

Energiebesparingsmetingen strokengordijnen

Referentienummer 94-162
Dossiernummer 112325-25196
Datum mei 1994
NP

Auteur
Ir. S.M. van der Sluis

NOVEM contractnummer
973.200.3011

Bestemd voor:
Novem B.V.
t.a.v. W. van Grootheest
Postbus 503
7300 AM Apeldoorn

Samenvatting

TNO heeft in de periode november 1993 tot en met maart 1994 metingen uitgevoerd aan de energiebesparing die optreedt bij toepassing van strokengordijnen op verticale koelmeubelen ('schappenkasten') in een drietal supermarkten.

De gemeten besparingen zijn omgerekend naar een 'referentie besparing' (de besparing door het strokengordijn ten opzichte van een onafgedekt meubel bij een temperatuur van 18 °C).

De referentiebesparing op meetlocatie 1 bedraagt circa 58% (besparing op het compressor elektriciteitsgebruik), terwijl de referentiebesparingen op meetlocatie 2 en 3 circa 33% bedragen.

De mogelijke besparing hangt samen met het aandeel van de convectieve warmtestroom (uitwisseling van circulatie- en omgevingslucht) in de totale (warmte)belasting van het meubel. Bij een goed functionerend luchtgordijn is dit aandeel relatief laag, en is de te behalen besparing lager dan bij een slecht functionerend luchtgordijn.

Inhoudsopgave

	Samenvatting	2
1	Inleiding	4
2	De meetmethode.....	6
3	Resultaten meetlocatie 1.....	7
4	Resultaten meetlocatie 2.....	8
5	Resultaten meetlocatie 3.....	9
6	Conclusies	10
7	Literatuur.....	11
8	Verantwoording	12

1 Inleiding

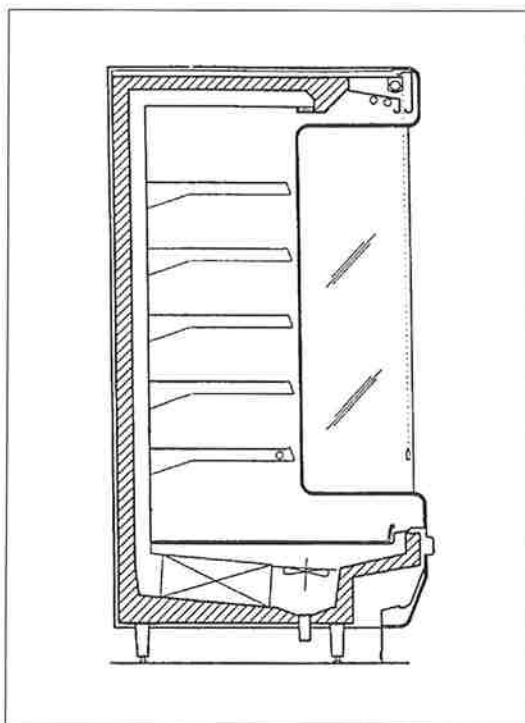
In opdracht van Novem B.V. zijn door TNO-ME in 3 supermarktfilialen metingen uitgevoerd aan de energiebesparing door toepassing van strokengordijnen bij verticale koelmeubelen (schappenkasten).

Deze metingen zijn een aanvulling op een eerder uitgevoerde praktijkmeting aan energiebesparing door toepassing van een strokengordijn. In de rapportage van deze in 1992 uitgevoerde meting [1] is naast de energiebesparing ook aandacht besteed aan de invloed van het strokengordijn op de omzet.

Ditmaal is de bestudering van de invloed van het strokengordijn op de omzet uitgevoerd door het projectbureau voor distributie-economie 'PRODIS' te Diemen, en worden de resultaten daarvan in een apart rapport worden vastgelegd.

