



Coolpack GDP koelboxmetingen

Koelboxmetingen ter bepaling van maximale toepassingstemperatuur

Edo Wissink



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Coolpack GDP koelboxmetingen

Koelboxmetingen ter bepaling van maximale toepassingstemperatuur

Auteurs: Edo Wissink

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Food & Biobased Research in opdracht van en gefinancierd door Coolpack b.v. (projectnummer 6239196300).

Wageningen Food & Biobased Research
Wageningen, juli 2020

Rapport 2064

Versie: definitief
Vertrouwelijk tot en met: juli 2020
Reviewer: Najim El Harchioui
Goedgekeurd door: Nicole Koenderink
Opdrachtgever: Coolpack b.v.
Financier: Coolpack b.v.

© 2020 Wageningen Food & Biobased Research, instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research.
Vertrouwelijk rapport. Uit deze uitgave mag niets worden gereproduceerd en/of openbaar gemaakt zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de directeur van Wageningen Food & Biobased Research.

Dit rapport is vanaf juli 2020 gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/563034> of op www.wur.nl/wfbr (onder publicaties).

Postbus 17, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 00 84, E info.wfbr@wur.nl, www.wur.nl/wfbr.
Wageningen Food & Biobased Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding	5
2	Opzet van het onderzoek	6
2.1	Inhoud koelbox	6
2.2	Koelboxen en koelelementen	7
2.3	Proefopzet	8
2.4	Temperatuurmeting	10
3	Resultaten en discussie	11
3.1	Gemeten temperaturen	11
3.2	Analyse en beantwoording onderzoeksvragen	13
4	Conclusie	14
	Bijlage 1: Temperatuurgevens van 25°C testen	15
	Bijlage 2: Temperatuurgevens van 30°C testen	16
	Bijlage 3: Temperatuurgevens van 40°C testen	18
	Bijlage 4: Specificaties van koelbox en koelelement	19

Samenvatting

Voor een klant die medicijnen transporteert van distributiecentra naar filialen, heeft Coolpack een koelbox en koelelementen geselecteerd. Doel is om medicijnen ook bij koudere en warmere dagen dan normaal binnen de temperatuurrange van 15 tot 25°C te kunnen vervoeren. In dit project gaat de aandacht uit naar de mogelijkheden om medicijnen te kunnen vervoeren bij warme zomerdagen.

Er zijn hiervoor metingen uitgevoerd met 28 koelboxen bij drie verschillende omgevingstemperaturen (25, 30 en 35°C) met toepassing van 1, 2 of 3 koelelementen. De metingen zijn uitgevoerd voor een kritische vervoerssituatie:

- a. de koelbox niet meer dan 1/3 gevuld is met lege verpakkingen
- b. de starttemperatuur van de koelbox is gelijk aan de omgevingstemperatuur van de test
- c. Tijdens de test is de koelbox op een hoekpositie geplaatst

Elke configuratie is getest met 4 koelboxen. Per box is de temperatuur op twee posities gemeten: onder en boven in de plastic tas met dummyverpakkingen.

Antwoord op de onderzoeksvraag en de aanvullende bevindingen zijn:

1. *Wat is de maximale gemiddelde omgevingstemperatuur zodat de koelbox 24 uur binnen de temperatuurrange van 15 tot 25°C blijft?*

Toepassing 1 koelelement: 25°C

Toepassing 2 koelelementen: 28°C

Toepassing 3 koelelementen: 31°C

Deze maximum omgevingstemperaturen zijn bepaald op basis van de gemiddelde producttemperaturen na 24 uur. Dit betekent dat niet alle producten onder de 25°C grens blijven en er dus lokaal sprake is van een geringe temperatuuroverschrijding.

Een andere vorm van overschrijding vindt plaats bij de onderste temperatuurgrens van 15°C. Doordat koelelementen met een lage temperatuur in direct contact komen met de producten, zullen de producten in de directe nabijheid van het koelelement aanvankelijk sterk afkoelen. De minimum gemeten temperaturen liggen al snel enkele graden lager dan de grenswaarde van 15°C. De laagst gemeten kortstondige temperatuur is 9,7°C.

Voor meer informatie over het project verwijzen we naar het colofon van dit rapport.

1 Inleiding

Voor een klant die medicijnen transporteert van distributie centra naar filialen, heeft Coolpack een koelbox en koelelementen geselecteerd. Doel is om medicijnen ook bij koudere en warmere dagen binnen de temperatuurrange van 15 tot 25°C te kunnen vervoeren. In dit project gaat de aandacht uit naar de mogelijkheden om medicijnen te kunnen vervoeren bij warme zomerdagen.

Middels opwarmtesten zal worden vastgesteld wat de maximale gemiddelde omgevingstemperatuur is waarbij de koelbox binnen de temperatuurrange van 15 tot 25°C blijft. Coolpack heeft WFBR gevraagd deze testen uit te voeren en daar een rapportage van te maken.

Doel van dit onderzoek is de bepaling van de maximale omgevingstemperatuur waarbij de producttemperatuur 24 uur lang beneden de 25°C en boven 15°C blijft bij toepassing van 1, 2 of 3 koelelementen. Dit wordt bepaald middels de uitvoering van testen bij verschillende omgevingstemperaturen (25, 30 en 40°C). Elke configuratie is getest met 4 koelboxen.

2 Opzet van het onderzoek

Voor de koelboxverzending van de medicijnen in de ambient-range is Coolpack uitgegaan van een gangbare koelbox en koelement. De testen zijn uitgevoerd voor de een kritische vervoerssituatie:

- a. De koelbox is voor maximaal 1/3 gevuld met lege verpakkingen
- b. De starttemperatuur van de koelbox is gelijk aan de omgevingstemperatuur van de test
- c. Tijdens de test is de koelbox op een hoekpositie geplaatst

Details van de testopzet worden in dit hoofdstuk nader toegelicht.

2.1 Inhoud koelbox

Doel is om de temperatuurmetingen uit te voeren met een koelbox die slechts voor 1/3 gevuld is met lege doosjes. Hoe minder inhoud in de koelbox hoe kritischer de beproeving is. De inhoud van de verschillende koelboxen in de test was niet gelijk gevuld door de opdrachtgever. Enkele waren gevuld met lege doosjes andere met een gering aantal lichte artikelen of lege verpakkingen. Zie foto's in Figuur 1.

