

Teknoekonomisk jämförelse av tekniker för termiska lager

work package 2.1:

JÄMFÖRELSE av TERMISKA ENERGILAGER

Oskar Räftegård

WP 2.1 JÄMFÖRELSE AV TERMISKA ENERGILAGER

- **Nyckelparametrar** som är viktiga för fjärrvärmelieferantörer, m.fl.
- **Inventering** av lager
- **Lagrens egenskaper** karakteriserade m.h.a ovan parametrar
- Rapporten finns för nedladdning
- [Energiforskrapport 2019-598](#)

Metoder: Litteraturstudie, studiebesök, workshops, etc.



INVENTERING

- Verkliga lager i drift i fjärrvärmeliknande miljö, med någorlunda dokumentation av drift, underhåll, byggnation
- Lagertekniker:
 - Sensibla lager (vanligen vatten eller berg som lagringsmedium)
 - Latenta lager (fasomvandling)
 - Termokemiska lager (kemiska reaktioner, sorption, etc)

Resultat av inventering: 60-tal lager



- 8 cisterner/tankar (exkl vanliga ackumulatortankar)
- 13 borrhålslager
- 3 bergrumslager
- 15 groplager
- 12 latent (fasomvandling)
- 9 termokemiska

Nyckelparametrar

Parameter	Förklaring	Enhet
Energitäthet	Energimängd per massenhet	[MWh/m ³]
Effekttäthet	Effekt per massenhet	[kW/m ³]
Kostnad/MWh	Kostnad med avseende på lagrets	[SEK/MWh],
Kostnad/kW	installerade kapacitet och effekt	[SEK/kW]
Laddningstemperatur	Temperatur vid laddning	[°C]
Urladdningstemperatur	Temperatur vid urladdning	[°C]
Returtemperatur vid laddning	Temperatur på återvändande värmebärare vid uppladdning av lagret	[°C]
Verkningsgrad	Utvunnen energi per inlagrad energi	[%]
Systemintegration	Placering i systemet	
Drifttillgänglighet	Förekomst av störningar och stopp	[-]
Implementering	Möjlighet att installera i ett nät	[-]
Miljö/Utsläpp	Påverkan på närmiljö och klimat	[-]

	Teknik	Stl [m ³]	MWh /m ³	kW/m ³	SEK _{invest.} /m ³	SEK _{invest.} /MWh	[%]	Laddnings- Temperatur [°C]	Urladdnings- Temperatur [°C]	Retur- temperatur [°C]
Dronninglund Marsdal	Groplager	60 000	0,09	0,45	405	4502	81	89	89 - 12	8 - 50
	Groplager	75 000	0,08	0,13	374	4672	52 – 62	88		17
Lambohov	Groplager	10 000	0,07	-	-	-	25 % förluster			
Braedstrup	Borrhål	19 000	0,021	0,032	145	6867	63	50		12
Necklarasum	Borrhål	63 360	-	0,008	-	-				
Crailsheim	Borrhål	37 500	-	0,014	-	-	54			
Emmaboda	Borrhål	322 560	-	-	43	-				
Lund	Borrhål	64 000	-	-	31	-				
Anneberg	Borrhål	-	-	-	-	-	46			
Drake Landing	Borrhål	34 000	-	-	-	-	49	67	67 - 35	
Ulm	Trycksatt tank	2 500	0,056	11,2	12 349	220 516		130		70
Ackermannbogen	Tank (säsong)	6 000	0,08	0,33	1 630	20 377	81	90		15
Lyckebo	Bergrum	100000	0,05	0,08	425	8503		85	65 – 70	45
Avesta	Bergrum	15 000	0,05	0,667	-	-	65	115	70	
Oxelösund	Bergrum	200 000	-	-	-	-	20	91	82	78
Malmö	Akvifer	-	-	-	-	1740				
Arlanda	Akvifer	2000000	-	-	-	-		15 – 28	3 - 11	13 - 18
Rostock	Akvifer	20000	-	-	97	-	37 - 65			
Solna	Akvifer	800000	-	-	38	-				
Hannover	Hetvattenlager	2 750	-	-	3 055	-				
Hamburg	Hetvattenlager	4 500	-	-	2 723	-				
Friedrichshafen	Hetvattenlager	12 000	-	-	1 556	-				