In figuur 1 is een schappenkast voor het gekoeld uitstallen en bewaren van produkten (zuivel, vlees of groenten) afgebeeld. De schappenkast is aangesloten op een elders opgestelde koelinstallatie, die overtollige warmte uit het meubel afvoert. De af te voeren warmtestroom bestaat uit volgende deelstromen:

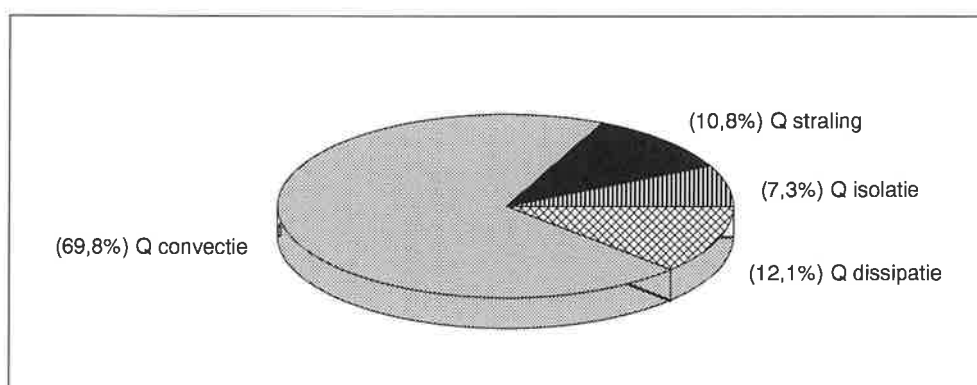
- geleidingswarmtestroom (door de isolatie);
- stralingswarmtestroom (door open en doorzichtige oppervlakken);
- convectiewarmtestroom (ten gevolge van infiltratie van warme lucht);
- vermogenswarmtestroom (de warmte afgifte van elektrische gebruikers);
- geïntroduceerde produktwarmtestroom (door belading met warme produkten).



Figuur 1 Vertikaal koelmeubel (schappenkast)

In het rapport 'Besparingsopties koel- en vriesmeubelen' [2] worden de verschillende warmtestromen uitgebreider behandeld. Op deze plaats is het van belang in te zien, dat het strokengordijn invloed heeft op één van de vijf deelstromen: de convectiewarmtestroom.

In figuur 2 is ter illustratie de onderlinge verhouding tussen de verschillende warmtestromen aangegeven, voor een specifieke schappenkast. In het algemeen zullen deze verhoudingen voor andere schappenkasten hiervan afwijken: bij meubelen met een goed ontworpen 'luchtgordijn' zal de convectiewarmtestroom een kleiner aandeel hebben dan bij meubelen met een slecht luchtgordijn.



Figuur 2 Warmtestromen in een specifiek vertikaal koelmeubel

De verhoudingen in de warmtestromen kunnen geprojecteerd worden op het energiegebruik van de koelinstallatie. De energiebesparing die met een strokengordijn bereikt kan worden, is in grote lijnen beperkt tot dat deel van het energiegebruik dat overeenkomt met de convectiewarmtestroom.

2 De meetmethode

De energiebesparing door het toepassen van strokengordijnen wordt bepaald uit het verschil tussen een meting zonder strokengordijn en een meting met strokengordijn. Elke meting beslaat een periode van één week (inclusief weekend).

Naast het energiegebruik van de koelinstallatie, worden ook de (lucht)temperaturen in het meubel, de buitentemperatuur en de winkeltemperatuur gemeten. Het doel van deze temperatuurmetingen is tweeledig:

- bepaling van de invloed van het strokengordijn op de temperaturen in het meubel;
- correctie van de gemeten energiegebruiken.

In het in 1992 uitgevoerde onderzoek naar energiebesparing door toepassing van een strokengordijn [1] is geconstateerd, dat toepassing van een strokengordijn twee effecten kan bewerkstelligen: verlaging van de meubeltemperatuur en/of vermindering van het energiegebruik. Het bereikte effect is ondermeer afhankelijk van de instelling van de thermostaat van het meubel en van de capaciteit van de koelinstallatie.

