

Dimensjonering av lager

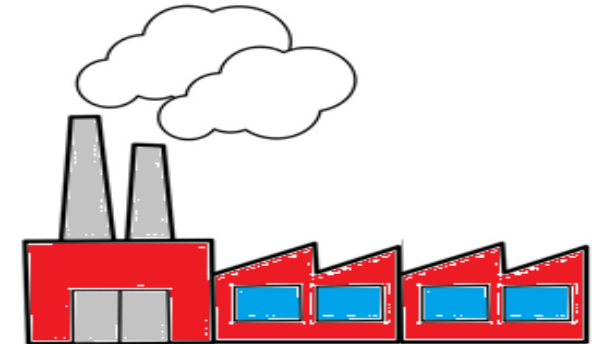
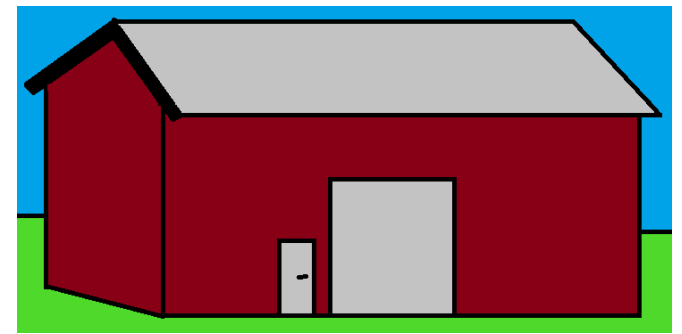
- beregning av kuldebehov og kostnadsvurdering

NLR Viken Torgeir Tajet



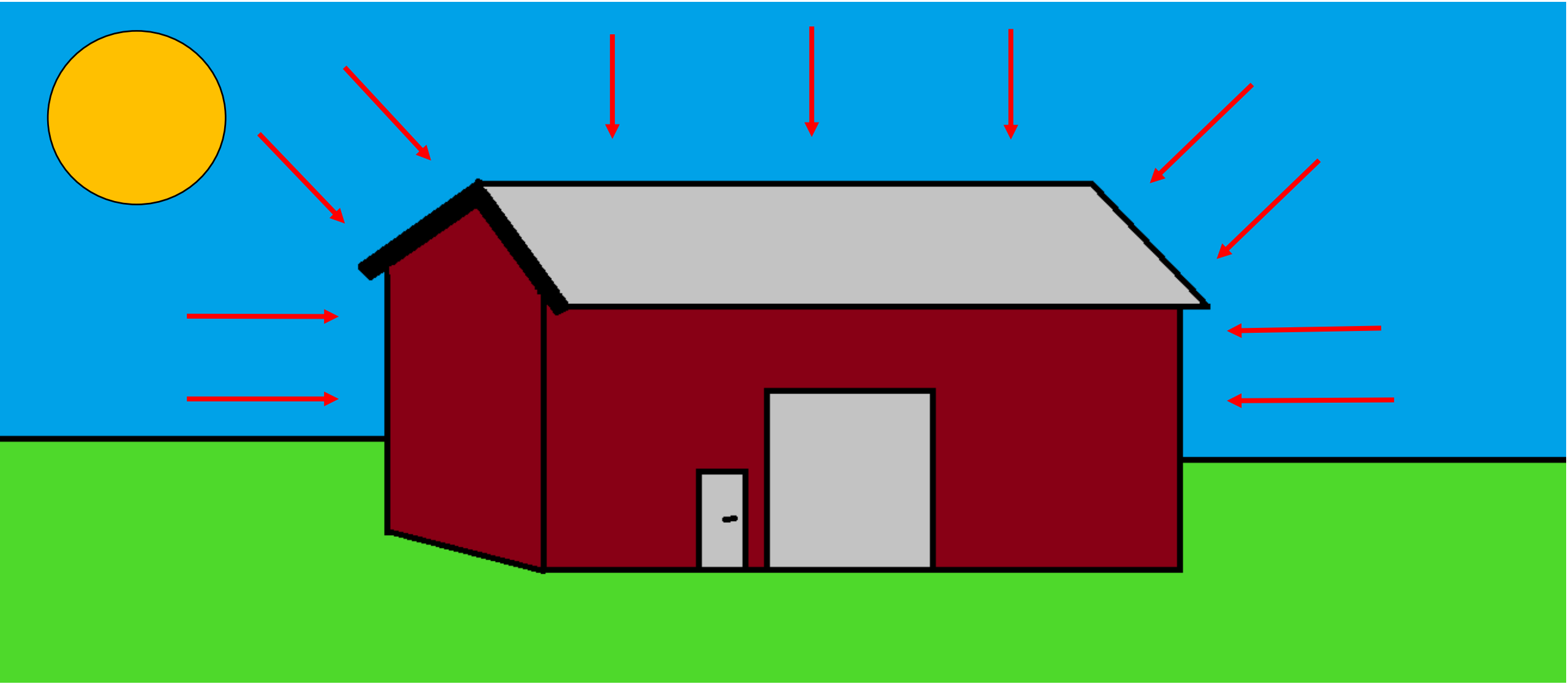
**Norsk
Landbruksrådgiving**

- Bygningen slipper inn varme
- Varene skal kjøles ned
- Varene produserer varme
- H₂O fra ånding kondenserer
- Avisning, vifter, lys, mm



