



Energioptimering af køle-frysehuse

”ICE-E”-projektet (Improving Cold Storage Equipment in Europe)

Lars Reinholdt

lre@teknologisk.dk



Optimering af køle-frysehuse i Europa.

IEE-støttet projekt med deltagelse fra seks lande:

- England
- Belgien
- Holland
- Italien
- Bulgarien
- Danmark

Køle- og frysehuse fra 5m³ og op...

Hjemmesiden: www.ice-e.eu



ESO-projektet: Beskrivelse



TEKNOLOGISK
INSTITUT

ICE-E ´s struktur og indhold

- Gratis survey og benchmark-værktøj (dansk)
- E-learning (Engelsk)

The project offers **cost free e-learning modules**. These modules aim to improve knowledge on energy efficiency in cold stores.

The titles of the e-learning modules are:

- Introduction to Refrigeration
- Environmental and legal aspects of carbon reduction
- Service and maintenance to reduce carbon
- Energy improvements through plant design and retrofitting

The e-learning modules can be opened by this url: **[ICE-E e-learning](#)**.

- Modeller (dansk)
 - Simpel
 - Komplex > Pack Calculator II (nu på dansk)
- Informative dokumenter (dansk)
- "Leverancer"

Leverancerne



TEKNOLOGISK
INSTITUT



All the **Deliverables** from the ICE-E project are available to download below:






















1. D2.2 - Survey report (zip, 672 kB)
2. D2.4 - Energy labal report + translations (zip, 9.3 MB)
3. D2.5 - Training needs (zip, 229 kB)
4. D2.6 - Financial investment opportunities (zip, 127 kB)
5. D2.7 - Overall audit report + translations (zip, 3.8 MB)
6. D2.8 - Benchmark and audits report + translations (zip, 2.3 MB)
7. D3.1 - Info packs
8. D3.2 - Case studies
9. D5.1 - Non technical barriers report (zip, 1.9 MB)
10. D5.2 - Social marketing campaign (zip, 250 kB)
11. D5.3 - Training marketing package (zip, 2.3 MB)
12. D6.2 - E-learning report (zip, 987 kB)
13. **The videos of the webinars from the end-seminar can be viewed online, for free.**

Informative dokumenter (på dansk)


















TEKNOLOGISK
INSTITUT

Info Packs

-  ICE-E info pack 1 Refrigerant cycles DM
-  ICE-E info pack 2 Operation and choice of compressors DM
-  ICE-E info pack 3 Heat exchangers DM
-  ICE-E info pack 4 Throttling valves DM
-  ICE-E info pack 5 Pipe work and system layout DM
-  ICE-E info pack 6 Pumps DM
-  ICE-E info pack 6 Pumps DM
-  ICE-E info pack 7 Refrigerants DM
-  ICE-E info pack 8 Insulation and structure DM
-  ICE-E info pack 9 Heat reclaim-recovery DM
-  ICE-E info pack 10 Thermal storage DM
-  ICE-E info pack 11 Renewable energy (solar, wind) DM
-  ICE-E info pack 12 Free cooling DM
-  ICE-E info pack 13 Operation of doors and door protection DM
-  ICE-E info pack 14 Inverters DM
-  ICE-E info pack 15 Loading & Unloading a Store DM
-  ICE-E info pack 16 Mininmising load DM
-  ICE-E info pack 18 Control systems (defrosts, lighting, fans) DM
-  ICE-E info pack 19 Target and monitoring DM
-  ICE-E info pack 20 Lighting DM
-  ICE-E info pack 21 Maintenance DM

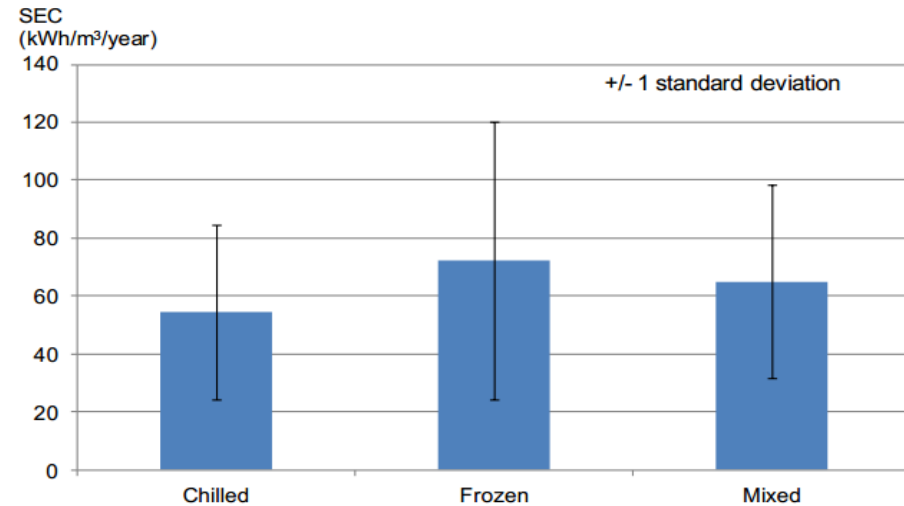
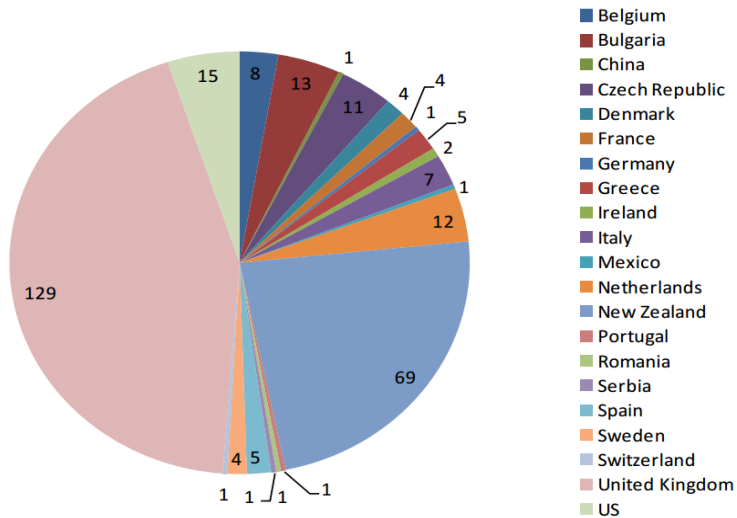
"Case Stories"

