

# Kontrolleret test ULT-frysere: 20-22 % energibesparelse ved drift på -70 °C i stedet for -80 °C

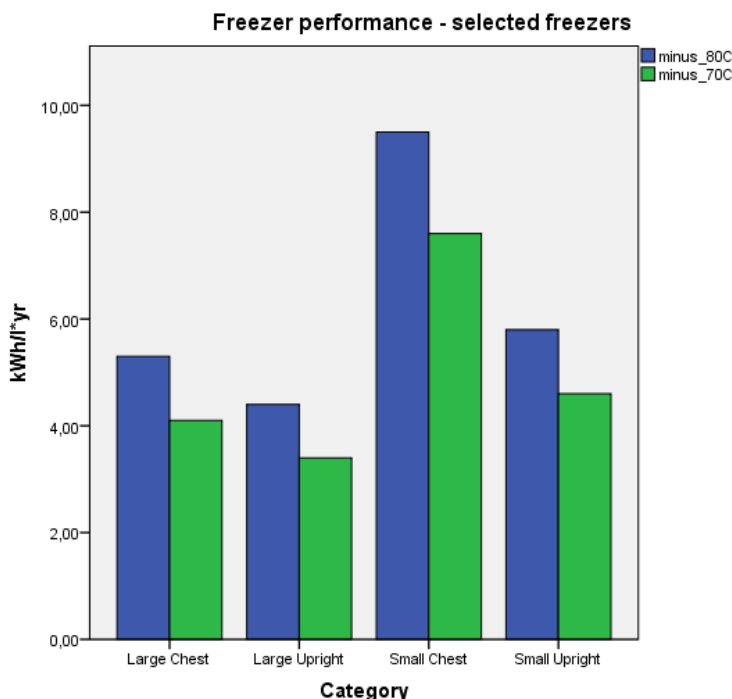
Hovedresultaterne er:

- Testede nye ULT-frysere (Ultra-Lavtemperatur Fryser) bruger mellem 4,4 og 11,9 kWh/liter indre volumen.
- En stor ny ULT-skabsfryser bruger mellem 3.500 og 8.000 kWh/året. Svarende til ca. 6-13 tusind kr hvert år.
- Skabsfrysere er i gennemsnit 22% mere effektive per liter indre volumen end kumrefrysere.
- Store frysere er i gennemsnit 13% mere energieffektive pr. liter indre volumen end små frysere.
- ULT-fryseres totale energiforbrug er 20 til 22 % mindre ved -70 °C end ved -80 °C.
- Temperaturen holdes mere stabil ved -70 grader end ved -80 grader.
- Der er ikke fundet dokumentation for at opbevaring ved -80 °C sikrer bedre holdbarhed end -70 grader.
- Laboratorier på en række amerikanske universiteter opbevarer prøver ved -70 grader.

Grøn Campus og Indkøbssektionen på Københavns Universitet har testet energiforbrug for fire nye ULT-frysere stillet både til -80 °C og -70 °C. Testen viser at **fryserens totale energiforbrug er 20 til 22 % mindre ved -70 °C end ved -80 °C, dvs. at deres energieffektivitet per liter er 20 til 22 % højere**. Disse besparelser betyder meget når det handler om tunge strømforbrugere som ULT-frysere. Selv helt nye miljøvenlige **ULT-frysere bruger over halv og op til halvdanden gange så meget strøm som en hel 4-personshusstand i Danmark<sup>1</sup>**.

Derudover viser testen at temperaturen er mere stabil ved den højere stilling: den gennemsnitlige temperatur afviger mindre end én grad (mindre end målingens tolerance) fra stillingen ved -70 °C men op til 4,5 grader ved -80 °C.

For de fire testede frysere ligger besparelsen ved at køre på -70 °C i stedet for -80 °C på 650 til 800 kWh pr. år, som svarer til over 1.000 kroner og op til 200 kilo CO<sub>2</sub>-e pr. fryser pr. år<sup>2</sup>. Besparelsen er formodentligt større for ældre, mere energiforbrugende modeller.



