

# Studie av energibruk for plugin-kjøleskap

ved periodisk avskrudd drift

---

*Denne studien tar for seg de økonomiske og miljømessige aspektene ved å skru av plugin-kjøleskap utenfor salgstid*



## LIBERTY NOW

Dato: 22.10.2024

Organisasjon: Liberty Now AS

Forfatter: Einar Uvsløkk

Denne studien undersøker energibesparelser ved å skru av kjøleskap i perioder hvor det ikke er i bruk, for eksempel om natten og i helgene. Hovedmålet er å redusere både strømforbruket og kostnadene knyttet til kjøleskaps drift.

Det er tatt utgangspunkt i type og størrelse på plugin-kjøleskap som typisk brukes i dagligvarebutikker, bensinstasjoner og kiosker. Målingene er utført på kjøleskap med drikkevarer i normal drift, som åpnes jevnlig av kunder, og er lukket og låst utenfor salgstider. Det er ikke tatt høyde for helligdager.

Resultatene viser at det er mulig å oppnå positiv økonomisk avkastning (ROI) ved å installere løsningen på fem eller flere kjøleskap. For fem kjøleskap vil det ta omtrent ti år å oppnå tilbakebetaling, mens for åtte kjøleskap vil ROI være så lav som 2,7 år, noe som gjør strategien mer økonomisk fordelaktig med flere kjøleskap.

De miljømessige fordelene ved denne strategien er interessante, selv om de økonomiske fordelene er moderate. For hvert kjøleskap som skrues av i perioder, vil energiforbruket reduseres, og dette bidrar til lavere CO<sub>2</sub>-utslipp. I Norge, der strømproduksjonen hovedsakelig er basert på vannkraft, vil den årlige besparelsen på 445 kWh per kjøleskap redusere CO<sub>2</sub>-utslippet med omtrent 4,5 kg CO<sub>2</sub> per år. Selv om besparelsen for ett enkelt kjøleskap er relativt beskjeden, kan de samlede besparelsene bli betydelige når tiltaket implementeres i større skala.

## Innhold

Introduksjon .....	4
Formål .....	4
Teknisk bakgrunn .....	4
Risikofaktorer .....	4
Miljøpåvirkning .....	4
Metode .....	5
Forutsetninger .....	5
Beregning energibehov .....	6
Energibesparelser .....	6
Scenario 1 – Kjøleskapet er på hele døgnet: .....	6
Scenario 2 – Kjøleskapet er av om natten og i helgen: .....	6
Kronebesparelser .....	7
Miljøbesparelser .....	7
Return on Investment (ROI) .....	7
Konklusjon.....	8
Referanser .....	9

## Introduksjon

### Formål

Formålet med denne analysen er å vurdere hvorvidt det er økonomisk og miljømessig lønnsomt å skru av plugin-kjøleskap som utenfor salgstider. Ved å analysere energibesparelser, kostnadsavkastning (ROI) og de potensielle miljømessige fordelene, søker studien å gi innsikt i hvor effektiv denne strategien kan være for å redusere unødvendig energiforbruk.

Dette er viktig fordi kjøleskap som står på kontinuerlig, selv når produktene ikke er tilgjengelige for salg, representerer en betydelig kilde til strømforbruk. Ved å optimalisere driftstiden til kjøleskapene, kan man ikke bare redusere driftskostnader, men også bidra til å senke virksomhetens karbonavtrykk. I en tid hvor bærekraft og kostnadseffektivitet blir stadig viktigere, vil denne analysen kunne veilede beslutningstakere om de mest fordelaktige praksisene for energieffektiv drift.

### Teknisk bakgrunn

Plugin-kjøleskapene som vurderes i denne studien har størrelse: lengde 578 mm, høyde 1980 mm, dybde 605 mm, og bruker kjølemediet R600a, som er et vanlig hydrokarbonbasert kjølemedium. R600a (isobutan) er kjent for sin lave miljøpåvirkning og energieffektivitet, sammenlignet med eldre kjølemedier som CFC og HCFC. Kjøleskapets energimerking er D, noe som indikerer at det bruker relativt mye strøm sammenlignet med nyere, mer energieffektive modeller (A, B).

Det er også viktig å merke seg at kjøleskapets isolasjon spiller en avgjørende rolle i varmetapet. Et godt isolert kjøleskap vil redusere den totale varmen som trenger inn fra omgivelsene, noe som fører til at kompressoren trenger å jobbe mindre. Dette reduserer strømforbruket. For denne analysen har vi tatt utgangspunkt i en middels god isolasjon.

### Risikofaktorer

Selv om det er økonomiske og miljømessige fordeler med å skru av kjøleskapet om natten og i helgene, er det også noen potensielle risikofaktorer som bør vurderes. Hyppig av- og på-slåing kan føre til økt slitasje på kjøleskapets kompressor, som kan redusere levetiden. Dette bør overvåkes, og det kan være lurt å kontakte produsenten for anbefalinger om optimal bruk av kjøleskapet.

