

Frost og frostbeskyttelse

Online Seminar Onsdag 7. april 2021

19.30-20.15: Maya Bojesen/HortiAdvice:

Frost og metoder til frostbeskyttelse

20.15-20.35: Jan Peeters/Fruitconsult, Holland:

Svarer på spørgsmål om frostbeskyttelse

20.35-20.55: Ernst Slabbekoorn, FrostFans:

Vindmaskiner til frostbeskyttelse

Jan Peeters
Fruitconsult



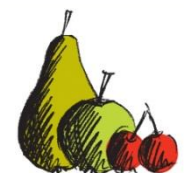
**Oversat & bearbejdet af
Maya Bojesen/HortiAdvice**

Frost og frostbeskyttelse

Maya Bojesen

Emner

- Frostskaader
- Nattefrost
- Jordens indflydelse
- Måling af temperaturen
- Dugpunkt
- Følsomhed
- Sprinklere
- Vindmaskiner
- Andre metoder til frostbeskyttelse



Udbyttetab



Slips Striber Skrub



Frost før
blomstring



Bånd på frugten



Ring rundt om frugten

Frost efter fuld
blomstring

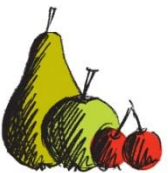


- Mindre frugter
- Deforme frugter



Gule snuder

Indre kvalitet - direkte



Sporeblade beskadiget af frost



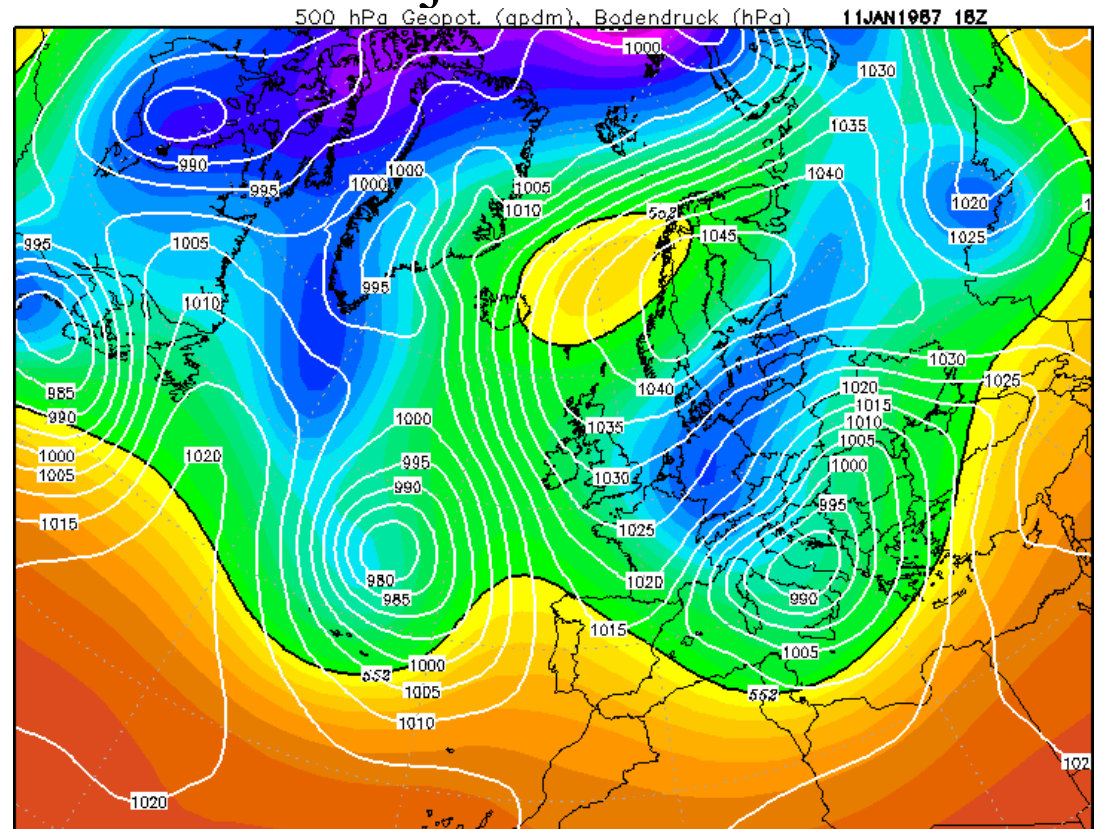
Sporeblade beskadiget af frost Indre kvalitet - indirekte



Priksyge

Nattefrost - Kold vind

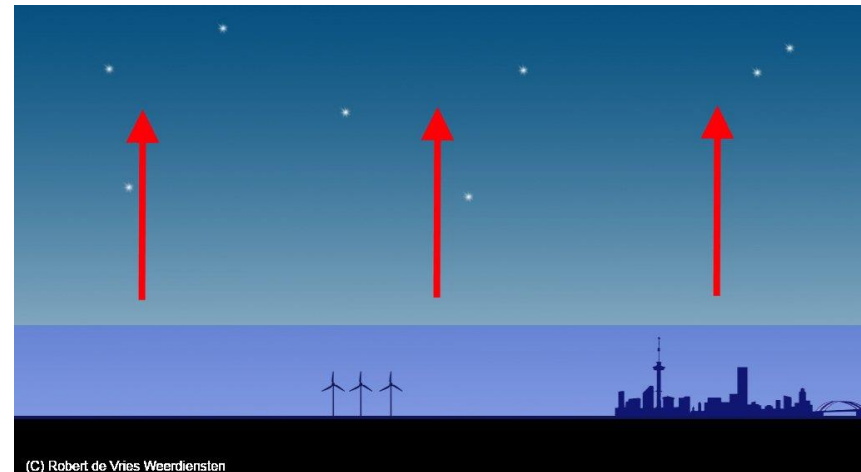
- Altid med vind
- Ofte fra øst
- Kan være overskyet
- Lille temperaturforskel i 0-5 meters højde
- Ofte koldere jo højere
- Svært at gøre noget ved