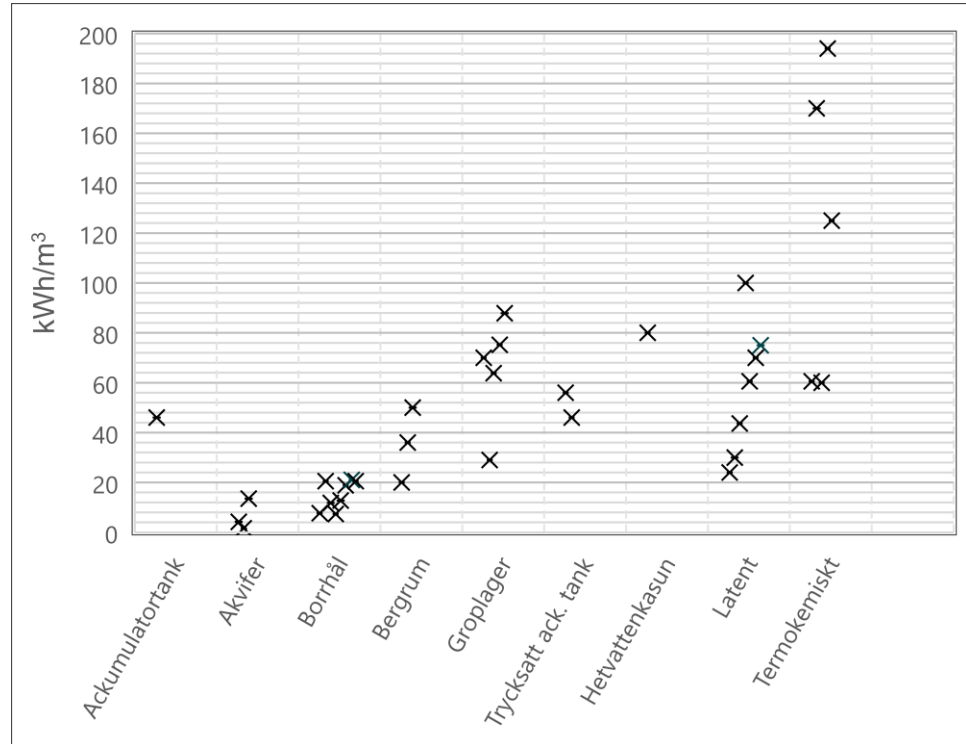
Sensibla lager

- Akvifer
- Borrhål
- Bergrum
- Grop
- Trycksatt ack. tank
- Hetvattenkasun

Sensibla lager

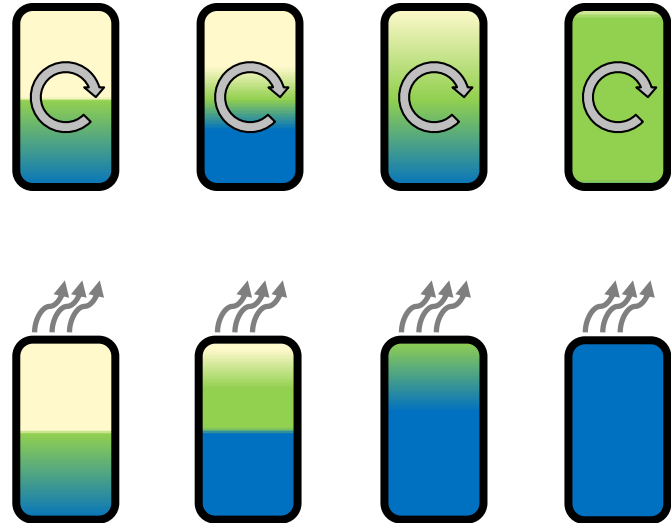
- Akvifer
- Borrhål
- Bergrum
- Grop
- Trycksatt ack. tank
- Hetvattenkasun

