

Energieeffektive flaskekølere

Tailored cooling for your needs

Bent Christensen, VFS
Per Henrik Pedersen, Teknologisk Institut

About us

1963

FOUNDED IN DENMARK

65+

MILL. EUR TURNOVER

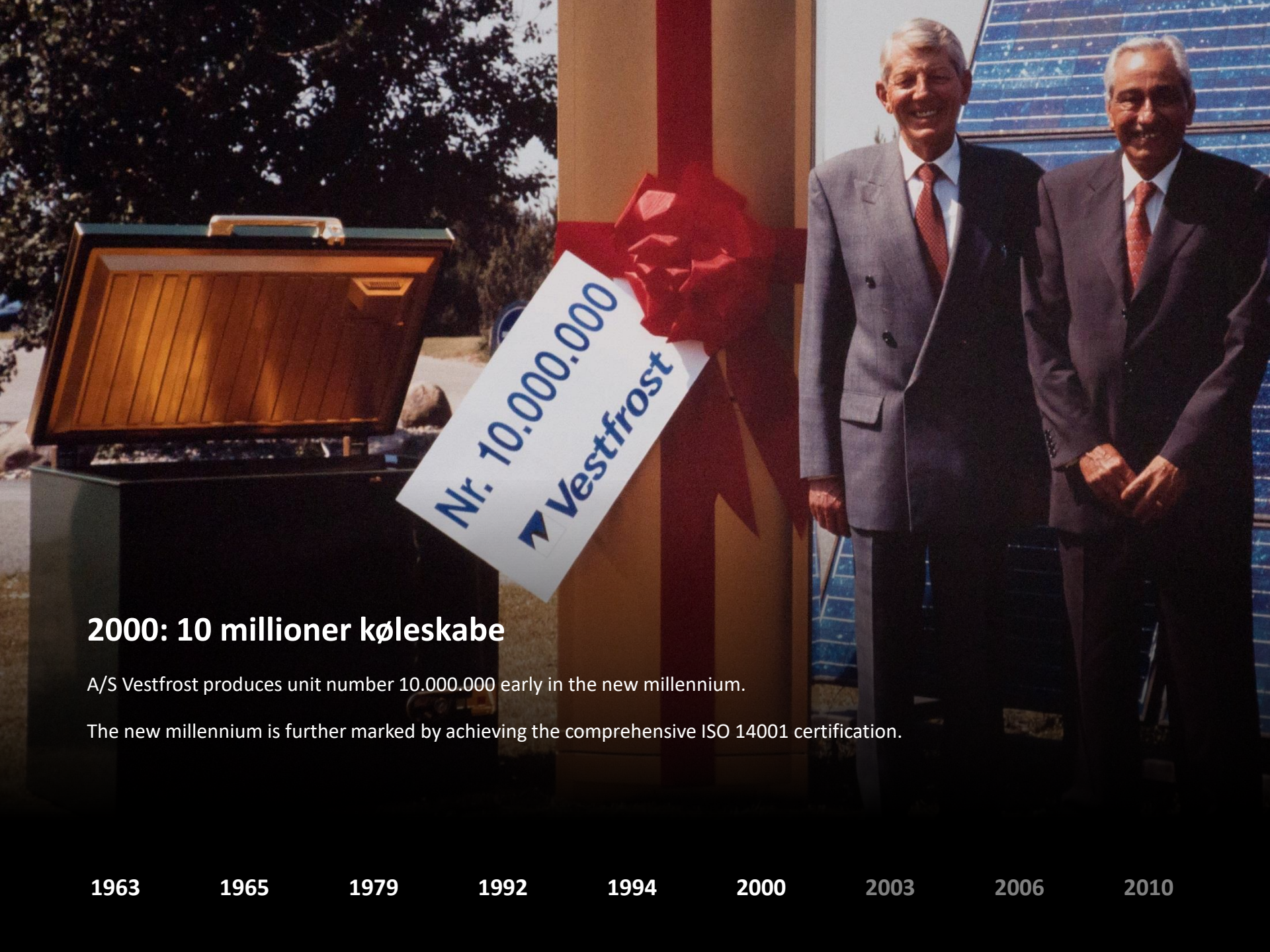
350 -410

EMPLOYEES

Denmark & Hungary

FACTORIES





2000: 10 millioner køleskabe

A/S Vestfrost produces unit number 10.000.000 early in the new millennium.

