

# Lagring av potet

Lager 2020 - 24. november 2020

Klima, fysikk, biologi og kondens

Jon Olav Forbord



**Norsk** Nord-Trøndelag  
**Landbruksrådgiving**



# Potetlagring

- Målsetting
  - Å gjennomføre tida mellom hausting og forbruk/setting med:
    - Minst muleg tap av kvalitet og mengde
    - Til lågast muleg totalkostnad
- Eit potetlager er ikkje eit sjukehus
  - Kan ikkje reparere dårleg kvalitet

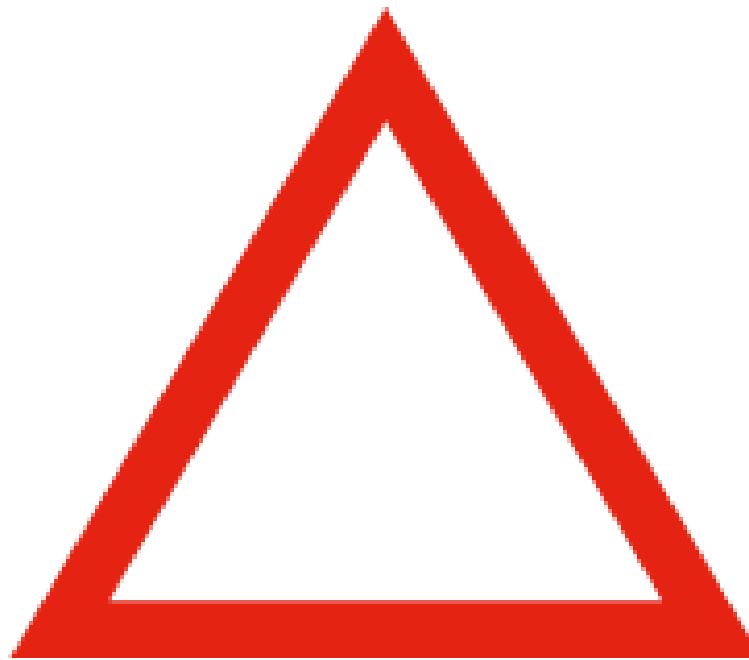
# Vilkår for ei vellukka lagring

- God plantekultur
- Vekstskifte
- Frisk settepotet
- Optimal gjødsling - vekstavslutting
- Vatning
- Plantervern
- Risdreping (Tidspunkt – Metode)
- Opptaking (Tidspunkt – temperatur – fuktigheit)
- Mekaniske skadar



# Sjukdomstrianglet

Miljø/mikroklima



Knollresistens

Mengde sjukdomssmitte

# Sjukdomsutvikling på lager eller ikke?

- Avheng av tre nøkkelfaktora
  - Mengde sjukdomssmitte (sporar og bakteriar på knollen)
  - Om fukt, mattilgang og temperatur er gunstig for utvikling av sjukdommen (mikroklima)
  - Naturleg knollresistens
    - Godt skal = god vekstavslutting
    - Sårheling



# Vekstavslutting





- Risknusing og Gozai gir ikkje automatisk godt skal
  - Tvangsmodning har liten effekt = mye blautråde
- Rett bruk av Gozai gir godt skal?
  - Skal brukast på ris som viser modningsteikn
  - Modninga må regulerast av N-gjødslinga
  - N-gjødslinga må regulerast etter sort, veksttype, avlingspotensial, .....

# Før opptak

		Sølvskurv	Svartprikk	Blæreskurv	Fusarium	Phoma	Raudrâte/ pytium	Blaurâte
								
Frisk settepotet	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Langt vekstskifte	✓	✓	✓				✓	
Kort vekstsesong	✓	✓				✓		✓
Tidleg opptak	✓	✓	✓			✓	✓	✓
Sort - resistens			✓	✓	✓	✓	✓	✓
Lite mekaniske skadar			✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tørt opptak	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓ og kaldt	✓



# Kontroll under lagring

	Sølvskurv	Svartprikk	Blæreskurv	Fusarium	Phoma	Raudrâte/ pytium	Blaurâte
							
Sårheling			✓	✓	✓		
Umiddelbar nedkjøling	✓	✓				✓	✓
Rask nedkjøling	✓	✓				✓	✓
Låg lagringstemperatur	✓	✓		✓		✓	✓
Minimer skadar				✓	✓	✓	✓
Lagerreinhold	✓		✓	✓			
Kassevasking	✓		✓	✓		✓	✓