Data: NOAA reanalysis 2.000°
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

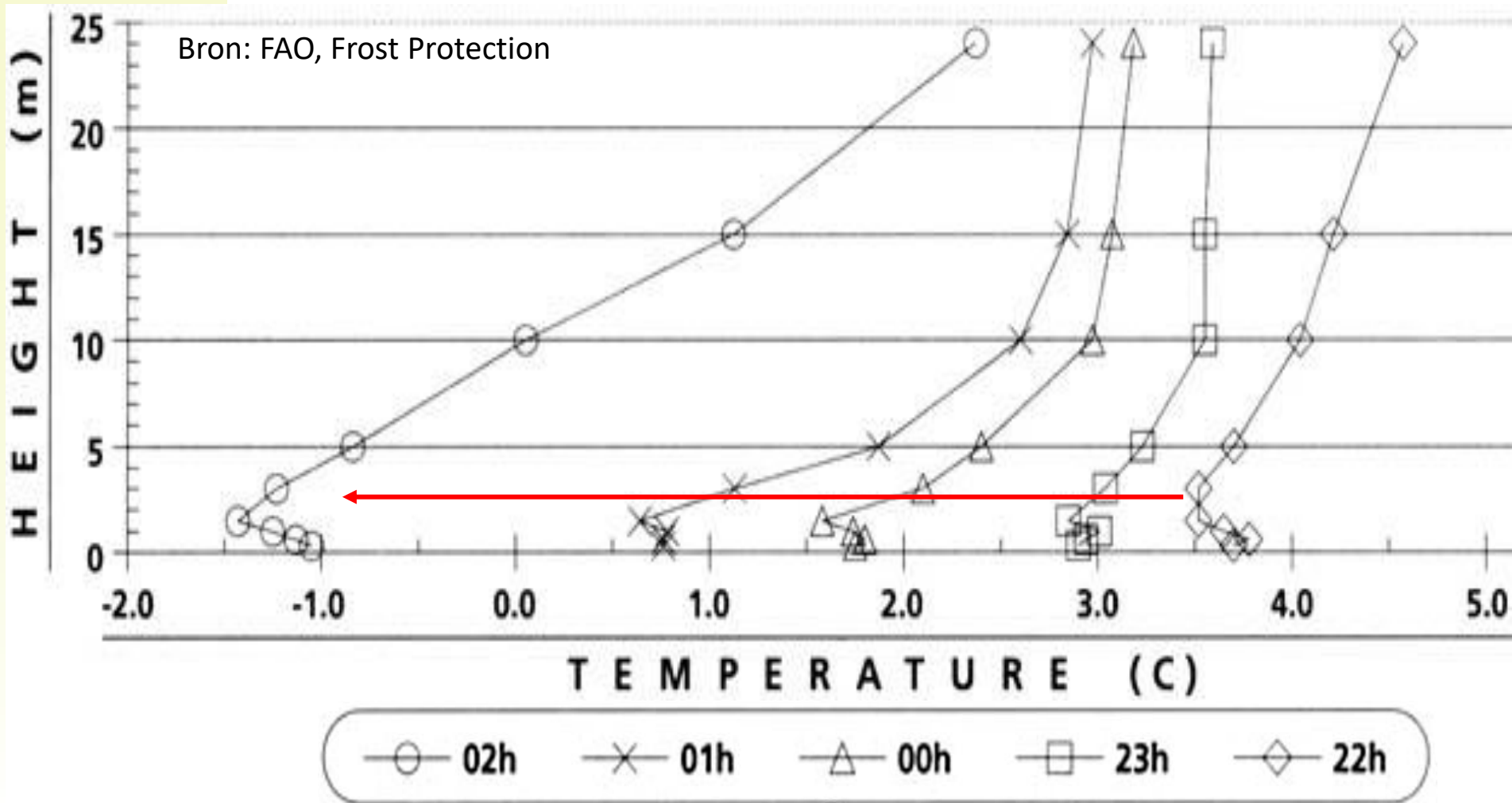
Nattefrost - Udstrålingsfrost

- Klassisk nattefrost
- Vindstille, skyfrit
- Temperaturbalancen lige over jorden er summen af indstråling og udstråling
- Udstråling af energi/varme fra jordoverfladen
- Negativ balance mellem indstråling og udstråling fra jorden
- Luftlaget lige over jorden afkøles til under 0°C
- Luften tæt på jorden bliver derfor koldest
- Inversion
- Modforanstaltninger



(C) Robert de Vries Weerdiensten

Temperaturforløb nattefrost



- Temperaturen falder i løbet af aftenen (kl. 22 til kl. 02)
- Bliver endnu koldere. Koldest omkring kl. 7 om morgenen
- Ikke under 0°C fra 10 meters højde



Nattefrost

- Ofte en kombination af kold vind og udstrålingsfrost!