The new millennium is further marked by achieving the comprehensive ISO 14001 certification.

1963

1965

1979

1992

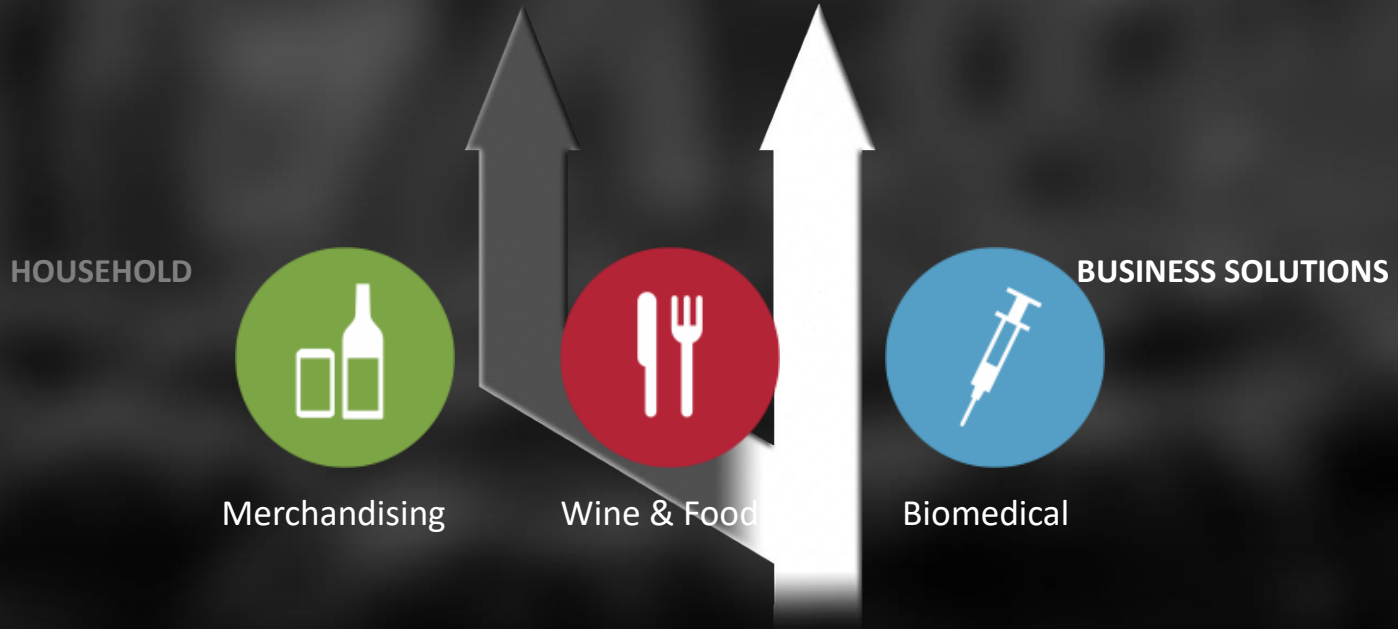
1994

2000

2003

2006

2010



2010: Ny æra.

The Household division is sold to Turkish manufacturer Vestel.

A/S Vestfrost completes transition into fully focusing on commercial appliances.