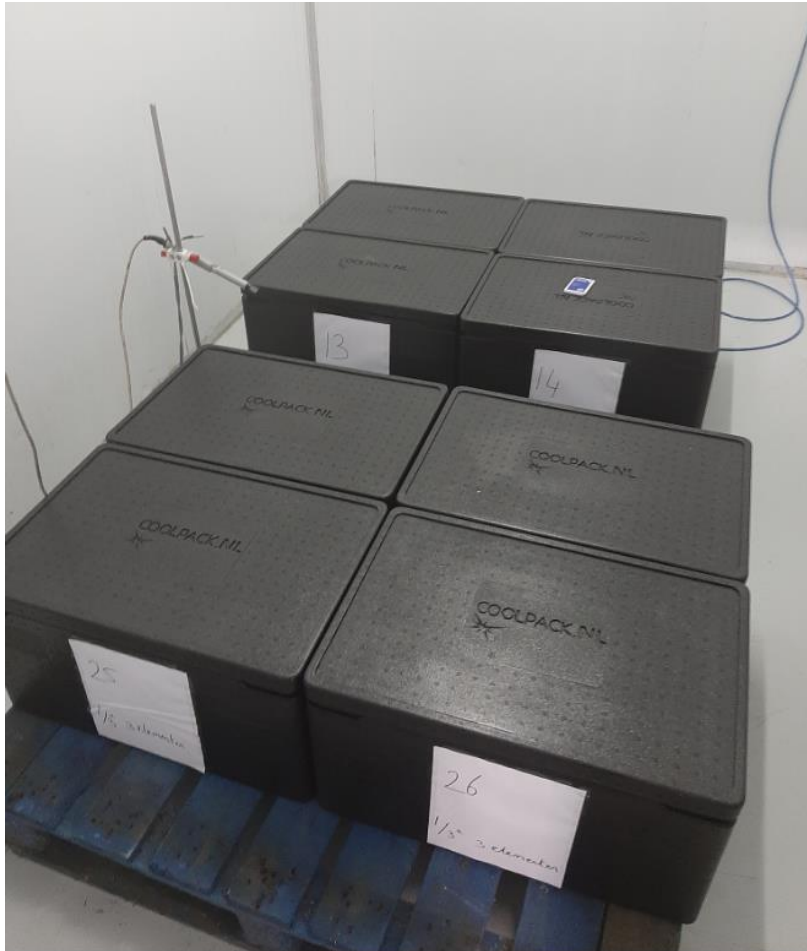


Figuur 1: Koelboxen met geringe inhoud aan lege verpakkingen of lichte artikelen (foto: WFBR)

2.2 Koelboxen en koelelementen

Voor de koelboxverzending van de medicijnen in de ambient-range is Coolpack uitgegaan van een gangbare koelbox en koelelement. De koelbox heeft een inhoud van 23,5 liter en is gemaakt van EPP met een dichtheid van 45 g/liter. Het koelelement heeft een gewicht van 1800g met een opgegeven smeltpunt van 20°C. Voor de verdere specificaties van de koelbox en koelelementen, zie bijlage 4.

De koelboxen zijn per testconfiguratie per groep van 4 stuks getest. De koelboxen zijn in een rechthoekig patroon van 4 koelboxen op een pallet geplaatst. Zie Figuur 2. Deze opstelling sluit aan bij de praktijk omdat de boxen daar ook opgestapeld zijn op pallets.



Figuur 2: Pallet met daarop een groep van 4 koelboxen gestapeld in een rechthoekige patroon(foto: WFBR)

2.3 Proefopzet

Er zijn testen uitgevoerd bij drie temperaturen 25, 30 en 40°C. Daarbij zijn verschillend aantallen koelelementen toegepast. Elke configuratie is getest met 4 boxen. Het overzicht van de testen is weergegeven in tabel 1.

Tabel 1 Overzicht proefopzet

box nr	aantal elementen	aantal artikelen	T_start producten [°C]	T_start box [°C]	T_start elementen [°C]	T_omgeving [°C]	duur	logger onder in box	logger boven op producten	logger koelelement
1	1	1/3 vol	20	25	8	25	24	1	1	0
2	1	1/3 vol	20	25	8	25	24	1	1	0
3	1	1/3 vol	20	25	8	25	24	1	1	0
4	1	1/3 vol	20	25	8	25	24	1	1	0
5	1	1/3 vol	20	30	8	30	24	1	1	0
6	1	1/3 vol	20	30	8	30	24	1	1	0
7	1	1/3 vol	20	30	8	30	24	1	1	0
8	1	1/3 vol	20	30	8	30	24	1	1	0
9	2	1/3 vol	20	30	8	30	24	1	1	0
10	2	1/3 vol	20	30	8	30	24	1	1	0
11	2	1/3 vol	20	30	8	30	24	1	1	0
12	2	1/3 vol	20	30	8	30	24	1	1	0
13	2	1/3 vol	20	40	8	40	24	1	1	1
14	2	1/3 vol	20	40	8	40	24	1	1	0
15	2	1/3 vol	20	40	8	40	24	1	1	0
16	2	1/3 vol	20	40	8	40	24	1	1	0
17	3	1/3 vol	20	25	8	25	24	1	1	0
18	3	1/3 vol	20	25	8	25	24	1	1	0
19	3	1/3 vol	20	25	8	25	24	1	1	0
20	3	1/3 vol	20	25	8	25	24	1	1	0
21	3	1/3 vol	20	30	8	30	24	1	1	0
22	3	1/3 vol	20	30	8	30	24	1	1	0
23	3	1/3 vol	20	30	8	30	24	1	1	0
24	3	1/3 vol	20	30	8	30	24	1	1	0
25	3	1/3 vol	20	40	8	40	24	1	1	1
26	3	1/3 vol	20	40	8	40	24	1	1	0
27	3	1/3 vol	20	40	8	40	24	1	1	0
28	3	1/3 vol	20	40	8	40	24	1	1	0

Toelichting proefopzet

a. Aantal elementen en de plaatsing ervan.

- Bij toepassing van 1 koelelement is deze bovenop de producten geplaatst
- Bij toepassing van 2 koelelementen zijn deze bovenop en onder de producten geplaatst
- Bij toepassing van 3 koelelementen is deze bovenop en onder de producten geplaatst en is het derde element is geplaatst tegen de lange zijkant van de box

b. Starttemperatuur van koelbox en producten

Omdat de klant van de opdrachtgever aangegeven heeft dat de koelboxen droog maar niet geconditioneerd opgeslagen staan in het distributie centrum, is er gekozen om de boxtemperatuur gelijk te kiezen aan de omgevingstemperatuur van de test.

De producten staan wel geconditioneerd opgeslagen in het distributiecentrum, en daarom is er uitgegaan van een aanvangstemperatuur van 20°C.

Om de producten en de koelbox separaat te kunnen conditioneren zijn de producten in een plastic tas verpakt. Zie figuur 3.



Figuur 3: Inhoud van de koelbox verpakt in een plastic tas met in dit geval drie koelelementen toegevoegd (foto: WFBR)

c. Starttemperatuur van de koelelementen

De starttemperatuur van de koelelementen is in overleg met opdrachtgever bepaald op 8°C. Enerzijds is bij 8°C is het koelelement volledig gestold. Anderzijds is er voldoende temperatuurverschil beschikbaar om het koelelement met een smeltpunt van 20°C in praktijk voldoende snel te kunnen “herladen” met koude als deze in een ruimte van 8°C wordt opgeslagen.