Figur visar nyckelparametern energitäthet (kWh/m³)

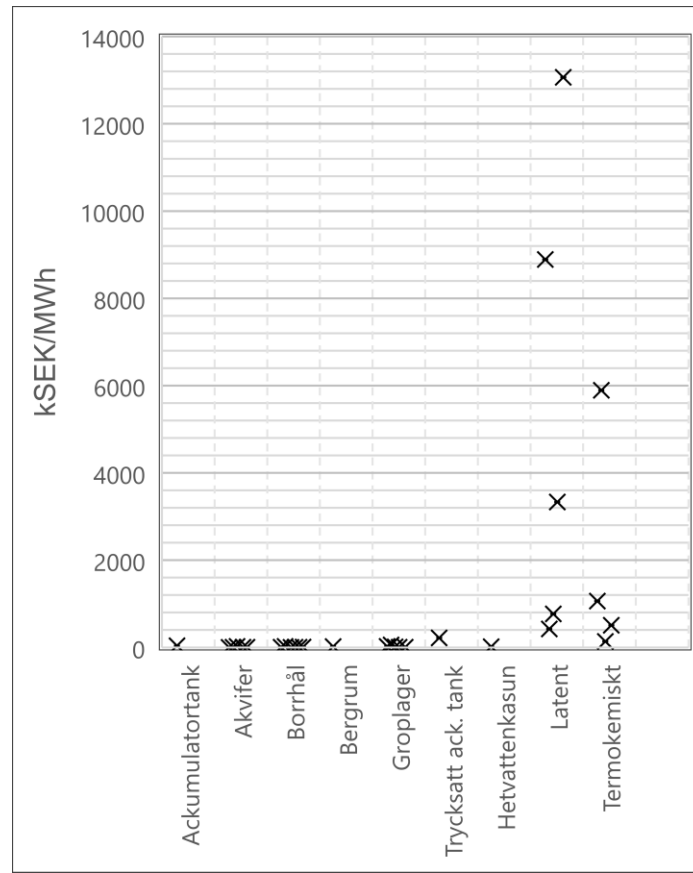
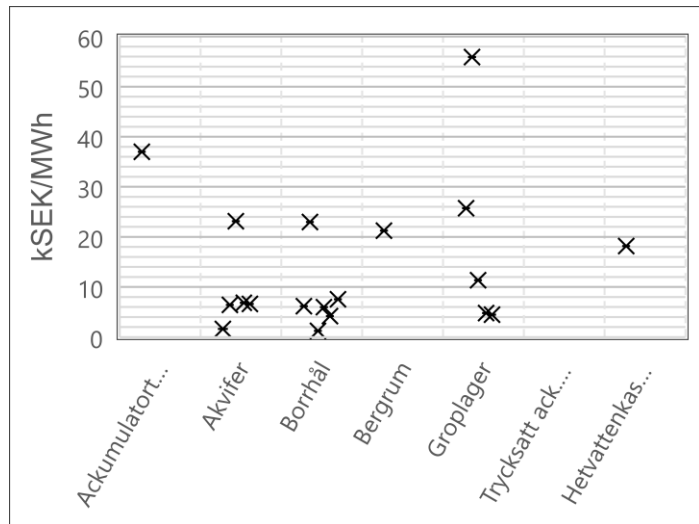


Metod och metodkritik

- Temperatur, temperatur, temperatur
- Lokala förutsättningar **är** avgörande, till skillnad från för pannor
- Verkliga lager i drift



Investeringskostnader



Latenta och termokemiska lager

Inte mogen teknik -har stor potential!

- Finns ett flertal innovationsprojekt som håller på med "villa-anläggningar"
- Få med industriell skala som ambition
- SaltX tar de första stegen på månen i Berlin, med Vattenfall
- **BRANSCHEN skulle kunna sätta en agenda**
- Distribuerade kylager kl 11:45!