## Samlet potentiale på KU

En kortlægning i 2013 opgjorde over 500 ULT-frysere på KU. Det vurderes at antallet er vokset i frem til i dag pga. øgede forskningsaktiviteter og udgør ca. 600 ULT-frysere i 2017. Det vurderes af KUs indkøbssektion at KU årligt køber 50 nye fryserne hvert år<sup>3</sup>, heraf er hovedparten udskiftning af eksisterende fryserne.

En konservativ beregning på et total skift til -70 °C i dag viser en årlig besparelse på mellem 400 og 480 MWh, omkring 0,6 % af KUs elregning i 2017, svarende til mellem 640.000 og 785.000 kr. reducerede energjudgifter. Universitets CO<sub>2</sub>-udledning ville herfra være 80 og 100 ton CO<sub>2</sub>-e mindre pga. reduktionen i elforbrug alene.

Ved en levetid på 15 år bliver en fryseres TCO (total cost of ownership) ved drift på -70 °C mellem 16-20.000 kroner mindre pga. lavere elforbrug alene. Hertil kommer at under drift på -70 grader skal fryserens kompressorer arbejde mindre (de fleste fryserne holder højere temperaturer ved at køre på det samme effekt men i kortere intervaller eller mere sjældent)<sup>4,6</sup> vil vedligeholdelsesudgifter også sandsynligvis reduceres.

Derudover udleder ULT-frysere meget spildvarme, som ofte nødvendiggør køling af rum hvor fryserne er placeret. Reduceret energiforbrug vil derfor tilsvarende reducere kølingsbehovet og energiforbruget, hvor der er et kølebehov. En af de nyeste miljøvenlige ULT-fryser i markedet udleder ifølge producenterne 0,9 kWh/døgn<sup>10</sup> mindre spildvarme ved -70 °C end ved -80 °C. Det vil sige at for hver af disse miljøvenlige ULT-fryserne, der stilles til -70 °C produceres ca. 300 kWh/år mindre spildvarme, der skal fjernes af køleanlæg.

Selv med fjernkøl<sup>a</sup> svarer dette til op til 100 kWh/år mindre energiforbrug for hver ny ULT-fryser der stilles til -70 °C.

## Mange amerikanske universiteter kører ULT-frysere ved -70 grader

På en række universiteter – særligt amerikanske - er et væsentligt antal laboratorier gået over til -70 °C. Dette omfatter blandt andre Stanford University, University of San Francisco og Harvard. På Colorado University Boulder i USA kører halvdelen af alle ULT-frysere ved -70 °C<sup>4</sup>.

CU Boulder driver sammen med University of California Riverside, San Diego og Davis, og University of Alabama Birmingham en database for alle de prøver, fra hele dyr til peptider, DNA og RNA, der opbevares ved højere temperaturer på disse universiteter<sup>5</sup>. Denne database er tilgængelig for alle, og der kan hentes information om, hvor lang tid en bestemt forskningsgruppe har opbevaret bestemte prøver eller kørt en fryser på højere temperatur, samt kontaktoplysninger på forskerne, der er ansvarlige for disse laboratorier.

### Ingen dokumentation for at -80 grader er nødvendigt

For et par årtier siden var -60 °C og -70 °C standarden for ultralav-temperatur frysning. Den glidende overgang til -80 skyldes, at fryserproducenterne udviklede ULT-fryserne der kunne nå lavere temperaturer, og der findes laboratorier som aldrig skiftede til -80 °C<sup>4,7</sup>. Der findes ikke videnskabelig dokumentation for at -80 °C er bedre end -70 °C for de fleste slags biologiske forskningsprøver.