2.4 Temperatuurmeting

In elke box is de temperatuur op twee posities gemeten: Onder in de plastic tas dus nabij de bodem ("onder") en boven op de plastic tas met producten ("boven"). Zie Figuur 4.



Figuur 4: Meting met temperatuur met LogTag logger aan de onder en bovenzijde van de plastic tas (foto: WFBR)

De temperatuur is gemeten met LogTag temperatuurloggers, model trix-8 (resolutie 0,1°C, nauwkeurigheid $\pm 0,2^\circ\text{C}$, www.logtagrecorders.com). Bij de ingebruikname van deze loggers zijn deze specificaties geverifieerd.

3 Resultaten en discussie

3.1 Gemeten temperaturen

Tabellen 4, 5 en 6 laten het overzicht van de uitkomsten zien van de gemeten producttemperaturen. De vetgedrukte blauwe getallen zijn berekende gemiddeldes. De details van het verloop van de temperaturen zijn weergegeven in de grafieken in bijlage 1 t/m 3.

De "#N/A" in de tabellen hieronder betekent dat de temperatuur niet boven de 25°C is gestegen binnen 24 uur en dus de test gehaald heeft.

Tabel 2 De gemeten temperatuur boven en onder bij omgevingstemperatuur van **25°C**. Vetgedrukte blauwe getallen zijn berekende gemiddeldes.

box nr	Meting boven				Meting onder			
	T aanvang [°C]	T na 24 uur [°C]	Tmin [°C]	duur tot 25 °C [uur]	T aanvang [°C]	T na 24 uur [°C]	Tmin [°C]	duur tot 25 °C [uur]
1	19.5	24.4	13	#N/A	20	24.5	19.4	#N/A
2	19.4	24.6	18	#N/A	20.3	24.5	19	#N/A
3	18.9	24.7	12	#N/A	20	24.9	18.9	#N/A
4	19.7	24.7	11.6	#N/A	20	24.9	18.6	#N/A
	19.4	24.6	13.7		20.1	24.7	19.0	
17	20	20.1	12.2	#N/A	20.1	20.5	13.7	#N/A
18	20	19.6	12.2	#N/A	20	17.6	12.2	#N/A
19	19.4	20.4	11.6	#N/A	19.8	19.7	11.9	#N/A
20	20	19.7	12.5	#N/A	20	19.4	12.2	#N/A
	19.9	20.0	12.1		20.0	19.3	12.5	

Tabel 3 De gemeten temperatuur boven en onder bij omgevingstemperatuur van **30°C**. Vetgedrukte blauwe getallen zijn berekende gemiddeldes.

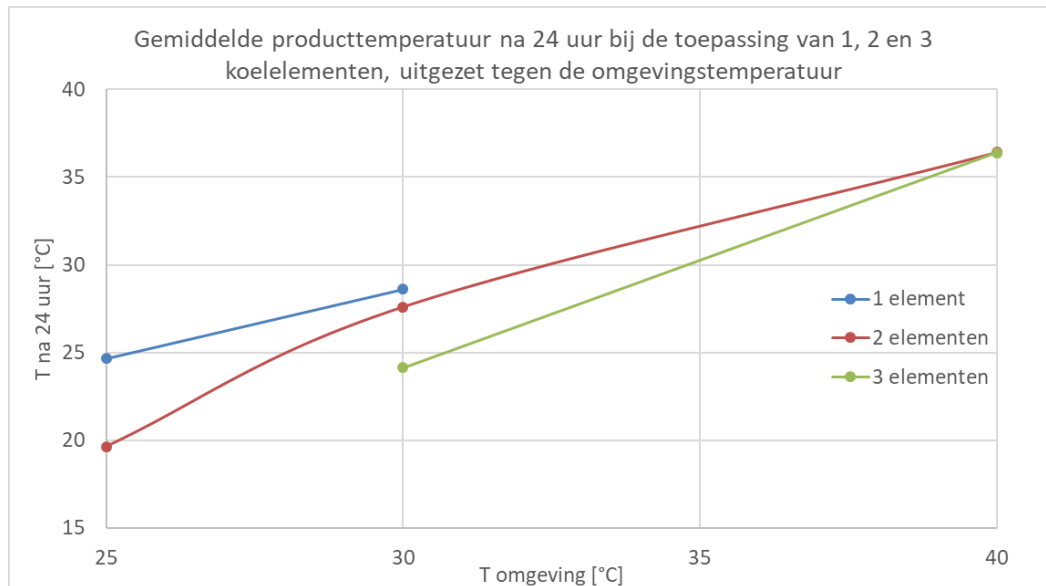
box nr	Meting boven				Meting onder			
	T aanvang [°C]	T na 24 uur [°C]	Tmin [°C]	duur tot 25 °C [uur]	T aanvang [°C]	T na 24 uur [°C]	Tmin [°C]	duur tot 25 °C [uur]
5					19.5	29.2	21.3	10.2
6	19.2	28.9	19.6	10.7	19.9	28.1	20.9	12.0
7	19.2	28.8	20.1	9.9	19.8	28.1	21.5	11.75
8	19.8	28.7	16.4	10.6	19.8	28.2	21.3	11.25
	19.4	28.8	18.7	10.4	19.8	28.4	21.3	11.3
9	19.7	27.6	15.7	16.6	19.7	27.7	15.2	16.9
10	19.5	28	9.8	16.1	19.7	26.5	14.2	21
11	19.3	27.9	19	13.8	19.8	26.7	12.6	19.7
12	19.3	29	14.9	9.1	19.8	27.4	11.7	19.25
	19.5	28.1	14.9	13.9	19.8	27.1	13.4	19.2
21	19.1	23.9	13.3	#N/A	19.7	22.2	11.1	#N/A
22	19.1	24.9	12.6	#N/A	19.7	24	10.1	#N/A
23	19.1	25	9.7	#N/A	19.6	22.5	11.6	#N/A
24	19.4	25.8	10	22.1	19.8	24.8	11.4	#N/A
	19.2	24.9	11.4		19.7	23.4	11.1	

Tabel 4 De gemeten temperatuur boven en onder bij omgevingstemperatuur van **40°C**. Vetgedrukte blauwe getallen zijn berekende gemiddeldes.