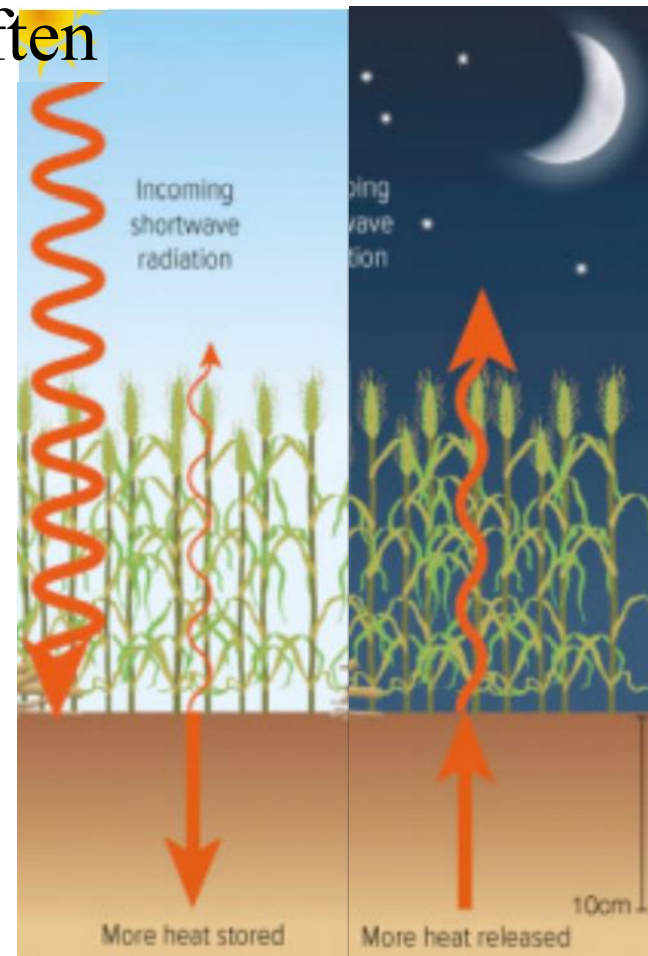
Terrænforskelle

- Kold luft er tungere end varm luft
- Kold luft samler sig på lavtliggende områder (frosthuller)



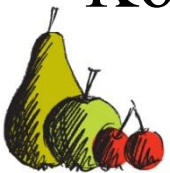
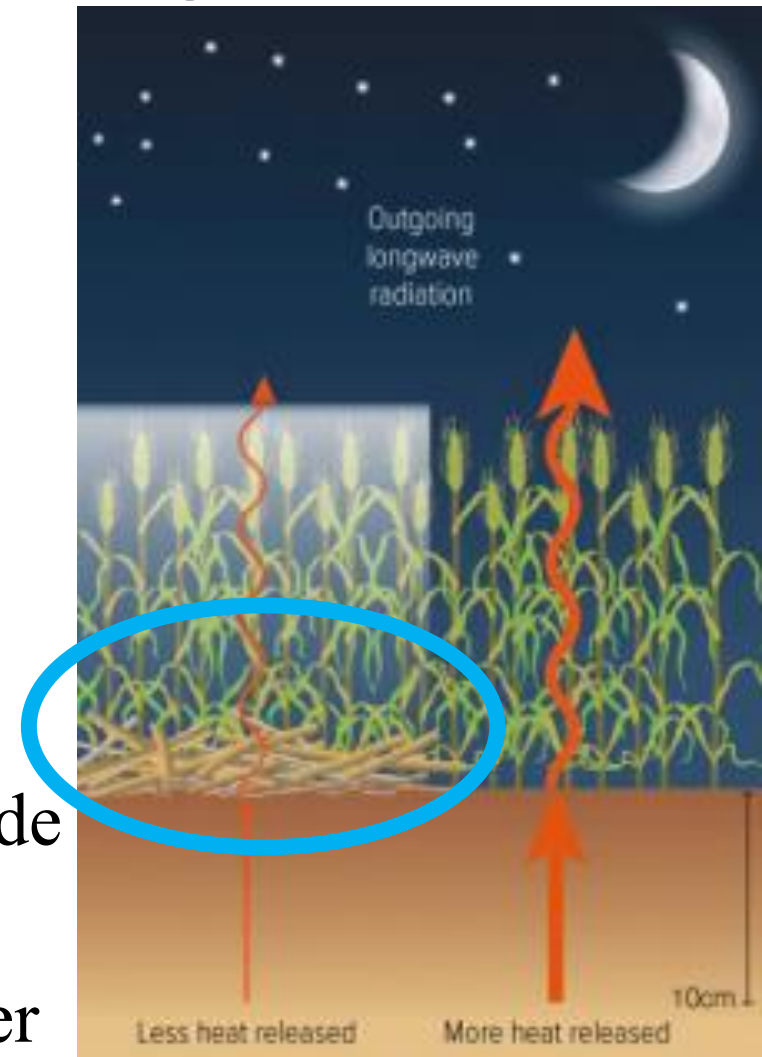
Jordens indflydelse

- Temperaturen nede i jorden er højere end ved jordoverfladen og i de nederste luftlag
- Om dagen oplagres energi/varme i jorden
- Ledning af varme gennem jorden til luften
- Om natten afgives varme til luften
 - Isolerende virkning:
 - Vegetation
 - Porøs jord
 - Tør jord



Jordens indflydelse - Vegetation

- Vegetation nedsætter indstråling dag / udstråling nat
- Isolerende
- Jo mere vegetation, jo mere kulde bliver opbygget
- Kort græs/bar jord i plantagen
- Opbygning af kold luft på tilstødende arealer med vinterhvede/græs
- Kold luft strømmer til frugtplantager



Jordens indflydelse - Jordtype

- Sandjord: flere og større mellemrum
- Sandjord ↔ Lerjord
- Sandjord lettere frost
- Porøs jord nedsætter udstråling
- Jo mere porøs jorden er, jo mere kulde bliver opbygget
- **Bar, kompakt jord har god varmeledningsevne**

Jordens indflydelse – Fugtig jord

- Fugtig jord lagrer 2-3 gange mere varme
- Fugtig jord opvarmes også i øverste 0-25 cm, så mere buffer
- Fugtig jord afgiver varmen ca. 5 gange bedre til luft
- Sandjord: fordamper og drænes vand hurtigere
- Sand tørrer hurtigere end ler
- Frost: forskellen på fugtig sandjord og lerjord er mindre