-  ICE-E case study 1 Superheat DM
-  ICE-E case study 2 Room setting DM
-  ICE-E case study 3 Defrost control DM
-  ICE-E case study 4 Door protection DM
-  ICE-E case study 5 Refrigerants DM
-  ICE-E case study 6 Heat recovery DM
-  ICE-E case study 7 Insulation DM
-  ICE-E case study 8 Condenser selection DM
-  ICE-E case study 9 Evaporator selection DM
-  ICE-E case study 10 Compressor selection DM
-  ICE-E case study 11 Financial aspects DM
-  ICE-E case study 12 Lighting DM
-  ICE-E case study 13 Secondary cooling DM
-  ICE-E Case Study 14 Recommissioning condensers DM
-  ICE-E case study 15 Loading and operation DM

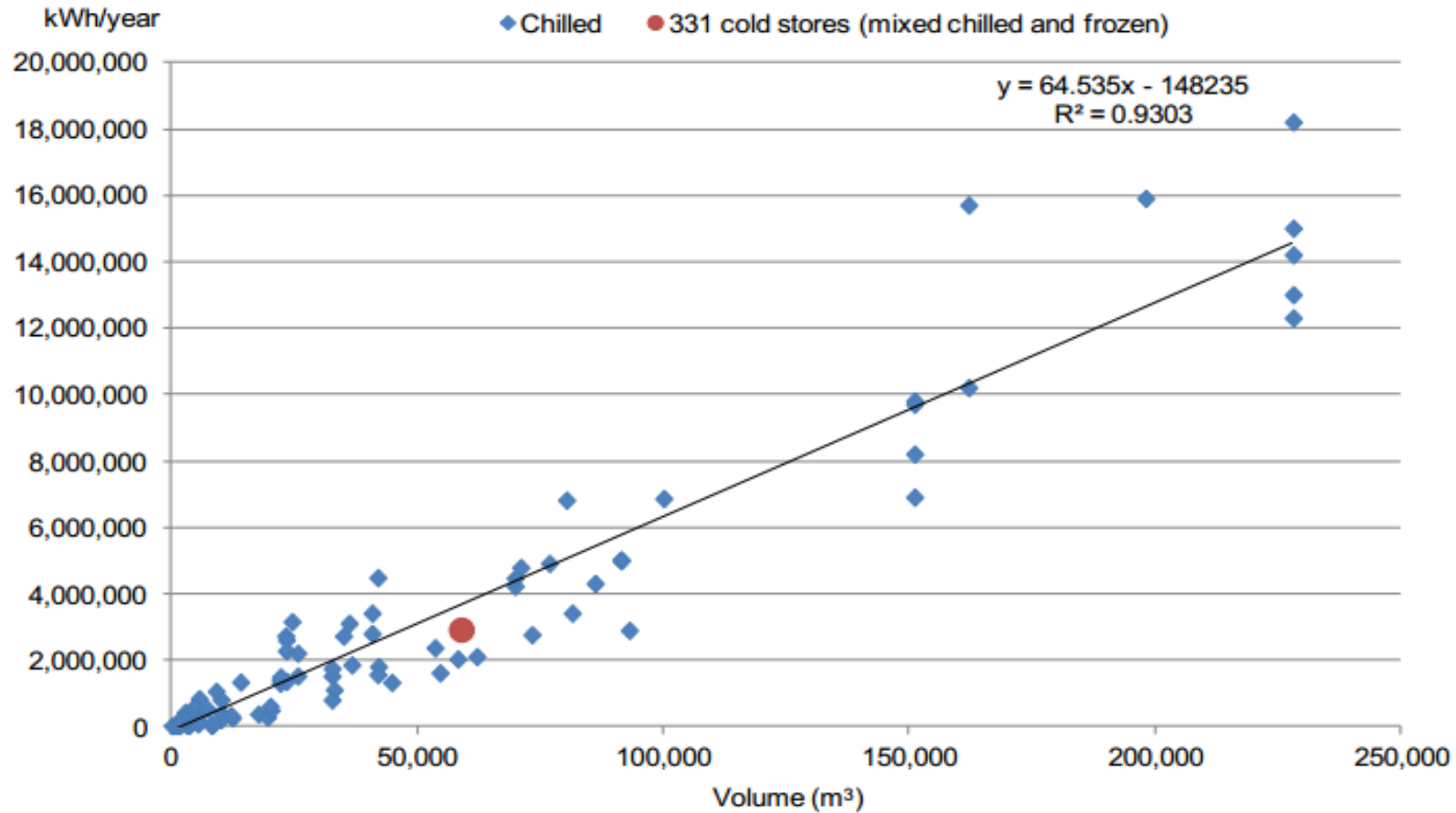
”Survey” og ”Benchmark”