	Meting boven				Meting onder			
box nr	T aanvang [°C]	T na 24 uur [°C]	Tmin [°C]	duur tot 25 °C [uur]	T aanvang [°C]	T na 24 uur [°C]	Tmin [°C]	duur tot 25 °C [uur]
13	20.9	36.8	21.4	5.5	20.2	35.8	13.6	11.4
14	20.4	37	21	5.3	20	35.4	12.9	11.1
15	20.6	35.4	14	8.6	20	34.9	13.5	10.5
16	20	38.3	13.6	6.5	20	37.8	18.4	8
	20.5	36.9	17.5	6.5	20.1	36.0	14.6	10.3
25	20.4	35.7	11.8	11.5	20.4	35	11	13.9
26	21.1	36.4	13.1	9.8	20.2	35.7	12.2	12.2
27	21	37.1	12.8	8.6	20.6	37.3	17	8.7
28	20.9	37.4	18	8.2	20.6	36.5	11.3	11.6
	20.9	36.7	13.9	9.5	20.5	36.1	12.9	11.6

3.2 Analyse en beantwoording onderzoeksvragen

De koelelementen zijn voorgekoeld tot 8°C. Hoe meer koelelementen worden toegepast hoe meer warmte koelelementen kunnen opnemen en hoe groter het koelend vermogen. Op basis van de gemiddelde van de 8 producttemperaturen van 4 koelboxen per testconfiguratie, is de gemiddelde eindtemperatuur na 24 uur bepaald. De is voor de 7 verschillende configuraties uitgezet in figuur 5.



Figuur 5: Vergelijking van gemiddelde eindtemperatuur na 24 uur op basis van de uitgevoerde metingen met 1, 2 of 3 koelelementen en omgevingstemperaturen van 25, 30 en 40°C

Op basis van figuur 5 kan de onderzoeksvraag als volgt beantwoord worden:

1. *Wat is de maximale gemiddelde omgevingstemperatuur zodat de koelbox 24 uur binnen de temperatuurrange van 15 tot 25°C blijft?*

Toepassing 1 koelelement: 25°C

Toepassing 2 koelelementen: 28°C

Toepassing 3 koelelementen: 31°C

Deze maximum omgevingstemperaturen zijn bepaald op basis van de gemiddelde producttemperatuur na 24 uur. Dit betekent dat niet alle producten onder de 25°C grens blijven en er dus lokaal sprake is van een geringe temperatuuroverschrijding.

Een andere vorm van overschrijding vindt plaats bij de onderste temperatuurgrens van 15°C. Doordat koelelementen met een lage temperatuur in direct contact komen met de producten, zullen de producten in de directe nabijheid van het koelelement aanvankelijk sterk afkoelen. Zie de grafieken in bijlagen 1 t/m 3, waar de dalende temperaturen duidelijk zichtbaar is in de eerst 30 minuten na de start van de test. De minimum gemeten temperaturen liggen al snel enkele graden lager dan de grenswaarde van 15°C. De laagst gemeten kortstondige temperatuur is 9,7°C.

4 Conclusie

Doel van dit onderzoek is de bepaling van de maximale omgevingstemperatuur waarbij de producttemperatuur 24 uur lang beneden de 25°C en boven 15°C blijft bij toepassing van 1, 2 of 3 koelelementen.

Er zijn hiervoor metingen uitgevoerd met 28 koelboxen bij drie verschillende omgevingstemperaturen (25, 30 en 40°C) met toepassing van 1, 2 of 3 koelelementen. De metingen zijn uitgevoerd voor een kritische vervoerssituatie:

- a. De koelbox is voor maximaal 1/3 gevuld met lege verpakkingen
- b. De starttemperatuur van de koelbox is gelijk aan de omgevingstemperatuur van de test
- c. Tijdens de test is de koelbox op een hoekpositie geplaatst

Elke configuratie is getest met 4 koelboxen. Per box is de temperatuur op twee posities gemeten: onder en boven in de plastic tas met dummyverpakkingen.

Het antwoord op de onderzoeksvraag en de aanvullende bevindingen zijn:

Wat is de maximale gemiddelde omgevingstemperatuur zodat de koelbox 24 uur binnen de temperatuurrange van 15 tot 25°C blijft?

