

# Analyse af varmelager i Høje Taastrup

Forudsætninger og resultater

29-06-2015



# Analysen

- Varmeplan Hovedstaden 3 projektet (VPH3) pegede på, at der kan være teknisk og økonomisk fornuft i at øge varmelagerkapaciteten betydeligt i hovedstadsområdets fjernvarmesystem
- Denne analyse har til formål at betragte driften af et nyt damvarmelager i Høje Taastrup med henblik på at:
  - Fastlægge om driften af varmelageret primært vil blive som korttids- eller langtidslager
  - Kvantificere de økonomiske konsekvenser af etablering af varmelageret
- Analysen gennemføres ved brug af el- og varmemarkedsmodellen Balmorel. Der laves timesimuleringer for år 2025, som optimerer de samlede el- og varmeproduktion omkostninger ud fra et selskabsøkonomisk perspektiv. Ved at sammenligne resultater for simuleringer med og uden et etableret varmelager kan resultater så f.eks. driftsnytte, fortrængt varmeproduktion, sparet brændselsforbrug etc. betragtes.

## Rammer for analysen

- Tager udgangspunkt i VPH3 – Alternativ 1:

- Udbygninger for geotermi, solvarme og varmepumper
- Dog uden forudsat varmelagerudbygning
- Simuleringsår: 2025

Anlægstype	Alternativ 1
Biomasse-kraftvarme	AVV1 fornyes ikke <u>AMV1</u> levetidsforlænges <u>AVV2</u> levetidsforlænges <u>AMV3</u> ombygges fra kul til træflis
Varmepumper/Geotermi	300 MJ/s
Solvarme	0,5 PJ (ca. 56 ha jordareal)
Varmelagerkapacitet	Udbygges fra ca. 2.700 MWh til 20.000 MWh

- Driftsnytte af lagerudbygning findes ud fra en optimering af de samlede systemomkostninger. Modellen minimerer systemomkostningerne på tværs af aktører og tager således ikke hensyn til aftalte varmekontrakter.
- Etableringsomkostninger for lageret indgår ikke i beregninger, dvs. driftsnyttens betragtes ud fra en situation, hvor lager er bygget. Driftsnyttens bliver efterfølgende holdt op mod estimerede etablerings- og driftsomkostninger for lageret for at analysere projektets økonomi.

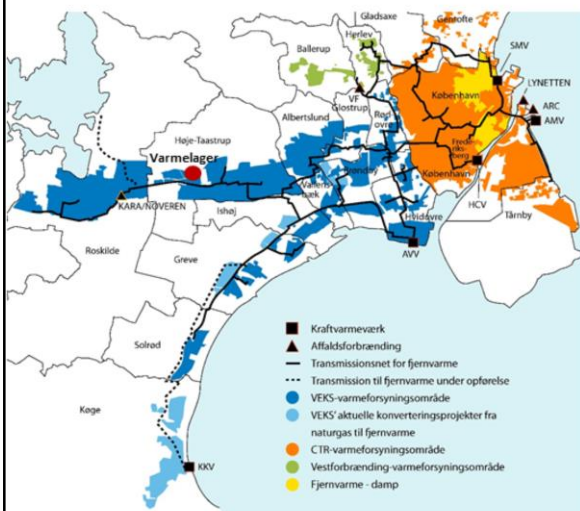
3



Se beskrivelse af VPH3 og detaljer for Alternativ 1 på [www.varmeplanhovedstaden.dk](http://www.varmeplanhovedstaden.dk)