Correcties van het gemeten energiegebruik op basis van de gemeten temperaturen zijn noodzakelijk omdat de temperaturen een grote invloed hebben op het energiegebruik, en doorgaans de (gemiddelde) temperaturen tijdens de metingen met en zonder strokengordijn niet gelijk zijn. Er worden twee correcties uitgevoerd:

- a. Correctie voor de koellast. Het energiegebruik is evenredig met de koellast (de uit het meubel af te voeren warmtestroom). De koellast is bij benadering evenredig met het verschil tussen winkeltemperatuur en de temperatuur in het meubel. Zowel de winkeltemperatuur als de temperaturen in het meubel kunnen van meting tot meting verschillen.
- b. Correctie voor het rendement van de koelmachine. Het rendement van de koelmachine wordt mede bepaald door de condensatie- en verdampingstemperatuur van het koelproces. De condensatietemperatuur is sterk afhankelijk van de temperatuur van de buitenlucht, waarmee de 'condensor' gekoeld wordt.

3 Resultaten meetlocatie 1

De metingen op meetlocatie 1 zijn uitgevoerd aan een schappenkast voor zuivelprodukten met een lengte van 5 meter. De schappenkast is voorzien van nachtafdekking; gedurende de meting zonder strokengordijn is de nachtafdekking in bedrijf geweest (maar niet gedurende de meting met strokengordijn).

De schappenkast is aangesloten op een koelinstallatie, waarop nog meerdere gebruikers zijn aangesloten. Gebruikmakend van een correctie voor de overige gebruikers (twee koelcellen, geschat gezamenlijk verbruik 10 ± 5 kWh/dag), daalt bij een gemiddelde winkeltemperatuur van $16,7$ °C het energiegebruik voor de koeling van de onderzochte schappenkast van $32,7$ kWh per dag naar $21,4$ kWh per dag door toepassing van het strokengordijn (produkttemperatuur 5 °C; buitentemperatuur 15 °C).

De besparing op het energiegebruik ten behoeve van de koeling van de onderzochte schappenkast door gebruik te maken van een strokengordijn in plaats van nachtafdekking bedraagt tussen de 29,6 en 41,2%

Uit de studie 'besparingsopties koel- en vriesmeubelen' [2] blijkt dat bij een schappenkast door nachtafdekking een besparing verwacht mag worden in de orde van 25% op het totale energiegebruik van het meubel. Hiervan is gebruik gemaakt bij de berekening van de 'referentie besparing' (tabel 1) voor meetlocatie 1.

Opgemerkt dient te worden, dat het onderzochte meubel een hoog energiegebruik heeft. Het referentiemeubel uit de studie 'besparingsopties' had een energiegebruik van $7,6$ kWh/dag per meter lengte, terwijl voor dit meubel – zonder enige vorm van afdekking – een energiegebruik $14,2$ kWh/dag per meter lengte wordt berekend onder referentie condities.

Tabel 1 Gemeten besparing en referentiebesparing¹⁾ meetlocatie 1

	Besparing compressor	Totaalbesparing meubel
Meting ten opzichte van nachtafdeling	29,6 ... 41,2%	22,5 ... 28,8%
Referentie	55 ... 62 %	47 ... 51 %

¹⁾ Besparing ten opzichte van onafgedekt meubel, bij 18 °C.

4 Resultaten meetlocatie 2

De metingen op meetlocatie 2 zijn uitgevoerd aan een schappenkast voor zuivelprodukten met een lengte van 15,08 meter. Het meubel dateert uit 1992. De schappenkast is voorzien van nachtafdekking; deze is zowel tijdens de metingen met strokengordijnen als tijdens de metingen zonder strokengordijnen in bedrijf geweest.