Toepassing 1 koelelement: 25°C

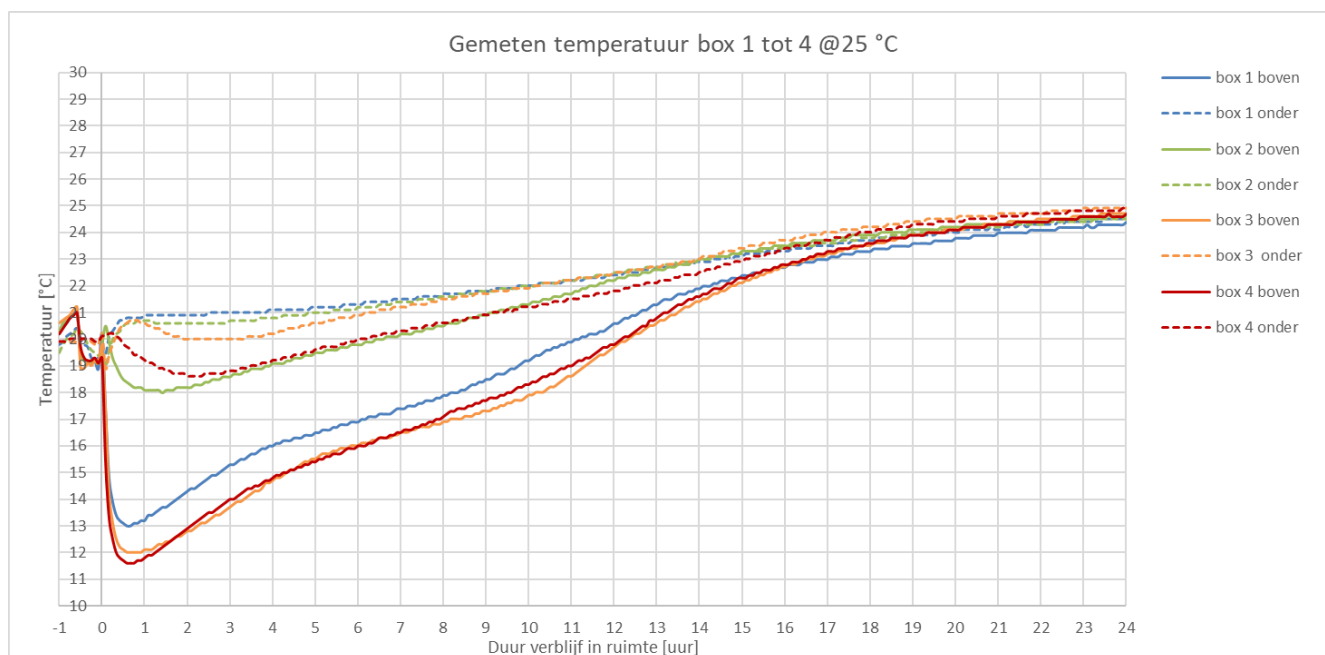
Toepassing 2 koelelementen: 28°C

Toepassing 3 koelelementen: 31°C

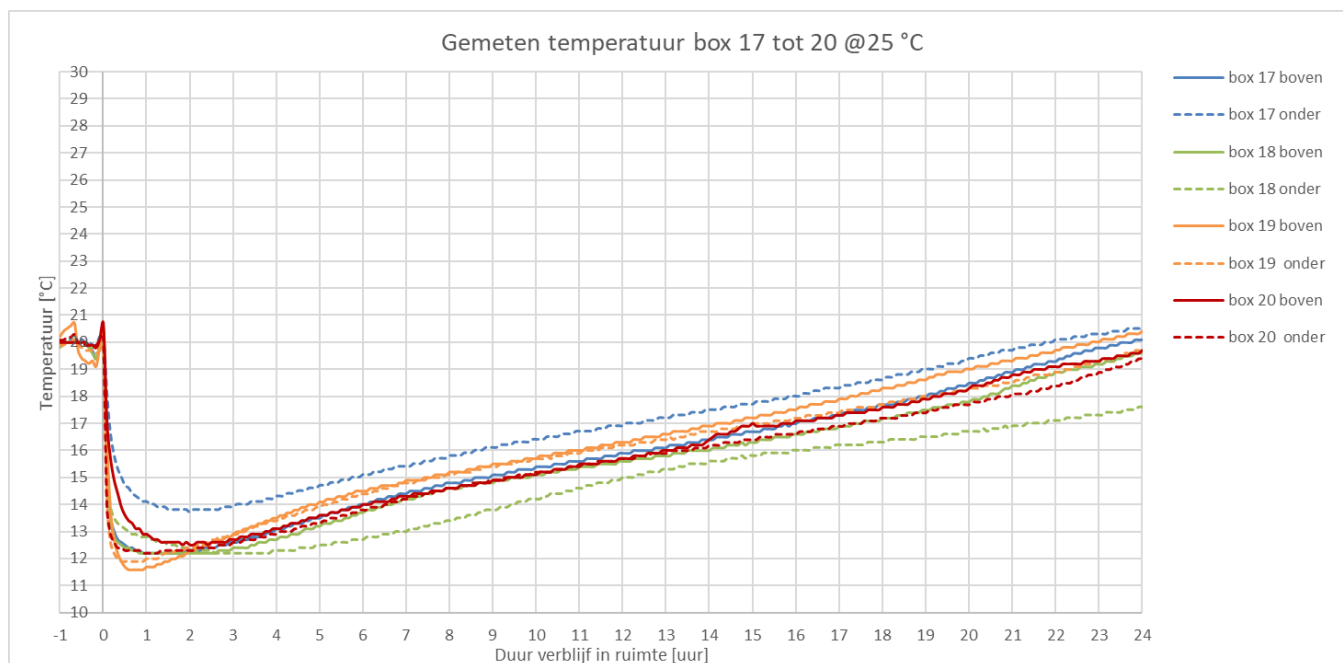
Deze maximum omgevingstemperaturen zijn bepaald op basis van de gemiddelde producttemperatuur na 24 uur. Dit betekent dat niet alle producten onder de 25°C grens blijven en er dus lokaal sprake is van een geringe temperatuuroverschrijding.

Een andere vorm van overschrijding vindt plaats bij de onderste temperatuurgrens van 15°C. Doordat koelelementen met een lage temperatuur in direct contact komen met de producten, zullen de producten in de directe nabijheid van het koelelement aanvankelijk sterk afkoelen. De minimum gemeten temperaturen liggen al snel enkele graden lager dan de grenswaarde van 15°C. De laagst gemeten kortstondige temperatuur is 9,7°C.

Bijlage 1: Temperatuurgegevens van 25°C testen

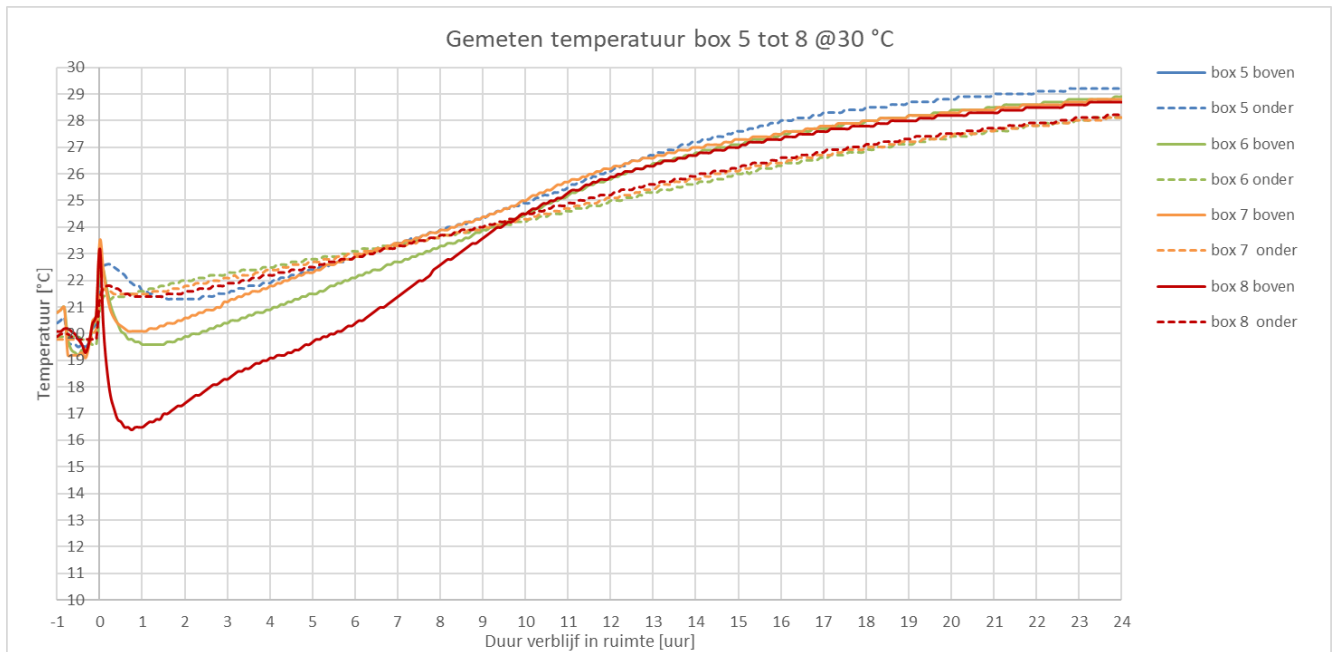


Figuur 6: Temperatuurgegevens van box 1 tot 4 met 1 koelelement (vaste lijnen zijn boventemperaturen, gestippelde lijnen zijn ondertemperaturen)