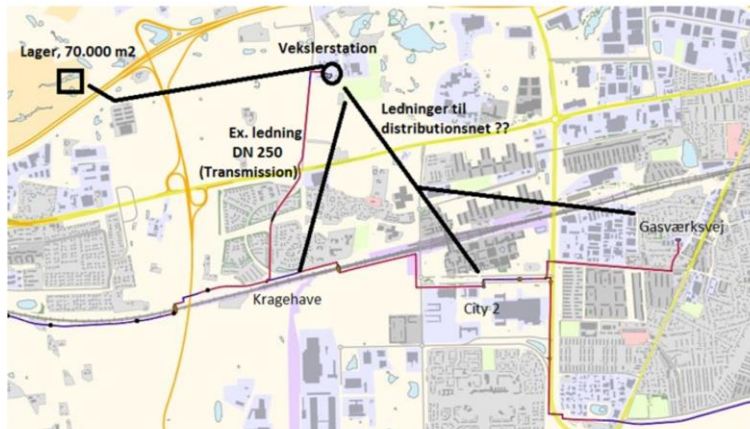
Driftsnyttens er defineret som forskellen mellem nettoomkostninger for det samlede el- og varmesystem i hovedstadsområdet i et grundforløb (uden varmelagerudbygning) og nettoomkostningerne, hvor det lager, som analyseres, er etableret. Med nettoomkostninger menes de samlede variable omkostninger til brændsel, D&V mv. fratrukket indtægter ved salg af el. Driftsnyttens er inkl. øget fortjeneste i elmarkedet ved ren elproduktion (kondens). Dvs. hvis det nye lager frigiver kondenskapacitet på udtagsanlæg, som herved øger kondensindtægterne, indgår disse i den samlede driftsnytte.

# Systemet



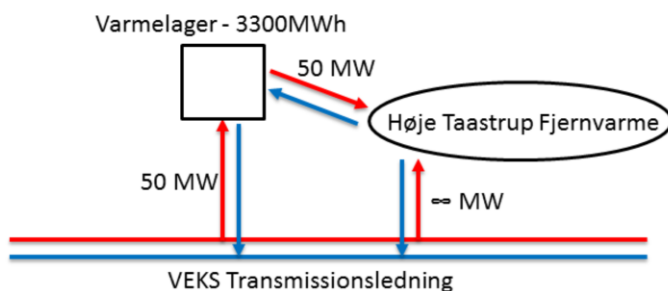
Varmelageranalysen tager udgangspunkt i en detaljeret udgave af Balmorel modellen for Region Hovedstadens fjernvarmeområder. Høje Taastrup opdeles i modellen i sit eget fjernvarmeområde, som repræsenterer varmebehovet for Mølleholmen, Gasværksvej, City2 og Hedehusene.

# Foreslået anlægsplacering



- Lageret er foreslået placeret i Kallerup grusgrav
- Vekslerstation placeres ved genbrugsstationen på Lervangen 1 (VEGA)
- Nye ledninger skal etableres til distributionsnettet på sted(er), hvor der kan aftages op til 50 MW

# Varmelager anlægskoncept



Varmelageret tilsluttes VEKS transmissionsledning med en maksimal varmeoverførsel på 50MW som opladning til lageret og tilsvarende afladning på 50MW til Høje Taastrups distributionsnet.

Varmelageret modtager varme fra transmissionsnettet ( $\sim 95^{\circ}\text{C}$ )

Varmelageret leverer varme til distributionsnettet i Høje Taastrup ( $\sim 75^{\circ}\text{C}$  ?)

# Varmelager – aftalte forudsætninger

- Reference

- 70.000 m<sup>3</sup> damvarmelager
- Maksimal udnyttelsesgrad: 90%
- Lagerkapacitet: **3.300 MWh**
  - Temp: 50°C – 95°C
- Ladekapacitet: **50 MW**, svarende til en op- og afladning på 66 timer
- Varmetabet for lageret er approksimeret som et konstant varmetab pr. time plus et temperaturafhængigt varmetab
  - Varmetab: 0,24 MWh/h – 0,37 MWh/h