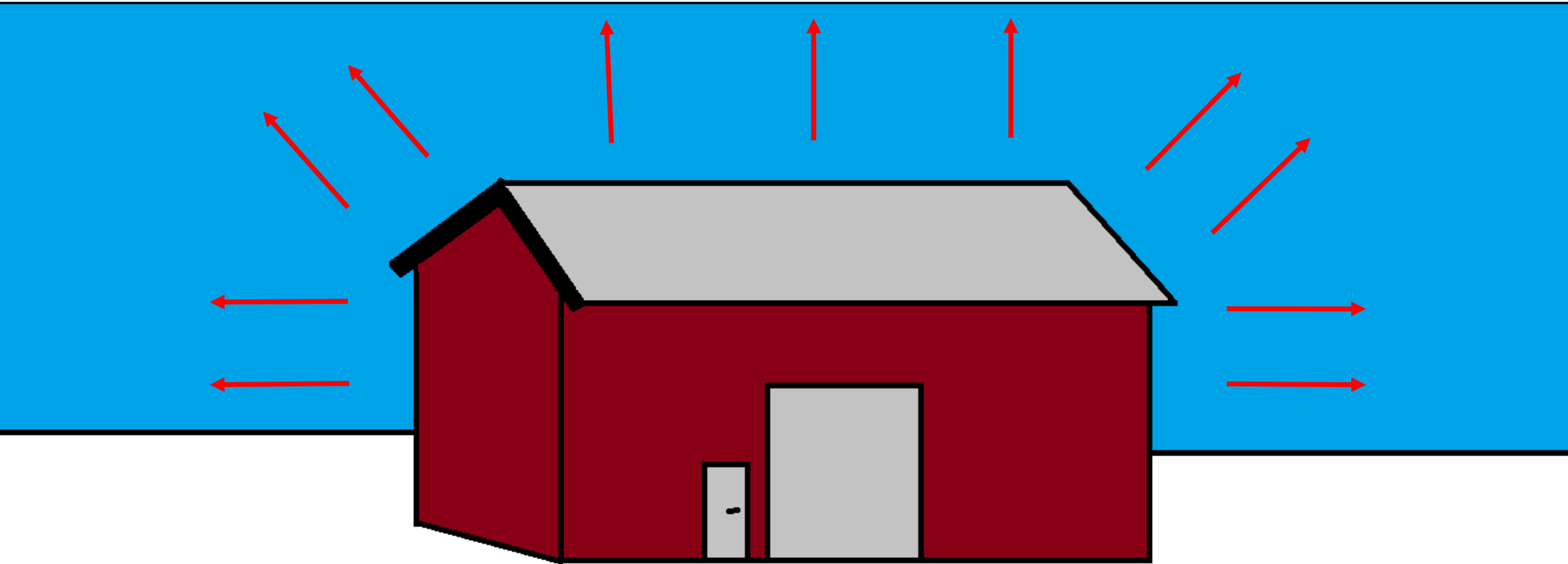
Lageret skal holde optimal temperatur på produktene

Sommer – varme kommer inn på lageret



Lageret skal holde optimal temperatur på produktene

Vinter – varme ut fra lageret



Energimengde (J) / sekund

= Effekt (P)