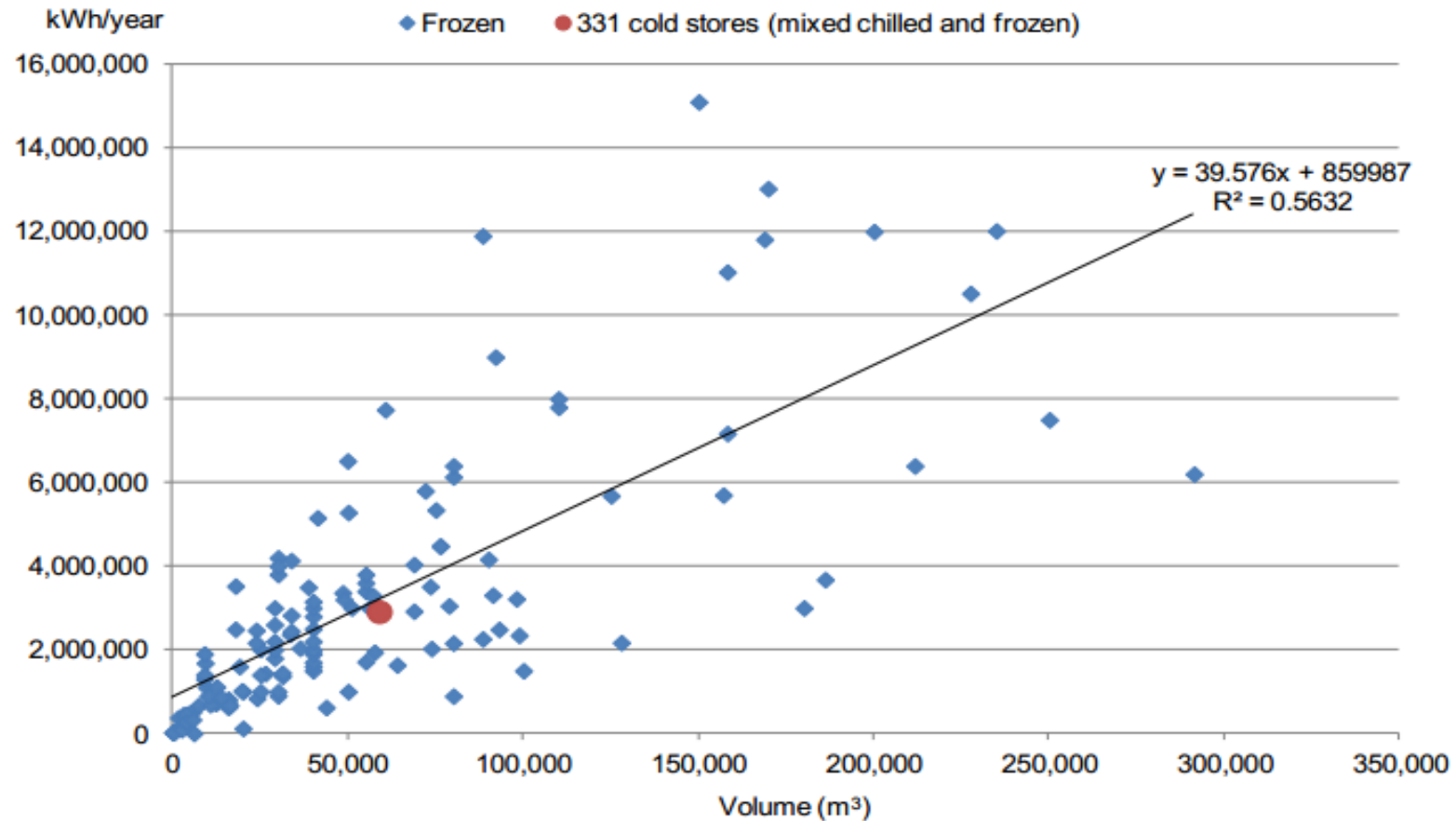
- 329 køle-/frysehuse i databasen
- Stor spredning i specifikt energiforbrug



”Survey” og ”Benchmark”



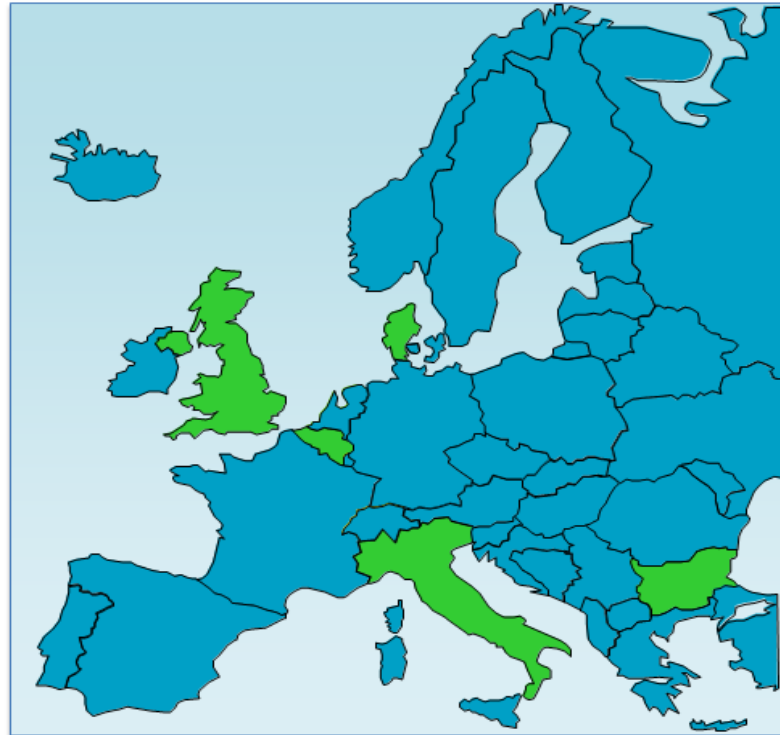
”Survey” og ”Benchmark”



28 detaljerede energi-gennemgange



Country	No.
UK	9
Belgium	1
Italy	9
Denmark	5
Bulgaria	4
TOTAL	28



28 detaljerede energi-gennemgange



Den eneste grund til, at der er et køleanlæg, er fordi kølehuset ikke er ideelt.