Jordens indflydelse – Fugtig jord

Tiltag

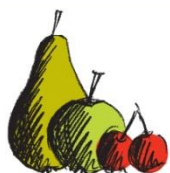
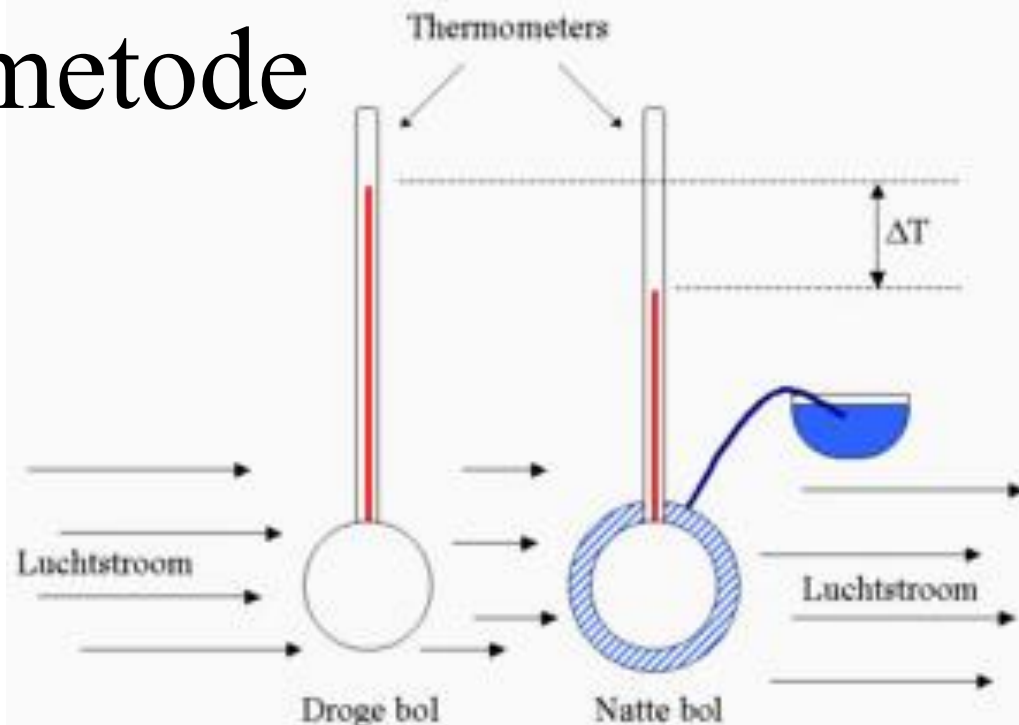
- God opfugtning af jorden (4-5 dage) før frost sikrer mindre nattefrost
- Nogle få graders forskel (f.eks. -3°C til $-1,5/-1^{\circ}\text{C}$)
- Når det fryser, falder temperaturen ikke så meget
- **Kunstvanding, mini-sprinklere, drypvanding, gyllespreder**



Nattefrost - Målemetode

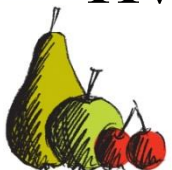
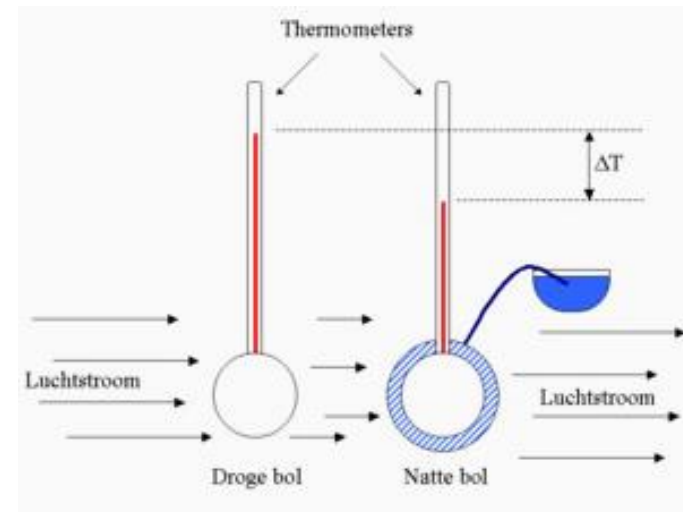
Tør sensor ↔ Våd sensor

- Våd sensor:
- Tager højde for fordampningsfaktoren
- Den laveste temperatur, der kan nås ved at fordampe vand i luften
- Vind eller lav relativ luftfugtighed → stor forskel på tør/våd sensor



Nattefrost - Målemetode

- Jo lavere relativ luftfugtighed (tør luft)
→ jo lavere temperatur på våd sensor
- Tør luft → mindre vand som kan fryse til is (frigive varme)
→ jo større er faren for frostskafer
- Vær ekstra obs, når temperaturen vurderes på grundlag af tør sensor:
- Frostfølsomhed (udviklingstrin)
- Hvornår er frostbeskyttelse nødvendigt?