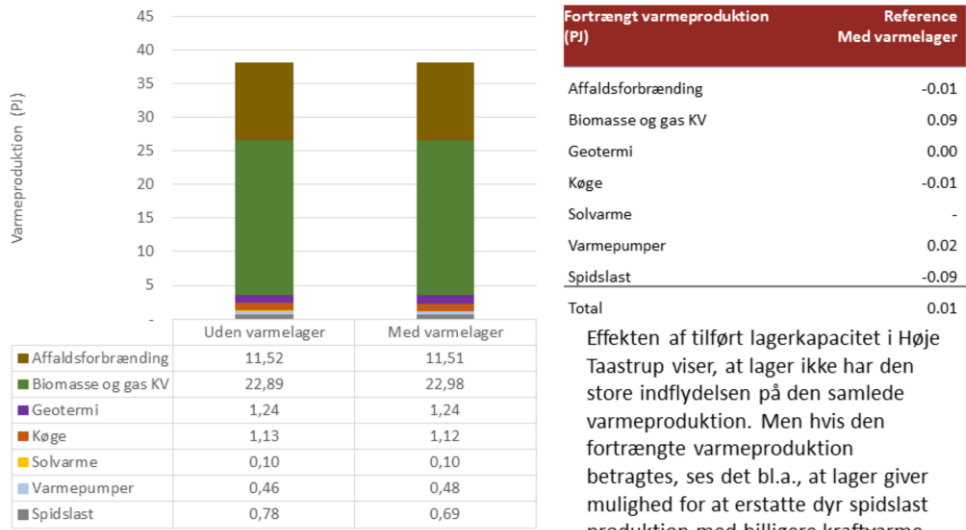
- Følsomhedsberegninger

- Halveret ladekapacitet: 25MW
- Dobbelt lagervolumen: 6.600 MWh
- Dobbelt lagervolumen, halv ladekapacitet: 6.600 MWh, 25 MW

# RESULTATER



# Varmeproduktion i Hovedstaden 2025

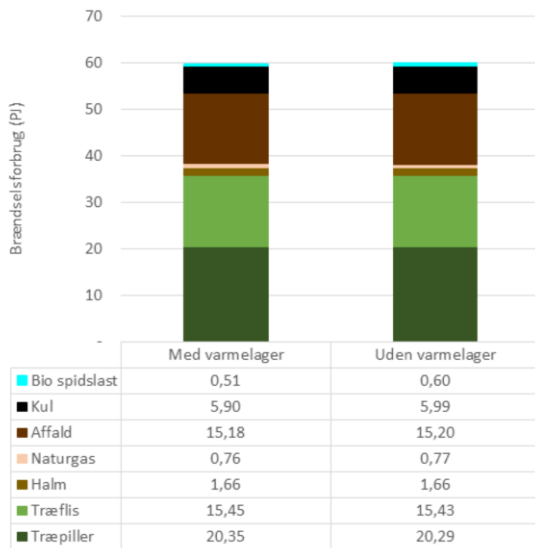


Effekten af tilført lagerkapacitet i Høje Taastrup viser, at lager ikke har den store indflydelse på den samlede varmeproduktion. Men hvis den fortrængte varmeproduktion betragtes, ses det bl.a., at lager giver mulighed for at erstatte dyr spidslastproduktion med billigere kraftvarme.



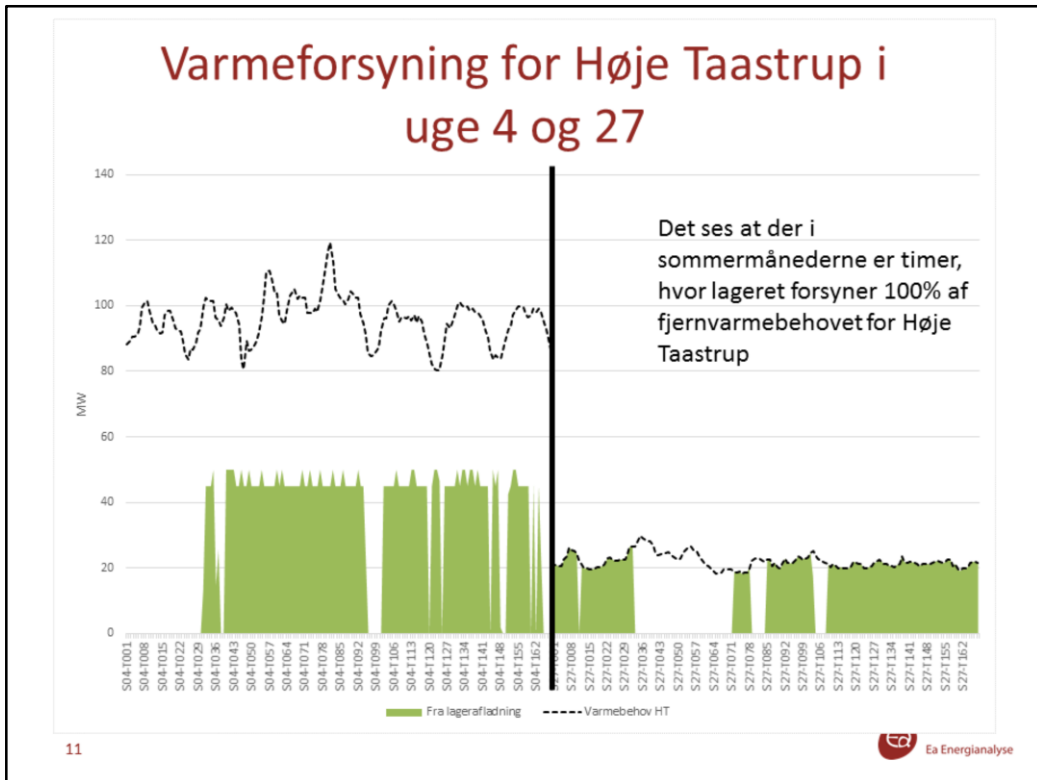
Et overslagsmæssigt check: Hvis det antages at der gennemsnitsligt spares 150 kr./GJ fra at gå fra spidslast produktion til KV produktion, så vil 0.09 PJ sparet spidslastproduktion svare til 13,5 mio. kr.

