Region Hovedstaden

BYGHERRE FORENINGEN

HELHEDSORIENTERET BÆREDYGTIG JORDHÅNDTERING

Overskudsjord i energianlæg

HELHEDSORIENTERET BÆREDYGTIG JORDHÅNDTERING

OVERSKUDSJORD I ENERGIANLÆG

DELPROJEKT 9

Rapporten er udarbejdet for Region Hovedstaden og Bygherreforeningen af Niras A/S

Fotos og visualiseringer: Niras A/S og Gottlieb Paludan Architects A/S

Udgivet - Februar 2016

Indholdet stilles frit til rådighed for interesserede brugere, og Region Hovedstaden og Bygherreforeningen er uden ansvar for anvendelsen heraf. Ved brug af citater fra teksten (eller spillet) skal kilde angives.

Projektet har modtaget økonomisk støtte fra Region Hovedstaden.

INDHOLD

1. Forord 4

2. Formål og projektramme 5

2.1. Partnerskabet 5

2.2. Ny samfundsværdi af gamle grusgrave 5

2.3. Overskudsjord og rentabilitet 6

2.4. Den energimæssige problemstilling 6

2.5. Energi og klima i Høje-Taastrup Kommune 6

3. Graveområderne 7

3.1. Råstofgravene i Vasby graveområde i et historisk og geologisk perspektiv 7

3.2. Kallerup Grusgrav 7

3.3. Ågesholm Grusgrav 8

4. Varmelager i Kallerup Grusgrav 8

4.1. Anlægskoncept og foreløbige dimensioner 8

4.2. Placering af varmelager og solvarmeanlæg 10

4.2.1. Overordnet myndighedsvurdering 10

4.2.2. Skitse til reetablering efter gravning under grundvandsspejl 11

4.3. Anlægsskøn, herunder overvejelser om overskudsjord 12

4.4. Realisering af varmelageret 12

5. Pumped hydro storage i Ågesholm Grusgrav 13

6. Perspektivering og det videre arbejde 14

6.1. Det videre arbejde i Høje-Taastrup Kommune 14

6.2. Perspektivering 15

6.2.1. Varmelager 15

6.2.2. Pumped hydro power 16

6.2.3. Geoteknik i overjorden 16

6.2.4. Problematikker der kan undersøges yderligere 16

Bilag

1. Høje-Taastrup Damvarmelager i Kallerup Grusgrav. Forundersøgelse, NIRAS 2014
2. Pumped hydro storage-anlæg i Ågesholm Grusgrav. Notat, NIRAS 2014
3. Revideret bud på kommunens myndighedsbehandling ved etablering af damvarmelager og solfangeranlæg i Kallerup Grusgrav, Notat, Høje-Taastrup Kommune Teknik- og Miljøcentret Natur og Miljø

1. FORORD

Region Hovedstaden har i 2012 indgået aftale med Bygherreforeningen om programmet "Helhedsorienteret Bæredygtig Jordhåndtering". Programmet realiseres i perioden 2013 – 2016 og omfatter i alt 9 delprojekter. Bygherreforeningen repræsenterer et konsortium, hvori Grontmij A/S (nu SWECO A/S) og NIRAS A/S medvirker som tekniske konsulenter.

Denne rapport sammenfatter resultater af indledende feasibility studier og perspektiver for anvendelse af overskudsjord i tidligere råstofgrave til energiformål på baggrund af to konkrete cases, dels et vandkraftanlæg i tilknytning til Ågesholm Grusgrav og dels et damvarmelager i Kallerup Grusgrav.

Projektet er et led i Region Hovedstadens program for overskudsjord, hvis formål er, at fremme ressourceeffektiv og bæredygtig håndtering af overskudsjord – også i økonomisk forstand.

Projektet forventes at få stor betydning for fremtidig jordhåndtering, ligesom det forventes at skabe værdi for samfundet, herunder for de mange private virksomheder og offentlige myndigheder, der har indgået i partnerskaber bag de enkelte delprojekter.