Watt

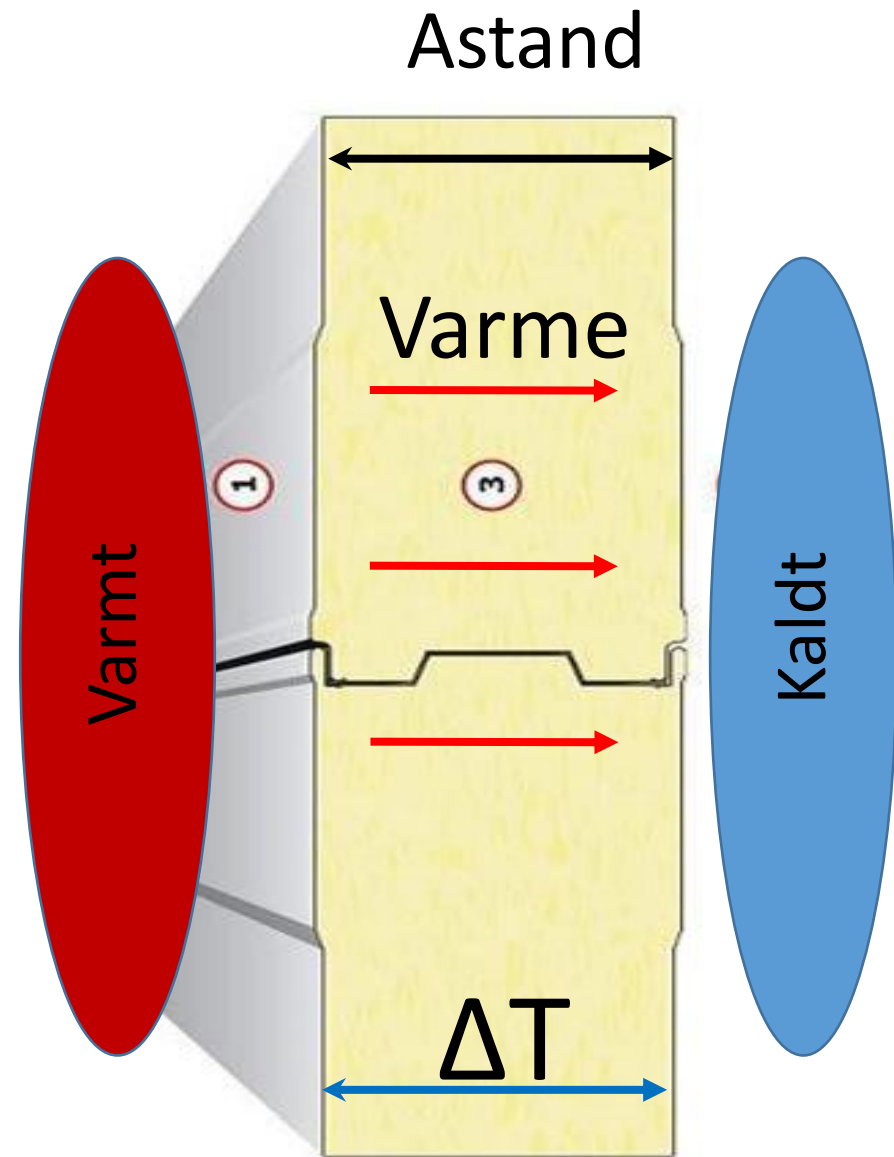


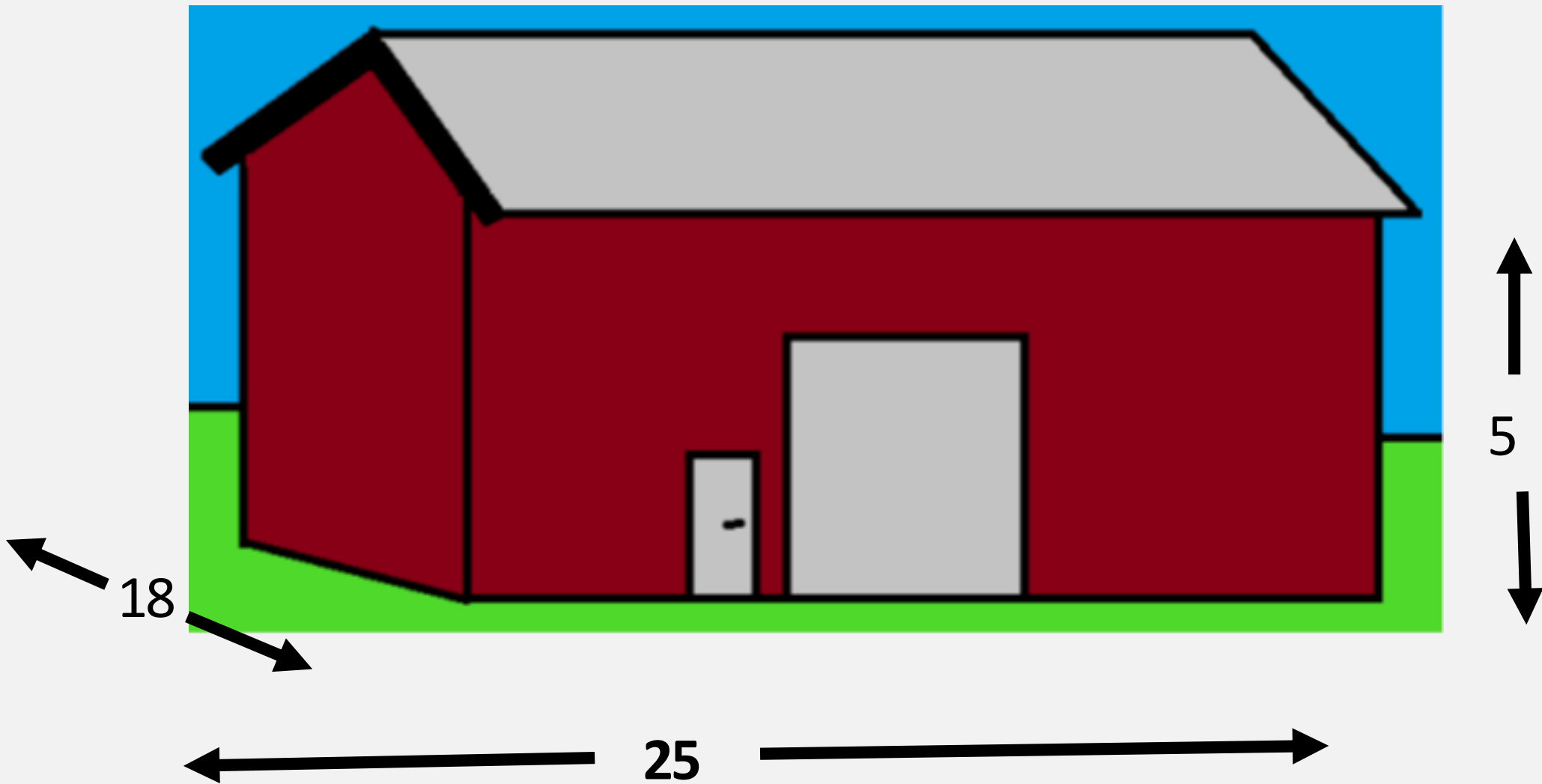
U-verdi

$$= \frac{\text{Effekt}}{\text{Areal} * \Delta T}$$

$$= \frac{W}{m^2 * K}$$

$$\text{Varmetap (W)} = U \left(\frac{W}{m^2 K} \right) * A(m^2) * \Delta T(K)$$





Lagervolum flat himling m³

2250

Lagervolum under yttertak m³

3194

Lagerbygning

Lengde m

Bredde m

Høyde gesims m

Takvinkel innvendig

Areal grunnflate m²

Volum lager til gesimshøyde m³



25

18

5

25

450

2250

Kassebredde cm

Kasselengde cm

Kassehøgde cm

Kassevolum m³

Tonn på lager

110

172

110

2,08

Utetemperatur gr C

Innetemperatur gr C

Temperatur i bakken

15

-0,5

4

Avstand cm

Antall kasser

10

0

0

20

10

4

800

1165

U-verdi

Varmetap

w/m² K

W

Byggemateriale

Areal m²

Gulvflate

Betonggulv 120 mm isolert med 50 m

450

0,1

203

Vegg

Sandwich SP2E E/X-PIR ENERGY 120