1963

1965

1979

1992

1994

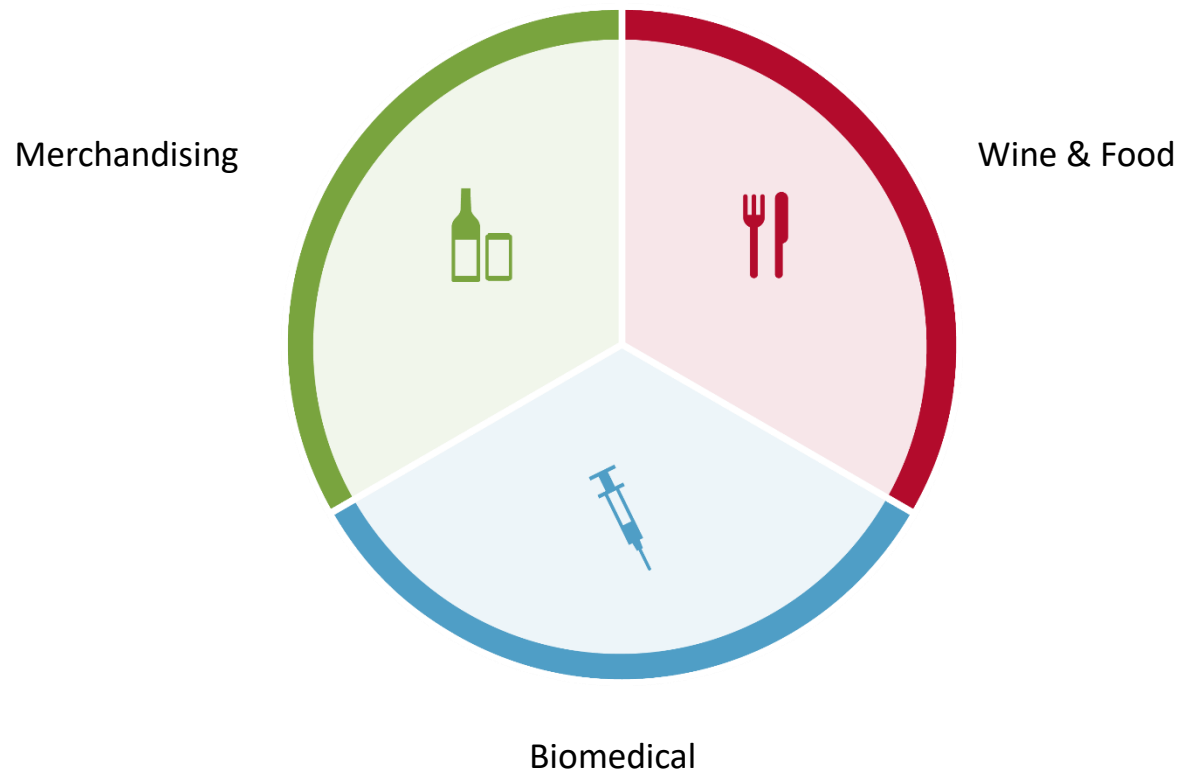
2000

2003

2006

2010

Business segments



Energieffektive flaskekølere

Vestfrost har i 20 år arbejdet med energieffektive flaskekølere med naturlige kølemidler!

Projekt 1998 – 2000: Coca-Cola, Teknologisk Institut. Støtte fra Energistyrelsen.

100 "Coca-Cola-flaskekølere" til olympiaden i Sidney 2000.

Projekt 2004 – 2006: Carlsberg, Teknologisk Institut. Støtte fra Energistyrelsen. Field-test i COOP-supermarkeder i København.

Også projekt med PepsiCo.