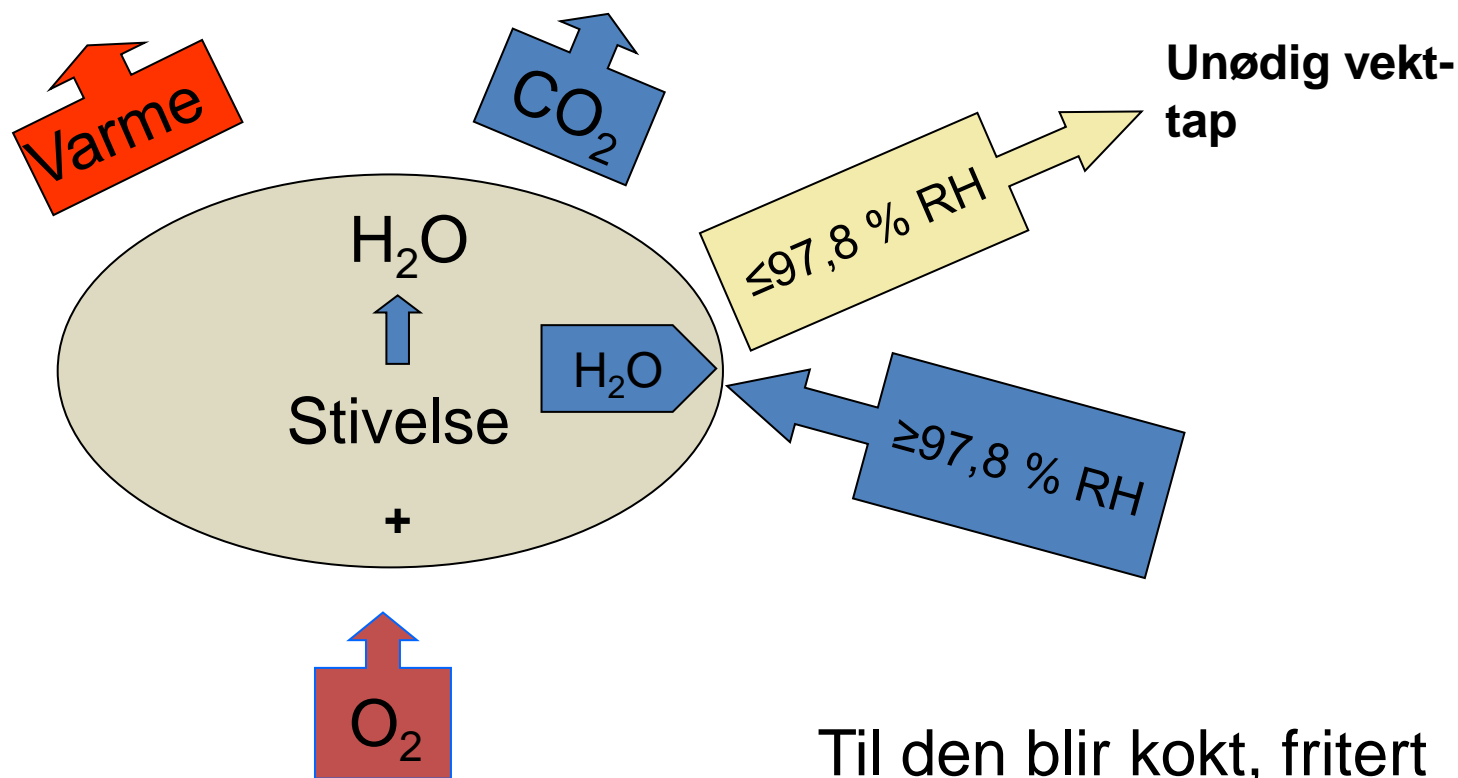


# Faser i lagringa

1. Stabilisering og opptørrking
2. Sårheling
3. Temperatursenking
4. Konstantperioden
5. Oppvarming før handtering/uttak frå lager



# Biologi - potet ein levande organisme



Til den blir kokt, fritert eller kvalt!

# Respirasjon etter opptak

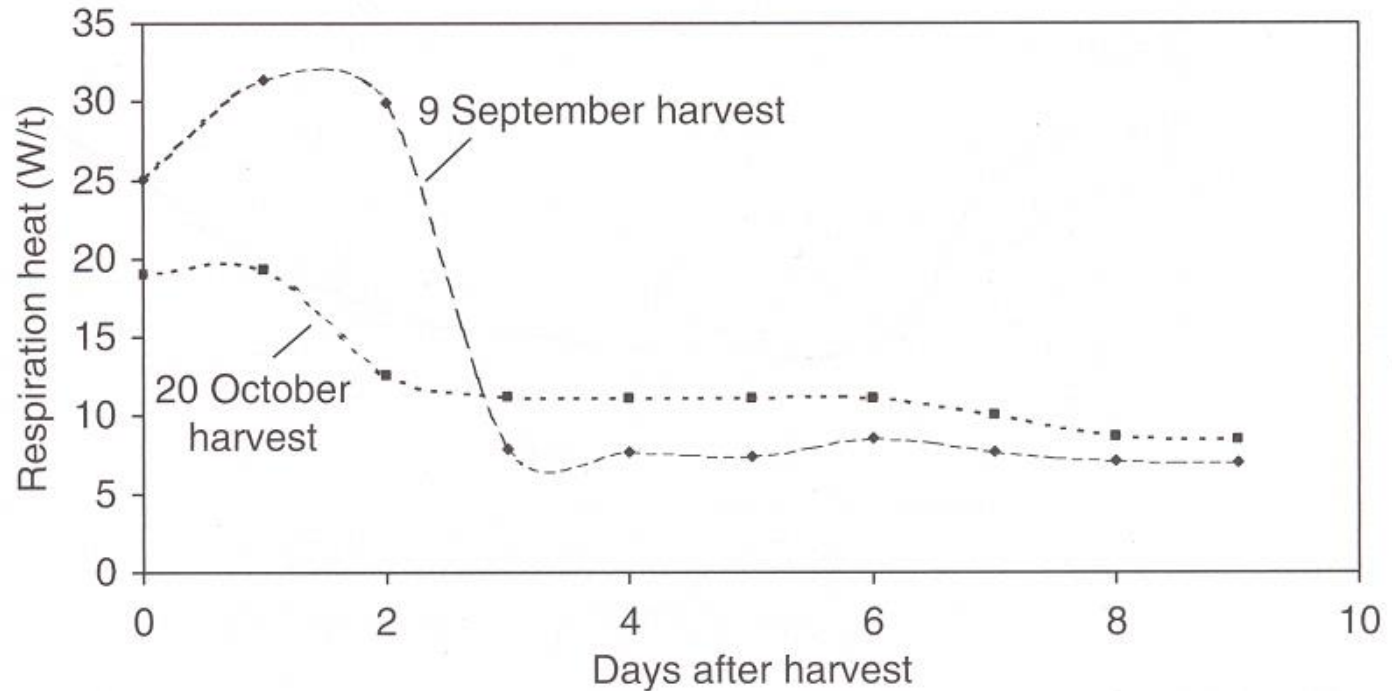


Fig. 1.16. Potato respiration in the days after harvest. (From Pringle *et al.*, 1997.)



