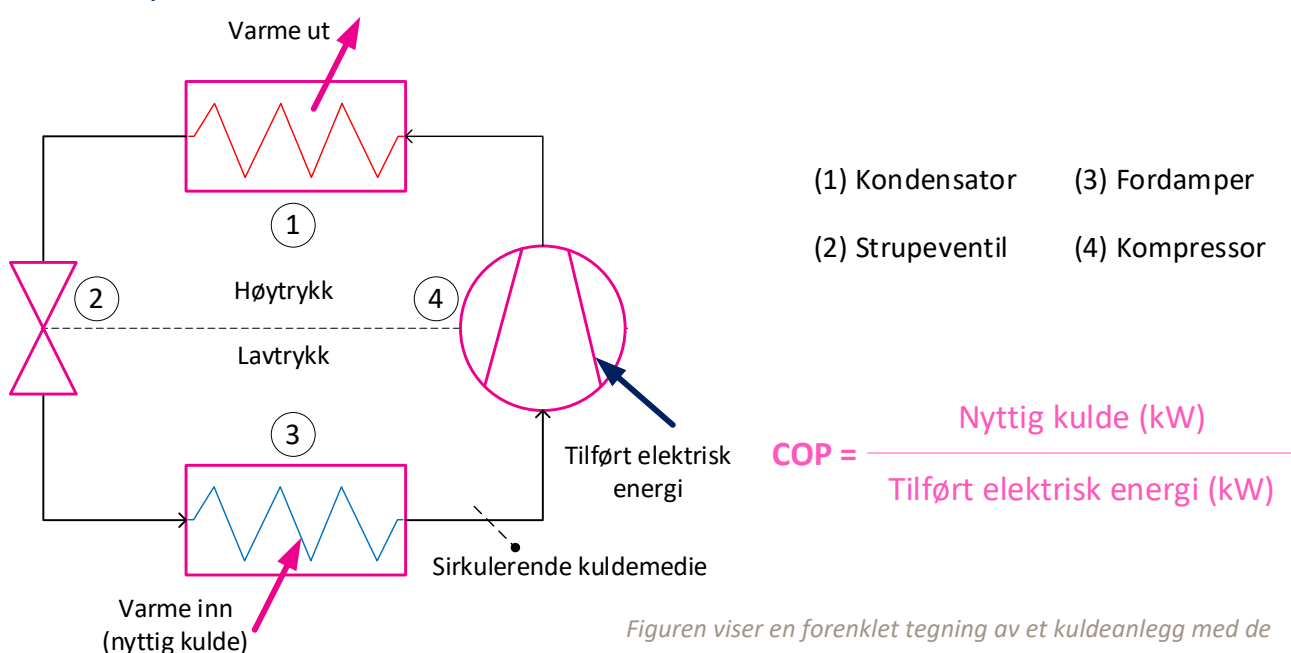


Kuldeanlegg

For å holde matvarer kalde og dermed bevare kvaliteten best mulig trenger man ofte et kuldeanlegg. Det fungerer på samme måte som en varmepumpe, men det er den kalde siden som er mest viktig, og man kan ha en eller flere fordampere. Kuldeanlegg finnes i mange forskjellige størrelser, men i industrien har man ofte store anlegg med mange ulike komponenter.



Figuren viser en forenklet tegning av et kuldeanlegg med de viktigste komponentene

HOVEDKOMPONENTER

Hovedkomponentene i et kuldeanlegg er kompressor, kondensator, strupeventil, fordamper og kuldemedie. Et system kan ha en eller flere av hver komponent. Anlegget jobber mellom to trykk. Kompressoren øker trykket på kuldemediet slik at det får en høyere temperatur i kondensatoren. Varme overføres der til omgivelsene (dette utnyttes i en varmepumpe) eller til sjøvann hvis det er tilgjengelig. Etterpå reduseres trykket igjen i strupeventilen og det gjør at kuldemediet får en lav temperatur i fordamperen. Temperaturen blir så lav at den er lavere enn omgivelsene hvor fordamperen er, for eksempel i et kjølerom, slik at det strømmer varme fra rommet til kuldemediet. Ved hjelp av et kuldeanlegg kan man dermed flytte varme fra et kaldt område til et

varmere område. Det skjer ikke av seg selv, så det som trengs er elektrisitet til å drive kompressoren.