Projektets mål er, at frembringe ny viden og nye redskaber som kan understøtte Region Hovedstadens målsætning om, at overskudsjord skal opfattes som en ressource og ikke affald.

Projektet består af 9 delprojekter:

1. Godkendelsesordning for jordprøvetagere
2. Planlægningstilgange
3. Lokal jordhåndtering
4. Portal for overskudsjord
5. Jordforædling
6. Genbrugsjord på landbrugsarealer
7. Sundhedslandskaber
8. Klimatilpasning med overskudsjord
9. Overskudsjord i energianlæg

Projektets mål er, at frembringe ny viden og nye redskaber som kan understøtte Region Hovedstadens målsætning om, at overskudsjord skal opfattes som en ressource og ikke affald.

Bag hvert delprojekt er etableret et partnerskab. Adskillige partnere har deltaget i mere end ét delprojekt. Partnerne er i det følgende nævnt i alfabetisk orden:

ALS A/S, Ballerup Kommune, Banedanmark, Boes Consulting, Bygherreforeningen, Danmarks Miljøportal, Dansk Transport & Logistik, DSV Miljø A/S, Faxe Kalk A/S, FK Ejendomme, Frederiksberg Kommune, Frederikssund Kommune, Gentofte Kommune, Geo, Gladsaxe Kommune, Herlev Kommune, Hillerød Forsyning A/S, Hillerød Kommune, HOFOR A/S, Høje Taastrup Fjernvarme AmBa, Høje-Taastrup Kommune, Kallerup Grus A/S, KMC, Kystdirektoratet, Københavns Kommune, Lyngby-Taarbæk Kommune, NCC Råstoffer A/S, Dantonit A/S, Nordvand, Region Sjælland, RGS90 A/S, RH Miljø, RH Udvikling, Rudersdal Kommune, SR-Gruppen A/S, Teglværksforeningen, Vejdirektoratet, Aarhus Universitet, Aarhus Kommune, Ålborg Kommune.

2. FORMÅL OG PROJEKTRAMME

Formålet med dette delprojekt - delprojekt 9 - er, gennem konkrete cases at undersøge og beskrive mulighederne for anvendelse af overskudsjord i anlæg som sigter på lagring og produktion af vedvarende energi. Endvidere er det formålet at demonstrere, hvordan råstofgrave kan reetableres til rekreative formål samtidig med, at de anvendes til energiformål. I delprojektet er taget udgangspunkt i Kallerup Grusgrav og Ågesholm Grusgrav, men nærmere anlægs placering er ikke fastlagt.

Rapporten og tekniske notater med bagvedliggende beregninger om damvarmelager og om pumped hydro storage er udarbejdet i 2014/15 af NIRAS A/S i dialog med partnerne.

2.1. PARTNERSKABET

Partnerskabet bag delprojekt 9 er sammensat af aktører med konkret interesse i en mulig etablering af hhv. et damvarmelager i Kallerup Grusgrav og et pumped hydro storage-anlæg i Ågesholm Grusgrav.

Partnerskabet udgøres af følgende:

- Marie-Louise Lemgart, Høje-Taastrup Kommune (lead partner)
- Lone Johnsen, Høje-Taastrup Kommune
- Jens Lind Gregersen, Region Hovedstaden
- Mia Cynthia Paasche, Høje Taastrup Fjernvarme AmBa
- Rudi Bjerregaard, Høje Taastrup Fjernvarme AmBa
- Henrik Olsen, Kallerup Grusgrav A/S
- Jens Arre Nord, RGS 90 A/S
- Mia Nordqvist Nielsen, HOFOR (deltog i den helt indledende del af projektet)