## Temperatur under lagringsperioden og effekt på respirasjon

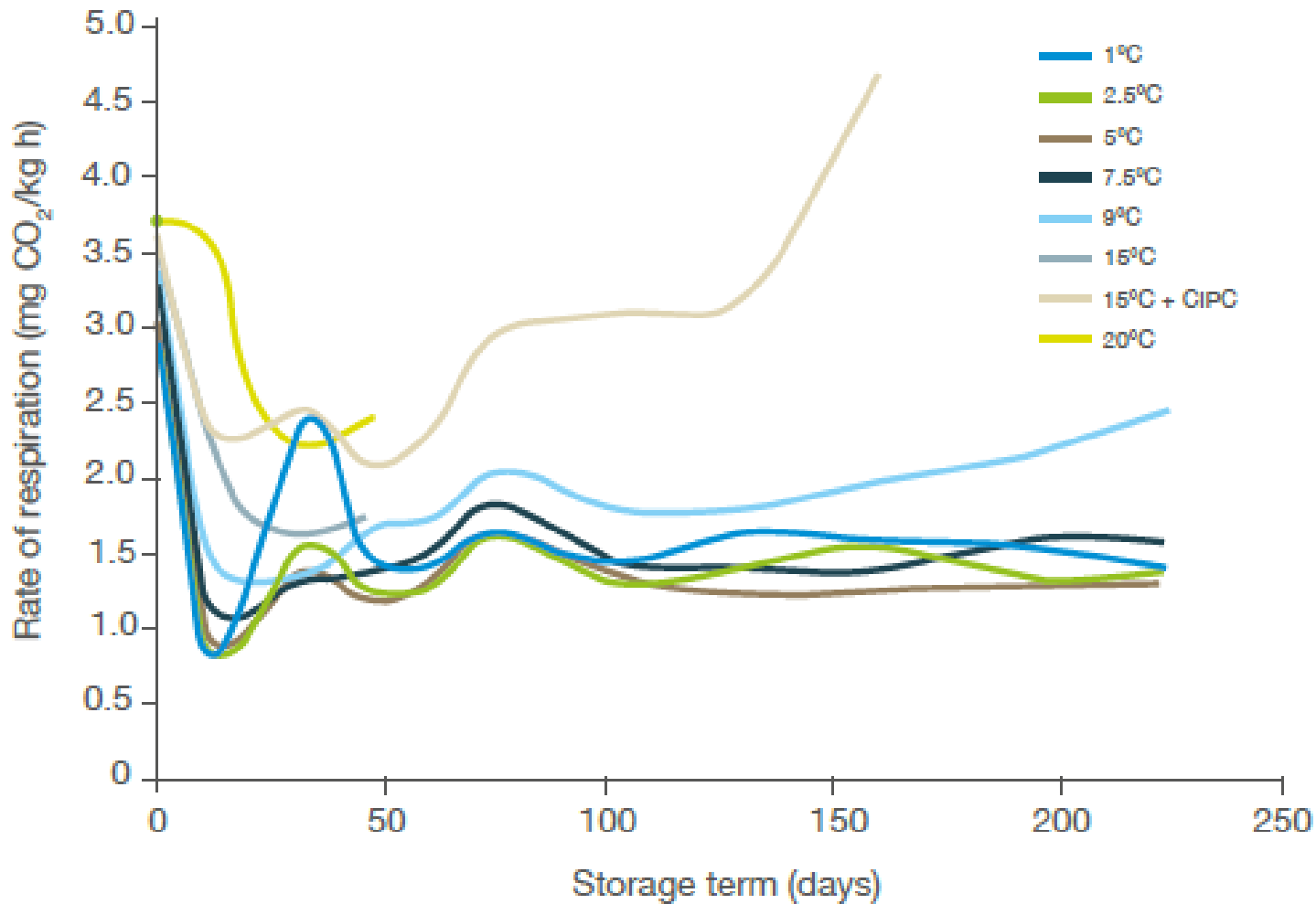


Figure 5. Respiration in relation to storage temperature



# Stabilisering og opptørking

- Nyopptatt potet har veldig sterk respirasjon
  - => avgir mye fukt
  - => må ventilerast bort
- Respirasjonen avtar etter ei veke
  - Høg temp ved opptaking auker respirasjonen
- Temperatur mellom 10 – 13 °C i potetkassen
  - Ventilering med 8 -11 °C gir opptørking

# Stabilisering og opptørking forts...

- Stabilisering før innsetting på lager
  - Utelagring , 4-5 kassar i høgda, **under tak eller med tak** på øverste kasse første natta etter opptak
    - Innsetting på lager neste førmiddag eller seinare avhengig av skygging
- ⇒ Effektiv opptørking, uavhengig av nedbør
- ⇒ Fjerner mye varme
- ⇒ Stabil temperatur inn på lager



# Tørking av potet

**Varm luft kan holde på meire vatn enn kald luft.**

- 1 m<sup>3</sup> luft m/20 °C kan holde 17,5 g vatn.
- Ved 10 °C berre 9,5 g vatn og ved 4 °C 6,4 g vatn

⇒ Lettare å tørke potet i august og september enn oktober

⇒ Varmeutviklinga i potet forsterkar effekten

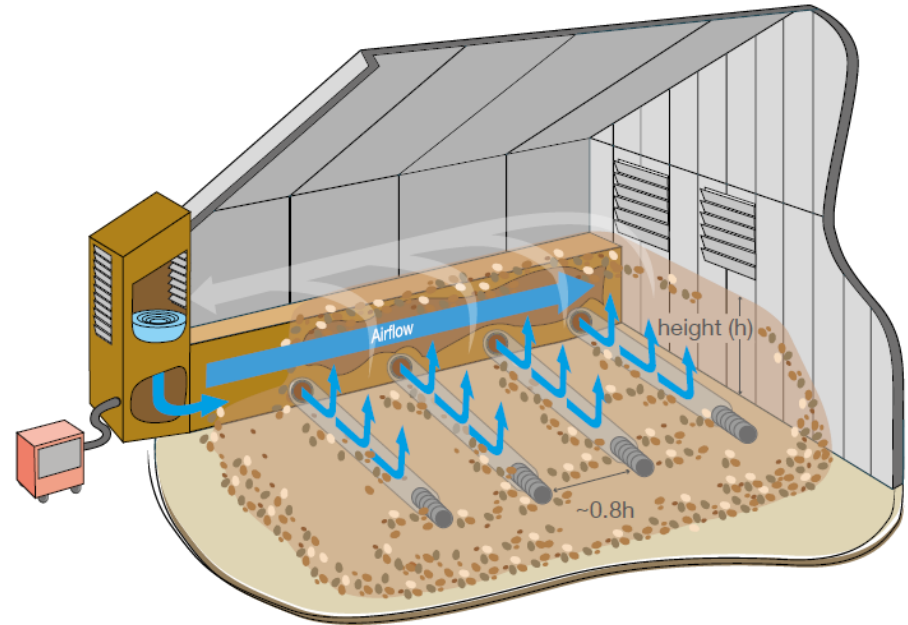


Figure 14. Ventilation through lateral ducts in a bulk store

AHDB: Potato store manager`s guide

***Bruk av tilskottsvarme krever god kunnskap og nøyaktig måleutstyr.  
Er generelt ikkje tilrådd og kan gå veldig feil (mye råtning m.m.)***



**Norsk Landbruksrådgiving** Nord-Trøndelag

# Sårheling

- Best med kontinuerleg ventilasjon
  - ⇒ Fjerne feltvarme
  - ⇒ Held poteten med oksygen
  - ⇒ Tørke opp blaut potet
- God sårheling krev god luftsirkulasjon
  - Best sårheling ved 10 – 13 °C
  - Høg RH
  - Nok O<sub>2</sub>



# Sårheling forts..

- Opptaking ved lågare temp enn 10 °C
  - Sårheling med temp 1-2 °C kaldare enn kaldaste potet
  - Sårhelinga tar lengre tid
  - Vasstap over lengre tid
  - Tørkinga tar lengre tid
- Temp kan stige til 10 °C ved naturleg oppvarming under god luftsirkulasjon
  - Aldri oppvarming av kald potet inne på lageret?



# Potetopptaking av lagringspotet i godvêr

- Høgare temp enn 13 °C  
⇒Auka risiko for råtning
- Høg RH (>95%), hindrar uttørking av friske celler i skadeområdet
- Råteproblem
  1. Senk temp til maks 10 °C
  2. Slå av luftfuktar
  3. Bruk så låg RH i ventilasjonslufta som råd

# Temperatursenking

- Nødvendig for å red respirasjon
  - Mindre vasstap (vekttap)
  - Auka lagringsevne
- 1. Gradvis ved hjelp av uteluft
  - Ferdig senka først i desember
- 2. Kunstig kjøling
  - Så raskt som råd, avhengig av kapasiteten på kjøleanlegget