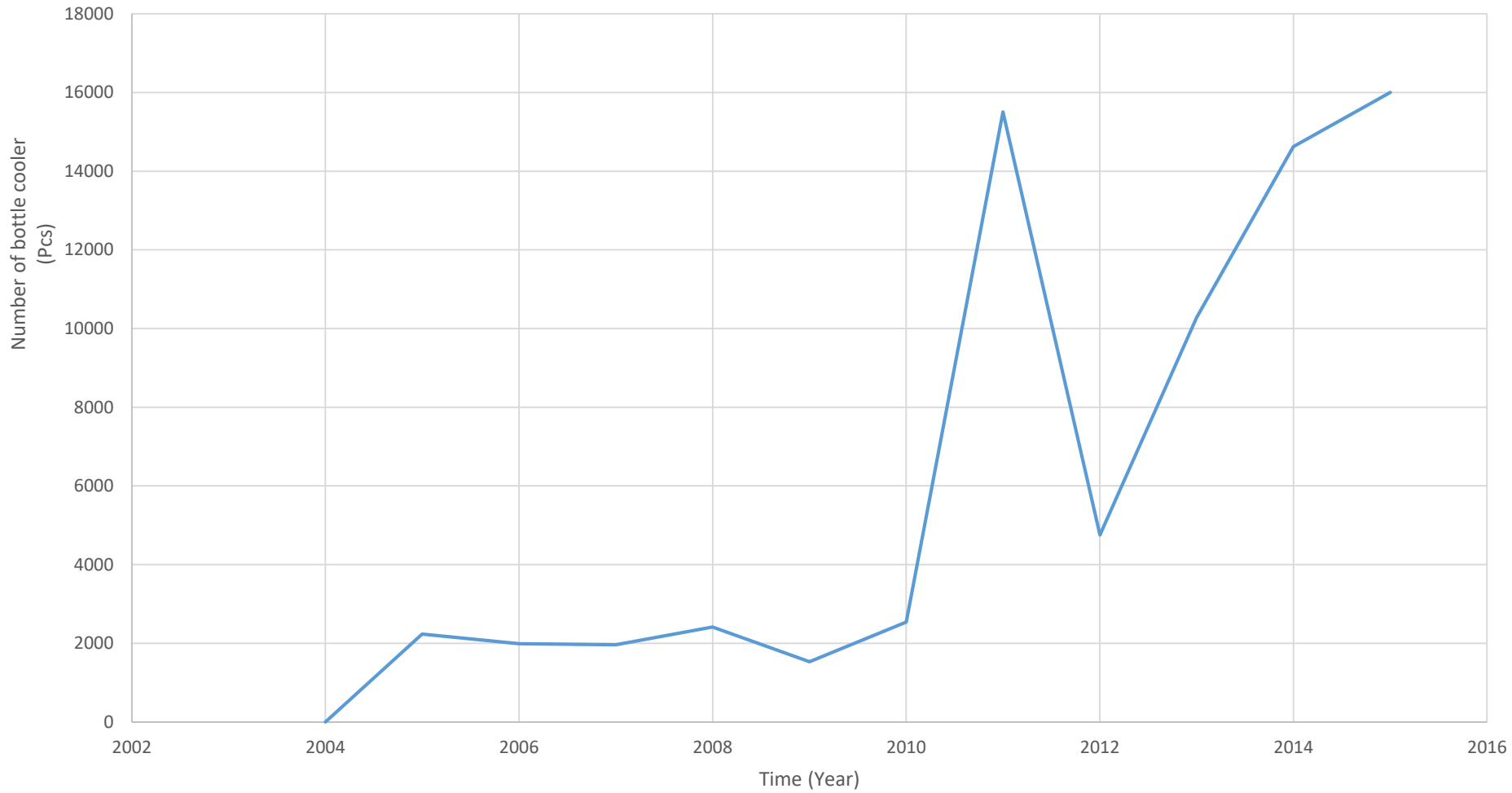
Var formentlig mest energieffektive produkt.

Projekt 2015 – 2018: Carlsberg, Teknologisk Institut, SECOP (Nidec).



21.04.06

M200 bottle cooler



Baggrund og målsætning for projektet

Nyt forslag til EU-ecodesign og energimærkningforordninger kom i 2014.

M200 er i næstbedste energiklasse (B).
Energiforbrug: 2,7 kWh/døgn.

Målsætning:

- Klasse A (ca. 30% energibesparelse)
- Naturligt kølemiddel
- Konkurrencedygtigt
- Pålideligt

Projektet blev støttet af EUDP og startede i 2015.