# Brændselsforbrug i Hovedstaden 2025



Fortrængt brændselsforbrug (TJ)	Reference Med varmelager
Bio spidslast	-88.5
Kul	-91.6
Affald	-20.6
Naturgas	-4.9
Halm	-0.4
Træflis	22.2
Træpiller	53.5
<b>Total</b>	<b>-130.4</b>

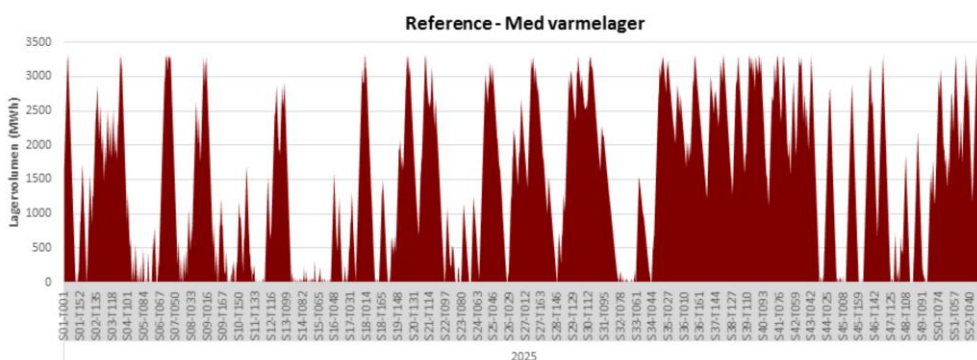
Yderligere ses at lageret medfører en samlet besparelse på brændselsforbruget, da lageret giver mulighed for at udnytte de effektive kraftvarmeværker bedre.



Produktionsenheder i Balmore modellen, hvor andet ikke er angivet får givet en "derate" faktor på 10% til at repræsentere den årlige udetid for enheden. Det samme er tillagt på lageret, således at afladningskapaciteten er  $0,9 * 50\text{MW} = 45\text{MW}$ . Såfremt faktiske udetider for lageret kan holdes under 10% vil modelberegningerne dermed undervurdere værdien af lageret en smule.

I enkelte timer ses at varmen fra lageret ind i Høje Taastrup overstiger  $0,9 * 50\text{MW} = 45\text{MW}$ . Dette skyldes at modellen både sender varme ind til lageret fra transmissionsnettet videre fra lageret til HT. På denne måde udnytter modellen de 50MW transmissionskapacitet fuldt ud.

# Varmelagerbeholdning over året



Scenarie	Reference	Følsomheder		
	Med varmelager	Med varmelager (25MW ladekap.)	Med dobbelt lagervolumen	Med dobbelt lagervolumen (25MW ladekap.)
Lagerbrug	66%	82%	73%	83%
Fuldlasttimer	5.848	7.177	6.394	7.300
Forsyning af HTs varmebehov	41%	32%	43%	33%

12



Lagerbeholdningen over året viser at lageret både bliver brugt til regulering på kort sigt (timer) og på længere sigt (ugebasis). Yderligere ses at toppen (3.300 MWh) af lagervolumen nås i en del timer hen over året. Dette indikerer at der kan være økonomi i at øge lagervolumen. Dette er gjort i to følsomheder, hvor det også ses at lagerbruget (andel af maksimal mulig udnyttelse) stiger. Det ses at selvom lageret bliver dobbelt så stort, så er det langt fra en dobbelt så stor stigning i udnyttelse. Dette skyldes størrelsen af Høje Taastrups varmebehov. Da lageret ikke kan føde tilbage i transmissionsnettet, så vil størrelsen på det varmebehov, som lageret kan opfylde være med til at begrænse udnyttelsen.