NIRAS A/S har leveret teknisk ekspertise og projektledelse ved

- Morten Størup
- Lars Boye Mortensen

Gottlieb Paludan Architects A/S har bidraget med visualisering ved

- Uffe Wainø
- Marise Fiebig

Høje-Taastrup Kommune er lead partner i delprojektet og repræsenterer myndigheden for plan, natur og miljø, samt energiplanlægning. Høje Taastrup Fjernvarme A.m.b.a er fjernvarmeleverandør og mulig ejer og aftager af energi fra et kommende varmelager. Kallerup Grusgrav A/S og DSV Miljø A/S deltager i egenskab af ejere af de grusgrave, som danner baggrund for de to cases. Endelig deltager Region Hovedstaden i egenskab af støtte-yder til projektet (via regionale udviklingsmidler) og som repræsentant for råstofmyndigheden.

De to grusgrave er repræsentative for hele Region Hovedstaden. Derfor vil projektets a resultater kunne anvendes i sammenhæng med andre, lignende råstofgrave.

2.2. NY SAMFUNDSVÆRDI AF GAMLE GRUSGRAVE

En af de helt store udfordringer i fremtidens energisystem er at skabe sammenhæng mellem produktionen af energi fra vedvarende energikilder og samfundets forbrug af energi. I den forbindelse er der behov for at indbygge energieffektive og økonomisk bæredygtige lagre i energisystemet, f.eks. i form af damvarmelagre til sæsonlagring af fjernvarme.

Her kan de tidligere råstofgrave, som findes overalt i Region Hovedstaden, anvendes. Typisk reetableres ler- og grusgrave til rekreative formål og det er med dette delprojekt forsøgt at finde nye veje til samfundsnyttig anvendelse af råstofgravene og den tilhørende overjord til energilagring.

2.3. OVERSKUDSJORD OG RENTABILITET

Et af formålene med delprojektet er at vise, i hvilken udstrækning overskudsjord kan reducere omkostningerne til etablering af energilagre i råstofgrave og dermed forbedre anlæggenes rentabilitet.

2.4. DEN ENERGIMÆSSIGE PROBLEMSTILLING

Danmark er i gang med en ambitiøs omstilling til vedvarende energikilder. En af de essentielle problemstillinger ved vedvarende energi er, at den ikke genereres som et konstant influx. Energiproduktionen er fluktuerende, og derfor er det en stor teknologisk udfordring at regulere og lagre energien. Dette er en af de største udfordringer i forhold til i fremtiden at lægge større mængder energiproduktion over til vedvarende energikilder. Det kan derfor være en fordel at opbygge lagre i energisystemet, hvor overskudsenergi kan opbevares, indtil det skal bruges. Det gælder f.eks. vindmøllestrøm, hvor el-produktionen i blæsende perioder kan overstige det samtidige elforbrug og som allerede nu tvinger elprisen under 0 kr./kWh flere gange om året. Og da solvarme er i direkte modfase med varmebehovet, er der ligeledes her behov for energilagring. F.eks. er der mest solindstråling i sommerhalvåret, hvorimod varmebehovet i fjernvarmesystemet er højest i vintermånederne.

I et damvarmelager kan et stort vandvolumen opvarmes med energi fra vedvarende energikilder eller med overskudsvarme fra industrielle processer mv. i de perioder, hvor produktionen overstiger forbruget. Når der så opstår behov for energi i fjernvarmenettet, hentes varme via varmevekslere i damvarmelageret og sendes ud til forbrugerne. Denne metode til sæsonlagring af varme er velafprøvet f.eks. i Marstal og Dronninglund og har en høj effektivitet.