468

0,18

1305

Tak

Sandwich SP2E E/X-PIR ENERGY 120


496

0,18

1385

Sum effekttap bygg

2893



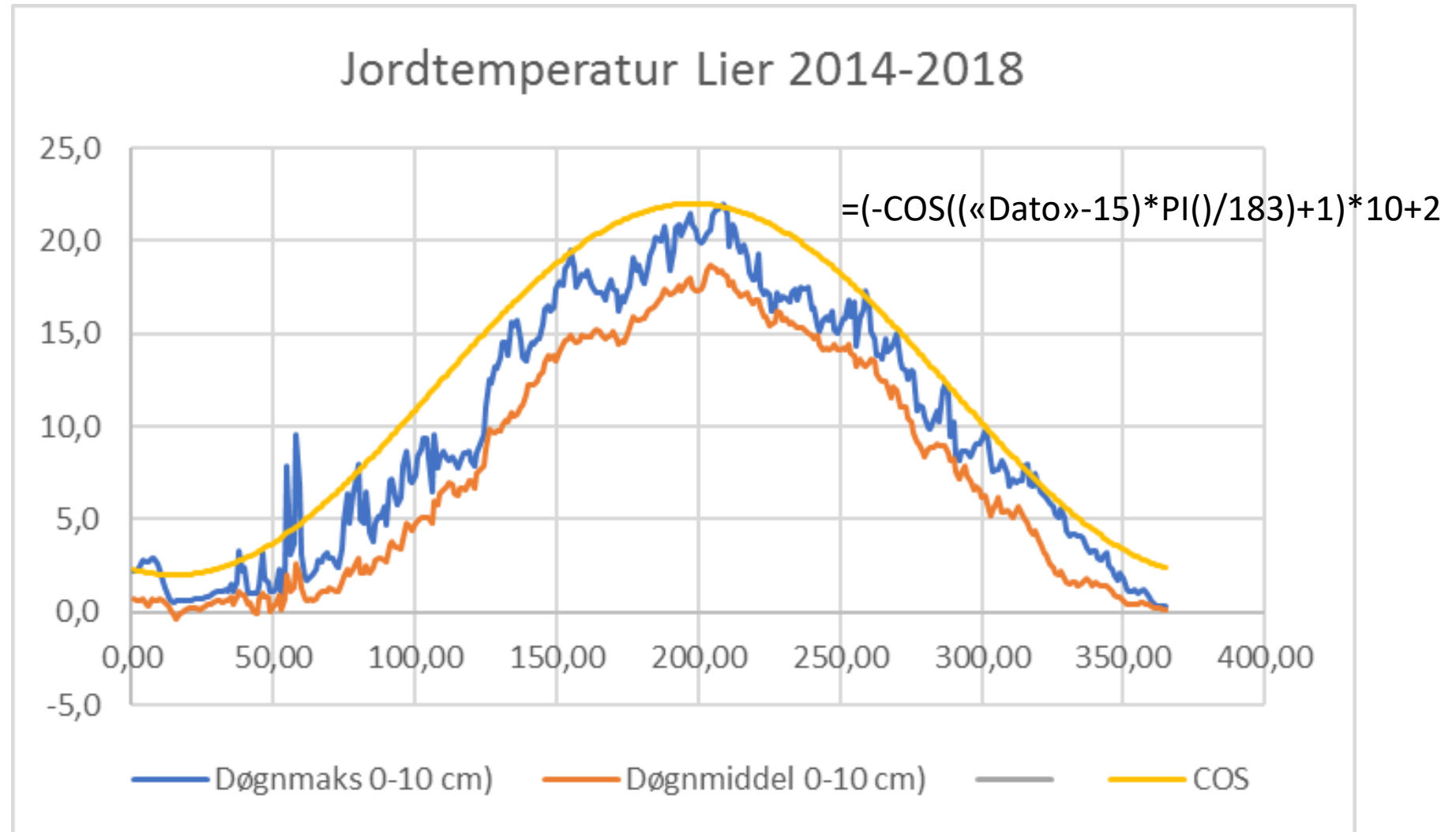
Produktene på lageret
skal kjøles ned

1-1,2 kWh/ ton * °C

Produkt	Lagrings-tem	Volumvekt	Varmekapasitet kWh/ tonn	Varmekapasitet kJ/ kg * gr C
Agurk			1,14	4,1
Blomkål	0	0,4	1,08	3,89
Gulrot	-0,5	0,6	1,06	3,81
Løk	0	0,5	1,05	3,77
Knollsellei	0	0,5	1,05	3,77
Kinakål	0	0,25		
Hodekål	0	0,35	1,09	3,94
Kalrot	0	0,6	1,06	3,81
Potet	5	0,6	0,95	3,43
Purpur	-0,5	0,3	1,06	3,81
Rosenkål	0	0,2	1,02	3,68
Rødbete	0	0,6	1,05	3,77
Stangselleri	0	0,3	1,09	3,94
Tomat	9	0,6	1,11	3,98
Jordbær	0	0,6	1,11	3,98
Moreller	-1	0,6	0,98	3,52
Eple	0	0,6	1,01	3,64

**Behov for å fjerne varme:
1,0 – 1,2 kWh/ tonn * grad C**

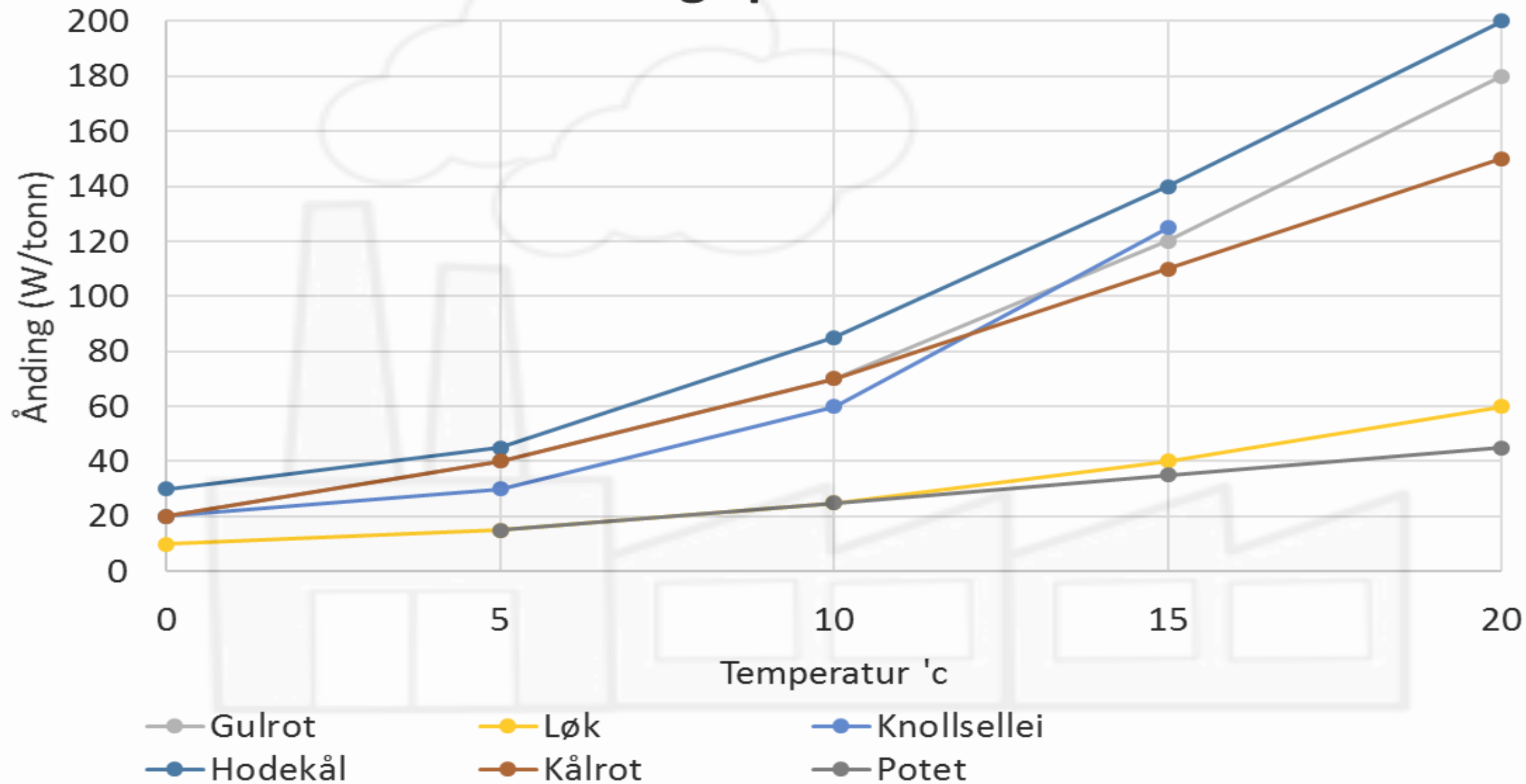
Hvilken temperatur har varene når de legges inn på lageret?