# Samlet driftsnytte

## Reference og følsomhedsberegninger

Driftsnytte (Mio. kr)	2025	Reference	Følsomheder		
		Med varmelager	Med varmelager (25MW ladekap.)	Med dobbelt lagervolumen	Med dobbelt lagervolumen (25MW ladekap.)
Brændselsforbrug	Kondens	5.6	3.4	5.6	3.3
	Kraftvarme	-4.2	-3.7	-5.9	-5.1
	Kedler	9.7	6.4	11.8	7.3
	Eldrevet varmeproduktion	-0.8	-0.4	-0.7	-0.4
Variabel D&V	Kondens	0.3	0.2	0.4	0.2
	Kraftvarme/kedler/eldrevet varme	0.2	0.1	0.2	0.1
CO <sub>2</sub>	Kondens	0.8	0.5	0.9	0.6
	Kraftvarme/kedler	0	0	0.1	0
Varme- og brændselsafgifter		-0.2	0	0.2	0.5
Import af varme fra andre områder		-0.3	-0.1	-0.3	-0.3
Elpristilskud	Kondens	-0.8	-0.5	-0.8	-0.4
	Kraftvarme	1.4	1.3	2.1	1.8
Elsalg	Kondens	-8.3	-5.2	-8.8	-5.4
	Kraftvarme	8.6	6.5	10.6	8.1
<b>Total</b>		<b>12.3</b>	<b>8.6</b>	<b>15.3</b>	<b>10.3</b>

13



Driftsnyttens af lageret er beregnet til 12,3 mio. kr. i 2025. Positiv driftsnytte udtrykker at nettoomkostningerne er lavere i et system med lager end i et system uden lager – uden hensyntagen til omkostninger ved etablering og drift af selve lageret. Negative tal i tabellen viser højere omkostninger eller lavere indtægter. Tabellen viser at lageret især medfører brændselsbesparelser til elproduktion ved kondensdrift og til kedeldrift, men højere brændselsomkostninger til kraftvarmeproduktion. På indtægtssiden falder el-indtægterne ved kondensdrift med 8,3 mio. kr., mens elsalg ved kraftvarmedrift stiger. Da der kan anvendes fossile brændsler ved kondensdrift betyder lageret at forbruget af fossile brændsler mindskes (Der anvendes ikke fossile brændsler til kraftvarme- eller kedeldrift). Varmelageret giver også en lille ændring af varmeflow til de nordlige fjernvarmesystemer (Hillerød, Holte m.m.). Ændret varmeudveksling er overslagsmæssigt prissat til 80 kr./GJ.

Der er lavet følsomhedsberegninger med lavere opladnings og afladningskapacitet på lageret (halvering fra 50 MW til 25 MW). Endvidere er der lavet følsomhed med dobbelt lagervolumen (fra 3300 MWh til 6600 MWh). Endelig er der lavet følsomhed med begge dele. I referencen kan lageret fuldt oplades på 66 timer. I de to følsomheder tager det 132 timer. Følsomhederne viser at både ladekapacitet og lagervolumen har stor betydning for driftsnyttens. Halvering af ladekapacitet reducerer nytten til 70 %. Fordobling af lagervolumen øger nytten til ca. 125%. Der kan være økonomi i at øge lagervolumen, dog ses det at en fordobling af lagervolumen ikke medfører en fordobling i driftsnytte. Videre ses, at en halvering af lade kapacitet ikke medfører en halvering af driftsnyttens. Af dette må konkluderes at det ikke alene er volumen eller lade kapacitet som dikterer en besparelse på driftsøkonomien, men en kombination af de to. En fordobling af lagervolumen medfører en yderligere økonomisk gevinst på 3 mio. kr./år, hvilket indikerer, at driftsnyttens vil flade ud jo større lageret bygges. Driftsnytte ville potentielt stige, hvis varmebehovet i Høje Taastrup stiger, eller hvis det blev muligt for lageret at sende varme tilbage til transmissionsnettet.