### Miljøpåvirkning

Foruten de økonomiske besparelsene har reduksjon i energiforbruket også en positiv innvirkning på miljøet. Selv om Norge har en høy andel fornybar energi, er det fortsatt relevant å vurdere hvordan reduksjon i strømforbruk påvirker CO<sub>2</sub>-utslipp.

## Metode

### Forutsetninger

#### 1. Kjøleskapets spesifikasjoner:

- **Effekt:** 250 W
- **Kjølemedium:** R600a
- **Energimerke:** D
- **Volum:** 692 liter, men vi antar at kjøleskapet inneholder 100 liter væske.
- **Omgivelsestemperatur:** 19 °C
- **Kjøleskapets driftstemperatur:** 5 °C
- **Isolasjon:** Middels god

#### 2. Tidsskjema for bruk av kjøleskapet:

- **Mandag til fredag:**  
Kjøleskapet er på fra kl. 06:30 til 20:00, og avslått fra kl. 20:00 til 06:30.
- **Lørdag:**  
Kjøleskapet er på fra kl. 06:30 til 18:00, og avslått fra kl. 18:00 lørdag til 06:30 mandag.
- **Søndag:**  
Kjøleskapet er avslått hele dagen.

#### 3. Strømforbruk og strømpris:

- **Normal drift:** 0,1354 kWh per time
- **Nedkjøling:** Når kjøleskapet slås på igjen, etter å ha vært avskrudd, tar det 1,5 time å kjøle innholdet tilbake til 5 °C. Dette krever 0,58169 kWh.
- **Gjennomsnittlig strømpris i Norge (2023):** 0,80 kr per kWh eksklusiv avgifter og nettleie

## Beregning energibehov

For å beregne energiforbruket og besparelsene ved å skru av kjøleskapet i gitte tidsrom, følger vi disse trinnene:

- 1. Energien som kreves for å kjøle ned væsken (100 liter vann) tilbake til 5 °C:**
  - Spesifikk varmekapasitet for vann: 4,186 kJ/kg·K
  - Temperaturdifferanse: 5 K (fra 10 °C til 5 °C)
  - Massen av vannet: 100 kg
  - Energibehov = 0,58169 kWh
- 2. Energien som kreves for å kjøle ned luften i kjøleskapet:**
  - Spesifikk varmekapasitet for luft: 1005 J/kg·K
  - Temperaturdifferanse: 10 K (fra 15 °C til 5 °C)
  - Massen av luften: 0,2491 kg
  - Energibehov = 0,000694 kWh
- 3. Samlet energibehov for nedkjøling:**
  - Totalt energibehov for å kjøle ned væsken og luften = 0,5817 kWh
- 4. Kjøletid:**
  - Kjøleskapet bruker 1,5 time for å kjøle seg ned etter å ha vært avskrudd over natten.

## Energibesparelser

Utregning for energiforbruk i de to scenarioene:

### Scenario 1 – Kjøleskapet er på hele døgnet:

- Energiforbruk per dag: 0,1354 kWh/time × 24 timer = 3,2496 kWh

**Totalt energiforbruk per uke:** 3,2496 kWh × 7 dager = 22,7472 kWh

### Scenario 2 – Kjøleskapet er av om natten og i helgen:

- **Mandag til fredag:**
  - Kjøleskapet er på fra 06:30 til 20:00 og avskrudd fra 20:00 til 06:30.
  - Energiforbruk per dag:  
 $13,5 \text{ timer} \times 0,1354 \text{ kWh/time} + 0,5817 = 2,4096 \text{ kWh}$
  - Energiforbruk fra mandag til fredag:  
 $2,4096 \text{ kWh} \times 5 \text{ dager} = 12,048 \text{ kWh}$
- **Lørdag:**
  - Kjøleskapet er på fra kl. 06:30 til 18:00 og avskrudd fra 18:00 til 06:30 mandag.
  - Energiforbruk lørdag:  
 $11,5 \text{ timer} \times 0,1354 \text{ kWh/time} + 0,5817 = 2,1388 \text{ kWh}$
- **Søndag:**
  - Ingen energiforbruk, kjøleskapet er av hele dagen.

**Totalt energiforbruk per uke:** 12,048 kWh + 2,1388 kWh = 14,1868 kWh

**Besparelse per uke ved scenario 2:** 22,7472 kWh – 14,1868 kWh = 8,5604 kWh

## Kronebesparelser

Ukentlig besparelse:  $8,5604 \text{ kWh} \times 0,80 \text{ kr/kWh} = 6,85 \text{ kr}$

Årlig besparelse:  $8,5604 \text{ kWh} \times 52 \text{ uker} = 445,14 \text{ kWh}$

$445,14 \text{ kWh} \times 0,80 \text{ kr/kWh} = 356,11 \text{ kr}$

## Miljøbesparelser

Den årlige energibesparelsen per kjøleskap er beregnet til 445,14 kWh per år.