Varmeproduksjon i W pr tonn ved ulike temperaturer

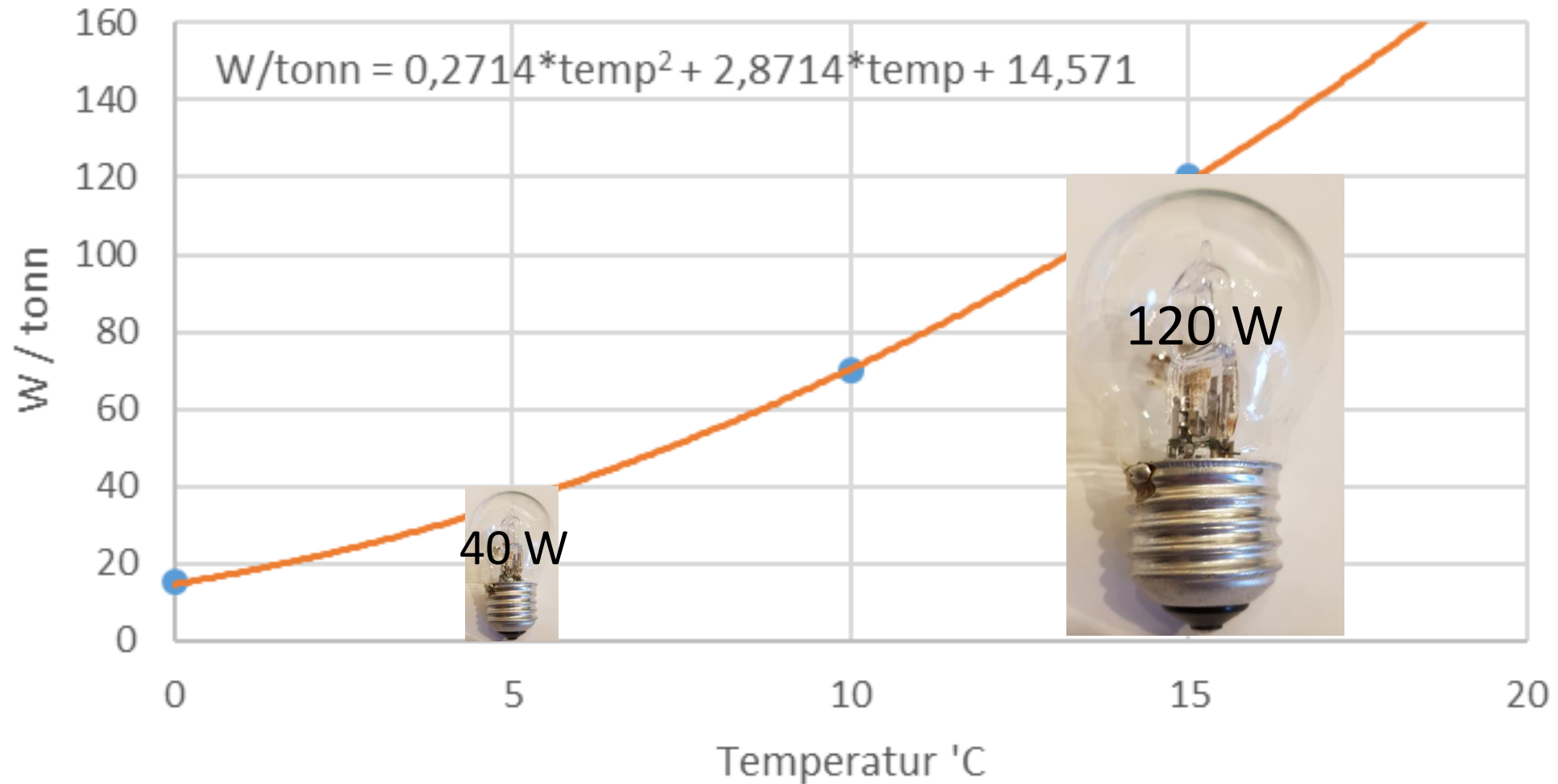
Produkt	0	5	10	15	20
Agurk			35	55	80
Blomkål	35	65	140	230	360
Gulrot	20	40	70	120	180
Løk	10	15	25	40	60
Knollsellei	20	30	60	125	
Hodekål	30	45	85	140	200
Kålrot	20	40	70	110	150
Potet		15	25	35	45
Purre	50	90	160	250	340
Rosenkål	60	90	150	230	300
Rødbete	20	35	50	80	130