Hvad der kommer ind skal ud igen...

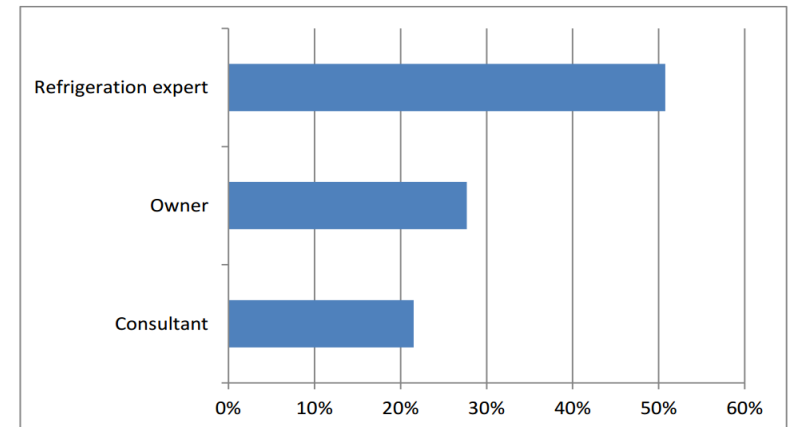
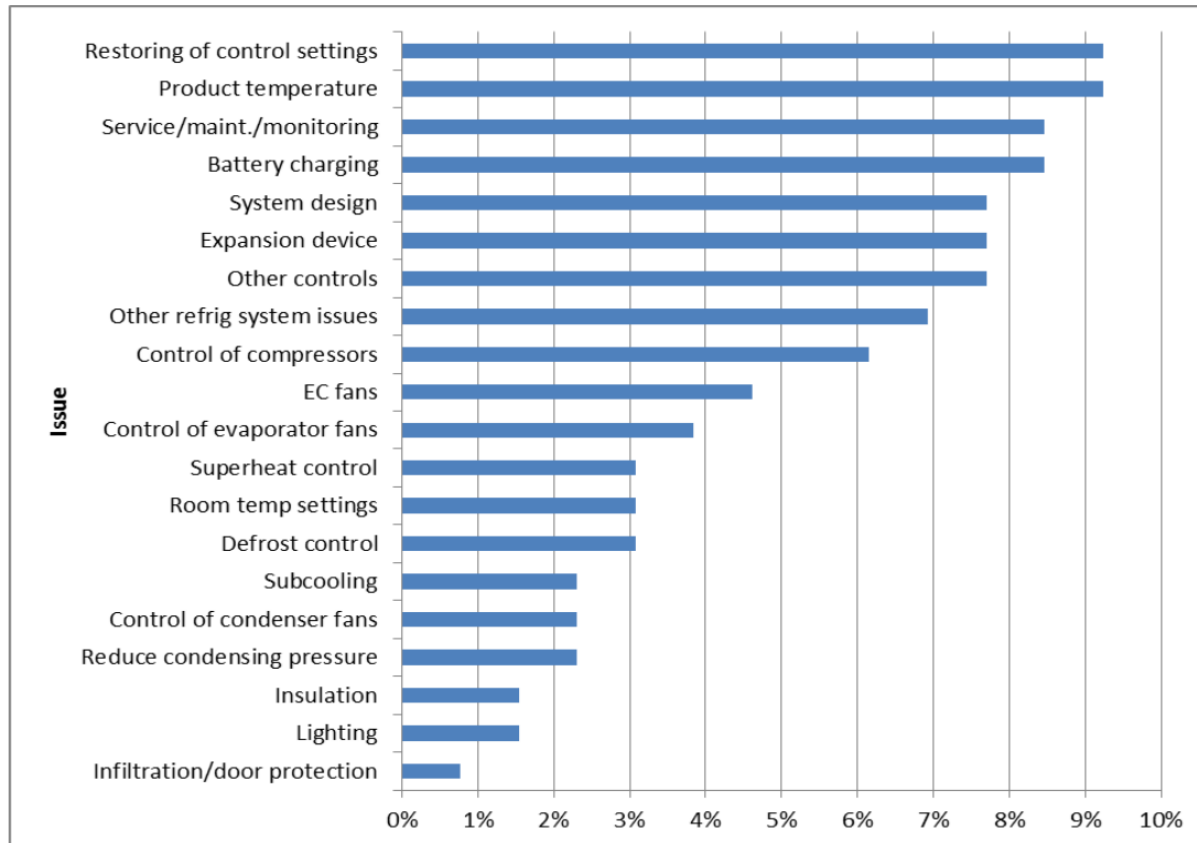
Metoden:

- Minimering af varmelastningen
- Minimering af elektrisk forbrug i køle-/fryserummet
- Optimere køleanlægget (+ andet)

28 detaljerede energi-gennemgange



- 130 forskellige forhold fordelt i 20 emne-grupper



28 detaljerede energi-gennemgange



TEKNOLOGISK
INSTITUT

- 0-72% besparelser fundet (typisk 20-35%)

Site 10

Beskrivelse:

Sitet består af 1 fælles R717 baserede pumpecirkuleret oversvømmet køleanlæg, der betjener de to frostlagre, losning og lastningsområde.