# Anlægsudgifter - overslag

Groft overslag for anlægsudgifter:

Anlægsudgifter (mio. Kr)		
Damvarmelager, 70.000 m <sup>3</sup>		18
Ledning til damvarmelager (~ DN 250)		
Ledning 2 km ubefæstet		12
Underboringer motorvej (2 stk)		8
Vekslerstation, pumper, SRO m.v.		10
Ledninger til distributionsnet	ca. 2-3 km ?	20
Projektering og diverse		7
<b>Total</b>		<b>75</b>

NB: Der indgår ikke detaljerede oplysninger om distributionsnettet

# Rentabilitet - overslag

Under forudsætning af, at alle de sparede systemomkostninger kan  
Konverteres til en indtægt:

Levetid	20 år
Kalkulationsrente	4 %
Investering, middelskøn	75 mio. kr.

Overslag	mio. kr. / år	kr./GJ
Indtægt (systemværdi)	11	22
D&V	-1	-2
Afskrivning og renter	-5,5	-11
<b>Overskud</b>	<b>4,5</b>	<b>9</b>

Projektets interne rente: 12 %

**Overskud svarer til 9 kr./GJ varme leveret fra varmelageret**

# Tanker om business case for lager

- For at etablere lageret, skal den positive systemøkonomi kunne konverteres til positiv projektøkonomi for et varmelagerselskab, **HT Varmelager**. Dette kan gøres på flere måder:
  - a) Kommerciel model:** HT varmelager køber og sælger fjernvarme. Prisforskellen mellem køb og salg samt betaling for reguleringsydelser og reservelast/ spidslastydelser driver økonomien. Driften optimerer økonomien for HT varmelager.
  - b) Varmelast model:** Varmelast.dk etablerer og driver varmelageret. Varmelageret indgår i lastfordelingen på åbne og objektive vilkår.
  - c) HT fjernvarme model:** Det lokale varmeselskab etablerer og driver varmelageret. Driften optimerer økonomien for HT Fjernvarme



## Business case for lager

### A: Kommerciel model

- Som hovedregel er varmepriser i det sammenhængende system baseret på lange aftaler. Varmepriserne afspejler således ikke de marginale produktionsomkostninger i systemet.
- Den kommercielle model hviler på prisforskelle time for time samt prissætning af reguleringsydelser og spidslastydelser. En kommerciel model vil derfor være betinget af en gennemgribende ændring af prisstrukturen.
- Dette vurderes ikke realistisk indenfor en overskuelig fremtid.

# Business case for lager

## B: Varmelast.dk

- Varmelast.dk foretager i dag den samlede lastfordeling baseret på indmeldinger fra producenter om marginalomkostninger samt på viden om begrænsninger i nettet.
- Såfremt Varmelast.dk inddrager et varmelager i lastfordelingen, er der mulighed for at hele driftsnyttepotentialet aktiveres. Dette kræver sandsynligvis, at alle væsentlige varmeproducenter, herunder affaldsværkerne inddrages i lastfordelingsberegningerne.
- Det er overvejende sandsynligt, at størstedelen af den aktiverede driftsnytte i det tilfælde vil tilfalde varmemeforbrugerne i form af lavere varmepriser.
- Et næste skridt i denne model kunne være at analysere hvilke delenøgler for investeringsomkostninger og driftsomkostninger mellem varmeselskaberne der svarer bedst til deres respektive forbrugeres potentielle gevinst.
- Ejerskab og selskabsstruktur er i princippet underordnet. Det afgørende er, at varmelageret indgår i Varmelast.dk's beregningsrutiner.