Het betreffende meubel is aangesloten op een multiplex koelinstallatie, waarop tevens een aantal andere 'koudegebruikers' is aangesloten. Naar schatting 50..70% van de energiegebruik van de koelinstallatie komt voor rekening van de schappenkast, waaraan de metingen zijn uitgevoerd. Bij een gemiddelde winkeltemperatuur van 16,1 °C daalde het energiegebruik voor de koeling van de onderzochte schappenkast van 37,0 kWh per dag naar 28,8 kWh per dag door toepassing van het strokengordijn (bij een produkttemperatuur van 8,0 °C en een buitentemperatuur van 7,8 °C).

De besparing op het energiegebruik ten behoeve van de koeling van de onderzochte schappenkast bedraagt tussen de 20,2 en 25,0%. De schappenkast werd in beide situaties bedreven met nachtafdekking.

Het voor de referentiesituatie berekende energiegebruik van dit meubel bedraagt 13,5 kWh/dag per meter meubellengte.

Tabel 2 Gemeten besparing en referentiebesparing¹⁾ meetlocatie 2

	Besparing compressor	Totaalbesparing meubel
Meting ten opzichte van nachtafdekking	20,2 ... 25,0%	11,0 ... 11,5%
Referentie	30 ... 37 %	25 ... 30 %

¹⁾ Besparing ten opzichte van onafgedekt meubel, bij 18 °C.

5 Resultaten meetlocatie 3

De metingen op meetlocatie 3 zijn uitgevoerd aan een schappenkast met een lengte van 16 meter. Het meubel dateert uit 1992. De schappenkast wordt gevoed door een separaat (in de 'machinekamer') opgestelde koelmachine, waarop geen andere gebruikers aangesloten zijn. Nachtafdekking van de schappenkast is niet toegepast, er is ook geen gebruik gemaakt van een nachtsparthermostaat.

De resultaten van deze meetlocatie geven direct zicht op de besparing ten gevolge van de het toepassen van strokengordijnen, omdat op deze locatie geen nachtafdekking en/of nachtsparthermostaat werden toegepast. Bij een gemiddelde winkeltemperatuur van 13 °C daalde het energiegebruik voor de koeling van de onderzochte schappenkast van 19,5 kWh per dag naar 12,9 kWh per dag door toepassing van het strokengordijn (bij een lage buitentemperatuur van 4 °C).

De besparing op het energiegebruik van de koelinstallatie bij toepassing van een strokengordijn bedraagt 34,1%

De bereikte besparing is lager dan de besparing op het energiegebruik van de koelinstallatie van 51,3% (bij een winkeltemperatuur van 16 °C) die tijdens de meting – op een andere locatie – uitgevoerd in 1992 werd gevonden [1].

De huidige metingen zijn uitgevoerd in februari/maart 1994, bij een relatief lage gemiddelde winkeltemperatuur van 13 °C, en een lage buitentemperatuur. Bij een gemiddeld hogere winkeltemperatuur (in de zomerperiode) is de besparing groter, met name de besparing op het totaalgebruik (omdat de koeling dan relatief meer gebruikt ten opzichte van verlichting e.d.). Dit blijkt ook uit de referentiebesparing zoals gegeven in tabel 3.

Het berekende energiegebruik van het onafgedekte meubel in de referentiesituatie bedraagt 5,8 kWh/dag per meter.

Tabel 3 Gemeten besparing en referentiebesparing¹⁾ meetlocatie 3

	Besparing compressor	Totaalbesparing meubel
Meting ten opzichte van nachtafdeling	31,4%	11,5%
Referentie	33%	19%

¹⁾ Besparing ten opzichte van onafgedekt meubel, bij 18 °C.

6 Conclusies

De energiebesparing die optreedt door toepassing van strokengordijnen op wandkoelmeubelen zijn gemeten onder praktijkcondities in drie verschillende supermarktfilialen. De meetresultaten zijn gecorrigeerd voor temperatuurverschillen gedurende de weken waarin werd gemeten; vervolgens zijn de besparingen berekend.