Generelt sammendrag:

Anlægget består af 4 frosne lagre. Lagerne drives ved -19 til -21°C.

Følgende er anbefalede at reducere energiforbruget:

1. Generel service og genjustering af kølesystemet: 6,3% besparelse
2. Ændring af driftsbetingelser for kølesystemet: 6,0% besparelse
3. 280mm ekstra isolering på tag: 1,5% besparelse
4. 150mm ekstra isolering i vægge: 4,6% besparelse
5. Tryksætning af buffertanken for fordampningskondensator: 1,1% besparelse
6. Minimering af temperaturforskel mellem rum: 0,7% besparelse
7. LED-belysning: 2,0% besparelse
8. VSD drev på fordamperventilatorer i lastning og losning område: 1,8% besparelse
9. VSD på én skruekompressor: 2,0% besparelse

Disse besparelspotentialerne tilføje op til 26%, men i virkeligheden kan det være lidt lavere, da nogle af disse besparelser afhænger i en vis grad.

Site 11

Beskrivelse:

Stedet består af to kølede lagerrum betjent af et sekundært glycol kølesystem kølet med et R717-baseret kølesystem med en selv-cirkulerende oversvømmet pladevarmeveksler.

Generelt sammendrag:

To kølelagre er blevet gennemgået: "Kølerum 1" drives ved et sæt punkt på +2°C opbevaring og "lager 2" drives ved et sæt punkt på +5°C. Brugen af lagerne er meget afhængig af sæsonen. Den gennemsnitlige varmebelastning på lagerne anslås til 43kW ved høst sommerperioden.

Både kølelagre, produktionsfaciliteter og vakuunkølere køles af et fælles sekundært glycol system, der afkøles med et R717-baseret kølesystem med en selv-cirkulerende oversvømmet pladevarmeveksler.

Følgende er anbefalede at reducere energiforbruget:

1. VSD på ventilator på oliekoeler for skruekompressorer 1,5% besparelse
2. VSD drev på luftkølerventilatorer 6,6% besparelse
3. Øge fordampningstemperatur, når vakuunkølere er slukket 3,0% besparelse
4. LED-belysning 0,5% besparelse
5. Sænkning af kondensatortrykket 7,4% besparelse

Disse besparelspotentialerne giver ialt 19% besparelse, men i virkeligheden kan det være lidt lavere, da nogle af disse besparelser i en vis grad er afhængige.

Site 13

Beskrivelse:

Stedet består af 2 anlæg begge R717 baserede pumpe cirkulerede oversvømmede køleanlæg, der betjener hhv. 2 frostlagre og 1 frostlager.

Generelt sammendrag:

Faciliteten er blevet udvidet flere gange, og består nu af 2 R717 baserede pumpe cirkulerede oversvømmede køleanlæg, der betjener i alt 3 frostlagre: "Lager 1" og "Lager 2" tjent med "anlæg A" og "Lager 3" betjent af "anlæg B". Begge anlæg værelserne også tjene frysetunneler.

Følgende er anbefalede at reducere energiforbruget i "anlæg A":

1. VSD drev på fordamperventilatorer i "Lager 1": 2,4% besparelse
2. VSD drev på fordamperventilatorer i "Lager 2": 5,2% besparelse
3. Automatisk døre installeret på "Lager ": 4% besparelse
4. Hævning af fordampningstemperaturen i "anlæg A": 1,1% besparelse
5. New fordampningskondensator for "anlæg A": 4,9% besparelse
6. LED-belysning i "Lager 1": 2,5% besparelse
7. LED-belysning i "Lager 2": 1,6% besparelse
8. Hæve lufttemperatur i "Lager 1": 1,3% at spare
9. Hæve lufttemperatur i "Lager 2": 0,9% at spare

Site 13 fortsat

Beskrivelse:

Stedet består af 2 anlæg begge R717 baserede pumpe cirkulerede oversvømmede køleanlæg, der betjener hhv. 2 frostlagre og 1 frostlager.

Generelt sammendrag:

Faciliteten er blevet udvidet flere gange, og består nu af 2 R717 baserede pumpe cirkulerede oversvømmede køleanlæg, der betjener i alt 3 frostlagre: "Lager 1" og "Lager 2" tjent med "anlæg A" og "Lager 3" betjent af "anlæg B". Begge anlæg værelserne også tjene frysetunneler.

Følgende er anbefalede at reducere energiforbruget i "anlæg B":

1. VSD drev på fordamperventilatorer i "Lager 3": 10,6% besparelse
2. Hævning af fordampningstemperatur i "Lager B": 0,6% at spare
3. Minimering dellast på skruekompressor i "anlæg B" 9,0% besparelse
4. LED-belysning i "Lager 3": 7,7% besparelse
5. Hæve lufttemperatur i "Lager 3": 3,3% besparelse

Disse besparelspotentialerne for "anlæg B" udgør op til 31%, men i virkeligheden også her kan det være lidt lavere, da nogle af disse besparelser afhænger i en vis grad.