---

<sup>a</sup> Fjernkøl har typisk et effektivitetskoefficient over 3. Dvs. det fjerner mere end tre gange mere energi fra et rum end det forbruger. Andre metoder er typisk mindre effektive.

Yderligere info om drift af ULT-frysere ved -70 °C eller bæredygtighed i laboratoriet kan findes online hos CU Boulder's bæredygtighedscenter (<https://www.colorado.edu/ecenter/greenlabs/lab-energy-efforts/freezers/70-0c-efforts>)<sup>4</sup>, my green lab (<https://www.mygreenlab.org/>)<sup>7</sup>, International Laboratory Freezer Challenge (<https://www.freezerchallenge.org/>)<sup>8</sup> og I2SL (<http://www.i2sl.org/>)<sup>9</sup>.

## Testbetingelser for ULT-frysertest

I efteråret 2017 var 18 nye ULT-frysere testet for energiforbrug ved -80 grader. Ud fra disse var fire tilfældigt udvalgte nye frysere yderligere testet for energiforbrug ved -70 grader.

Fryserne der var testet ved -70 grader var udvalgt således at der var fra hver størrelseskategori (stor og lille skabsfryser og stor og lille kummefryser).

Alle målinger i begge testrunder blev udført af et certificeret uafhængigt laboratorium. Testen har bestået af:

- Nøjagtig bestemmelse af fryserens indre volumen
- Måling af fryserens indre temperatur samt elforbrug i en periode på 24 timer under kontrolleret rumtemperatur (25 °C døgnmiddel).
- Testen er udført med tomme frysere og er holdt lukkede under hele testen.
- Temperaturproberne blev monterede og tætning omkring ledningen udført 24 timer før testen, hvorefter fryserne forblev lukkede op til testperioden.
- Tolerancen for målingerne blev sat til  $\pm 5\%$  af fryserens indre volumen,  $\pm 1\text{ °C}$  indre temperatur,  $\pm 2,5\text{ °C}$  middel rumtemperatur og  $\pm 5\%$  af hver fryserens samlede elforbrug.
- Små og store kummefrysere kategoriseres som ikke-stående frysere med hhv. volumen 100-375 og 500-820 liter. Små og store skabsfrysere kategoriseres som stående frysere med hhv. volumen 420-570 og 725-949 liter.

## Kilder:

1. En dansk 4-personshustands elforbrug ligger på 14,2 kWh/døgn. DONG energy, "Elforbrug". <https://www.dongenergy.dk/privat/f%C3%A5-en-lavere-energiregning/tjek-dit-energiforbrug/gennemsnitsforbrug/elforbrug>
2. "Miljødeklarering af 1 kWh el", Energinet.dk, Dok. 16/19206-10. 1. juli 2017
3. "Grøn indkøbsaftale", *Grøn Campus*, 2013. <http://groencampus.ku.dk/detgoervi/konkretprojekter/groenindkoebsaftale/>
4. "-70 °C Efforts", *Environmental Center University of Colorado Boulder*, 2017. <https://www.colorado.edu/ecenter/greenlabs/lab-energy-efforts/freezers/70-0c-efforts>
5. "Biological Samples Stored Long Term at -70C or Warmer" (Google Sheets). <https://docs.google.com/spreadsheets/d/13UvBeoXAhwSHshSYoUDHwxcWiW7qYLnUb-eLwxJbCYs/pubhtml>
6. "Ultra-Low Temperature Freezer Performance and Energy Use Tests", Office of Sustainability - University of California, Riverside, juni 2016.
7. "-70 is the new -80", *my green lab*. <https://www.mygreenlab.org/-70-is-the-new--80.html>
8. "International Laboratory Freezer Challenge". <https://www.freezerchallenge.org/>

9. "2012 Centers for Disease Control and Prevention Lab Freezer Challenge", International Institute for Sustainable Laboratories.

