

# Andre lagringsmetoder for energi

Lagring av varme i fjell om sommaren til bruk om vinteren, er allereie i bruk i ein del norske anlegg, som Akershus Sykehus, Gardermoen etc. Høgtemperaturlagring i fjell er under utvikling. Dette kan bli kombinert med spillvarme frå industri, og tilsvarande er nyleg installert ved Fjell i Drammen.

Av: Mads Løkeland-Stai, sivilingeniør

Behovet for energi varierer sterkt gjennom døgnet, og gjennom året. Dette stiller store krav til produksjon av elektrisitet, som må bli tilpassa behovet, slik at det alltid er balanse. Eit stort innslag av vindkraft og solenergi for elproduksjon er utfordrande. Produksjonen varierer sterkt frå time til time, og kan i lengre periodar kan være nesten fråverande. Evne til lagring av energi og tiltak for å styre forbruket, slik at man kan balansere forbruk og produksjon blir avgjerande for ein stabil og sikker energiforsyning.

Pumpekraftverk og batteri blir omtalte andre stadar, så dette notatet tek i hovudsak opp lagring med trykkluft og termisk lagring.

I et sokalla adiabatisk trykkluftanlegg, blir varmen ved komprimering blir teke vare på, og brukt til oppvarming av lufta når den blir slept ut for energiproduksjon gjennom ein turbin/luftmotor.

Verknadsgraden kan vera opp mot 70-76%, avhengig av lagringstid. Nedlagde gruver, tunnelar etc kan bli brukte som trykkluftlager, slik at det er mogleg med ganske desentraliserte anlegg, og dermed blir behovet for lange kraftleidningar mindre. De fysiske inngrepa kan vera små, då anlegga kan bli plasserte i tunnel/ fjell. Dette er ein lovande teknologi, og der er laga prototypar, men dette er foreløpig på utviklingsstadiet.

Type	Lagringstid	Virknings grad	Miljø	Kapasitet	Plassering
Pumpe-kraftverk	Lang	80% - 72% <sup>*)</sup>	Fysiske inngrep, behov for kraftledninger	Stor	Sentralt
Trykkluft-lagring	Time – 1 måned	76 - 73% <sup>**)</sup>	Minimale	Middels	Desentralt
Hydrogen	Lang	40%	Stort energitap	Stor	Desentralt
Batteri	Lang	90%	Miljø ved produksjon. Ressursbruk	Liten	Desentralt

<sup>\*)</sup> Inkludert tap i kraftledninger <sup>\*\*)</sup> Avhengig av lagringstid

Fig. 1: Eit forsøk på samanlikning mellom ulike lagringsteknologiar, utan vurdering av kostnad.

Lagring av varme i fjell om sommaren til bruk om vinteren, er allereie i bruk ved fleire norske anlegg, som Akershus Sykehus, Gardermoen etc. Høgtemperatur lagring i fjell er under utvikling. Dette kan bli kombinert med spillvarme frå industri, og tilsvarande er for kort tid sidan installert ved Fjell i Drammen.

# Innhold

## 1: Samanlikning av lagringsmetodar (s. 3)

1.1: Trykkluftlagring (s. 3)

1.2: Grunnlagring og «termos» (s. 4)

1.3: Lagring av spillvarme frå industri (s. 5)

# 1: Samanlikning av lagringsmetodar

For å balansere vind- og sol ved hjelp av lagring, må ein skilje mellom raske variasjonar, over timar, døgn, og i tilfelle med lang tids fråvær av vind etc.

Januar og februar 2021 var eit typisk døme, med kaldt vær og vindstille over store delar av Europa. Vindkrafta var i realiteten slått ut. I slike tilfelle trengst det lagringsmetodar med stor lagerkapasitet og evne til langtids lagring av elektrisitet. I dag er det i hovudsak pumpekraftverk med stor lagerkapasitet som kan møte slike situasjonar. Lagring med hydrogen er eit alternativ, men teknologien har låg verknadsgrad.

Eit av verdas største pumpekraftverk, målt i effekt, er Dinorwig i Wales, med lagring av vatn i eit nedlagd steinbrot. Det har 1.728 MW effekt, og 9,1 GWh lagringskapasitet. Det vil seia at pumpekraftverket kan levere full effekt i litt over 5 timar, og har ein verknadsgrad på 76%. Verket kan balansere variasjon i forbruk morgon og kveld, men har lite å stille opp med ved langvarig vindstille. Då er det behov for større lagringskapasitet. Eit problem med pumpekraftverk, er at dei må bli lagt der det er fysisk mogleg å etablere dei. Dette aukar behovet for kraftleidningar, som også gir overføringstap.

Pumpekraftverk kan også representere store naturinngrep.