Modeller: Den "simple" og den "komplekse"



TEKNOLOGISK
INSTITUT

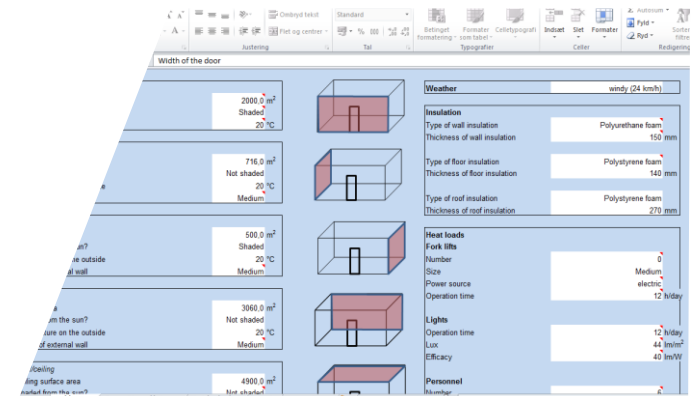
Modellerne er ret ens

Den "simple" model

- Udviklet til at få en idé om betydningen af et muligt tiltag
- Statisk model

Den "komplekse" model

- Anvender vejrdata for området til beregning af tiltags betydning
- Kan eksportere belastningsdata for anvendelse i "Pack Calculator II", hvor detaljeret analyse af køleanlægget kan foretages



Den "simple" model: Input



Simple_Model_v2.5_(English) [Skrybeskyttet] - Microsoft Excel

811 Medium

North wall
Surface area: 1500.0 m²
Shaded from the sun? []
Temperature on the outside: 20 °C

East wall
Surface area of the wall: 800.0 m²
Shaded from the sun? Not shaded
Temperature on the outside: 20 °C
Colour of external wall: Medium

West wall
Surface area: [] m²
Shaded from the sun? []
Temperature on the outside: [] °C
Colour of external wall: []

South wall
Surface area: [] m²
Shaded from the sun? []
Temperature on the outside: [] °C
Colour of external wall: []

Roof/ceiling
Ceiling surface area: [] m²
Shaded from the sun? []
Temperature above roof insulation: [] °C
Colour of the roof: []

Floor
Surface area: [] m²
Temperature under floor insulation: [] °C
Floor heating average power: [] W

Door
Width of the door: [] m
Height of the door: [] m

Weather
[]

Insulation
Type of wall insulation: [] mm
Thickness of wall insulation: [] mm
Type of floor insulation: [] mm
Thickness of floor insulation: [] mm
Type of roof insulation: [] mm
Thickness of roof insulation: [] mm

Heat loads

Fork lifts
Number: []
Size: []
Power source: []
Operation time: [] h/day

Lights
Operation time: [] h/day
Lux: [] lm/m²
Efficacy: [] lm/W

Personnel
Number: []
Average time each person in room: [] h/day
Are personnel in for short or long time? []

Product
Mass loaded: [] kg/day
Temperature when loaded: [] °C
Total mass in store: [] kg
Type: []
Weight loss: [] kg/day

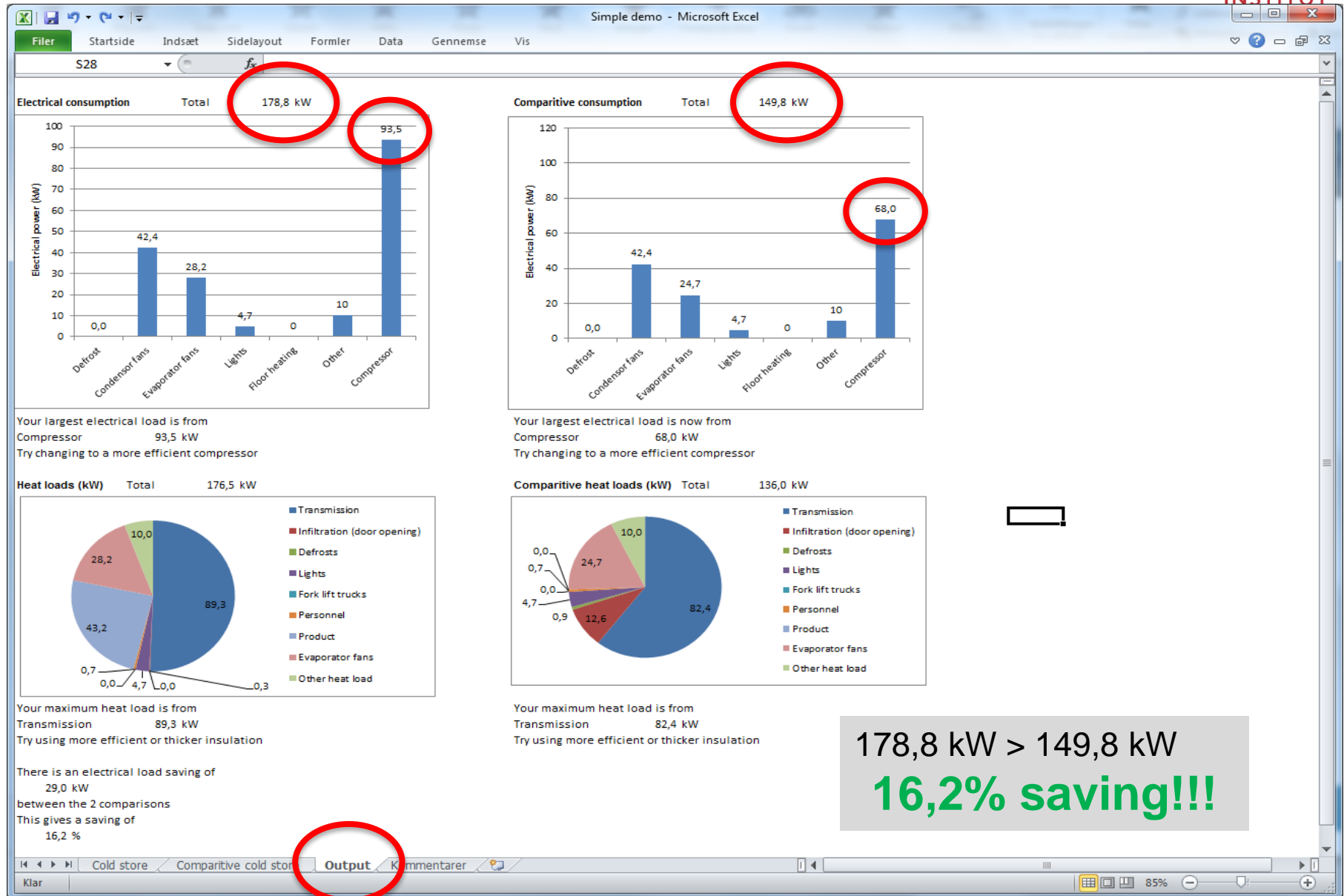
Defrosts
[]