Pumped Hydro Storage er en teknik, som kan benyttes til at lagre elektricitet. Teknikken baseres på, at vand pumpes op i et højtliggende reservoir, når der er billig energi til rådighed. Når der opstår behov for elektricitet, ledes vandet gennem turbiner ned til et lavereliggende reservoir. Herved kan produktionen af el tilpasses efterspørgslen og bidrage til en regulering af blandt andet elpriser og reducere behovet for spidsbelastningskapacitet. Teknikken er meget veldokumenteret bl.a. fra en række meget store anlæg i Norge, har været anvendt gennem mere end 100 år og har en effektivitet på ca. 80 %

2.5. ENERGI OG KLIMA I HØJE-TAASTRUP KOMMUNE

Høje-Taastrup er en ambitiøs klimakommune. I 2008 vedtog byrådet i Høje-Taastrup Kommune Udviklingsstrategi 2010 – 2022[1] med en målsætning om, at reducere forbruget af fossile brændstoffer, øge anvendelsen af vedvarende energi, samt at være CO^2-neutral. For at planlægge vejen hen mod realiseringen af målsætningen om den CO^2-neutrale kommune har byrådet vedtaget Klimaplan 2009 – 2013[2] med konkrete mål for reduktion af energiforbrug og CO^2-udledning.

For at videreføre det ambitiøse arbejde frem mod en CO^2-neutral/fossilfri kommune, er det politisk besluttet at udarbejde "Klimaplan 2.0", som skal sikre en fortsat systematisk og effektiv planlægning og implementering af en række endnu ikke fastlagte initiativer. "Klimaplan 2.0" forventes vedtaget i 2014.

[1] Udviklingsstrategi 2010 – 2022 Høje-Taastrup Kommune, 2010
[2] Klimaplan 2009 – 2013 Høje-Taastrup Kommune, 2009

Det er endvidere et led i kommunens nyligt opdaterede Udviklingsstrategi 2012 – 2024[3] og en helt ny Vækstpolitik 2013 – 2017[4], at Høje-Taastrup Kommune gennem planlægning, investering, facilitering, samt samarbejde med relevante aktører ønsker, at understøtte grøn vækst og fossilfri byudvikling. Dette anses som et afgørende element i omkostningseffektivt at kunne realisere målet om, at Høje-Taastrup Kommune kan blive fossilfri senest i 2050.

Senest har Høje-Taastrup Kommune modtaget støtte fra Energistyrelsens Superpulje til gennemførelse af projektet "Høje Taastrup 202X: Omkostningseffektiv accelereret omstilling til en fossilfri energiforsyning". Projektet omfatter bl.a. en analyse af og forberedelse til demonstrationsprojekt for lagring af overskudsvarme og vindenergi i varmelager til brug for fjernvarmeforsyningen. Denne rapport skal ses som et indledende bidrag til ovenstående temaer.

3. GRAVEOMRÅDERNE

I de følgende afsnit er en kortbeskrivelse af Kallerup Grusgrav og Ågesholm Grusgrav.

3.1. RÅSTOFGRAVENE I VASBY GRAVEOMRÅDE I ET HISTORISK OG GEOLOGISK PERSPEKTIV

Der er i mange år gravet efter sand, grus og sten i Vasby Graveområde, der er beliggende nord for Hedehusene. Råstoffer fra graveområdet har bidraget til råstofforsyningen i Region Hovedstaden gennem mere end 50 år, men nu er råstofforekomsten ved at være udtømt og der henligger store arealer, som skal reetableres, herunder Ågesholm Grusgrav og Kallerup Grusgrav. Sidstnævnte forventes dog at fortsætte produktionen i en kortere årrække endnu.

I graveområdet er der indvundet sand og grus fra 10 – 30 m mægtige sand- og grusaflejringer, som er aflejret under den sidste istid. Disse aflejringer betegnes som Hedelandsformationen. Overjorden udgøres typisk af et muldlag, smeltevandsaflejringer af sand og ler og af én eller flere morænelersenheder, hvis mægtighed varierer fra 0,5 meter til mere end 30 meter. Under moræneleret findes den smeltevandsformation, der er kendt som Hedelandsformationen og som er genstand for råstofindvinding.