Her er eit forsøk på ei samanlikning mellom ulike lagringsteknologiar, utan vurdering av kostnad. Trykkluftlagring (adiabatisk trykkluftlagring) er foreløpig en umoden teknologi. Ein fordel med slik lagring er at ved bruk av gamle tunnelar og nedlagde gruver, kan ein oppnå desentraliserte anlegg nær store forbrukarar eller nær der det blir produsert elkraft. Dette reduserer behovet for kraftliner.

Type	Lagringstid	Virkningsgrad	Miljø	Kapasitet	Plassering
Pumpekraftverk	Lang	80% - 72% <sup>*)</sup>	Fysiske inngrep, behov for kraftledninger	Stor	Sentralt
Trykkluftlagring	Time – 1 måned	76 - 73% <sup>**)</sup>	Minimale	Middels	Desentralt
Hydrogen	Lang	40%	Stort energitap	Stor	Desentralt
Batteri	Lang	90%	Miljø ved produksjon. Ressursbruk	Liten	Desentralt

<sup>\*)</sup> Inkludert tap i kraftledninger

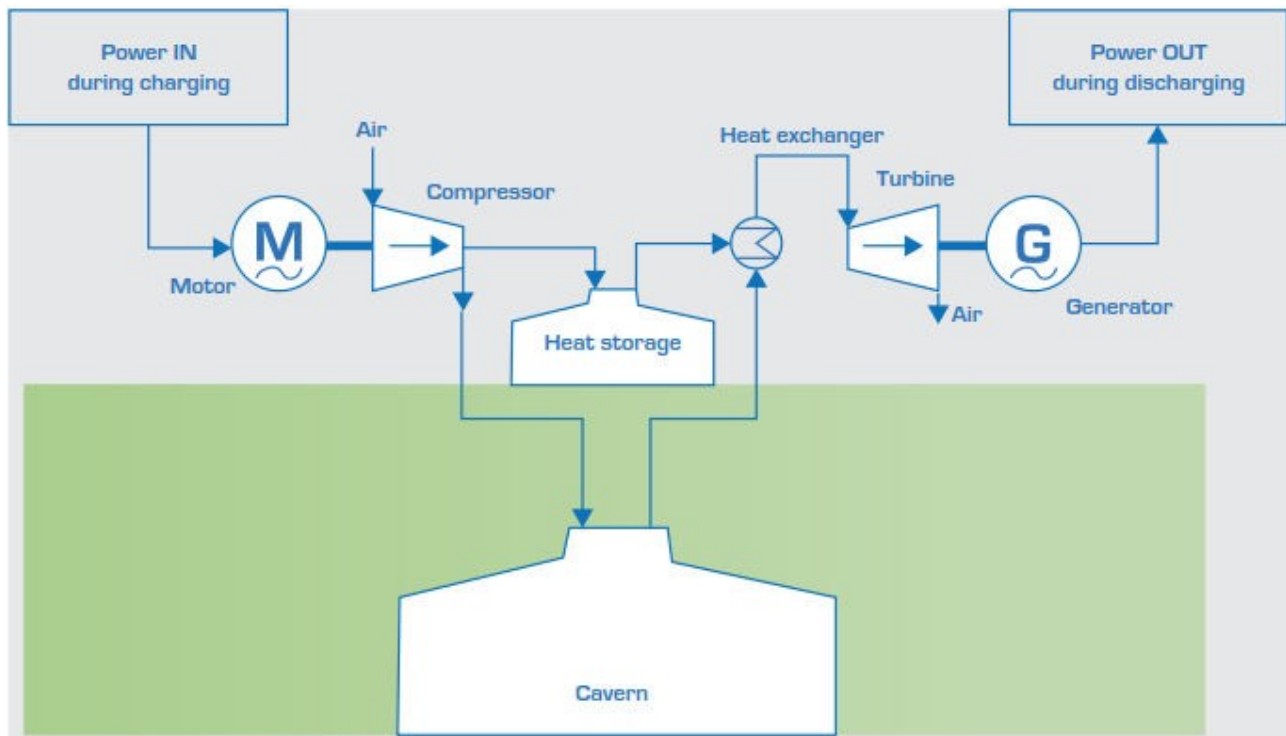
<sup>\*\*)</sup> Avhengig av lagringstid

## 1.1: Trykkluftlagring

Prinsippet er enkelt:

- Når det er overskot av elektrisk energi, blir det komprimert luft i ein behaldar.
- Når det er behov for elektrisk energi, blir trykklufta brukt til å drive ein generator via ein turbin/luftmotor.