Fordamperen er den delen som henter ut varmen der vi ønsker det skal være kaldt. I et kjølelager eller fryselager sitter fordampere gjerne nært taket en eller et par plasser. I en frysetunell har man mange fordampere som kan dekke hele tunellvernsnittet. For kjøling av vann så passerer vann og kuldemedie i rør gjennom en fordamper.

Coefficient of performance (COP) er et mål på hvor effektivt kuldeanlegget kjøres, det vil si hvor mye nyttig kulde du får ut i forhold til hvor mye elektrisk energi du tilfører anlegget. Forenklet kan man si det er et forhold mellom hva du får i forhold til hva du betaler for, så man er interessert i en så høy COP som mulig.

ENERGIFORBRUK OG ENERGIEFFEKTIVISERING

Matproduksjon er energikrevende, men hvis man ikke holder temperaturen lav ødelegges maten raskt. Kjøling og energieffektivisering er derfor svært viktig i sjømat- og matindustrien.

Først og fremst handler energieffektivisering om:

Bruksmønster

- Unngå at utstyr er i bruk mere enn nødvendig
- Måling og overvåking av energiforbruk
- Unngå at omgivelsene varmer opp kalde rom (minimere antall døråpninger, bruk av kuldegardiner, nok isolering)

Effektive komponenter og systemer

- Kompressorer reguleres stort sett med frekvensomformere, som gir lavere energiforbruk enn for eksempel sleideregulering av skruekompressorer.
- Vifter tilfører varme i frysetuneller og andre kalde rom, effektive vifter kan derfor gi betydelig reduksjon i energibruk, både direkte og indirekte (man trenger mindre kjøling)
- Effektiv avriming.
- Systemer for å skille ut vann eller luft i kuldemediet

Gjenvinning av varme og kulde

- Varme kan komme fra ekstern kilde eller fra kuldeanlegget
- Varme kan brukes direkte eller bli oppgradert i en varmepumpe
- Kulde kan gjenvinnes gjennom at man varmeveksler det som går ut av en prosess med det som skal inn

	Kuldemedie	Type	ODP	GWP ₁₀₀
mettet	R12 (freon)	CFC	1	10 900
	R22	HCFC	0.055	1 810
	R404a	HFC	0	3 922
	R410a	HFC	0	2 088
	R134a	HFC	0	1 430
	R32	HFC	0	675
umettet	R1234yf (HFO)	HFC	0	4
	R1234ze (HFO)	HFC	0	6
naturlig	R717 (ammonia)	Naturlig	0	0
	R744 (CO ₂)	Naturlig	0	0*
	R290 (propane)	Naturlig	0	3