Ånding i produkter

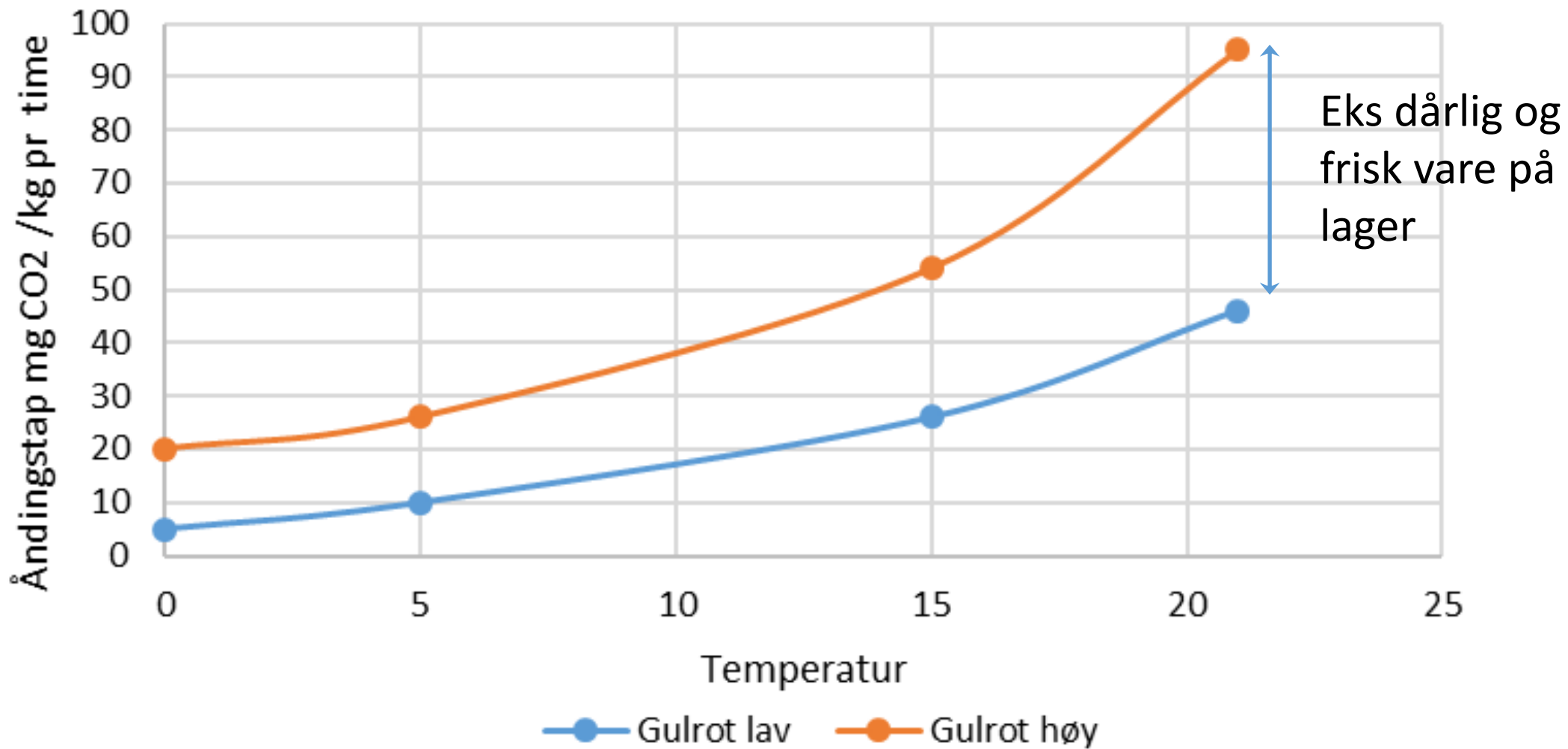


Hvert gulrot er en liten varmeovn

Gulrot



Åndingstap gulrot



Kuldebehov

Produkt	
Volumvekt	
Lagringstemperatur	
Energikrav pr tonn pr grad C nedkjøling (kWh/ ton gr C)	
Nærmeste værstasjon	
Dato for oppstart av lager	
Siste lagringsdato	
Midlere jordtemperatur høstestart	
Nedkjølingshastighet døgn (for lineær nedkjøling)	
Kasser inn på lager pr dag	
Tonn inn på lager pr dag	
Tonn inn på lager totalt	
Ant dager å fylle kjøla	

Gulrot	
	0,7
	0
	1,06
Tjølling	
	01.sep.20
	01.mai.21
	15,5
	14
	30
	44
	1165
	27

