Faldet var dog kun i et tilfælde så stort at planterne ikke opfyldte kravene om antal knopper og blomster for salgsklare planter. I de resterende forsøg sås en stigning i antallet af knopper og blomster uanset årstid.

Forsøgene viste et lavere energiforbrug for behandlingerne set i forhold til standarden. Det at behandlingerne i de enkelte forsøg oftest blev opgjort samtidigt kan medvirke til et lidt skævt forhold i energiforbruget mellem behandlingerne og standarden. Om vinteren var der en tendens til at produktionstiden blev forlænget ved behandlingerne, grundet en lavere gennemsnitstemperatur ved dynamisk dyrkning i forhold til standardklimaet. Det skal understreges at grundtanken med systemet er at planteproduktionstiden skal være uændret ved den dynamiske klimastyring. Opgaven er derfor i den enkelte kulturs produktionsperiode at tilpasse det dynamiske klima, så man opnår den rigtige produktionstid. Derved vil man opnå en pæn energibesparelse, samtidig med at produktionen ikke forlænges.

Der blev opnået energibesparelser på fra 10 til 60 % afhængigt af årstiden for produktionen ved dynamisk klimastyring set i forhold til standard klima, se tabel 1 og

2. I figur 1 kan ses det månedsvise energiforbrug for 80 % fotosynteseoptimering som % af standard. Kigger man på den samlede energibesparelse ved dynamisk klimastyring set i forhold til standard klima i perioden fra december til april var den på ca. 50 % for året 1999-2000 på KVL.

Der blev kun observeret små forskelle i tørstofindhold, plantehøjde og antal af knop og blomster mellem 80 % optimeringen med IntelliGrow systemet og ved brug af DGT-Volmatic's klimacomputer. Det er altså allerede i dag muligt at lave et klima, der minder om vores 80 % optimerede klima på en almindelig klimacomputer. Energibesparelsen var dog lidt mindre ved brug af DGT-Volmatic's klimacomputer i forhold til 80 % optimeringen med IntelliGrow systemet, dette skyldes tildels en forskel i væksthushkonstruktionen for de to forsøgsafdelinger.

Der blev ikke observeret forskelle i holdbarheden efter dyrkning ved dynamisk klima i forhold til standardklima.

I forsøgs perioden har der ikke været observeret specielle problemer med hensyn til hverken skadedyr eller sygdomme i de dynamisk styrede planter. Med baggrund i dynamikken kunne man forvente problemer med kondensering på bladene, og deraf følgende problemer med sygdomme. Det har ikke været tilfældet og kan skyldes at de ændringer der er i temperaturen sker langsomt, og at kondensering derfor kun sker på væksthushets glas og således ikke på planterne. I fremtiden skal der arbejdes videre med denne problemstilling.



**Campanula dyrket ved forskellige klimastyringer i det sene forår.** Forsøgsperiode 5/4-3/5-01. Fra venstre mod højre ses planter dyrket ved hhv., 80 % fotosyntese med minimum temperatur på 17 °C og temperaturspidser (beh. 7), 80 % fotosyntese minimums temperatur på 17 °C (Beh. 6), 80 % fotosyntese med gennemsnitstemperatur på 18 °C (Beh. 5), variabel fotosyntese med gennemsnitstemperatur på 18 °C (8), standardklimaet (Beh. 1) og 80 % fotosyntese med 15 °C som basistemperatur (Beh. 2). Billedet er taget d. 3/5-01



**Campanula dyrket ved forskellige klimastyringer i det tidlige forår.** Forsøgsperiode 23/1-20/3-01. Fra venstre mod højre ses planter dyrket ved hhv., 80 % fotosyntese med minimum temperatur på 17 °C og temperaturspidser (beh. 7), 80 % fotosyntese minimums temperatur på 17 °C (Beh. 6), 80 % fotosyntese med gennemsnitstemperatur på 18 °C (Beh. 5), variabel fotosyntese med gennemsnitstemperatur på 18 °C (8), standardklimaet (Beh. 1) og 80 % fotosyntese med 15 °C som basistemperatur (Beh. 2). Billedet er taget d. 8/3-01