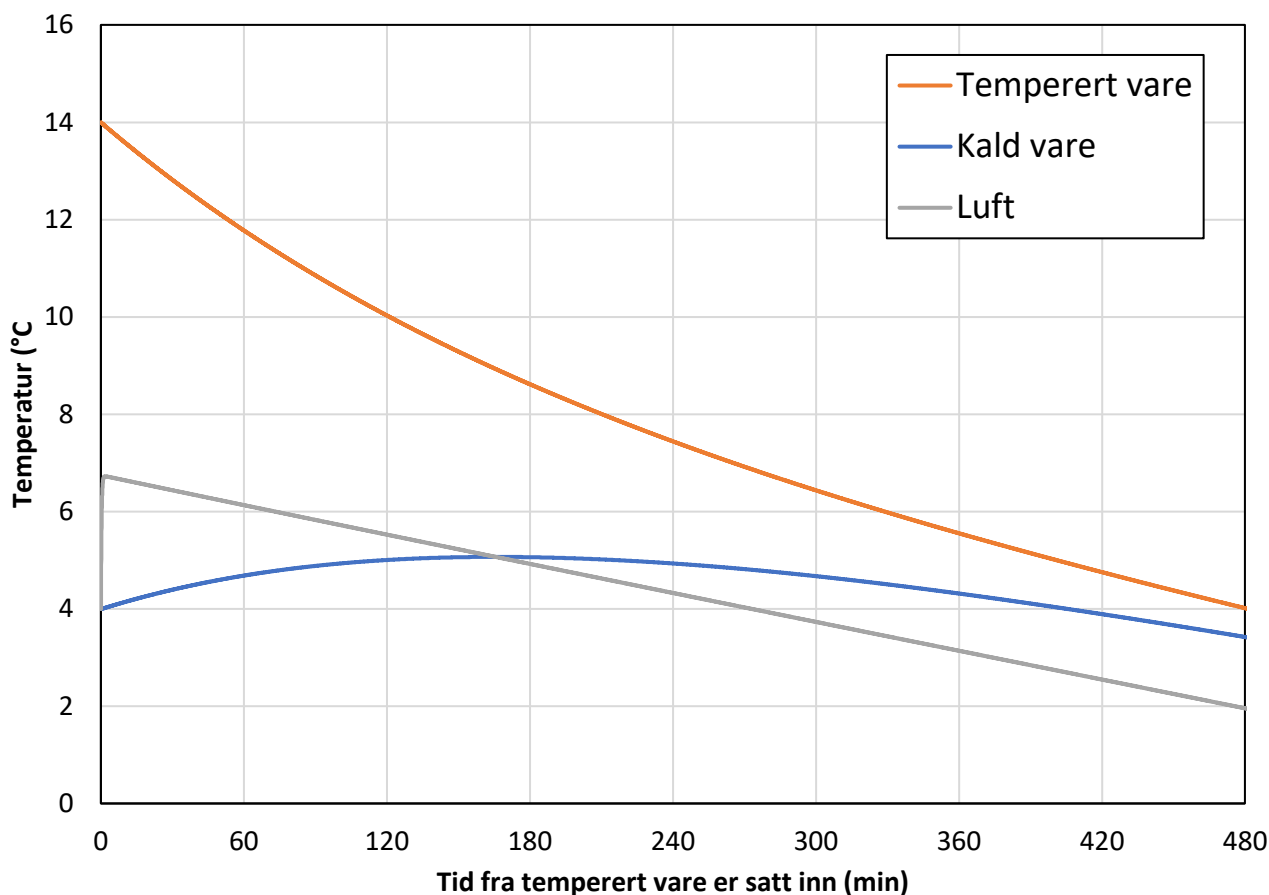
KLIMAVENNLIGE KULDEMEDIER

Kuldemedier kan deles inn i to kategorier: naturlige og syntetiske. Innenfor hver kategori finnes det mange forskjellige. Eksempel på naturlige kuldemedier er ammoniakk, CO₂ og hydrokarboner. De har blitt brukt i kuldeanlegg i lang tid og man kjenner til hvordan de påvirker miljø og klima.

Det finnes mange syntetiske kuldemedier, og det er også nye under utvikling og uttesting. Egenskapene varierer mye og de påvirker miljø og klima i forskjellig grad. De første som kom, KFK-medier, viste seg å bryte ned ozonlaget (ODP, Ozone depleting potential) og har derfor blitt forbudt. Neste type som ble utviklet (HFK-medier) har stor negativ påvirkning på klimaet (GWP, Global warming potential – oftest beregnet over en periode på 100 år) og man er derfor i gang med utfasing av dem. De som nå har blitt utviklet kalles HFO-medier og de påvirker ikke ozonlaget og har dessuten lav klimaeffekt, men de har ofte høy brennbarhet og de brytes ned til giftige stoffer, og man kjenner heller ikke langtidseffektene på miljø av dem. De naturlige mediene har noen utfordringer, men med forskning og utvikling har man enten klart å redusere risikoene (for eksempel gjennom kompakte systemer med liten fylling) eller å snu de til gevinst (høy trykktemperatur for CO₂-anlegg kan utnyttes til oppvarming). Skatter og avgifter på de syntetiske mediene bidrar til å gjøre det mere gunstig med de klimavennlige mediene.