# Nedkjøling med kald luft

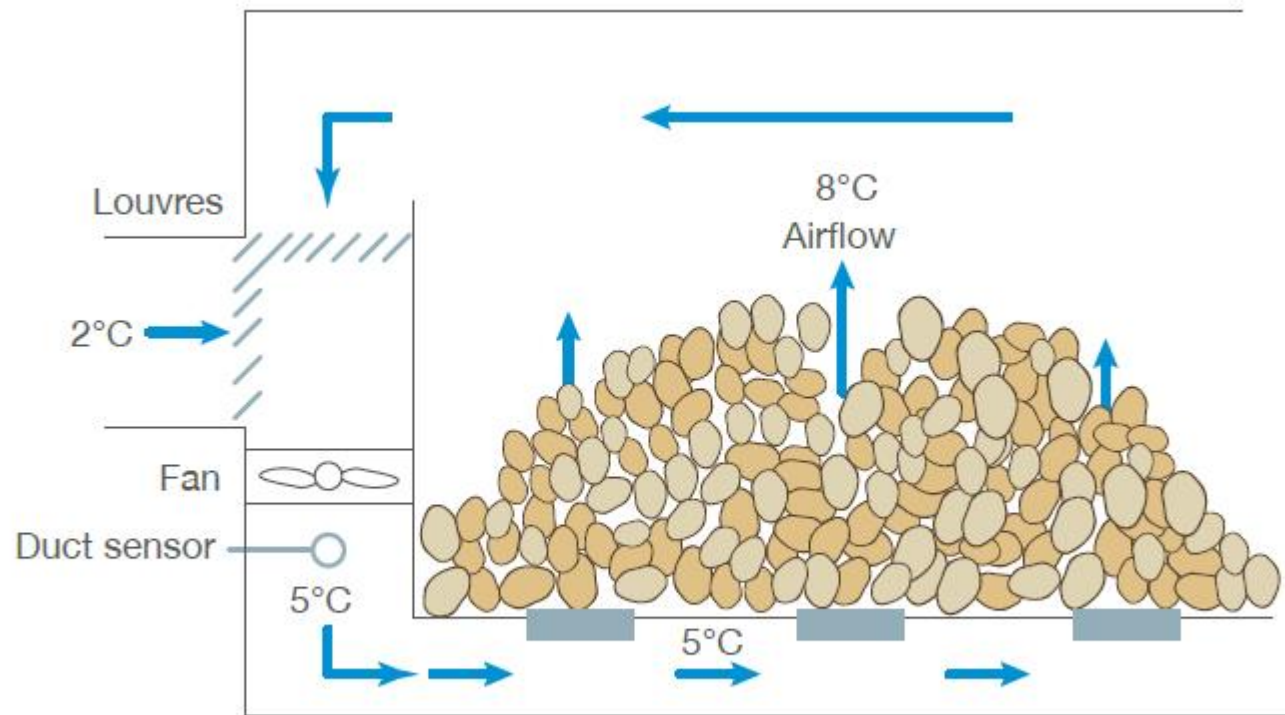


Figure 12. Air mixing, regulated by duct temperature, to permit use of very cold air for cooling

AHDB: Potato store manager`s guide

# Noen ord og uttrykk

- Doggpunkt
  - Er den temperatur luft må avkjølest til, for at dogg/kondens skal utfellast
- Relativ luftfukt (RF)
  - Handlar om kor stor del ein viss luftmengde evner å halde på vatn. 0 % RF = tørr luft, 100 % RF = fuktmetta luft. Evna til å halde på vatn aukar med temperaturen.

## The dew-point temperature of air based on its temperature and relative humidity

Use this dew-point table to determine condensation risk.

(Dry bulb) temperature (°C)	Relative humidity (%)													
	60	62	64	66	68	70	72	76	80	84	88	92	96	100
20	12.1	12.6	13.1	13.6	14.0	14.5	14.9	15.7	16.5	17.3	18.0	18.7	19.4	20.0
19	11.2	11.7	12.2	12.6	13.1	13.5	13.9	14.8	15.5	16.3	17.0	17.7	18.4	19.0
18	10.3	10.7	11.2	11.7	12.1	12.5	13.0	13.8	14.6	15.3	16.0	16.7	17.4	18.0
17	9.3	9.8	10.3	10.7	11.2	11.6	12.0	12.8	13.6	14.3	15.0	15.7	16.4	17.0
16	8.4	8.8	9.3	9.7	10.2	10.6	11.0	11.8	12.6	13.3	14.0	14.7	15.4	16.0
15	7.4	7.9	8.3	8.8	9.2	9.7	10.1	10.9	11.6	12.4	13.1	13.7	14.4	15.0
14	6.5	6.9	7.4	7.8	8.3	8.7	9.1	9.9	10.7	11.4	12.1	12.7	13.4	14.0
13	5.5	6.0	6.4	6.9	7.3	7.7	8.1	8.9	9.7	10.4	11.1	11.7	12.4	13.0
12	4.6	5.0	5.5	5.9	6.3	6.8	7.2	8.0	8.7	9.4	10.1	10.8	11.4	12.0
11	3.6	4.1	4.5	5.0	5.4	5.8	6.2	7.0	7.7	8.4	9.1	9.8	10.4	11.0
10	2.7	3.1	3.6	4.0	4.4	4.8	5.2	6.0	6.7	7.5	8.1	8.8	9.4	10.0
9	1.7	2.2	2.6	3.0	3.5	3.9	4.3	5.0	5.8	6.5	7.1	7.8	8.4	9.0
8	0.8	1.2	1.7	2.1	2.5	2.9	3.3	4.1	4.8	5.5	6.2	6.8	7.4	8.0
7	-0.1	0.3	0.7	1.1	1.5	2.0	2.3	3.1	3.8	4.5	5.2	5.8	6.4	7.0
6	-1.0	-0.6	-0.2	0.2	0.6	1.0	1.4	2.1	2.8	3.5	4.2	4.8	5.4	6.0
5	-1.8	-1.4	-1.0	-0.7	-0.3	0.0	0.4	1.2	1.9	2.5	3.2	3.8	4.4	5.0
4	-2.7	-2.3	-1.9	-1.5	-1.2	-0.8	-0.5	0.2	0.9	1.6	2.2	2.8	3.4	4.0
3	-3.5	-3.1	-2.7	-2.4	-2.0	-1.7	-1.3	-0.7	-0.1	0.6	1.2	1.8	2.4	3.0
2	-4.3	-4.0	-3.6	-3.2	-2.9	-2.5	-2.2	-1.5	-0.9	-0.3	0.2	0.8	1.4	2.0
1	-5.2	-4.8	-4.4	-4.1	-3.7	-3.4	-3.0	-2.4	-1.8	-1.2	-0.7	-0.1	0.4	1.0

Source: CIBSE



**Norsk** Nord-Trøndelag  
**Landbruksrådgiving**

Om utelufta er 8 °C med RF 84 %, blir det kondens på potet som ligg på 5 °C?