For å oppnå høg verknadsgrad, må ein ta vare på varmen som oppstår under kompresjonen, og bruke den varmen til å varme opp lufta når trykklufta blir brukt til elproduksjon. Anlegg med slik mellomlagring av varme blir kalla adiabatisk komprimert luft energilagring, eller på engelsk Adiabatic Compressed Air Energy Storage (A-CAES), og kan nå opp mot 75% verknadsgrad.



Det er laga nokre få pilotanlegg basert på dette prinsippet<sup>1</sup>, og tanken er at ein kan bruke nedlagde gruver, tunnelar etc som trykkluftlager. Pilotanlegga har oppnådd verknadsgrad på opp mot 76%. Verknadsgraden er avhengig av lagringstida, på grunn av at ein skal lagre varme. Det blir hevda at det er fullt mogleg å oppnå ein verknadsgrad på over 70%, sjølv med ein månads lagring.

Ved gjenbruk av nedlagde gruver, tunnelar etc, vil ein kunne ha ganske stor geografisk spreing av slike anlegg, noko som reduserer behovet for forsterking av leiingsnett. Dei fysiske inngrepa blir også små. I Austerrike er dei mange nedlagde saltgruvene lanserte som lagringsrom for denne teknologien.

Foreløpig er teknologien under utvikling, men er lovande, både når det gjeld kapasitet og lagringstid, men det ser ut til å ta tid før dette blir hyllevare.

Dei minimale fysiske inngrepa taler til fordel for trykkluftlagring.

## 1.2: Grunnlagring og «termos»

Det er rundt 60.000 installerte anlegg for bergvarme i Noreg, og dei fleste dreier seg berre om å hente energi frå bakken/ berget, ikkje inkludert lagring. I alt reknar ein med at det blir henta 3,5-4 TWh varme frå norske borehol.

Til samanlikning har Sverige 580.000 anlegg av ulik type, og 23 TWh varmeproduksjon. Eit steg vidare frå berre å hente energi, er å bruke berget for lagring av energi, særleg mellom sommar og vinter. Dette dreier seg ikkje direkte om lagring av elektrisk energi, men indirekte vil det bidra til å balansere/ jamne ut bruken av elektrisk energi.

<sup>1</sup> <https://alacaes.com>

Prinsippet for grunnlagring er enkelt; når det er overskot av elektrisk kraft, overskot av varme, eventuelt behov for kjøling, sendar ein varme ned i grunnen, og varmar opp berget. Når det er behov for varme til oppvarming, hentar ein varmen opp att.

Då har vi to alternativ til å hente opp varmen for oppvarming:

1. Bruke varmepumpe.
2. Direkte lågtemperatur oppvarming utan bruk av varmepumpe.

Alternativ 2 er satt i drift i Fjell i Drammen:

*«Hovedkonseptet i Fjell 2020 er termisk lagring av varme (solvarme og annen overskuddsvarme) i borehull i fjell for direkte bruk i lavtemperatur varmedistribusjonsanlegg (gulvvarme). Varmebehovet til oppvarming ved Fjell skole planlegges dekket med varme levert direkte fra energibrønnene uten bruk av varmepumpe. Drammen Eiendom har gitt energilageret ved Fjell skole navnet Geotermos.»<sup>2</sup>*

Eit alternativ, eller tillegg til lagring i fjell, er høgtemperatur «termos», slik ein kan finne det ved fleire fjernvarmeanlegg, mellom anna ved forbrenningsanlegget på Tiller i Trondheim, som kan levere 20 MW fjernvarme til Trondheim frå «termosen» i 10 timar<sup>3</sup>. I Østersund har dei ein «termos», Arctura, som er 5 gongar større, og kan forsyne byen med varme opp til fire døgn, avhengig av årstid.

I anlegg der fjernvarmen kjem frå varmepumper, kan dette også bli brukt til å balansere kraftforbruket i periodar gjennom døgnet.

### 1.3: Lagring av spillvarme frå industri

Spillvarme kjem heile året, sommar som vinter, og det er kanskje ikkje tilstrekkeleg spillvarme om vinteren til å drive fjernvarmeanlegg, mens ein må fyre for kråka om sommaren. Dette kan ein løyse ved å lagre spillvarme i grunnen om sommaren og hente opp om vinteren som tilskot til direkte bruk av spillvarme.

Dette prinsippet blir brukt i Xylem industriområde i Emmaboda i Sverige (se figur 3 under) med høgtemperatur energilagring av spillvarme, i ein brønn med totalt kubikkinnhald på 320.000 m<sup>3</sup> berg, og lagringstemperatur 40-60 °C.