Vi vil bruke det norske gjennomsnittet på 0,01 kg CO<sub>2</sub> per kWh for å beregne miljøbesparelsene.

$$\text{CO}_2 \text{ Besparelse} = \text{Energibesparelse} \times \text{CO}_2 \text{ Utslipp per kWh}$$

$$\text{CO}_2 \text{ Besparelse} = 445,14 \text{ kWh} \times 0,01 \text{ kg CO}_2 \text{ per kWh} = 4,45 \text{ kg CO}_2 \text{ per år}$$

## Return on Investment (ROI)

Engangskostnad for utstyr: 1000 kr

Engangskostnad for installasjon: 1500 kr

(Opptil 4 kjøleskap, + 300kr per kjøleskap etter det pga. monteringskostnader)

Årlig kostnad lisens: 1500 kr/år (125 kr/mnd.)

Årlig besparelse per kjøleskap: 356,11 kr

Antall kjøleskap	Engangskostnad (kr)	Årlig besparelse (kr)	Årlig CO <sub>2</sub> besparelse (kg)	Årlig lisenskostnad (kr)	ROI (år)
1	2500	356,11	4,45	1500	∞
2	2500	712,22	8,90	1500	∞
3	2500	1068,33	13,35	1500	∞
4	2500	1424,44	17,80	1500	∞
5	2800	1780,55	22,25	1500	10
6	3100	2136,66	26,70	1500	4,9
7	3400	2492,77	31,15	1500	3,4
8	3700	2848,88	35,60	1500	2,7

## Konklusjon

Denne studien har vist at det er energibesparelser ved å skru av kjøleskapet i gitte tidsrom, spesielt over natten og i helger, sammenlignet med å la det stå på kontinuerlig. Ved å følge den foreslåtte tidsplanen for å slå av og på, kan du oppnå en ukentlig energibesparelse per kjøleskap på 8,56 kWh og en årlig besparelse per kjøleskap på 445,14 kWh som tilsvarer omtrent 356,11 kr.

Det fremkommer tydelig at det kreves minst fem kjøleskap før denne strategien blir økonomisk lønnsom. ROI er svært lav ved fem kjøleskap, med en tilbakebetalingstid på omtrent 10 år, men dette forbedres raskt med flere kjøleskap. For åtte kjøleskap er ROI så lav som 2,7 år. Dette gjør strategien økonomisk gunstig for de som har flere kjøleskap, mens de med færre enn fem kjøleskap vil oppleve negative økonomiske resultater.

Selv med moderat økonomisk avkastning, ser vi tydelig miljømessige fordeler hvor dette kan bidra til redusert energiforbruk ved å senke CO<sub>2</sub>-utslipp og redusere trykket på energiproduksjon. Reduksjon i energiforbruk kan også bidra til bevaring av naturressurser og redusere behovet for ytterligere kraftproduksjonskapasitet.

### Risiko og faktorer som kan påvirke resultatene inkluderer:

- Slitasje på utstyr: Hyppig av- og på-slåing kan øke slitasjen på kompressoren og andre komponenter i kjøleskapet, noe som kan forkorte levetiden. Det er derfor viktig å overvåke kjøleskapets ytelse over tid.
- Temperaturkontroll: Hvis kjøleskapet ikke får tilstrekkelig tid til å kjøle ned innholdet etter at det slås på igjen, kan det føre til at temperaturen blir for høy. Dette kan påvirke matens holdbarhet og sikkerhet.
- Flere kjøleskap: Selv om strategien gir økte økonomiske besparelser med flere kjøleskap, er det nødvendig å sikre at de blir brukt i henhold til den foreslåtte tidsplanen for maksimal effektivitet.

Samlet sett viser denne studien at selv om den økonomiske lønnsomheten er moderat ved lavere antall kjøleskap, blir strategien mer fordelaktig med flere enheter. De miljømessige gevinstene er imidlertid klare, spesielt ved implementering i større skala, og dette gjør strategien verdifull som en del av en bredere bærekraftig energiforvaltning.



## Referanser

1. **International Energy Agency. (2018).** *Energy efficiency 2018: Analysis and outlooks to 2040*. Paris, France: IEA. <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2018>
2. **U.S. Environmental Protection Agency. (2022).** *Energy efficiency programs and resource standards*. [https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-08/Energy%20Efficiency%20Programs%20and%20Resource%20Standards\\_508.pdf](https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-08/Energy%20Efficiency%20Programs%20and%20Resource%20Standards_508.pdf)
3. **European Union. (2019).** *Directive 2019/944 on common rules for the internal market for electricity*. Official Journal of the European Union. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32019L0944>
4. **Evans, J. A., Hammond, E. C., Giegel, A. J., Foster, A. M., Reinholdt, L., Fikiin, K., & Zilio, C. (2014).** *Assessment of methods to reduce the energy consumption of food cold stores*. *Applied Thermal Engineering*, 62(2), 697-705. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1359431113007321?via%3Dihub>
5. **Cengel, Y. A., & Boles, M. A. (2015).** *Thermodynamics: An engineering approach* (8th ed.). McGraw-Hill Education.
6. **Holstad, M. (2023).** *Lavere strømpris for husholdningene i 2023*. Statistisk sentralbyrå. Hentet fra <https://www.ssb.no/energi-og-industri/energi/statistikk/elektrisitetspriser/artikler/lavere-strompris-for-husholdningene-i-2023>

Ved spørsmål til studien, kontakt oss på [post@libertynow.no](mailto:post@libertynow.no)