Det som er mest brukt i lakseindustrien er ammoniakk. Det er et medie med gode egenskaper og som har vært brukt i lang tid. Største ulempen er at det er giftig. Det gjør at man må ha sikkerhetssystemer (for eksempel at kuldeanlegget står i avskilt rom) og personell som er trent på å håndtere det hvis det blir lekkasjer. Det har veldig sterk lukt, så selv ved en veldig liten lekkasje kan man tydelig lukte det. CO₂ er et media som blir brukt mer og mer i industrien. Enn så lenge finnes det ikke like store kompressorer som for ammoniakk, men det er under utvikling. CO₂ har lavere frysepunkt enn ammoniakk, som gjør at man kan fryse inn på -50 °C mot -30 °C for amoniakk. Det gjør at man kan få fryst inn raskere og dermed mere produkt per dag. Propan finnes ofte i mindre kuldeanlegg, f.eks kjøleskap, men benyttes ikkje i industrielle anlegg fordi det er så brennbart.

Tabellen viser ulike kuldemediers egenskaper som har betydning for klimapåvirkning; ODP og GWP.



Figuren viser et eksempel på estimering av hvordan temperaturen på luft og varer inne på et kjølelager endres hvis nye varer settes inn, som ikke har lav nok temperatur

FORSKNING OG UTVIKLING (FOU)

Det er mange viktige områder som man fortsatt trenger utvikling og forskning innenfor. Her følger noen temaer som ligger innenfor innholdet i dette faktaarket.