Instructions Cold store Comparative cold store Output Versions

Klar

100%

Modeller: Resultater



Den "komplekse" model: Input



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Colour of external wall Medium

Roof/ceiling
Ceiling surface area 4250,0 m²
Internal or external ceiling? External
Shaded from the sun? Not shaded
Colour of roof Light

Floor
Surface area 4250,0 m²
Is floor temperature controlled? Yes
Temperature under floor insulation 5 °C
Floor heating average power 0 W

Door
Width of the door 1,5 m
Height of the door 2 m
Internal or external door Internal
Temperature outside the door 12 °C
Relative humidity outside the door 60 %
Number of door openings per day 150
Duration of each door opening 20 s
Volume of traffic passing through the door whilst it is open High
Door protection strip curtain
Door seal condition good

Refrigeration
Store temperature -23 °C
What is the refrigerant? R717
Is the condenser internal or external? External
Number of compression, expansion stages 1,1
Isentropic efficiency of compressor high (0.7)

Disclaimer
The sole responsibility for the content of this model lies with the authors.
It does not necessarily reflect the opinion of the European Union.
Neither the EACI nor the European Commission are responsible for any use that may be made from the results of this model.

Number 2
Time 10 h/day
Are personnel in for short or long time long

Product
Mass loaded 3080000 kg/day
Temperature when loaded -21 °C
Total mass in store 4400000 kg
Type Beef-raw
Weight loss 0 kg/day

Defrosts
Type Gas

Evaporator fans
Number 1
Shaft power of each fan 6500 W
Motors inside refrigerated space? yes
Motor efficiency 100 %

Condenser fans
Number 0
Shaft power of each fan 0 W
Motor efficiency 100 %

Other heat loads
Average power 2 W

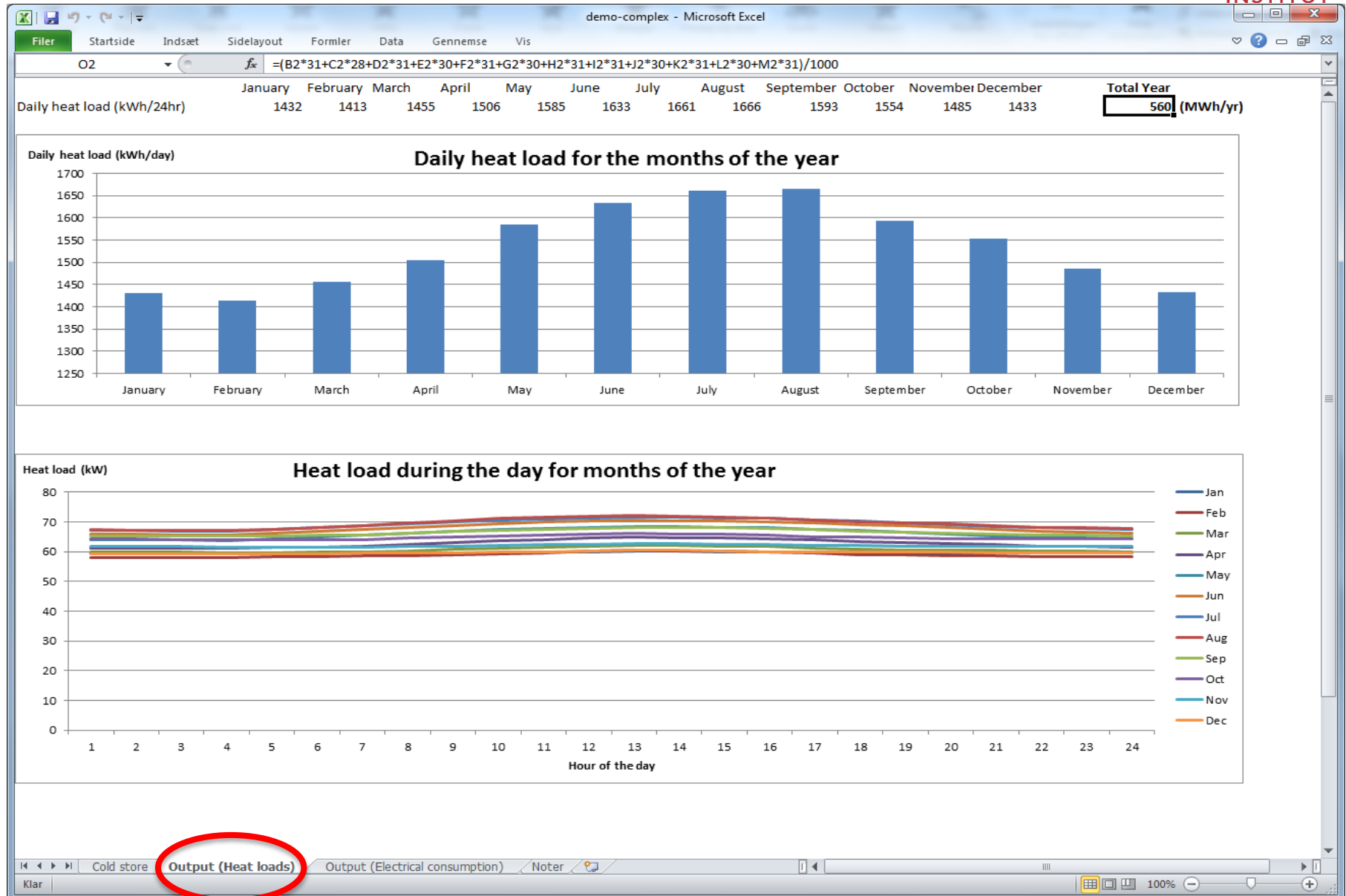
Statistics for DNK_Copenhagen.061800_IWEC