## Konklusion

Generelt blev planterne dyrket ved dynamisk klimastyring mere kompakte i forhold til planterne dyrket ved standardklima. Desuden viste forsøgene at der forår ved dynamisk klimastyring kunne opnås et større antal knopper og blomster, som følge af den ekstra lys og varme dynamisk klimastyring giver i forhold til standardklimaet. Om vinteren derimod var der tendens til, at produktionstiden blev forlænget, grundet en lavere gennemsnitstemperatur ved dynamisk dyrkning i forhold til standardklimaet.

Energiforbruget var lavere ved dynamisk klimastyring i forhold til standard klimastyring, afprøvningerne viste at der kunne spares 10-60 % energi ved dynamisk klimastyring.

## Dynamisk klimastyring i fremtiden

Forsøgene blev gennemført som demonstrationsforsøg, med det formål at vise det dynamiske klimas indflydelse på så mange plantearter som muligt. Klimaet var dynamisk indenfor et bredt område, både hvad temperatur (15- 30 °C) og CO<sub>2</sub> (330-1600 ppm) angår. Området blev bevidst valgt bredt for at se flest mulige effekter af klimaet på såvel planter som energiforbrug. Ønsket var at se den maksimale effekt og ikke at lade fremtiden blive begrænset af for begrænsede forsøg. Det var fra start af klart at det ikke ville være muligt at lave en optimal produktion af både tempererede plantearter som Campanula og mere varmekrævende som Hibiscus i det samme klima. Det overraskende var at det rent faktisk har været muligt at producere fornuftige plante i alle forsøgene. Så selv med meget store klimaomlægninger og meget store energibesparelser har der kunne produceres fornuftige planter. Selvfølgelig er produktionstiden blevet forøget for en del plantearter, hvilket ikke bør ske hvis dynamisk klimastyring skal bruges i praksis. Effekten har selvfølgelig været tydeligst for de varmekrævende plantearter. I de senere forsøg blev den dynamiske klimastyring kombineret med middeltemperaturstyring, med det formål at få bedre styr på produktionstiden. Men idet den samme middeltemperatur blev anvendt til alle de benyttede plantearter, gav det ikke et helt optimalt billede. Forsøgene viste dog at middeltemperaturstyring var en god metode til at sikre produktionstiden, og kombineret med den dynamiske klimastyring fås både et lavere energiforbrug og en rigtig produktionstid.

Der er igen tvivl om at dynamisk klimastyring er et effektivt værktøj til at spare energi med, kunsten er at finde den rigtige balance mellem energibesparelsen og produktionstiden. Denne balance afhænger af den aktuelle kultur.

De væsentligste forhold, der skal være kendt er:

- Den lavest acceptable temperatur for produktionen
- Den højeste acceptable temperatur for produktionen
- Hvilken middeltemperatur sikre den rette produktionstid
- Hvor store lysniveauer kan planten tåle uden at tage skade
- Hvilke CO<sub>2</sub> områder kan planten udnytte.

I praksis kan man sætte den ønskede middeltemperatur til den nuværende gennemsnitstemperatur for produktionen. De laveste og højeste temperaturer kan findes ved forsigtigt at flytte minimumstemperaturen og ventilationstemperaturen lidt ned og op. Gennem nogle år vil man så få fastlagt grænserne. Læs mere om dette i bilag 4.

Når rapporten læses er det derfor vigtigt at huske at forsøgene viser nogle ydre grænser ved dynamisk klimastyring. De store energibesparelser vil i praksis blive mindre, men til gengæld vil produktionstiden også være uændret. Det er dog stadig et stort potentiale for energibesparelser, der kan udnyttes i praksis. I kommende

forsøg skal der fokuseres yderligere på metoder til produktionstids styring under dynamiske forsøg.

## Bilag

Bilag 1: Oversigt over de udførte forsøg på KVL og ved Danmarks JordbrugsForskning

Bilag 2: Beskrivelse af brugte klimastyringer ved forsøgene

Bilag 3: IntelliGrow - et nyt klimastyringskoncept. Grøn viden, nr. 122, januar 1999.