Indhold i projektet

- Beregningsværktøjer til brug for analyser af optimeringsmuligheder.
- Design og bygning af første prototype af optimeret flaskekøler.
- Test af de første prototyper efter EN ISO 23953 i klimakammer på Teknologisk Institut og hos Vestfrost Solutions.
- Design af, bygning af og test af anden generation af prototyper.
- Bygning af "0-serier" af 10 nye flaskekølere til field test. Udpegning af værter til field test af 10 nye og 5 "gamle" flaskekølere.
- Opstilling af enheder til field test. Testrapporter efter 1 måned, 3 måneder, 6 måneder,
- Udarbejdelse af samlet rapport for projektet.

Test af normal flaskekøler

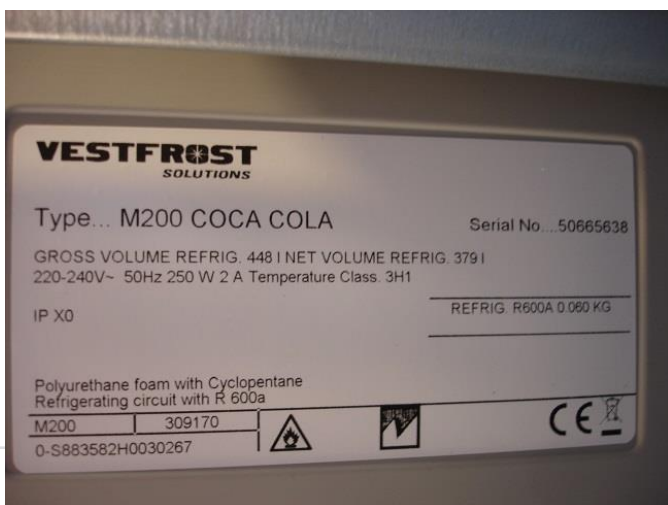
Test conditions:

- Temperature class M2, -1°C to +7°C
- Climate class 3, 25°C and 60% RH.
- All settings as default when delivered

Energy consumption - Test 1

Standard test packages, door opening (ref 4), 15 seconds every 6 minute

Test 2	Test results	Requirement	Meets requirement
Highest temperature of warmest M-package, Θ_{ah} / Measure point no. [°C]	7,0 / A18 no. 10	$\leq +7$	Yes
Lowest temperature of coldest M-package, Θ_b / Measure point no. [°C]	2,0 / A13 no. 11	≥ -1	Yes
Average mean temperature of all M-packages, Θ_{mc} [°C]	4,2	-	-
Energy consumption, TEC [kWh/24h]	2,69	-	-



$$E = 2,69 \text{ kWh/d}$$



Matematisk model og beregninger

Kuldebelastning		Original	1 Væg	2a Dør 1,2W/m2K	2b Dør 0,9W/m2K	1+2b	3 Liste	4a Kom DLX4.8CN	4b Kom DLX5.7CN	4c Kom NLU11KTK.1	4d Kom NLU13KTK.1	4e Kom NLU15KTK.1
Indv. Ventilator	W	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2
Vægge	W	37	31	37	37	31	37	37	37	37	37	37
Glasdør	W	35	35	30	23	23	35	35	35	35	35	35
Kuldebro	W	18	18	18	18	18	16,5	18	18	18	18	18
Luftskifte	W	32,3	32,3	32,3	32,3	32,3	32,3	32,3	32,3	32,3	32,3	32,3
Lys	W	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8
Total fordamperbelastning	W	143,5	137,7	138,2	131,2	125,3	141,7	143,5	143,5	143,5	143,5	143,5
Effektforbrug		Original	1 Væg	2a Dør 1,2W/m2K	2b Dør 0,9W/m2K	1+2b	3 Liste	4a Kom DLX4.8CN	4b Kom DLX5.7CN	4c Kom NLU11KTK.1	4d Kom NLU13KTK.1	4e Kom NLU15KTK.1
Kompressor	W	72,0	69,1	69,3	65,8	62,9	71,1	50,3	51,8	50,4	50,3	50,8
Udv. Ventilator	W	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
Indv. Ventilator	W	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2
Power supply udv. Ventilator	W	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Styring	W	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Lys med power supply	W	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8
Total Forbrug	W	104,7	101,7	102,0	98,5	95,5	103,7	82,9	84,4	83,0	82,9	83,4
	kWh	2,51	2,44	2,45	2,36	2,29	2,49	1,99	2,03	1,99	1,99	2,00
Besparelse	%	-	2,86	2,61	5,96	8,78	0,93	20,80	19,40	20,68	20,83	20,34