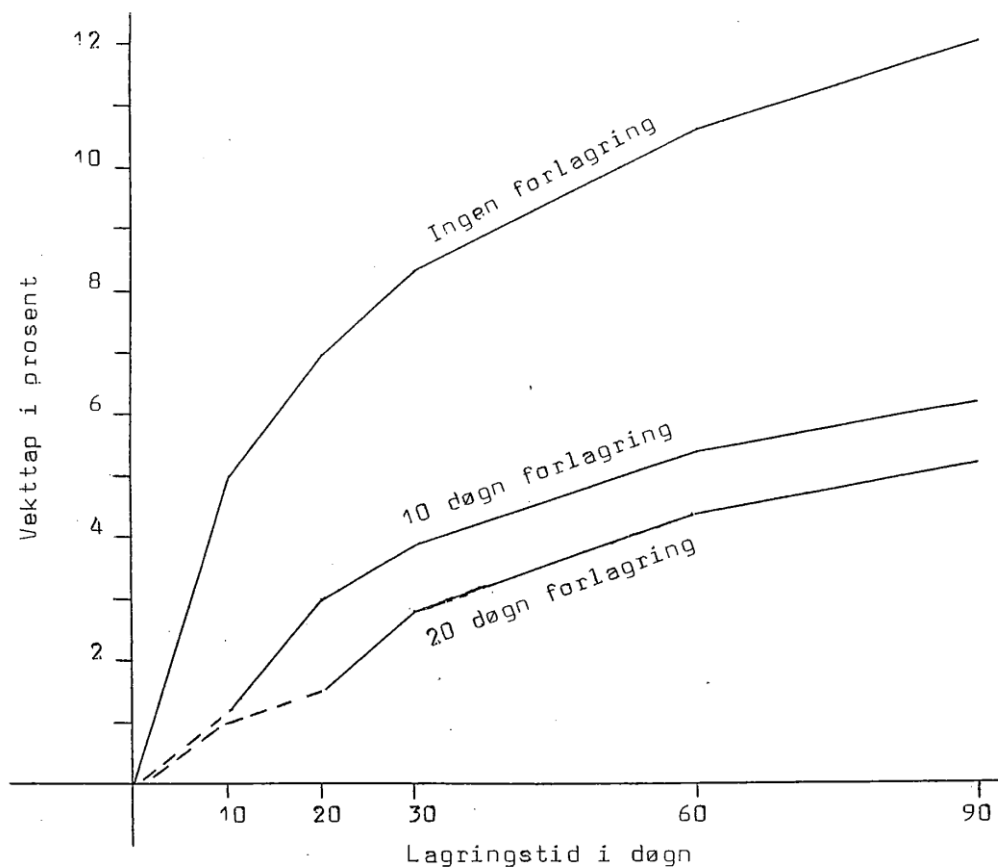
# Skorstenseffekten



- Varm luft stig opp
- Berre små temperaturskilnader har stor effekt om dei får vera uforstyrta.
- Varm luft mellom produkta gjør sterk motstand mot "fallande kyla".



# Forlagring eller ikke forlagring?





# Med sårheling

Tabell 8. Beste enkeltresultat m.h.t. totalt lagringstap den 15. april og 15. juni for hver potetsort.

<u>Sort</u>	<u>15. april</u>	<u>15. juni</u>
Ostara	4,5 %	5,5 %
Laila	4,7 %	6,2 %
Beate	6,2 %	7,9 %
Kerrs Pink	6,9 %	8,7 %
Pimpernel	6,9 %	8,4 %

**Uskada v/opptak, sårhela i 20 døgn ved 15 °C og 95 % RF**

Fusariumråde og lagringstap, Trygve Kirkerød, 1979,  
Doktorgradsavhandling



# Utan sårheling

Tabell 9. Dårligste enkeltresultat m.h.t. totalt lagringstap den 15. april og 15. juni for hver potetsort.

<u>Sort</u>	<u>15. april</u>	<u>15. juni</u>
Ostara	36,3 %	45,0 %
Laila	45,3 %	55,3 %
Beate	45,1 %	63,2 %
Kerrs Pink	29,6 %	39,8 %
Pimpernel	44,6 %	61,1 %

**Skadd v/opptak, direkte nedkjøling til 2,5 °C OG 85 % RF**

Fusariumrøte og lagringstap, Trygve Kirkerød, 1979,  
Doktorgradsavhandling



# Effekt av sårheling - sort

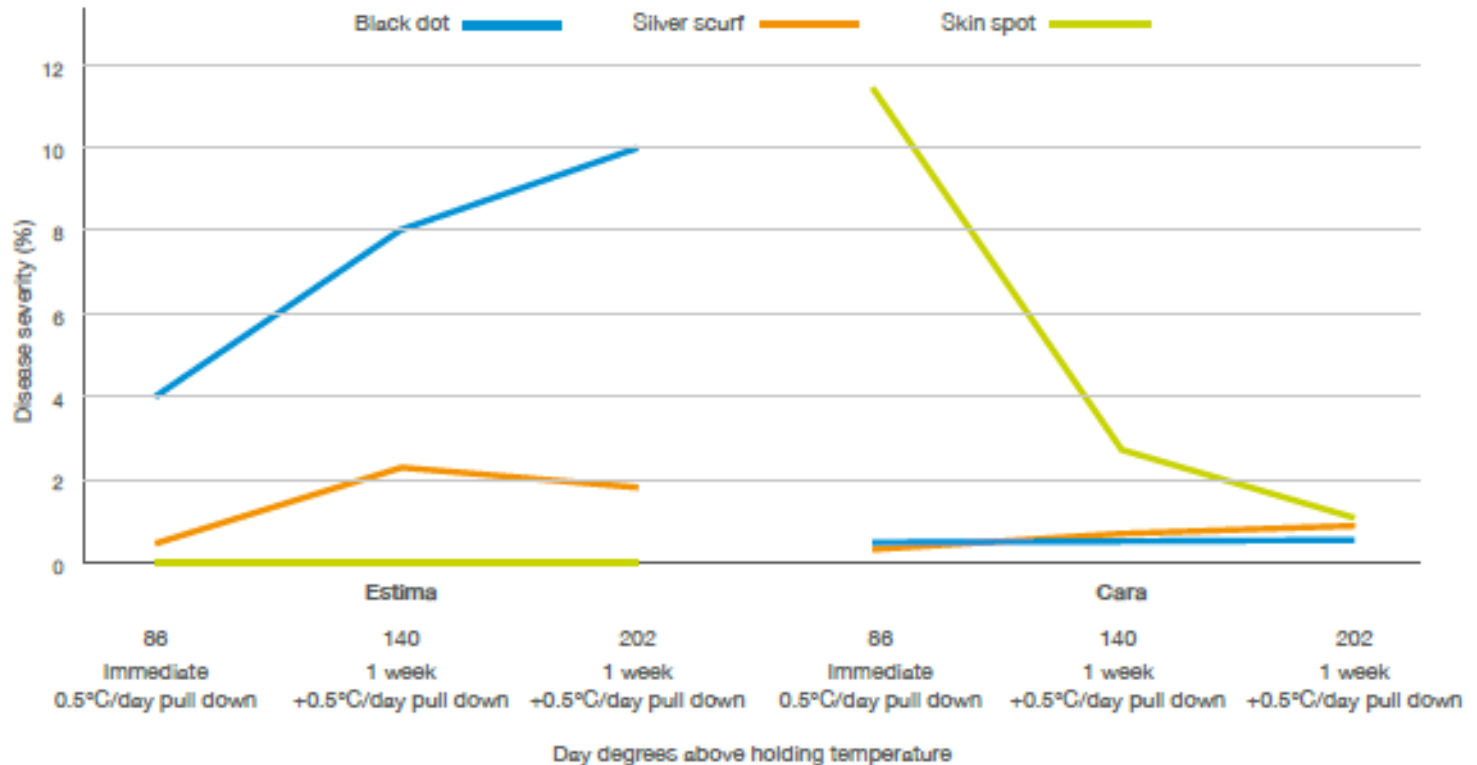


Figure 16. Effect of variety (Estima, second early vs. Cara, late maincrop) in combination with curing strategy (day degree above holding temperature) on development of different diseases

AHDB: Potato store manager`s guide

# Generelle temperaturkrav ved lagring

- Settepotet 3,5 - 4,5 °C
- Matpotet 3,5 – 6,0 °C
- Pommes frites 6,5 – 7,5 °C
- Chips 8,0 – 9,0 °C
- I prinsippet er heile lagringsprosessen eit langt kjølingsløp.
  - Sjøl under konstant temperatur i sårhelingsprosessen er hovedprosessen kjøling.
- Opptørking av markfukt (vatn bunde til medfølgjande jord) skjer under kjølingsprosessen.