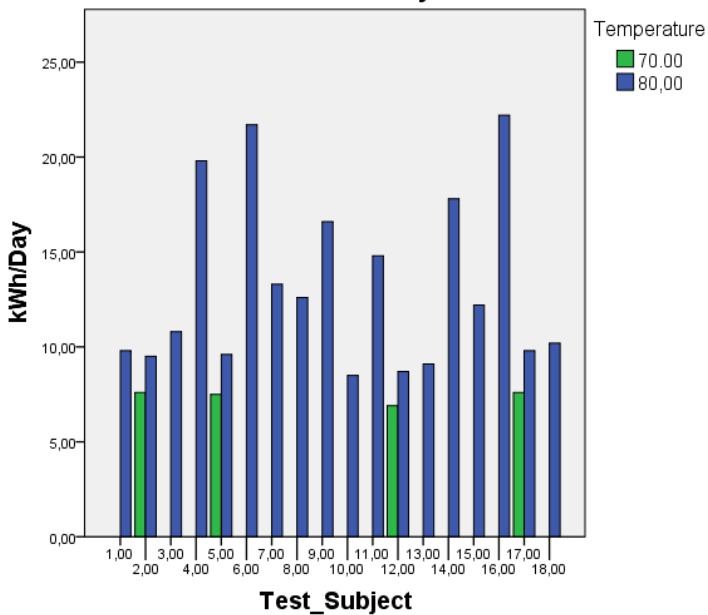
[http://www.i2sl.org/conference/2013/abstracts/b2\\_york.html](http://www.i2sl.org/conference/2013/abstracts/b2_york.html)

10. "Thermo Scientific TSX", presentation by Samantha Cramer, Thermo Scientific – New England Region, September 30<sup>th</sup>, 2016.

### Bilag 1. FA's frysertestresultater

Category	Freezer code	INTERNAL VOLUME [liter]	Test -80 C				Test -70 C				Difference			
			Average outside Temp. [Celsius]	Average inside Temp. [Celsius]	kWh/day	kWh/l*yr	Average outside Temp. [Celsius]	Average inside Temp. [Celsius]	kWh/day	kWh/l*yr	Average outside Temp. [Celsius]	Average inside Temp. [Celsius]	kWh/day	kWh/l*yr
Small chest	1	367,0	24,0	-78,7	9,8	9,7								
Small chest	2	366,9	24,4	-78,9	9,5	9,5	24,9	-69,6	7,6	7,6	0,5	9,3	-1,9	-1,9
Small chest	3	357,6	25,0	-76,4	10,8	11,0								
Large chest	4	715,3	24,7	-78,7	19,8	10,1								
Large chest	5	666,8	24,1	-78,2	9,6	5,3	24,1	-69,0	7,5	4,1	0	9,2	-2,1	-1,2
Large chest	6	831,5	25,3	-75,7	21,7	9,5								
Large chest	7	560,2	24,6	-75,8	13,3	8,7								
Large chest	8	559,5	25,6	-75,5	12,6	8,2								
Small upright	9	507,3	25,0	-77,0	16,6	11,9								
Small upright	10	559	24,9	-78,8	8,5	5,5								
Small upright	11	587,7	24,9	-82,5	14,8	9,2								
Small upright	12	550,9	25,4	-76,9	8,7	5,8	24,8	-71,2	6,9	4,6	-0,6	5,7	-1,8	-1,2
Small upright	13	550,9	25,4	-77,3	9,1	6,0								
Large upright	14	841,5	24,6	-79,7	17,8	7,7								
Large upright	15	704,8	24,7	-80,1	12,2	6,3								
Large upright	16	841,2	24,8	-75,9	22,2	9,6								
Large upright	17	818,4	25,2	-76,8	9,8	4,4	25,0	-70,3	7,6	3,4	-0,2	6,5	-2,2	-1
Large upright	18	818,4	25,0	-77,1	10,2	4,5								

All Freezers - Daily Power Use



Yearly Power Use per Liter Inner Volume