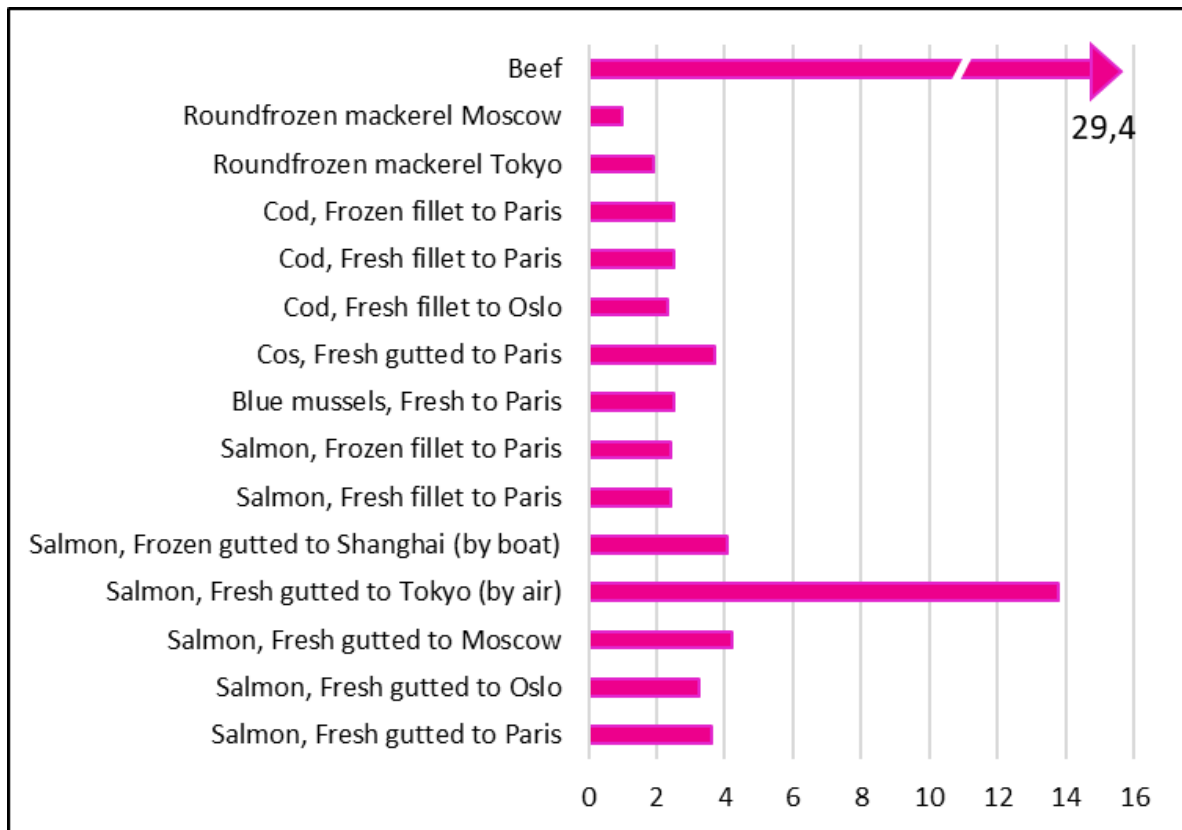
FOU — TEORETISK BEREGNING

Ved hjelp av termodynamiske modeller og kunnskap om laks kan man beregne temperaturer i fisken ved ulike betingelser. Det kan være når fisken kjøles, fryses eller tines. Noen beregninger er enkle å gjøre (en fisk, stasjonære tilstand, ikke faseovergang, konstante omgivelsestemperaturer), mens andre krever mere avanserte metoder (mange fisker, emballerte, faseovergang, varierende omgivelsestemperaturer). Det beste er å verifisere modellerte resultater med målte verdier for akkurat de betingelsene man ønsker å se på.

Grafen over viser et eksempel på hvordan modellering kan gi innledende svar på ulike termiske problemer, i dette tilfellet hvordan innførsel av varme varer på et kjølelager påvirker temperatur i luften og de kalde varene.

FOU — ENERGIEFFEKTIVISERING

Det er flere ulike løp som foregår innenfor energieffektivisering. [HighEff](#) er et senter for miljøvennlig energi hvor man har som mål å redusere spesifikt energiforbruk i Norsk industri med 30 % og redusere utslipp av klimagasser med 10%. Det er flere ulike industrisektorer med, blant annet matindustri. Integrering av varme og kalde strømmer i et prosessanlegg kan gi gevinster. En mulighet er å bruke spillvarme fra en prosess til oppvarming av vann. Hvis temperaturen på spillvarmen er for lav, kan installasjon av en varmepumpe lønne seg, da man får mye mere varme ut enn hvis man skulle varmet opp med strøm direkte. I [PCM-Store](#) ser man på lagring av kulde. Fordeler kan være jevnere produksjon av kulde og reduserte effekttopper, eller muligheten for å øke kuldekapasitet utan å øke anleggets størrelse. En tredje mulighet er å bruke den lagrede kulden til å gi mere stabile temperaturer i f.eks. et lagerrom eller lignende, som kan redusere uønskede effekter på produktene.



Figuren viser estimater på karbonfotavtrykket, GWP (kg CO₂e / kg edible), for ulike typer av fisk og ulike sluttdestinasjoner (Winther et al., 2009).

FOU — KLIMAHENSYN

Mye i dag handler om hvordan vi skal redusere vår klimapåvirkning. Innenfor prosessindustri så kan det gjøres gjennom å redusere enten de direkte utslippene eller de indirekte. Direkte utslipp kan komme fra fyring av olje i en oljekjel eller lekkasje av kuldemedier med høy GWP. Indirekte kan være relatert til strømforbruk (og kan dermed reduseres gjennom energieffektivisering) eller matsvinn. Matsvinn representerer en ressurser som har blitt brukt (produkter, vann, energi), men bortkastes siden maten ikke spises.

Hvis vi ser utenfor prosessindustrien så har for eksempel oppdrettslaksen og hvordan fisken transporteres også mye å si for klimaregnskapet. I en SINTEF-rapport estimerer man karbonfotavtrykket for ulike typer av fisk og ulike sluttdestinasjon. Noen av resultatene vises i

figuren, hvor man ser at fisk kommer godt ut i forholdt til biffkjøtt, men samtidig at flytransport bidrar til et høyt karbonavtrykk.

FOU — FN SINE BÆREKRAFTSMÅL

SINTEF og mange andre aktører har valgt å legge inn FN's bærekraftsmål i sitt strategiarbeid. Innenfor industriell prosesseteknologi er det fremst mål 12, Ansvarsfullt forbruk og produksjon, som er aktuell, men flere av de andre er selvfølgelig også viktige.

Les mer på:

<https://www.sintef.no/ekspertise/ocean/kuldemat>

Der finnes også faktaark om kuldeanlegg, kjølemedier, kjøling og superkjøling, frysing samt tining.