Nattefrost - Målemetode

- Placér velkalibreret termometer på de typisk koldeste steder
- Termometer sættes i højde med de nederste grene
- Fri udstråling opad
- Fordel yderligere målepunkter i plantagen
- Kalibrerede termometre i højden af de nederste grene med sensoren skrånende nedad, med en fri udstråling opad
- Opret et netværk med andre

Dugpunktstemperatur

- Ved en given temperatur er luften i stand til at holde en bestemt mængde vanddamp.
- Jo koldere det er, jo mindre vanddamp kan luften holde
- **Relativ luftfugtighed:** forholdet mellem den mængde vanddamp, der er i luften ved en bestemt temperatur og den mængde vanddamp, der maksimalt kan være i luften ved denne temperatur. Angives i %
- **Dugpunktstemperaturen** er den temperatur, luften skal afkøles til for at være mættet med vanddamp
- Mættet vanddamp: skyer, dug, tåge, regn, sne
- Jo mere tør luften er, jo koldere skal det blive, før dug



dannes

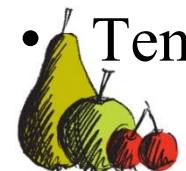
Dugpunktstemperatur

Eksempel:

- Lufttemperatur på 10°C og dugpunktstemperatur på 6°C
- Hvis luften afkøles til 6°C, vil der sandsynligvis opstå tåge, da luften vil være mættet
- Relativ fugtighed 100%

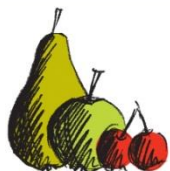
Dugpunktstemperatur

- Vand som fryser til is frigiver energi/varme
- => temperaturen stabiliseres næsten altid omkring dugpunktstemperaturen!
- **Dugpunktsbestemmelse fortæller om risikoen for nattefrost**
- Når dugpunkttemperaturen er under den kritiske temperatur for frostskaade, er der risiko for frostskaade
- Følg en vejrudsigt, som giver prognose for dugpunktstemp.
- Eksempel:
- Dugpunktstemperatur: -2°C
- Skade ifølge tabel for følsomhed: -3°C (tør sensor)
- Der frigives meget energi/varme, når vanddamp fryser
- Temperaturen stabiliserer sig → Ikke fare for frostskaade



Frostfølsomhed

- Udviklingstrin: Tydelig forskel i forhold til stadiet
- Efter en periode med hurtig udvikling → blomster mere følsomme
- Ved svag blomstring → blomster mere følsomme
- Æbler/pærer: Stor forskel på æbler og pærer
- Sorter: Ikke alle sorter er lige så følsomme
- Gala ↔ Jonagold, Elstar osv.
- Conference, Comice mindst følsomme (øvrige som æbler)
- Mindre frostfølsomhed kan være en grund til at plante en sort. Frostfølsomhed indgå som standard i sortsvurdering?





D: -5,5 °C	-4,0 °C	-3,0 °C	-2,5 °C
N: -7,0 °C	-5,5 °C	-4,0 °C	-3,0 °C

D= Tør sensor

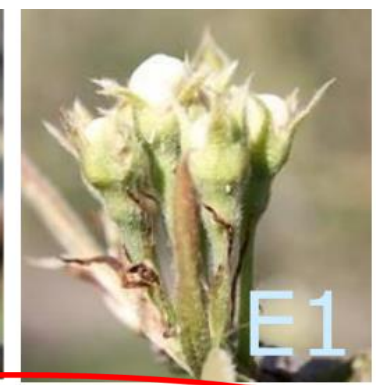
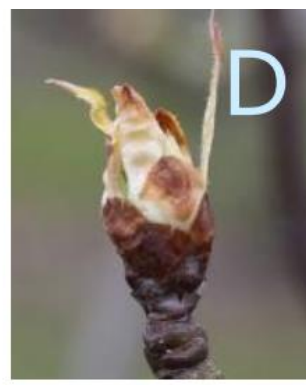
N = Våd sensor

Tør luft → lav temperatur på våd sensor

Tør luft → mindre vand til is → større fare for frostskaade



D: -1,5 °C	-0,5 °C	0,0 °C	0,5 °C
N: -2,0 °C	-1,0 °C	0,0 °C	0,0 °C



D: -6,0 °C

-6,0 °C

-6,0 °C

-4,0 °C

N: -7,0 °C

-7,0 °C

-7,0 °C

-5,0 °C

D= Tør sensor
N = Våd sensor



D: -1,5 °C

-0,5 °C

0,0

°C 0,5

°C

N: -2,0 °C

-1,0 °C

0,0

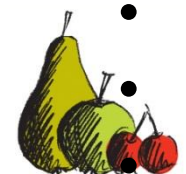
°C 0,0

°C

- Indtil tidlig hvid knop: pærer mindre følsomme end æbler

- Pærer: indtil tidlig hvid knop tåler -5°C

Fuld blomstring: lige følsomme. Også følsomme efter blomstring



Frostbeskyttelse - Sprinkling



Frostbeskyttelse - sprinkling

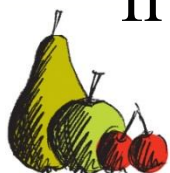
- Isdannelse frigiver varme og holder temperaturen på omkring $-0,5^{\circ}\text{C}$
- Forudsat kontinuerlig våd is omkring blomsterne

Proces	Varme- veksling
	Kalorier per gram
Vand afkøler fra 20°C til 0°C	+20.0
Vand fryser ved 0°C (sprinkler)	+79.7
Is afkøler fra 0°C til -5°C	+2.5
Vand fordamper ved 0°C	-597.3
Vand kondenserer ved 0°C	+597.3
Vand (damp til is $79,7+597,3$)	+677.0

Frostbeskyttelse - Sprinkling

Vigtige pointer:

- Mængden af varme, der frigøres under kunstvanding, afhænger stærkt af **mængden (gram) vand**, som går fra vand til is
- → **Mod blomstring opsamles meget mere vand og omdannes til is end ved vanding på museøre**
- Ved vanding på museøre/grøn knop, skal sprinkling påbegyndes tidligt for at skabe tilstrækkelig opvarmning
- På tidlige udviklingstrin er start ved $-1,5^{\circ}\text{C}$ ofte skuffende
- Lige før blomstring kan vanding ned til -6°C forhindre frostskaade



Frostbeskyttelse - Sprinkling

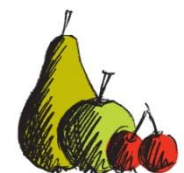
Vigtige pointer:

Dilemma ved vanding af jordbunden:

- Bar jord er vigtig for at undgå frost så meget som muligt
- For mest effekt af vanding af er det positivt at have noget vegetation → Mere vand som kan fryse.
- **Under alle omstændigheder skal jorden under træerne fugtes godt inden frost !**
- **Minisprinkler/Vanding af jordbunden kan gøre en forskel på 1,5-2°C grader (f.eks. -3°C til -1,5/-1 °C)**

Frostbeskyttelse - Sprinkling

- **Standard 18 x 18 eller 20 x 20 meter i forbandt**
- **Sprinklere: 1 omdrejning pr minut**
- **Forbrug ca. 3-4 mm (30-40 m³/ha/time)**
- Ved stærk frost eller vind er mere vand nødvendigt (4 mm)
- Etablere bassin/reservoir hvis ikke tilgang 3-4 mm
- Reservoir: 2 meter dybt/1,5-2 meter højt
- F.eks. Brønd, grundvand, opsamlet fra tage/tunnel/væksthus
- Skal have tilstrækkeligt til 3-4 nætter
- Eksempel: 4 nætter x 3 mm x 8 timer = 960 m³/ha



Frostbeskyttelse - Sprinkling

Mindre vand?

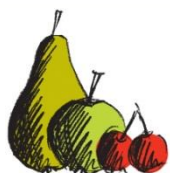
- Vandbesparelser gennem:
- Fugtig og kompakt jord
- Vanding på jorden til tiden kan gøre en stor forskel
- Bevidst håndtering af skadesgrænser (æble ↔ pære)
- **Pærer indtil tidlig hvid knop tåler -5°C**
- Justér mængden til frostgrad (2-4 mm) behøver ikke altid 3-4 mm

Frostbeskyttelse - Sprinkling

Mindre vand?

Dan Flipper sprinklere

- 3,25 x 7 meter
- Står i træække – kun rækkerne som vandes
- 35 liter i timen $\Rightarrow 15 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{time} = 50\%$ af konventionel
- **Start tidligt: Altid ved $+0,5^\circ\text{C}$ (tidligere end konventionel)**
- **Mere følsom over for vind end konventionel**
- **Vandforbrug det samme?!**

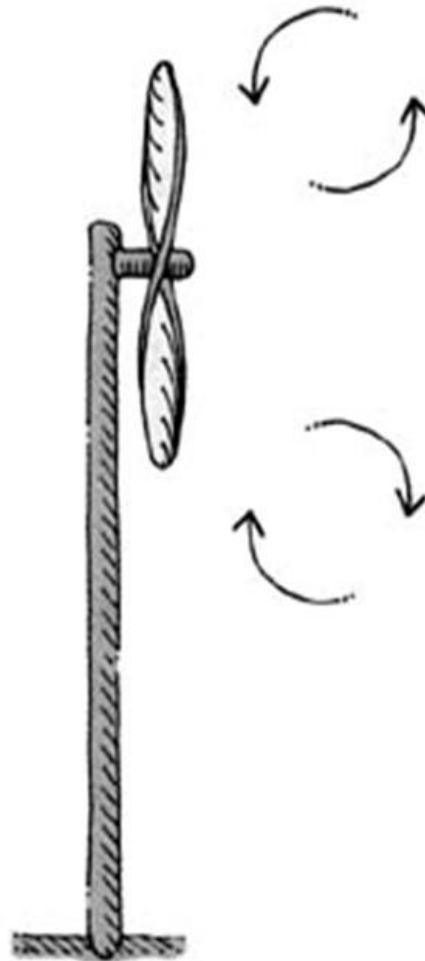
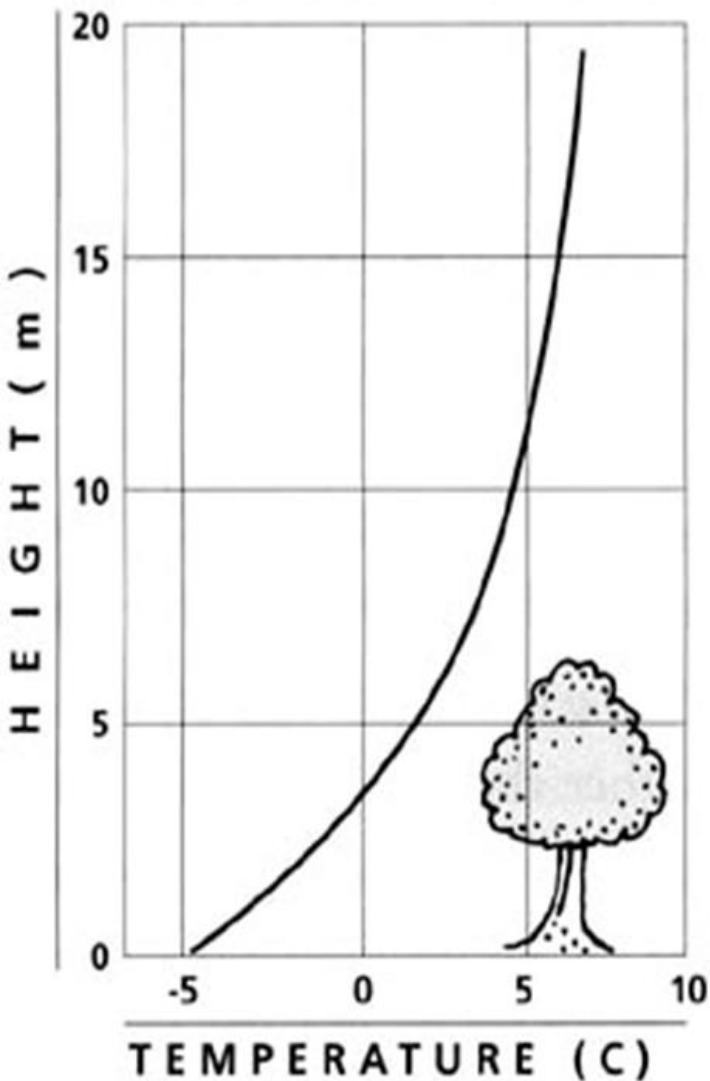