Bij twee van de drie meetlocaties was het onderzochte koelmeubel aangesloten op een koelinstallatie, waarop meerdere 'koudegebruikers' waren aangesloten. In deze gevallen is een schatting gemaakt van het verbruik van deze overige koudegebruikers; wat tot gevolg heeft dat de berekende besparing wordt uitgedrukt in de vorm van een 'range'.

Op locatie 1 werd een besparing van 29,6 - 41,2% gevonden op het compressor-energiegebruik, voor een meubel voorzien van een strokengordijn ten opzichte van een meubel voorzien van nachtafdekking.

Op locatie 2 werd een besparing van 20,2 - 25,0% gevonden op het compressor-energiegebruik, voor een meubel voorzien van een strokengordijn én nachtafdekking ten opzichte van een meubel dat alleen van nachtafdekking voorzien is.

Op locatie 3 werd een besparing op compressor-energiegebruik van 31,4% gevonden, door toepassing van het strokengordijn.

De besparingen voor elk van de locaties zijn vervolgens omgerekend naar onderling vergelijkbare 'referentie besparingen'. De referentiebesparing is de besparing door toepassing van een strokengordijn (ten opzichte van een onafgedekt meubel), bij een temperatuur van 18 °C (in de winkel en buiten).

De referentie besparingen (op compressor energiegebruik) bedragen:

meetlocatie 1:	55,0 ... 62,2%
meetlocatie 2:	29,9 ... 37,1%
meetlocatie 3:	33,1%

De referentiebesparing op meetlocatie 1 komt qua grootte overeen met een in 1992 uitgevoerde meting. De besparingen op de andere twee meetlocaties zijn (aanzienlijk) lager.

De te behalen besparing bij een meubel wordt begrensd door het aandeel van de convectieve warmtestroom van een meubel in de totale warmtestroom. Bij een goed functionerend luchtgordijn zal dit aandeel – en dus ook de besparing – in het algemeen lager zijn dan bij een slecht ontworpen luchtgordijn. Het is aannemelijk dat de meubelen op meetlocaties 2 en 3 over een beter luchtgordijn beschikken, omdat het bouwjaar van deze meubelen (1992) jonger is dan dat van het meubel op meetlocatie 1 (1987).

7 **Literatuur**

- [1] Energiebesparing door toepassing van een strokengordijn.
S.M. van der Sluis.
TNO-Milieu en Energie, referentienummer 92-121 (1992).

- [2] Besparingsopties koel- en vriesmeubelen.
S.M. van der Sluis.
TNO-Milieu en Energie, referentienummer 91-153 (1991).

- [3] Technische analyse van WET-maatregel voor automatische nachtafdekking.
P.E.J. Vermeulen.
TNO-Milieu en Energie.

8 Verantwoording

Naam en adres van de opdrachtgever
Novem B.V.
t.a.v. W. van Grootheest
Postbus 503
7300 AM Apeldoorn
contractnummer: 81210.2313

Namen en functies van de medewerkers
Ir. S.M. van der Sluis, onderzoeker
G. van Laar, research medewerker
T. van Rijn, research medewerker

Namen van instellingen waaraan een deel van het onderzoek is uitbesteed
Niet van toepassing

Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad
november 1993 - april 1994

Ondertekening



S.M. van der Sluis
onderzoeker

Goedgekeurd door



R.J.M. van Gerwen
werkgroep leider

Energiebesparingsmetingen strokengordijnen

Meetlocaties

- Meetlocatie 1: Plusmarkt Leers
Dr. Kuiperstraat 7
Heerlen - Meezebroek
tel: 045 - 723510
- Meetlocatie 2: S-Supermarkt Houweling
Dorpsstraat 90-92
4451 AC Heinkenszand
tel: 01106 - 2040
- Meetlocatie 3: Super Martijn
Samuel Esmeijerplein 21
Rotterdam - Alexander
tel: 010 - 4207235