Bilag 4: Dynamisk klimastyring på en almindelig klimacomputer. Jesper Mazanti Aaslyng, Eva Rosenquist og Jens Rystedt. GartnerTidende 42/2000, s. 10-11.

Bilag 5: Sunde planter dyrket med lavt energiforbrug. Tema af Sten Søndergaard. Grønspiren okt. 2001, s 40-47.

Tabel 1. Campanula: Afprøvninger sen efterår og vinter

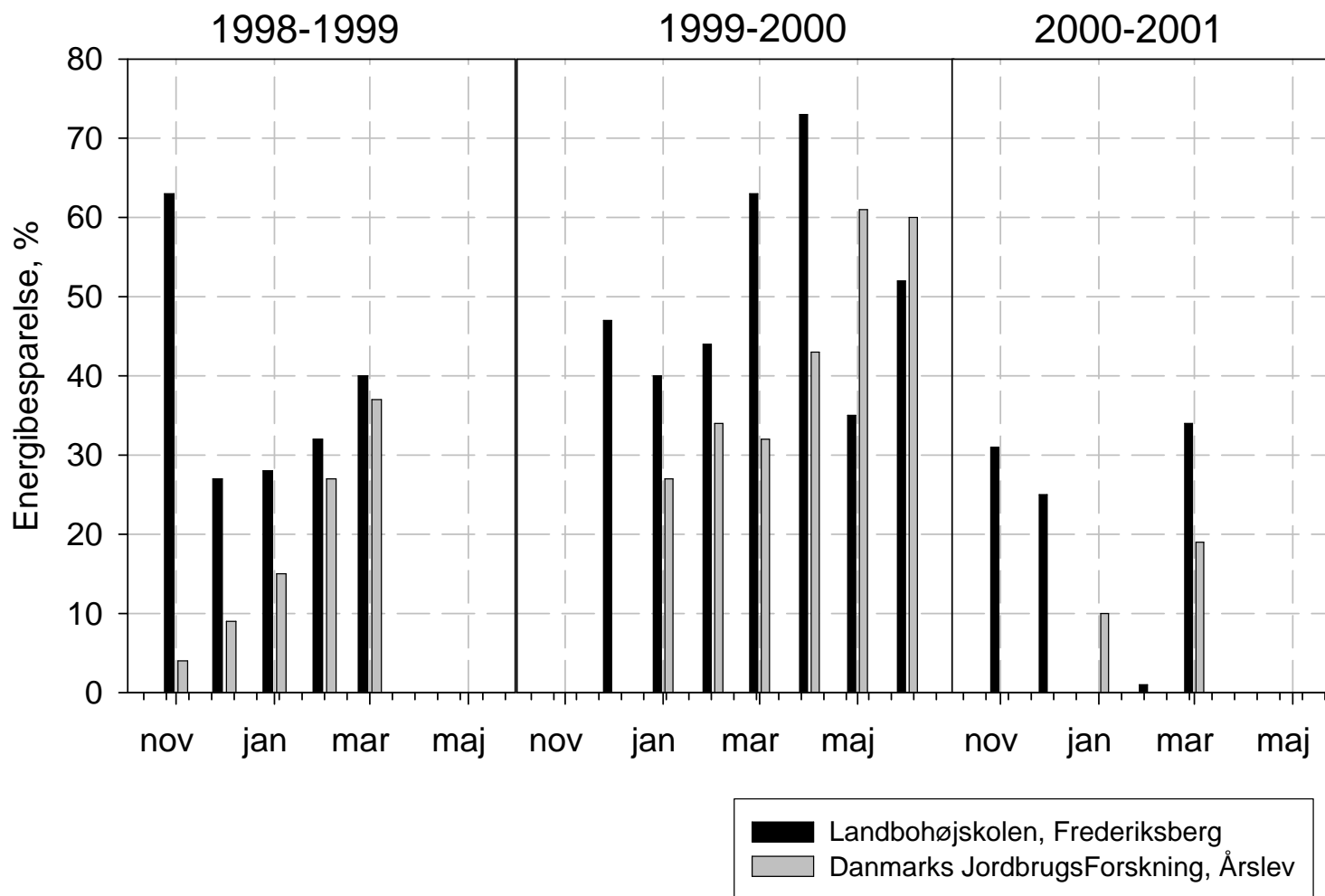
	Forsøgs- opgørelse	Middeltemp./døgn (gr. C)	Tørstof (% af stand.)	Plantehøjde (% af stand.)	Knop og blomst (% af standard)	Energi forbrug (% af stand.)
Forsøgsstart 17. jan. 2000 (KVL) (DB)						
Standardklima (1)	15/3-00	20,8	100	100	100	100
80% fotosyntese (2)	15/3-00	16,8	122	138	17	55
80% fotosyntese med DGT (4)	15/3-00	17,0	102	123	256	72
Forsøgsstart 23. jan. 2001 (DJF) (DB)						
Standardklima (1)	6/3-01	22,6	100	100	100	-*
80% fotosyntese (2)	20/3-01	19,0	132	107	133	-*
80% fotosyntese min. temp. 17°C (6)	15/3-01	20,8	105	99	110	-*
80% fotosyntese gns.temp 18°C (5)	15/3-01	19,7	122	108	126	-*
Var. fotosyntese gns. Temp. 18°C (8)	15/3-01	19,8	123	116	126	-*
80% fotosyn. min. temp. 17°C TP (7)	15/3-01	21,5	106	106	109	-*
Forsøgsstart 28. jan. 1998 (DJF) (HB)						
Standardklima (1)	10/3-98	20,0	100	100	100	100
80% fotosyntese (2)	19/3-98	16,8	123	87	122	83
90% fotosyntese (3)	19/3-98	17,2	121	106	137	90