Frostbeskyttelse - Sprinkling

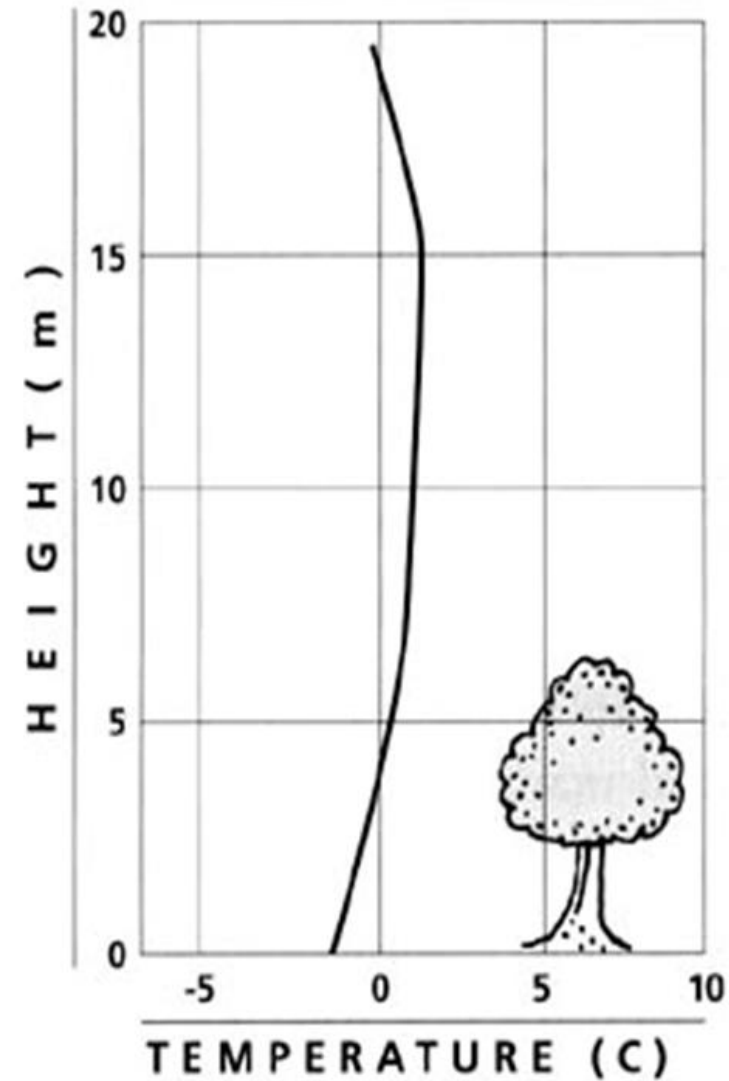
Mindre vand?

- Ved sprinkler skal tænkes på jordtype/dræn
- Overvej vindmaskine på våde/lavtliggende områder

NO WIND MACHINES



WITH WIND MACHINES



Source: FAO, Frost Protection

- Vindmaskiner skaber luftcirkulation
- Helikopter

Forsøg

- 650 $\frac{1}{2}$ i (5-6 ha)



Jonagold “Finesse” – Forsøg i 2020



Ubehandlet

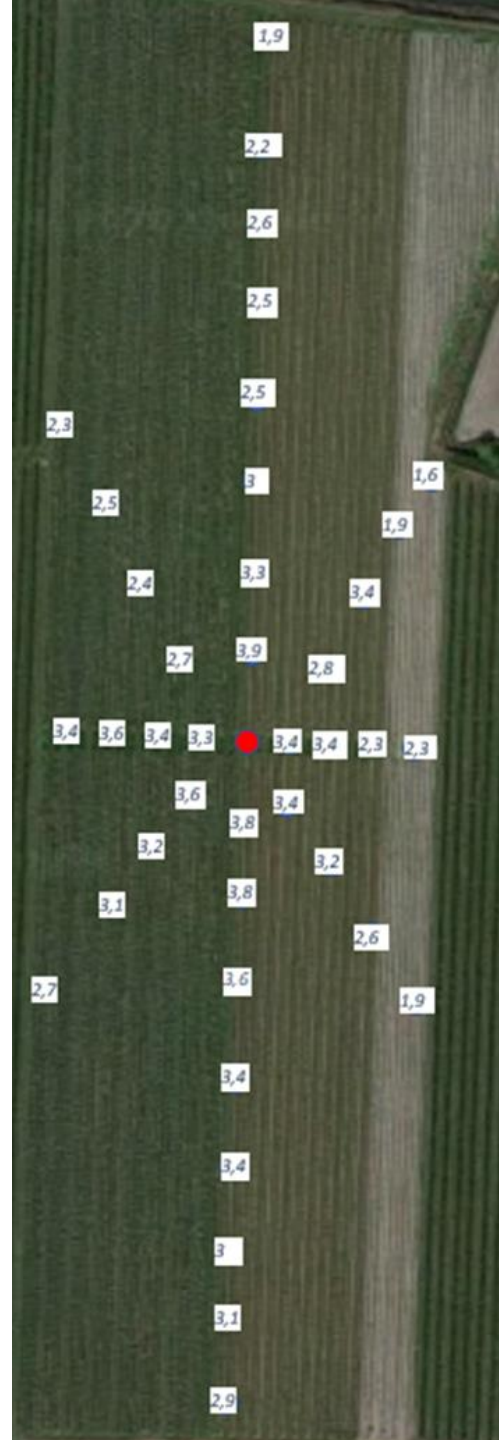


Behandlet

Antal frugter sat pr blomsterklase

Størst effekt:

- Nærmest
- Syd, Vest



Nord, 160 meter = 1,9

Vind kom fra nordøst

Nord, 80 meter = 2,5

Vindmaskine

Syd, 80 meter = 3,4

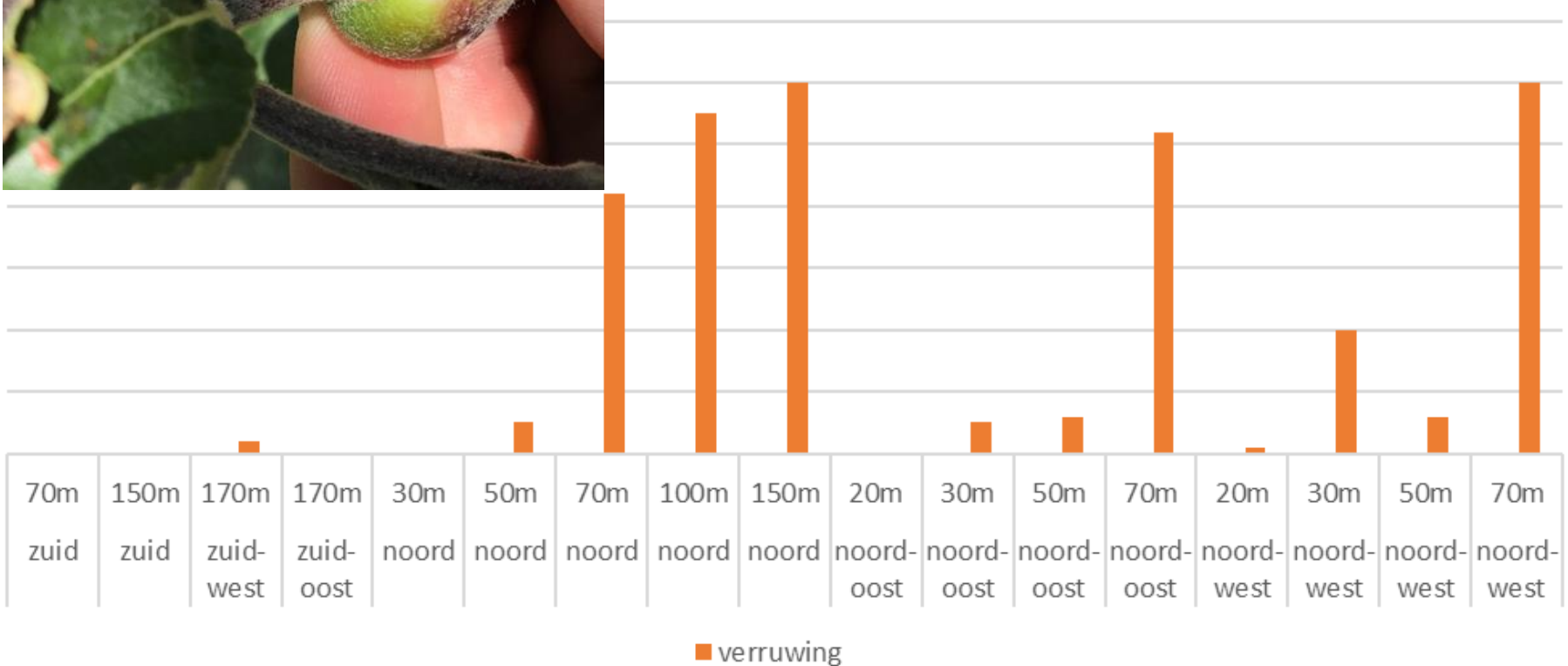
Syd, 160 meter = 2,9



Kvalitet

(% frugter med skade)

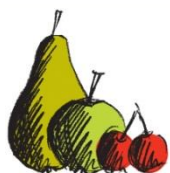
verruwing



- Vind kom fra nordøst
- Stor reduktion i skader på frugterne

Beskyttelse mod frostskafer

- **Sprinkler**
- **Vindmaskiner, helikopter**
- Opvarmning
- Tåge
- Haglnet
- Produkter til udsprøjtning



Frostbeskyttelse - Haglnet

- Haglnet lukkes tidligt/før blomstring
- Giver 1-1,5°C frostbeskyttelse
- Kræver humlebier/osmia bier (honningbier flyver ikke under net)

Produkter til udsprøjtning

Regalis® Plus

Vækstreguleringsmiddel

Må kun anvendes til vækstregulering i æbler og pærer.

Lalstim® Osmo – et nyt middel mod plantestress og frostska-

*Et finsk firma fandt i 90'eren ud af at udvinde stoffet **glycin-betain** af sukker-roer og har nu formulere det i produktet 'LALSTIM OSMO'. Er det i stand til afbøde stress-skader i planter?*

Frugttræer

- 2-3 l Aminosol/ha - anbefales dog ikke i blomst og 5-6 uger efter blomstring i æble.
 - 2 l Acadian/ha - ugentligt før frost. Kan bruges i åben blomst.
 - 1 l SalicylPure/ha
- Kan kombineres med urea sprøjtninger som frostbeskyttelse.

For at øge frosttolerancen anbefaler Biolchim følgende kombination:

1. **Folicist 1,5l/ha** (1l/ha pr. meter kronehøjde)
2. **Nov@ 3l/ha**
3. **K-Bomber 1kg/ha**



1,5L/ha

+



1kg/ha

+



3L/ha



Cellulose nanomateriale
Giver knopperne ”frakke på”

GOOD FRUIT
GROWER

Subscribe to

Our Magazine

Subscribe

Advertising

Crops

Digital

About Us

Cold coat commercialization

WSU researchers move toward market for spray-on frost protection.

Ross Courtney // March 24, 2021



Jassim Alhamid of Washington State University fills an electrostatic spray tank with the cellulose dispersion.