Bygning og test af første prototype

SECOP stillede 2 + 2 kompressorer til rådighed

Vi valgte NLU13MK



	Initial test	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4	Test 5
	Spring 2015	SPC 2,5°C	SPC 3,5°C	SPC 2,5°C	SPC 4,5°C	SPC 4,5°C
Average temperature all packages	4,2	3,2	4,2	3,2	4,7	4,7
Maximum allowed temperature	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Warmest package	7,0	6,2	7,2	6,2	6,9	7,1
Coldes package	2,0	1,3	2,3	1,3	3,2	3,2
Ambient temperature	25,4	25,2	25,3	25,1	24,9	24,9
Energy consumption	2686,6	2374,2	2325,2	2325,4	2098,4	2048
Energy consumption adjusted to +25,0°C	2628,2	2348,1	2287,1	2312,6	2110,1	2059,4
Energy consumption adjusted to maximum allowed temperature warmest package +7°C (87,1Wh/°C) and to ambient +25,0°C	2628,2	2278,4	2304,5	2242,9	2101,4	2068,2
	Initial	Door as supplied	New door	Air flow grid	Air flow grid, change evaporator fan cycle ON=2 OFF=4	

-13,1%

-14,7%

-20,0%

-21,3%

Resultaterne var ikke helt som forventet.

Workshop for Vestfrost, SECOP og TI i april 2016:
Sende prototypen til test og analyse hos SECOP i Flensborg.

Resultater i efteråret 2016:

Fordamperen for lille. Gennemstrømningen igennem kapillarrør for lille.

Kompressorens optimeringstilstand revurderes ud fra testdata.

Hermed skitse til Prototype 2.

Test af anden generation af prototype



Anden generation prototype: Test 1 (EN23953):

Test 1 – Energy consumption EN 23953, without EMD

Test conditions:

- Temperature class M2, -1°C to +7°C
- Climate class 3, 25°C and 60% RH.
- All settings as default when delivered except SP changed to 2,5°C.
- Light on during daytime (12 hours door opening period.)
- Standard test packages, door opening (ref 1-5), 15 seconds every 6 minute

Test 1	Test results	Requirement	Meets requirement
Highest temperature of warmest M-package, Θ_{ah} / Measure point no. [°C]	6,5 / A23 no. 14	$\leq +7$	Yes
Lowest temperature of coldest M-package, Θ_b / Measure point no. [°C]	1,3 / A24no. 13	≥ -1	Yes
Average mean temperature of all M-packages, Θ_{mc} [°C]	3,5	-	-
Energy consumption, TEC [kWh/24h]	1,75	-	-

Signifikant bedre end første g. af prototype

E: 1,75 kWh/d

Vi har sparet 34,9 % ift. baseline.



Test 2: EN16902 (ny standard). Lys tændt 12 h/d

Electrical energy consumption test	Test results	Declared by manufacturer	Deviation %	Requirement	Meets requirement
Thermostat setting: 2,5 °C					
Energy consumption, E24h [kWh/24h]	1,369	Not declared		< 10%	
Energy consumption, AEC [kWh/year]	499,7	-	-	-	-
Calculated EEI (ref 7)	22,9	-	-	-	-
Calculated Energy class (ref 7)	A	-	-	-	-