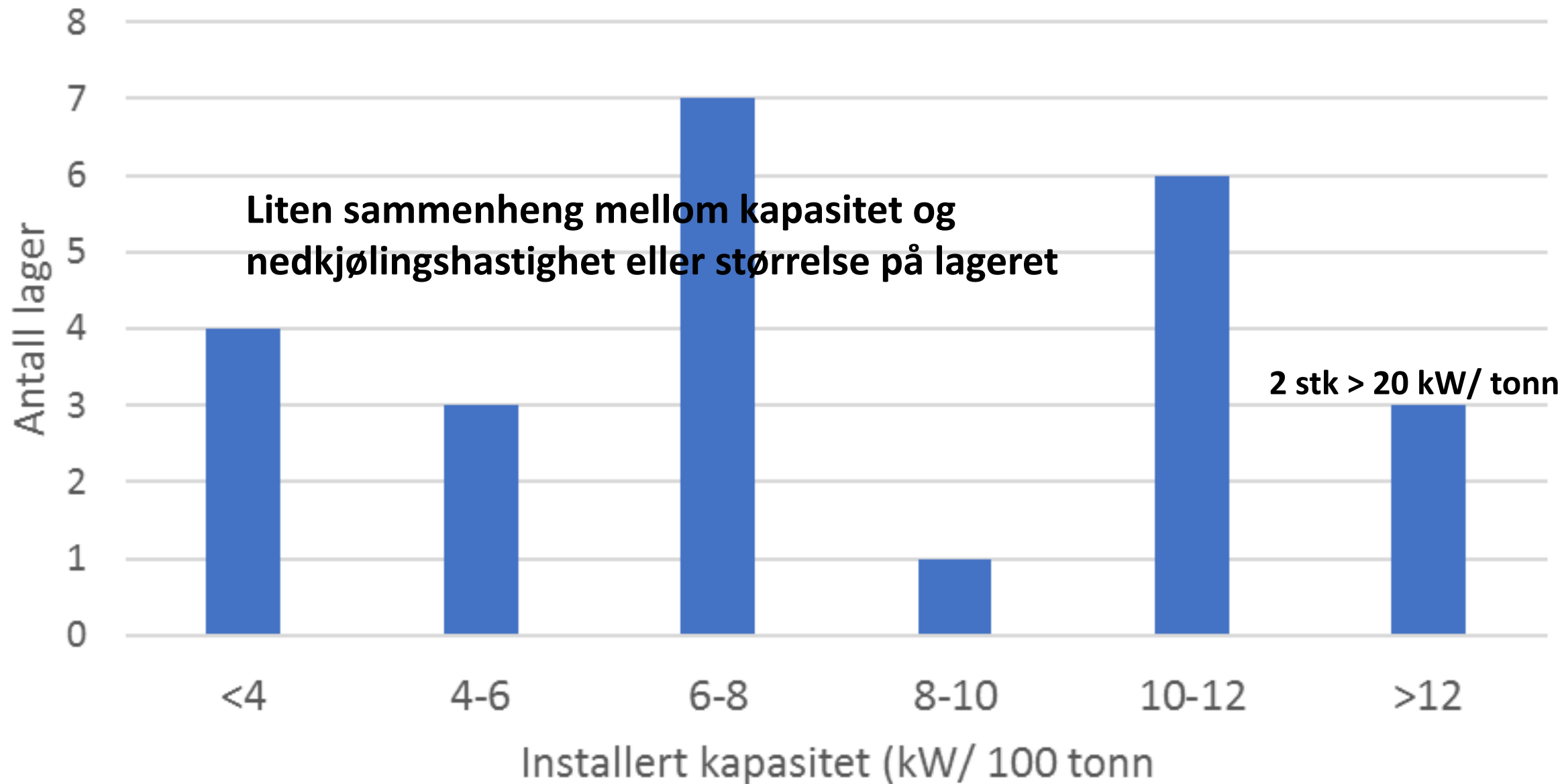


Dimensjonering av kjølebehov

		Effektkrav maks (kW)	Effektkrav vinter (kw)
Nedkjøling produkt, maks kW		28,7	
Åndingsvarme, maks kW		37,4	17,0
Bygning maks tap kW		2,9	0,7
Varme fra vifter i fordamper (lys neglisjerbart) kW		16,3	4,1
Luftutskiftning, friskluftventilasjon + åpne port kW		3,3	1,7
Kondenserinsenergi - vanndamp fra respirasjon kW		5,0	4,7
Avriming av fordamper kW		11,7	3,5
Sum kuldebehov kW		105,3	31,7
Påslag sikkerhetsmargin kW	20 %	126,4	38,0

COP (Coefficient of performance)	3,00
Minste krav til kjølemaskin kW	42
Minste krav til kjølekapasitet i kW/ 100 tonn	10,8

Antall lager med ulike kapasitet (kW/100 tonn)

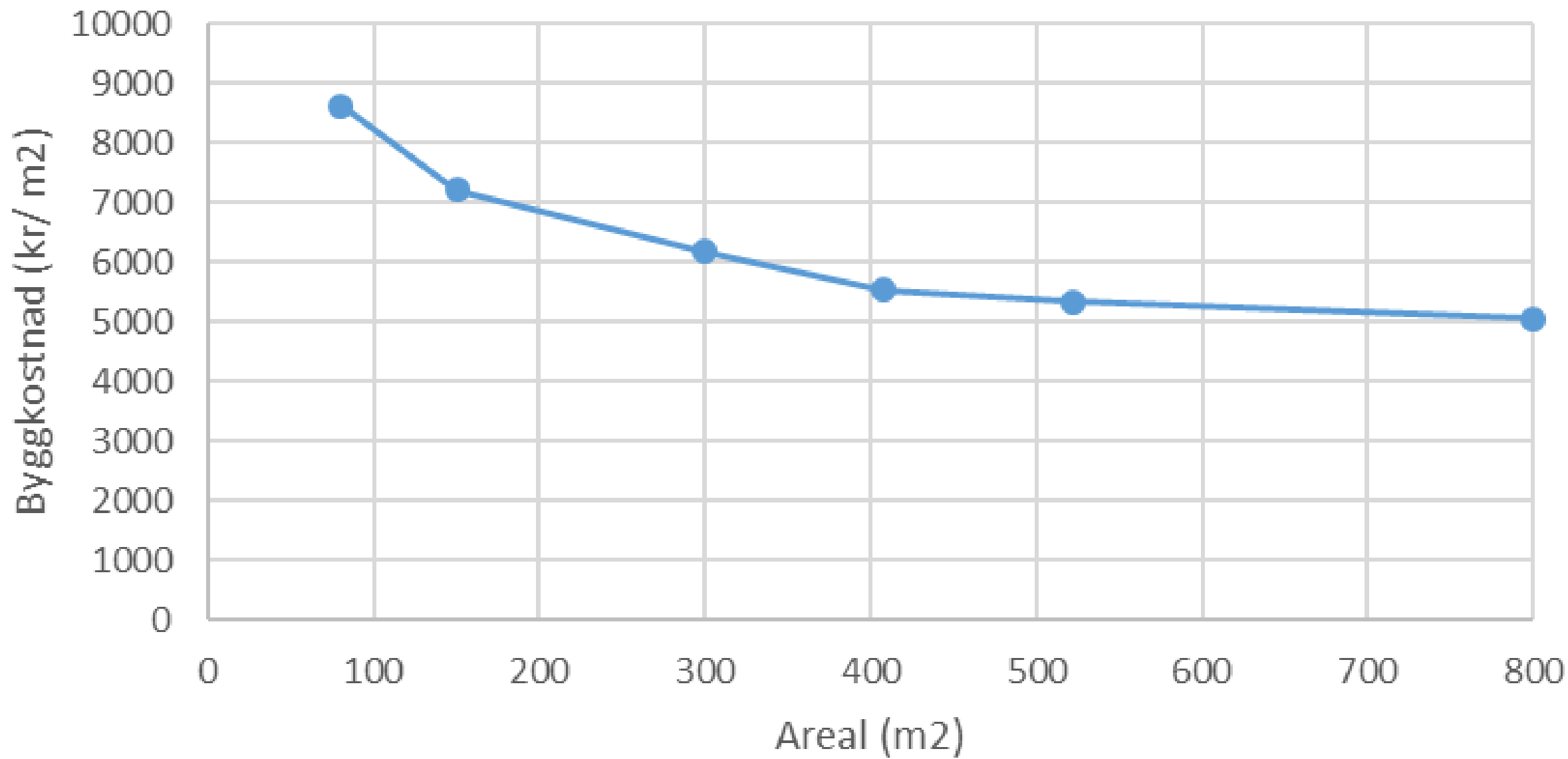


Byggkostnad lager 450 m2, 1165 tonn gulrot

Lagerkostnader - grovt overslag

Bygning	Type	Ant, areal, enh	Enhetspris	Egen pris	Pris
Utgraving		375	800	kr	300 000
Støpt gulv	Betonggulv 120 mm isolert med 50 nr	375	700	kr	262 500
Vegger	Sandwich SP2E E/X-PIR ENERGY 120	426	1000	kr	426 215
Tak	Sandwich SP2E E/X-PIR ENERGY 120	414	1000	kr	413 724
Stålkonstrusjon		375	1300	kr	487 500
Porter				kr	100 000
Elektrisk anlegg		5 %		kr	99 497
Annet		5 %		kr	99 497
Sum bygg					2188933