# Kvileperioden

- Kontinuerleg ventilasjon eller regelmessig luftskifte
- Stabil temperatur
  - Matpotet  $> 3,0 - < 4,0 \text{ } ^\circ\text{C}$
  - Pommes frites  $> 6,0 \text{ } ^\circ\text{C}$
  - Chips  $6,0 - 8,0 \text{ } ^\circ\text{C}$
- Fuktmetta luft reduserar vekttapet (Münters luftfuktar eller andre løysingar)
- Grensa for groing er  $> 4,5 - 5 \text{ } ^\circ\text{C}$

# Lufthastighet og kondens

- For stor lufthastighet øydelegg for skorsteinseffekten i «Finduslager» => gir kondensproblem
  - Varm luft er lettare enn kald luft – stig
  - Kald fuktig luft er lettare enn kald luft
    - Kondensutfordring ved dårleg kjøleanlegg i vanleg ventilerte lager
  - Lufta går minste motstands veg
    - Stor lufthastighet ingen garanti for opptørking



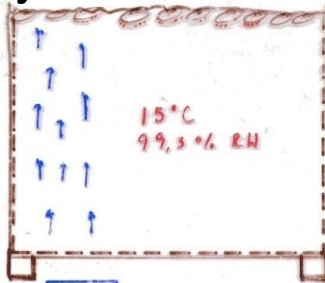
# Kondensfenomen

- Førekjem i mange former
  - Dråpar frå taket
  - I toppsjiktet av eit lauslager
  - Djupare nede i lauslagret
  - I toppsjiktet på øverste kasse
  - I toppsjiktet på kassar på alle nivå
  - Runt om yttersjiktet på heile kassen!
  - Lengre nede i enkelte kassar.



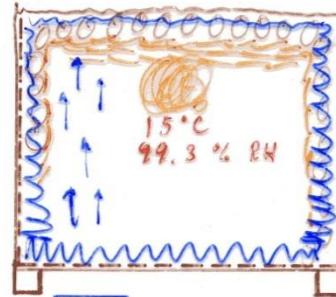
# Kondens i kasser

Drømmesituasjonen  
hender sjelden?



12°C / >95% RH

Sjokkjøling stenger inne  
fukta!



5°C / 80% RH

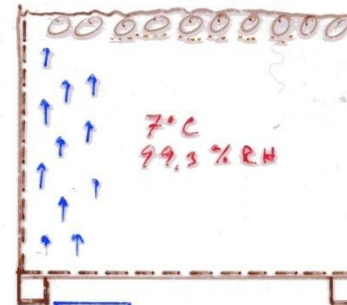
Stor luftmengde =  
kondensrisiko  
Kraftig tørkeeffekt -  
vanskeleg sårheling



Blaut til  
temp når  
8 °C

12°C / >95% RH

Kald potet i varmt lager blir berre  
blautare til den når lagertemp..



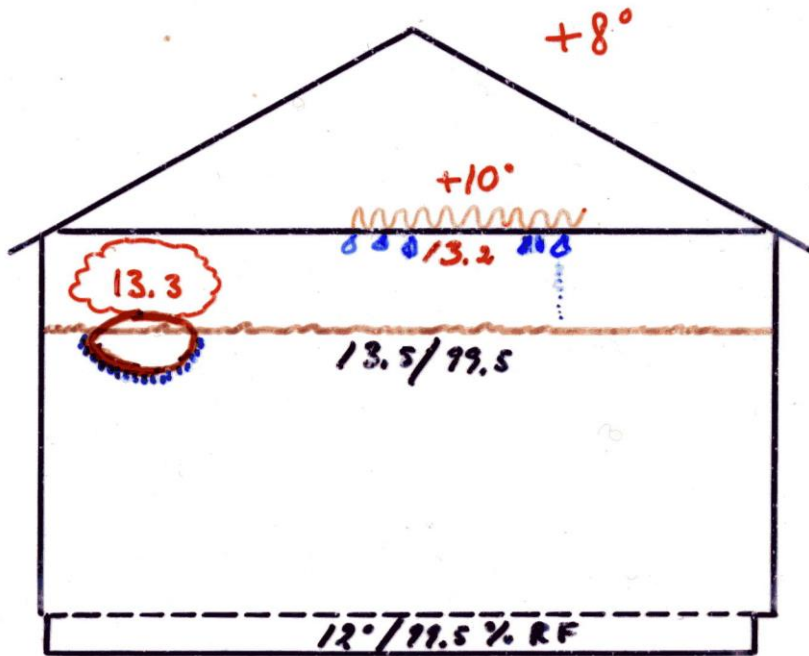
Opptørking!!

5°C / 80% RH

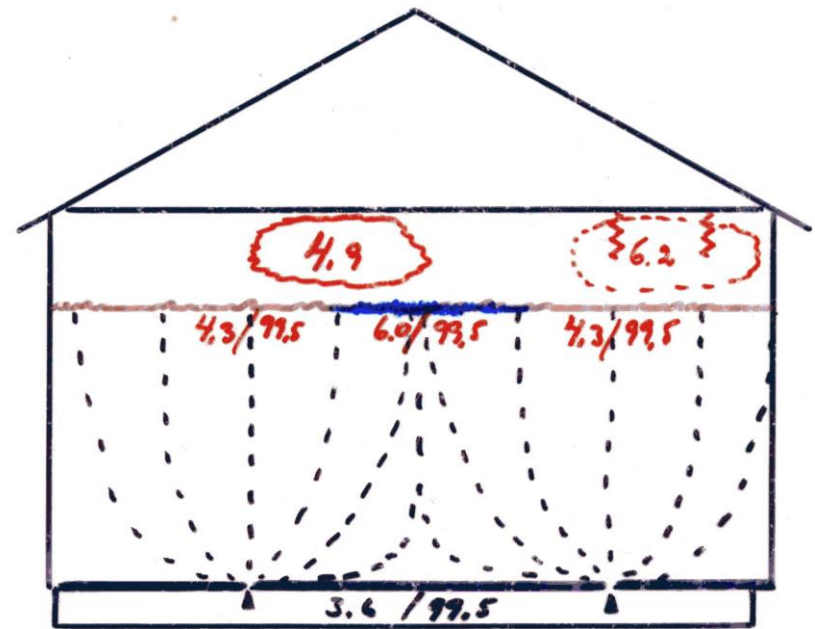
Tilpassa temperatur  
og luftmengde gir opprørking