Buttons: Import weather, Calculate, Export

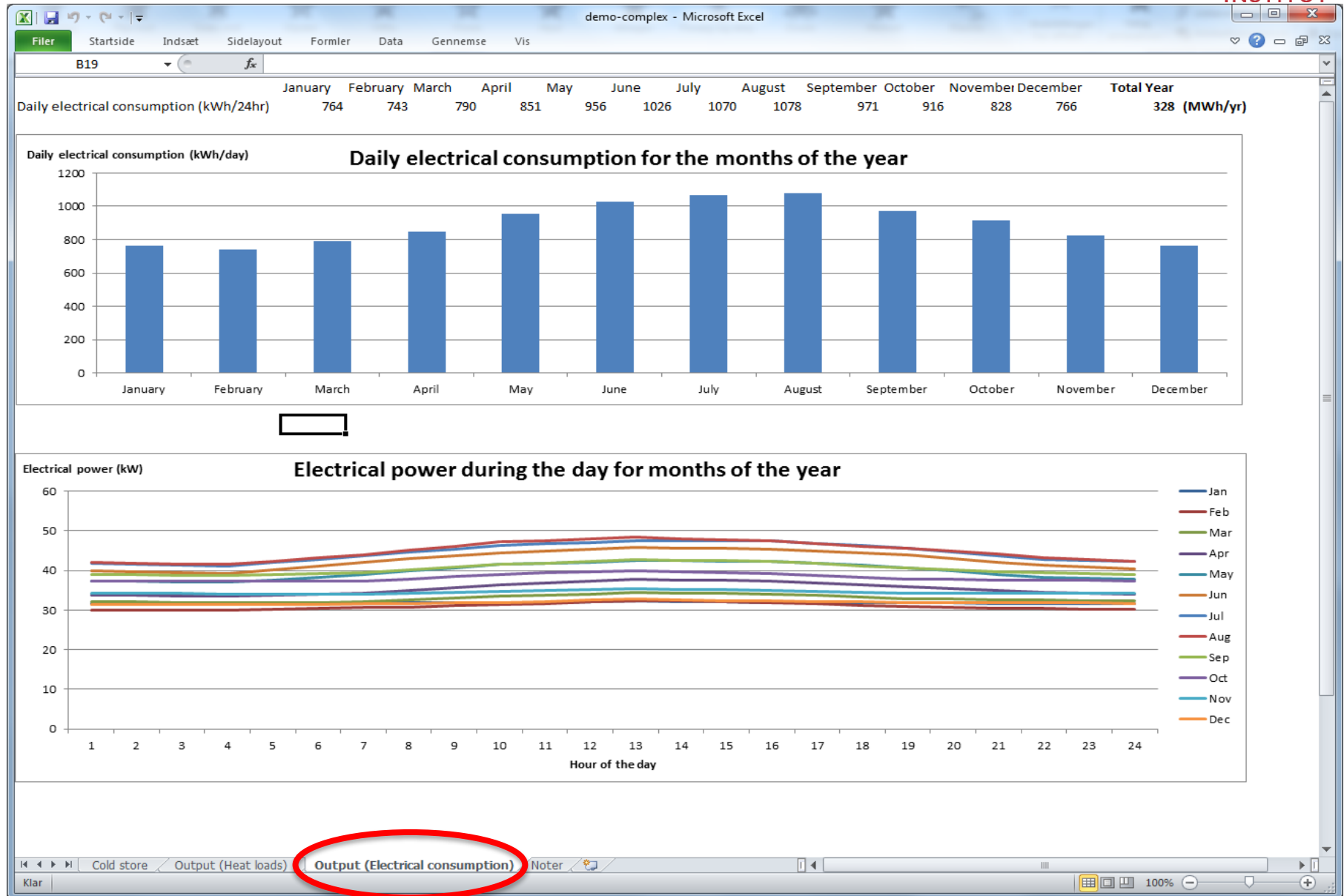
Bottom navigation: Cold store, Output (Heat loads), Output (Electrical consumption), Noter

Link til vejrdata: www.energyplus.net/weather

Den "komplekse" model: Output



Den "komplekse" model: Output





**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

Mange tak

Lars Reinholdt
lre@teknologisk.dk