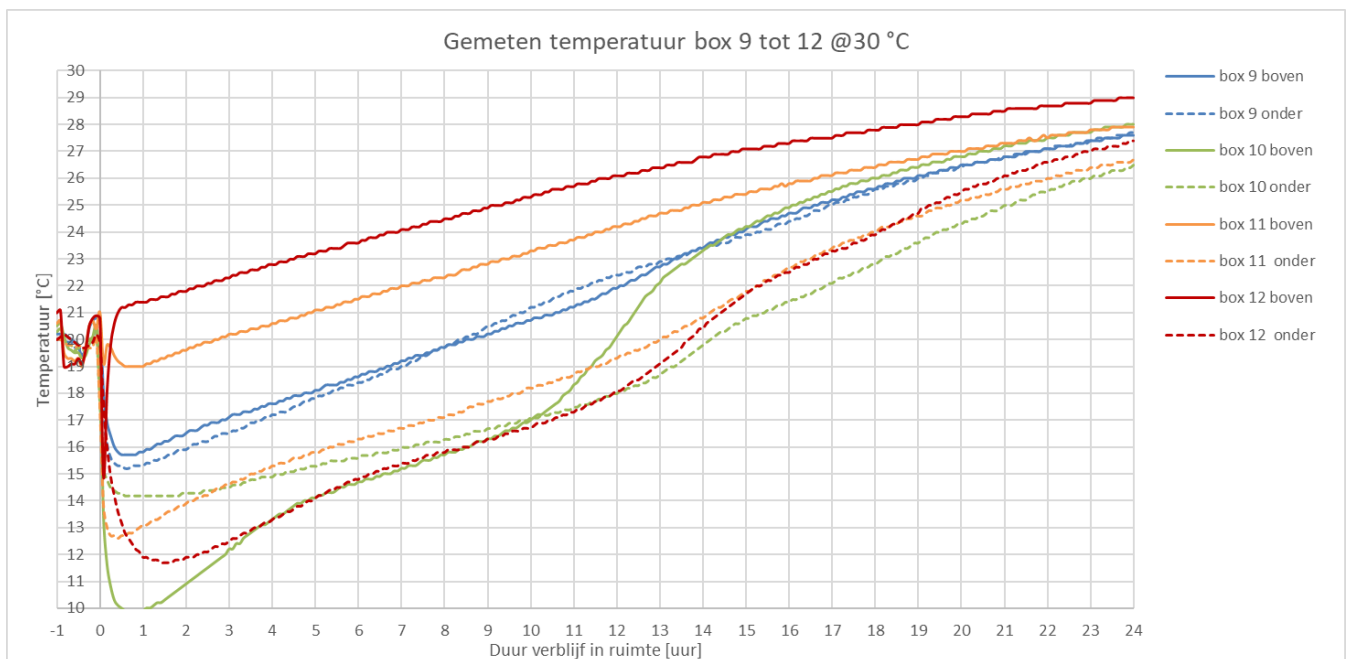


Figuur 7: Temperatuurgegevens van box 17 tot 20 met 2 koelelementen (vaste lijnen zijn boventemperaturen, gestippelde lijnen zijn ondertemperaturen)

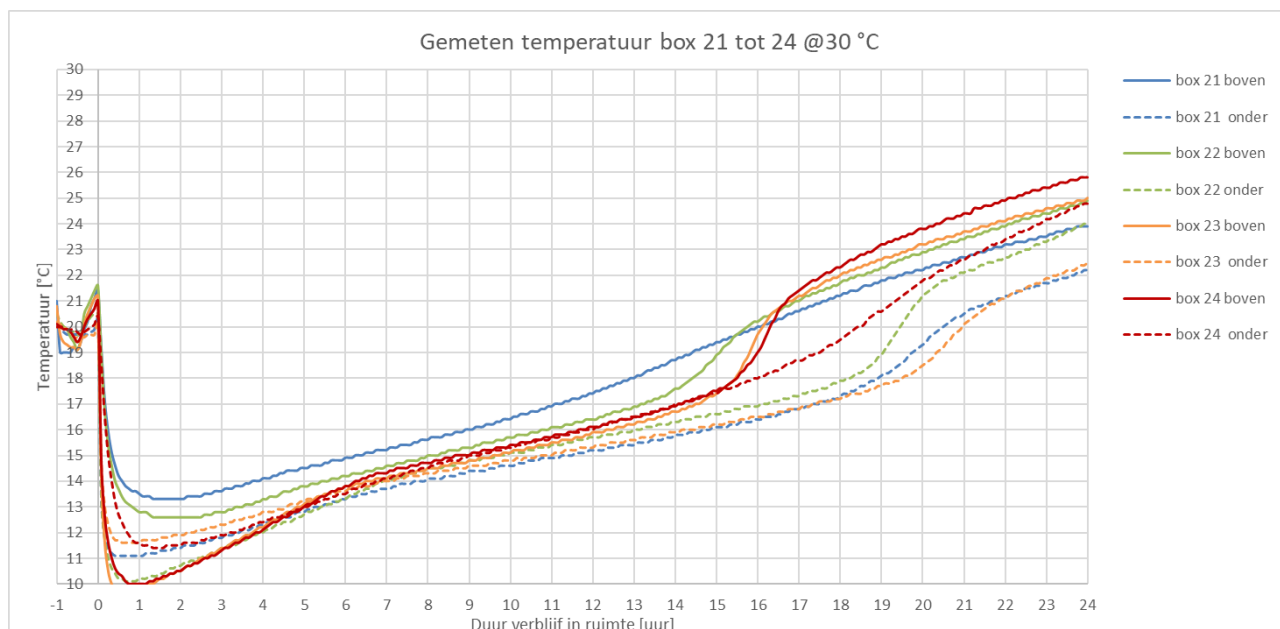
Bijlage 2: Temperatuurgegevens van 30°C testen



Figuur 8: Temperatuurgegevens van box 5 tot 8 met 1 koelelement (vaste lijnen zijn boventemperaturen, gestippelde lijnen zijn ondertemperaturen)