Några viktiga skillnader mot latenta lager:

Fasomvandlingslager (för värme)

har en omslagstemperatur / -intervall:

- ✓ Laddas ur utan att svalna
- ✓ Ingen omblandning av temperatur
- ✓ Dålig avkylning av returen vid laddning

Termokemiska lager (för värme)

- ✓ Inga långtidslagringsförluster
- ✓ Hög urladdningstemperatur möjlig
- ✓ (Transporterbara)

Hur mycket behöver vi lagra?

Dygn:

Storleken på ett värmelager som utjämnar all dygnsvariation skall vara ca **9 m³/GWh** levererad värme, om man använder vatten med 40 graders temperaturskillnad som lagringsmedium (Gadd & Werner, 2013).

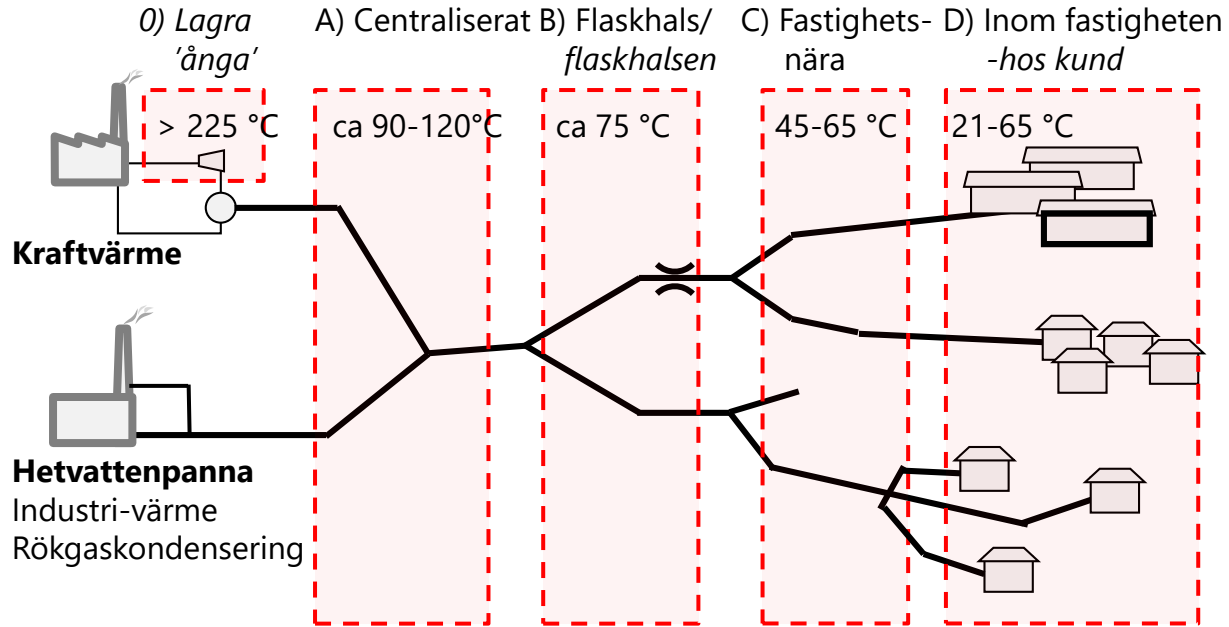
Säsong:

Säsongsvariationen är ca 24% av årsenergileveransen (Gadd & Werner, 2013) ,

Betyder att **24% behöver lagras** om värmeförseln är konstant över året, vilket motsvarar **5000 m³/GWh** om förlustfritt.

Om enbart **solvärme** används som värmekälla blir storleken ca **56% av årsenergileveransen**. (Gadd & Werner, 2013)

Hur kan termiska lager fungera i FV-nät?



A person is seen from behind, standing in a crowd at a festival or concert. They have their arms raised, and their hands are positioned to form a heart shape. The background is filled with warm, golden light from many small, out-of-focus lights, creating a bokeh effect. The overall atmosphere is celebratory and joyful.

Tack!