Byggkostnad kr/ m2



Lagerkostnader - grovt overslag

1165 tonn lager

450 m2

Kjølesystem

Antall

Enhetspris

Egen pris

Pris

Kompressor 42 kW totalt kjølebehov

2

250000

kr 500 000

Kondensator/ tørrkjøle

2

35000

kr 70 000

Fordamper

3

45000

kr 135 000

Ekspansjonsventiler

3

8000

kr 24 000

Kjølemedium

Kjølemedium 2

Hovedtavle, styresystem

1

45000

kr 45 000

Rør

kr 30 000

Montasje: rør, ektrisk anlegg, avløp, fordampere, kondensatorer

kr 120 000

Annet, kjøring, liftleie, etc.

kr 70 000

Sum kjøleanlegg

kr 994 000

Lagerkostnader - grovt overslag

1165 tonn lager

450 m2

Lagerkostnad		Investering	Årlig	Pr kg vare
Nyverdi bygning		kr 2 408 140		
Avskrivning (verditap)	20 år		kr 120 407	
Rente (%)	4 %		kr 48 163	
			kr 168 570	kr 0,21
Nyverdi Kløleanlegg		kr 994 000		
Avskrivning (verditap)	15 år		kr 66 267	
Rente (%)	4 %		kr 19 880	
			kr 86 147	kr 0,11
Nyverdi Kasser		kr 600 000		
Avskrivning (verditap)	10 år		kr 60 000	
Rente (%)	4 %		kr 12 000	
			kr 72 000	kr 0,09
Strøm (kr/ kW)	0,8			
Støm nedkjøling	35204 kWh		kr 28 163	
Støm drift	86316 kWh		kr 69 053	
Vedlikehold / service			kr 50 000	
Annet			kr 10 000	
			kr 157 216	kr 0,19
Sum kostnad		kr 4 002 140	kr 483 933	kr 0,59

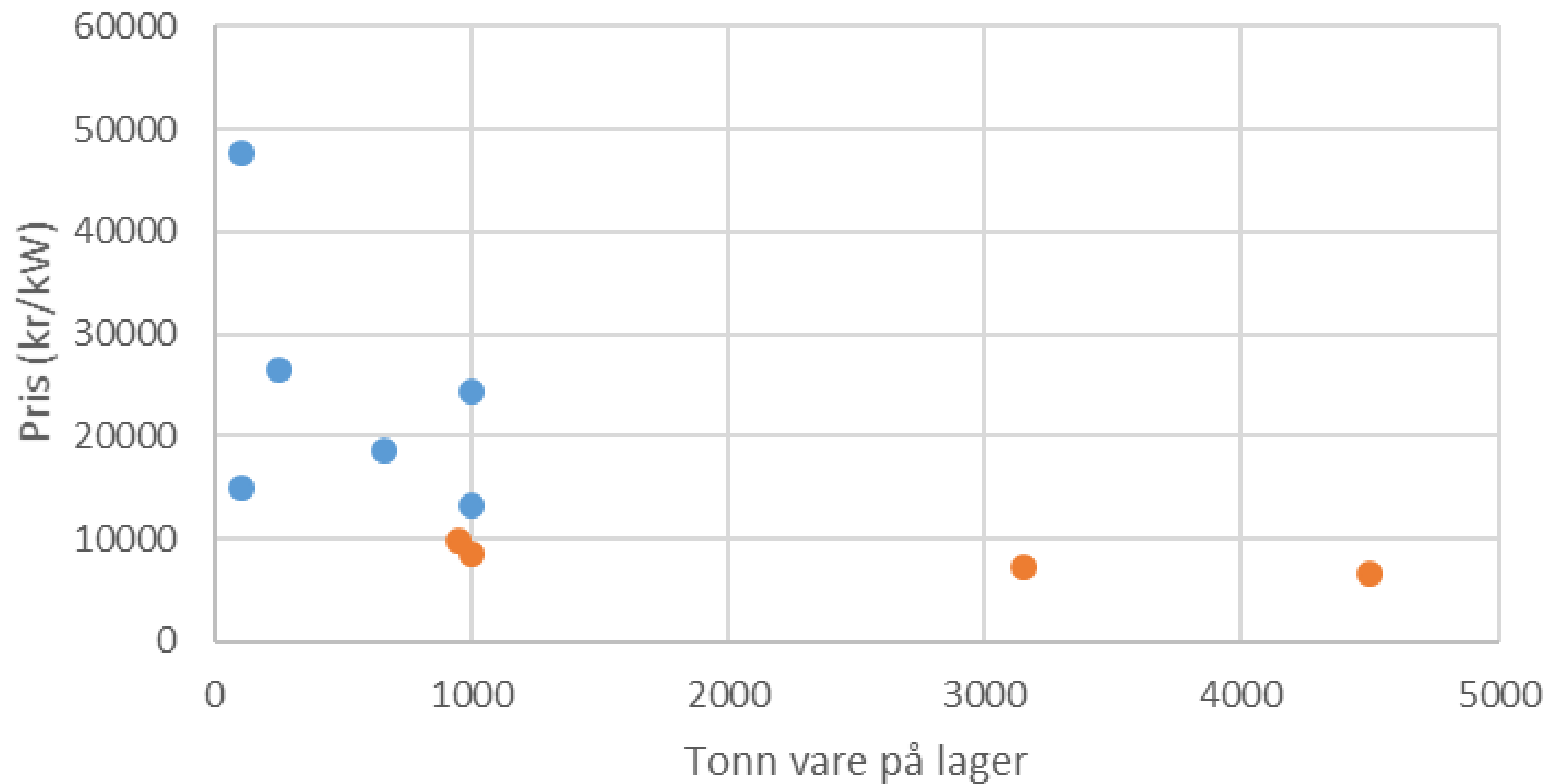
Varemengde på lageret i året (tonn)

1165

Salgbar vare i % av vare på lager

70 %

Pris kjøleanlegg 9-12 kW/ 100 tonn



Konklusjon

- Stor variasjon i løsninger og priser
- Bruk NLR til å diskutere løsninger og kravspesifikasjon
- Vurder tilbud sammen med NLR