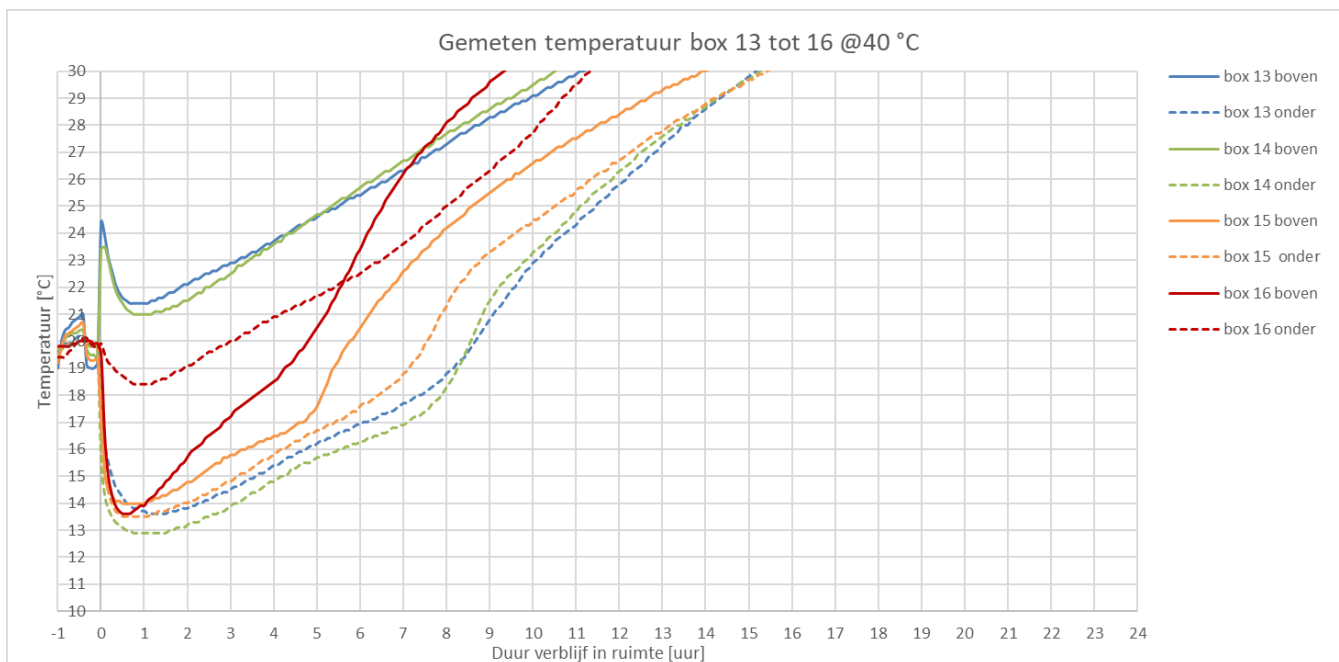


Figuur 9: Temperatuurgegevens van box 9 tot 12 met 2 koelelementen (vaste lijnen zijn boventemperaturen, gestippelde lijnen zijn ondertemperaturen)

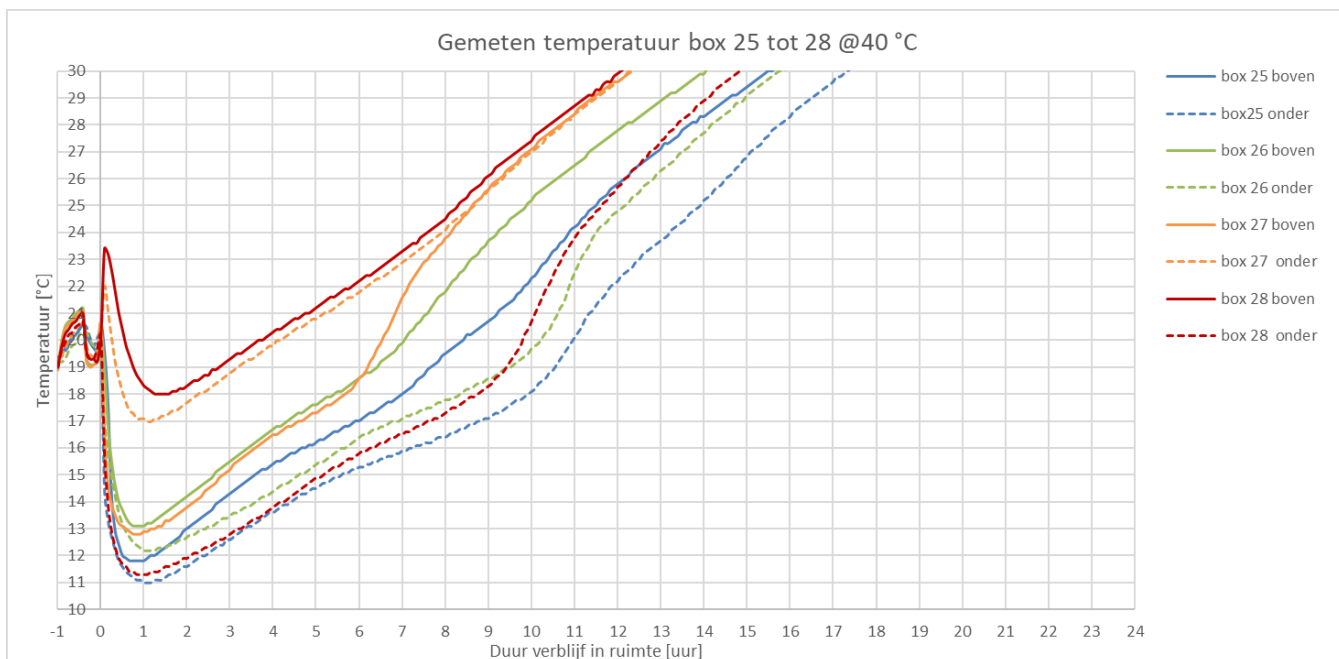


Figuur 10: Temperatuurgegevens van box 21 tot 24 met 3 koelelementen (vaste lijnen zijn boventemperaturen, gestippelde lijnen zijn ondertemperaturen)

Bijlage 3: Temperatuurgegevens van 40°C testen

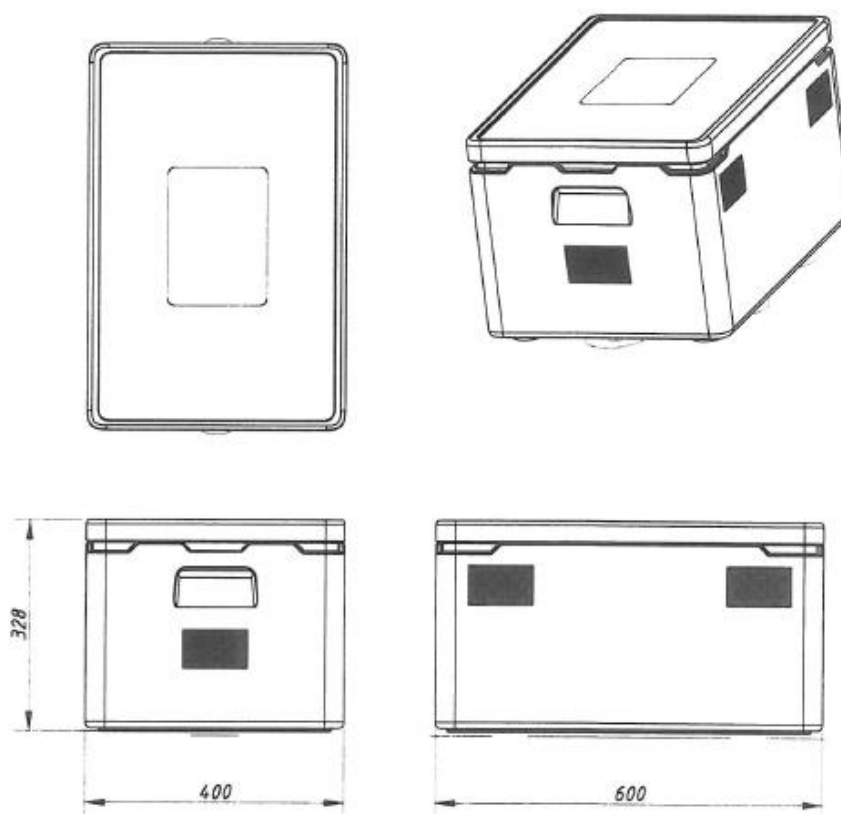


Figuur 11: Temperatuurgegevens van box 13 tot 16 met 2 koelelementen (vaste lijnen zijn boventemperaturen, gestippelde lijnen zijn ondertemperaturen)