## Business case for lager

### C: HT Fjernvarme model

- Varmelageret kan etableres og drives af ét varmeselskab, f.eks. Høje Taastrup Fjernvarme a.m.b.a.
- HT Fjernvarme kan herefter delvist anvende varmelageret i kombination med mulig egen varmeproduktion, f.eks. baseret på fjernkøling.
- Det skal afklares i hvilket omfang leverance fra varmelageret bør indgå i den samlede lastfordeling.
- Såfremt prissætningen mellem VEKS og HT fjernvarme ikke er omkostningsægte i hvert tidsafsnit (Hvad den sandsynligvis ikke er), er det sandsynligt at lagerets drift bliver suboptimal. Det betyder, at lageret ikke udnytter sit fulde potentiale.
- Dette vil dog kunne håndteres ved at HT Fjernvarme lader lageret helt eller delvist indgå i den samlede lastfordeling på samme måde som andre varmeproducenter.

# Konklusion

- Overslag viser, at et varmelager i HT på 70.000 m<sup>3</sup> inkl. tilslutninger kan etableres for i omegnen af 80 mio. kr. Tallet er dog usikkert på det foreliggende datagrundlag.
- Varmelageret viser god økonomi samlet set. Værdien ligger især i at kunne erstatte spidslastproduktion med billigere kraftvarme.
- Varmelageret reducerer både brændselsforbrug og CO<sub>2</sub> emission.
- Timesimuleringerne viste at der er økonomi i både bruge lageret til regulering på kort sigt (timer) og på længere sigt (ugebasis).
- Følsomhedsberegninger viser betydelig nytte af lageret selvom ladekapaciteten halveres (til 25MW). Tilslutningsomkostninger er stærkt knyttet til ladekapaciteten. Følsomhedsberegninger viser endvidere, at der kan være økonomi i at bygge lageret større end de 70.000 m<sup>3</sup>.
- Et næste naturligt skridt i overvejelserne vil være at optimere størrelse og placering gennem et egentligt forprojekt.
- Etablering af et lager er betinget af, at et lagerselskab kan tro på en positiv business case. Overvejelser om selskabsstruktur peger på, at varmeselskaberne er de naturlige ejere. Overvejelser peger også på, at et varmelager bør indgå i den driftsoptimering, der varetages af Varmelast.dk.

# Bilag

# Spørgsmål og mulige alternativer ?

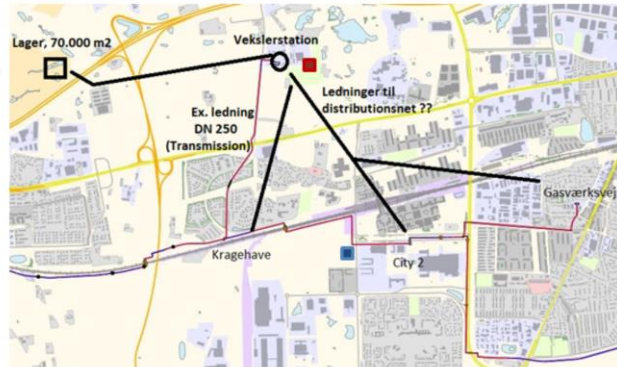
Placeringen i eksisterende grusgrav er en god idé, men den er ikke nødvendigvis økonomisk optimal. Alternativer, der kan overvejes:

## Placere lageret ved vekslerstationen (Lervangen ■)

- Det færdige lager vil "kun" fylde ca. 125 x 125 m
- Væsentlig billiggørelse hvis investering i den lange forbindelsesledning og underboringer kan undgås

## Placere lager og vekslerstation centralt (nær City 2? ■)

- Ved placering tæt ved ex. distributionscentral kan udgifter til anlæg af nye ledninger minimeres
- Arealet ovenpå lageret kan evt. udnyttes (f.eks. parkering el lign.)



# Forudsætninger for simuleringer

- Balmorel timesimuleringer for 2025
  - Følsomhedsberegninger
    - Halveret ladekapacitet: 25MW
    - Dobbelte lagervolumen: 6600MWh
    - Dobbelte lagervolumen, halv ladekapacitet: 6600MWh, 25MW
- Benytter VPH3 – Alternativ 1 (dog uden varmelagre)
  - Udbygning i Hovedstaden med geotermi, solvarme og varmepumper
- Siden VPH3 lavet en del dataopdateringer som også er medtaget i denne analyse
  - Brændselspriser
  - VE-krav i omverdenen
  - Mere detaljeret repræsentation af Nordsjællandske fjernvarmeområder
    - forbrug, produktion, varmetransmission, finopdeling af områder
  - CO2 pris