Fig. 2: «Termosen» Arctura i Østersund med 26 mill liter vatn.  
Foto: Mads Løkeland-Stai

<sup>2</sup> Sluttrapport Fjell2020 konseptutredning miljøløsninger, Asplan Viak, Drammen Eiendom KF, 17.10.2017. Også omtalt hos Enova: <https://www.enova.no/om-enova/om-organisasjonen/teknologiportefoljen/geotermos-fjell2020>

<sup>3</sup> Akkumulatortank, 16.09.2020, <https://www.statkraftvarme.no/nyheter/nyheter-og-pressemeldinger-ny/arkiv-ny/2019/akkumulatortank>

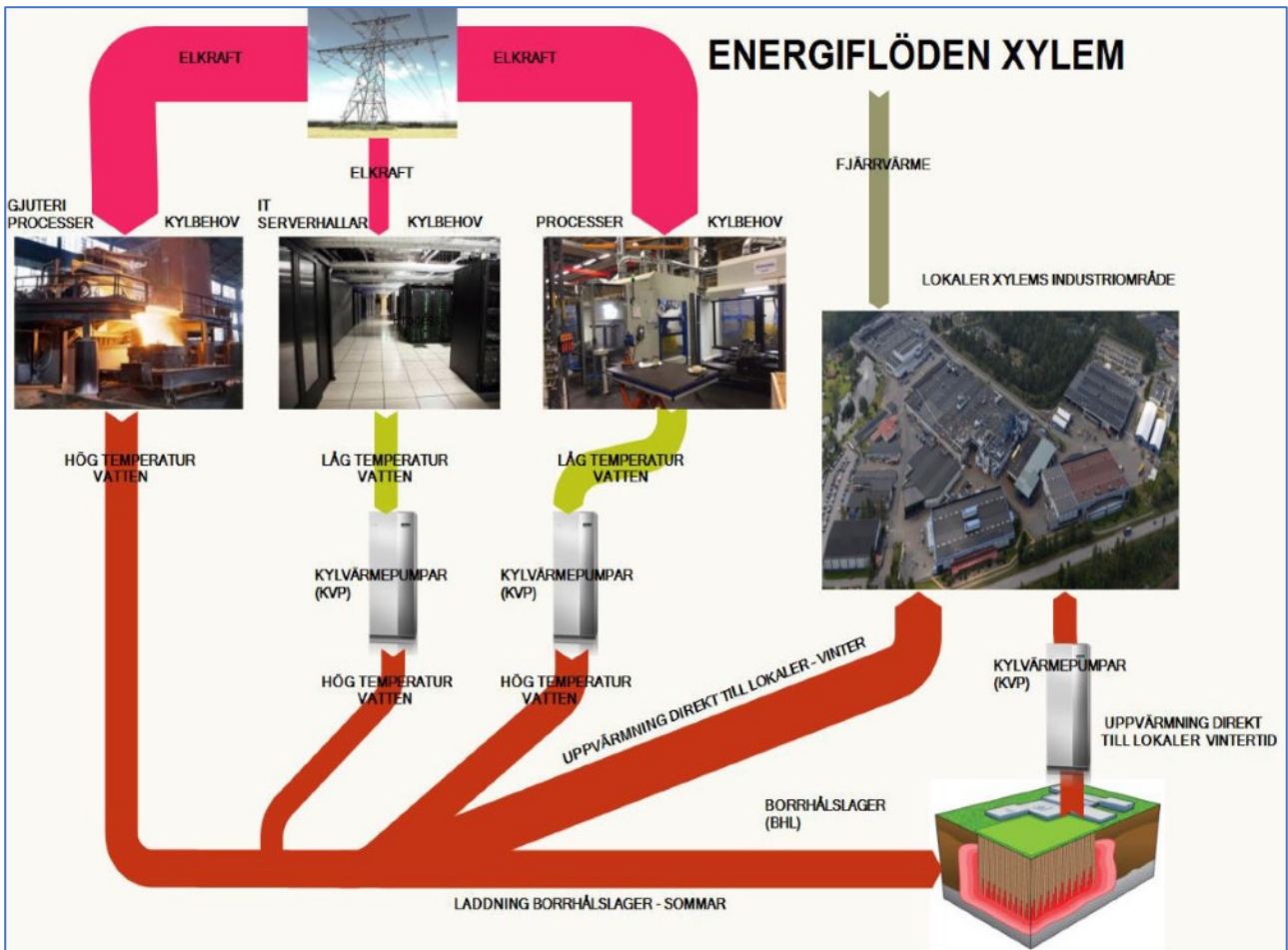


Fig. 3: Overordna prinsipp för industriområdet. Varmelageret nede til høyre. Ref: Leif Rydell.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Erfarenheter från HT-BTES i Emmaboda, Termiska energilager, Leif Rydell, Reikab AB, foredrag 23.10.2019, <https://energiforsk.se/media/27148/erfarenheter-fran-hogtempererade-i-emmaboda.pdf>