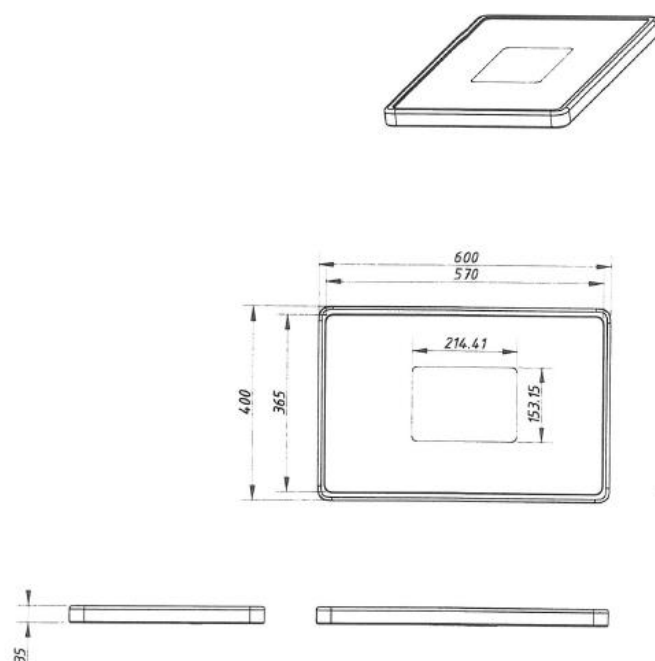


Figuur 12: Temperatuurgegevens van box 25 tot 28 met 3 koelelementen (vaste lijnen zijn boventemperaturen, gestippelde lijnen zijn ondertemperaturen)

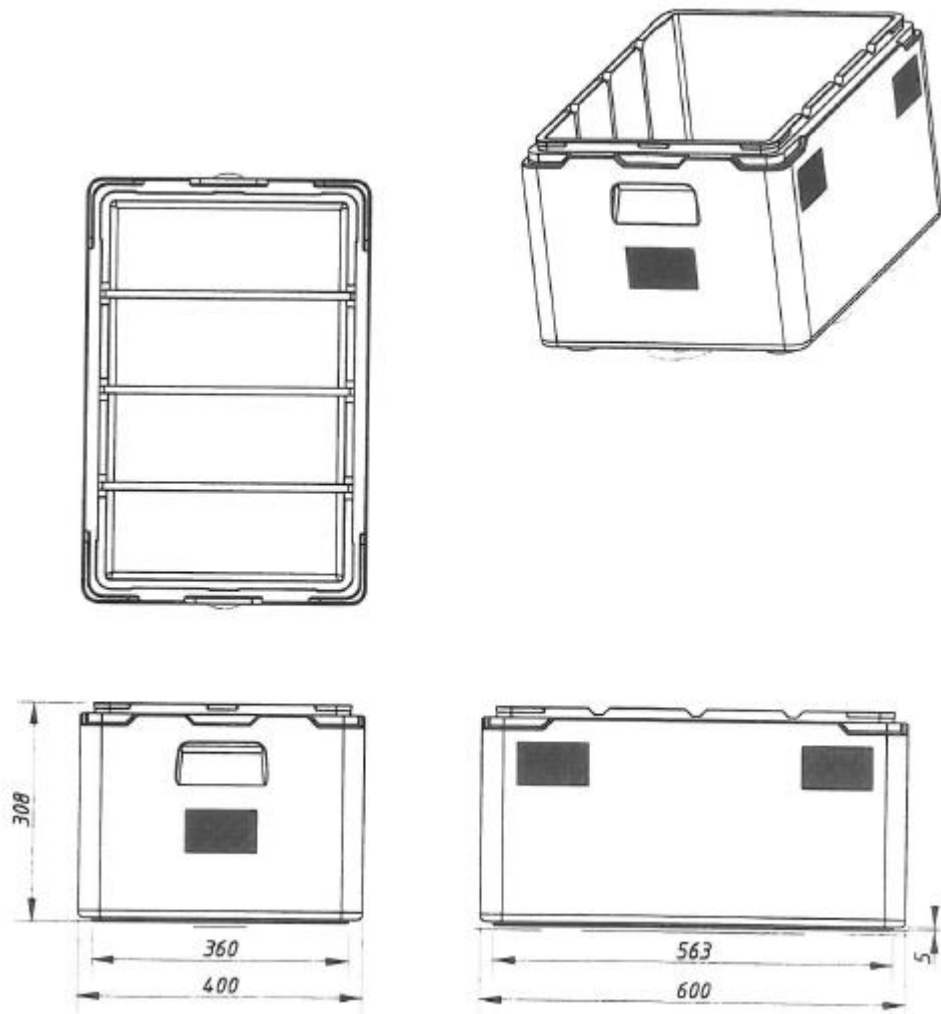
Bijlage 4: Specificaties van koelbox en koelement



Figuur 13: Buiten maten van koelbox met deksel (bron HSV)

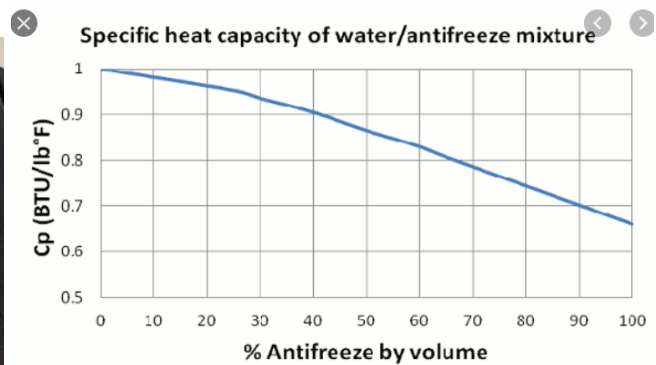


Figuur 14: Maatvoering van deksel (bron HSV)



Figuur 15: Maatvoering van koelbox (bron HSV)

Specificaties koelement:



Specificaties koelement	
Afmeting [mm]	
lengte	300
breedte	200
dikte	30
Gewicht [g]	1800
Inhoud	100,0% Polyethylene glycol
Smeltpunt [°C]	nvt

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Food & Biobased Research
Bornse Weiden 9
6708 WG Wageningen
www.wur.nl/wfbr
info.wfbr@wur.nl

Rapport 2064

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 12.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