# Kondens – vanlege problem i lauslageret



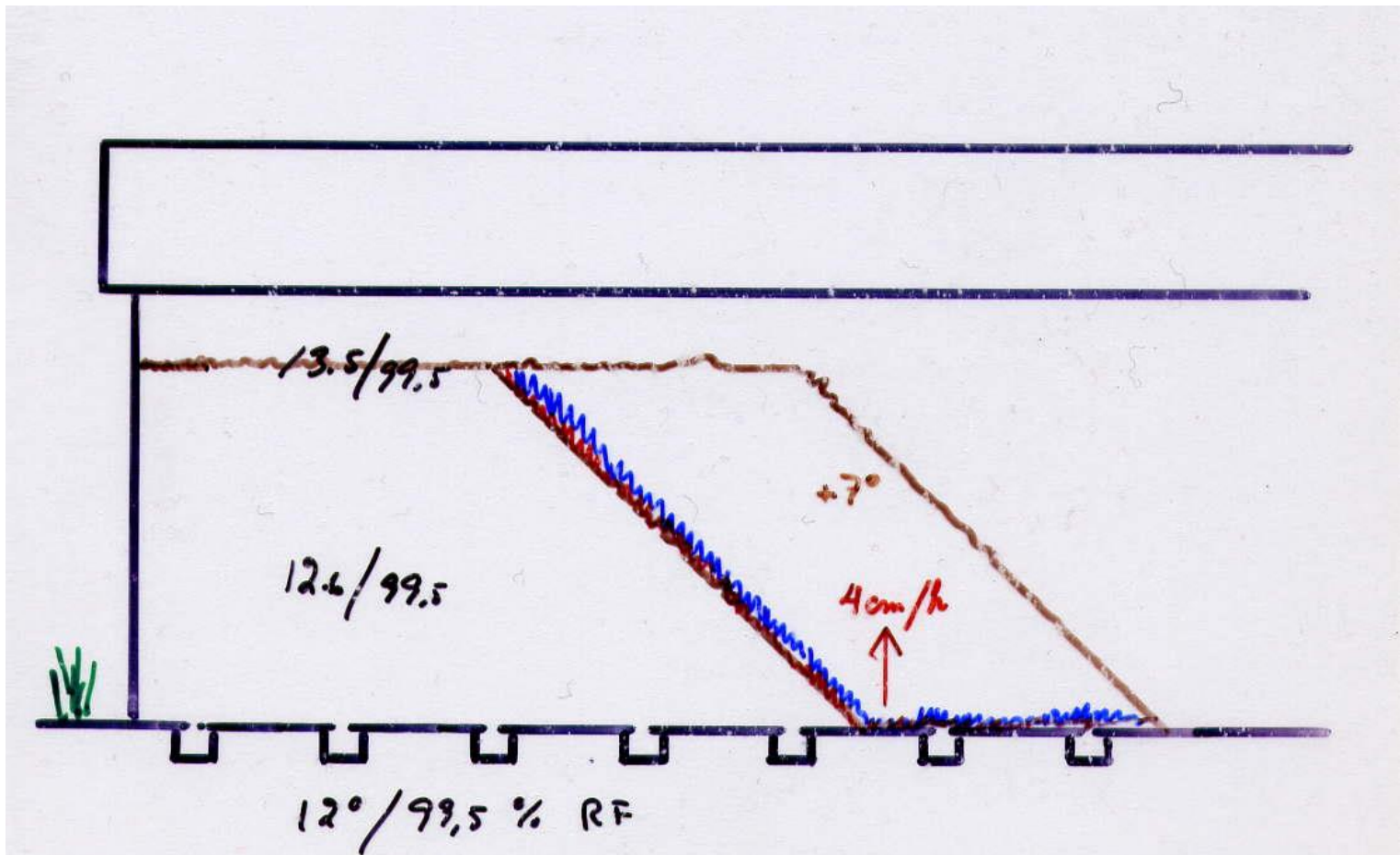
Manglar takvarme



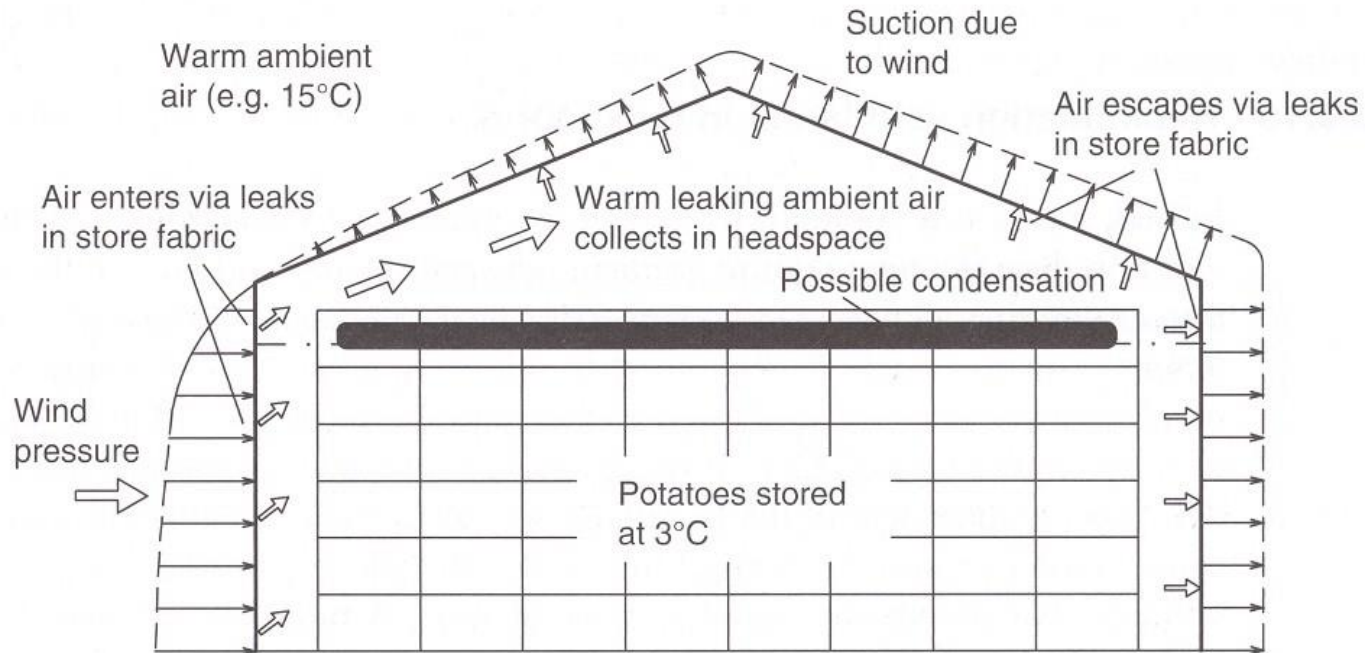
For stor avstand mellom kanalar



# Kondens - kald potet på varm



# Kondens ved naturleg ventilasjon



**Fig. 3.15.** Warm ambient air entering stores through leaks in the fabric can condense on the crop in store.

# Stor temperaturskilnad i potet på samme lager – effekt på luft

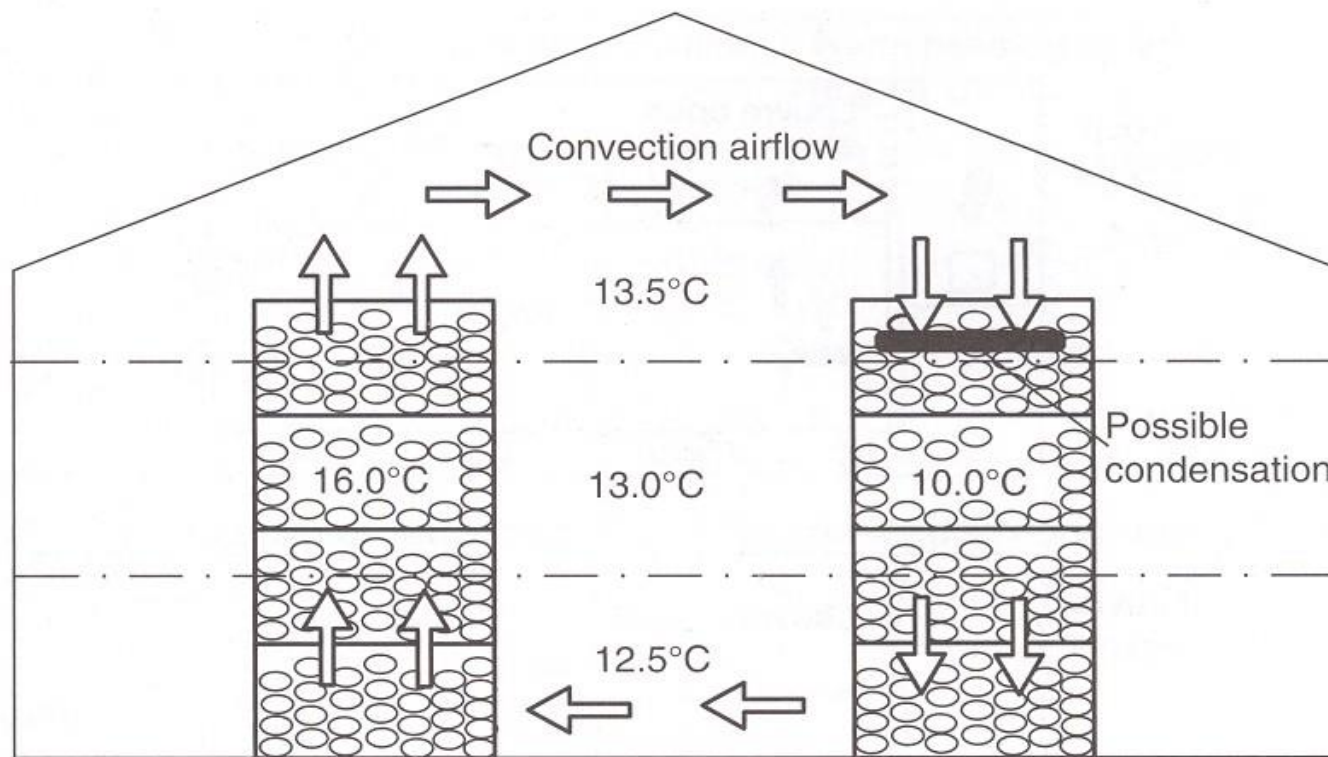
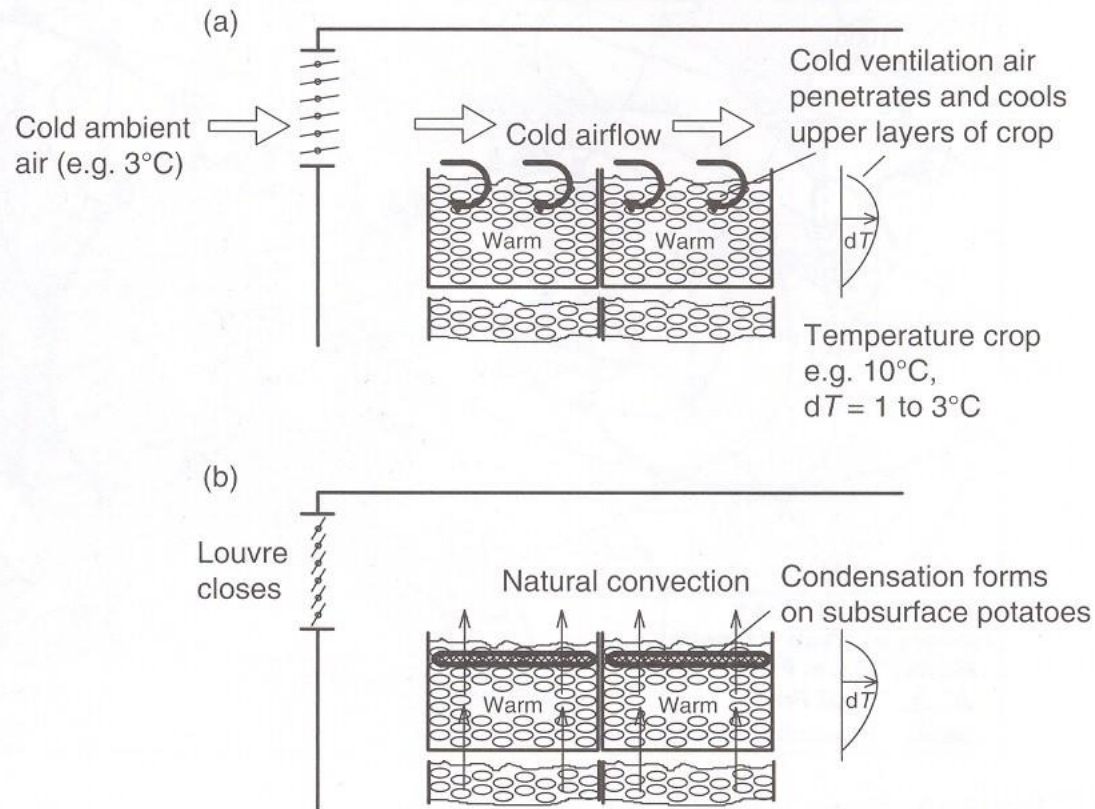


Fig. 3.14. Risk of condensation when boxes at two different temperatures are put into store.



# Kondensutfordringer i lager med luftstrøm over kasser



**Fig. 3.12.** Subsurface condensation due to over-the-top ventilation with air that is too cold: (a) ventilation with cold ambient air; (b) ventilation stops so natural convection dominates.





# Mye jord ved opptaking

- Ny tysk undersøking (2018) stadfester gammel misstanke
  - Bruk av kassefyller (innleggingsutstyr) gir vansklegare (ingen) opptørking i kjegla
  - Direktefylling av kasser frå opptakar gav langt raskare og jamnare opptørking
  - Minner om erfaring med Lady Claire (tynt skal) og lagringsevne etter bruk av innleggingsutstyr (Grimme)



# Potetlagring og ventilasjonssystem

- Mange leverandører og eit utall system
  - Ingen er perfekte
  - Produksjonsform, storleik, lagringsperiode, bruksområde, opptakskapasitet, .....
- Automatisk styring kan bruke
  - Temperatur
  - Relativ luftfukt
  - Doggpunkt
  - CO<sub>2</sub>
  - og med tida andre gassar til å styre ventilasjonssystem og kanskje oppdage bl.a. blautråteutvikling i tidleg fase