Ny teststandard kom i løbet af projektet

Test med sodavandsdåser isf. prøvepakker

Test uden døråbninger

E= 1,369 kWh/døgn

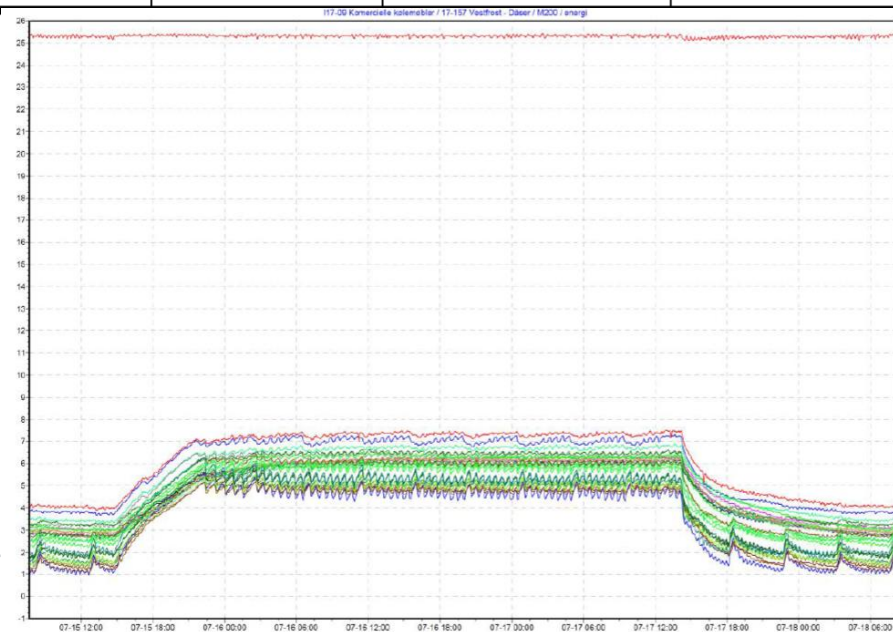
EEI= 22,9%, energiklasse A

Test 4: EN16903 (ny standard). Lys tændt 12 h/d EMD aktiveret.

Electrical energy consumption test	Test results	Declared by manufacturer	Deviation %	Requirement	Meets requirement
Thermostat setting: 2,5 °C					
Energy consumption, E24h [kWh/24h]	1,253	Not declared		< 10%	
Energy consumption, AEC [kWh/year]	457,3	-	-	-	-
Calculated EEI (ref 7)	21,0	-	-	-	-
Calculated Energy class (ref 7)	A	-	-	-	-

E=1,253 kWh/d

EEI= 21,0 %



Ambient and can temperatures during active mode – Stand-by mode and recovery.

Fieldtest

Måleperiode: 22/9/2018 – 20/2/2018

- 5 flaskekølere (3 test + 2 ref.) i Bilka, Slagelse.
- 2 flaskekølere (1 test +1 ref.) Meny, Valby
- 3 flaskekølere (2 test + 1 ref.) Føtex, Brønshøj



Samtlige aflæsninger

Middelværdier	Energi [kWh]	Energi [kWh]	Energi [kWh]	Energi [kWh]	Energi [kWh]
Aflæsning Nr.	1	2	3	4	Heleperioden
Test	1,37	1,31	1,23	1,15	1,34
Reference	2,07	2,08	1,75	1,65	1,83
Forhold	-34%	-37%	-30%	-30%	-30%/(-27%)*

30% besparelse i field-testen.

Note: De "-27%" til sidst er inklusiv én måling af testkøler med meget lang døråbningstid.

Konklusion på projektet

Det er lykkedes, at udvikle og teste en ny generation af flaskekølere, som forbruger ca. 30% mindre el.

Den nye flaskekøler ligger i energiklasse A (iht. EU-forslag fra 2014).

Igennem en field-test i 3 supermarkeder er vist, at de nye kølere er driftssikre. Field-testen verificerer energibesparelsen fra lab-test.

Den nye flaskekøler vurderes ikke at være signifikant dyrere end den gamle generation (men lidt dyrere).

Hvad nu?

Endnu ikke i produktion

Pris er p.t. vigtigere end energieffektivitet

Afventer Ecodesign-krav og (især) energimærkning!

Tak til EUDP.