\*Det har ikke været muligt at beregne energi forbruget, da der i denne forsøgsperiode mangler værdier for energiforbruget ved flere af behandlingerne i perioden fra 10/2 til 27/2. De manglende værdier skyldes fejl i målinger.

Tabel 2. Campanula: Afprøvninger forår

	Forsøgs- opgørelse	Middeltemp./døgn (gr. C)	Tørstof (% af stand.)	Plantehøjde (% af stand.)	Knop og blomst (% af standard)	Energi forbrug (% af stand.)
Forsøgsstart 2. feb. 2000 (DJF) (HB)						
Standardklima (1)	3/3-00	21,4	100	100	100	100
80% fotosyntese (2)	14/3-00	17,3	137	113	141	66
90% fotosyntese (3)	14/3-00	18,0	135	124	143	68
Forsøgsstart 2. mar. 2000 (KVL) (DB)						
Standardklima (1)	13/4-00	21,4	100	100	100	100
80% fotosyntese (2)	13/4-00	18,5	102	92	22	36
80% fotosyntese med DGT (4)	13/4-00	19,0	104	102	31	89
Forsøgsstart 5. apr. 2001 (DJF) (DB)						
Standardklima (1)	3/5-01	21,6	100	100	100	100
80% fotosyntese (2)	3/5-01	19,2	124	90	123	51
80% fotosyntese min. temp. 17°C (6)	3/5-01	20,5	111	93	122	70
80% fotosyntese gns.temp 18°C (5)	3/5-01	19,4	114	96	124	47
Var. fotosyntese gns. Temp. 18°C (8)	3/5-01	19,8	121	100	117	60
80% fotosyn. min. temp. 17°C TP (7)	3/5-01	20,9	107	97	109	68
Forsøgsstart 13. apr. 2000 (KVL) (DB)						
Standardklima (1)	18/5-00	23,0	100	100	100	100
80% fotosyntese (2)	18/5-00	22,8	142	133	105	40
80% fotosyntese med DGT (4)	18/5-00	24,2	158	135	377	95

Figur 1. Den månedsvise besparelse for klimaet med 80 % fotosyntese set i forhold til standardklimaet.



This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.