Områdets ressourcer er dannet under den sidste istid da isen smeltede tilbage. Tilbagesmeltningen skete i etaper ved afsmeltning af gletschere efterflugt af kortvarige fremstød, som afslutningsvist har medført aflejring af moræneler over smeltevandsmaterialerne samt deformering af lagene i smeltevandsaflejringerne. I varmere perioder er gletschere smeltet tilbage, mens de i koldere perioder er skudt frem.

Det særlige ved Hedelandsområdet er, at det i en længere periode under sidste istid var én stor smeltevandsslette, hvor der blev aflejret meget tykke aflejringer af smeltevandsmateriale fra floder, dannet ved afstrømning fra en gletscherfront. Hedelandsformationen er karakteriseret af velsorterede aflejringer af sand og grus og de skiftende lag af sand, grus og sten vidner om, at gletscherfronten har stået i forskellig afstand til forskellige tider og at smeltevandsfloderne fra gletscheren har skiftet forløb. Dette har haft betydning for den energi, smeltevandet fra gletscheren har haft og dermed for de kornstørrelser, der er aflejret.

3.2. KALLERUP GRUSGRAV

Kallerup Grusgrav ligger umiddelbart nord for Holbækmotorvejen mellem afkørsel 7a og 7b hhv. Baldersbrønde og Høje Tåstrup S, se figur 1. Området har, før gravning startede, været opdyrkede landbrugsarealer. Kallerup er første gang nævnt i 1376 som Kallorp. Stedet fik dog allerede sit navn i vikingetiden.

[3] Udviklingsstrategi 2012 – 2024 Høje-Taastrup Kommune, 2012
[4] Vækstpolitik 2013 – 2017, Høje-Taastrup Kommune, 2013

Områdets oprindelige terræn har været beliggende i ca. kote +30 – 35 m DVR90 og bunden af graveområdet ligger omkring kote +20 m DVR90. Der indvindes forsat råstoffer i grusgraven, men restressourcen er begrænset. Gravning forventes ophørt i 2023 og området skal herefter reetableres.

Kallerup Grusgrav A/S er et selvstændigt aktieselskab og indvinder sand, grus, sten og kalk fra et ca. ca. 50 ha stort område mellem Holbækmotorvejen, Højvangsvej og Fløng.

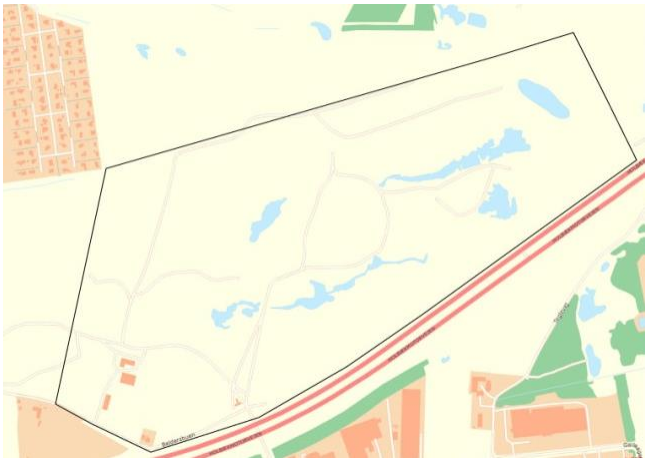


Fig. 1: Omtrentlig udstrækning af Kallerup Grusgrav

3.3. ÅGESHOLM GRUSGRAV

Ågesholm Grusgrav er beliggende i Vasby Graveområde og dækker den nordøstlige del af Hedelandsformationen. Ågesholm ligger mellem Fløng og Sengeløse i Høje-Taastrup Kommune, se fig. 2. Det oprindelige terræn har været beliggende i ca. kote +40 – 45 m DVR90 og bunden af graveområdet ligger ca. omkring kote +20 m DVR90. Gravningen er ophørt og området er under reetablering. Der foreligger dispensation til modtagelse af udefrakommende jord, men aktuelt modtages ikke jord på arealet.

Ågesholm Grusgrav ejes af DSV Miljø A/S, og omfatter et areal på knapt 100 ha.

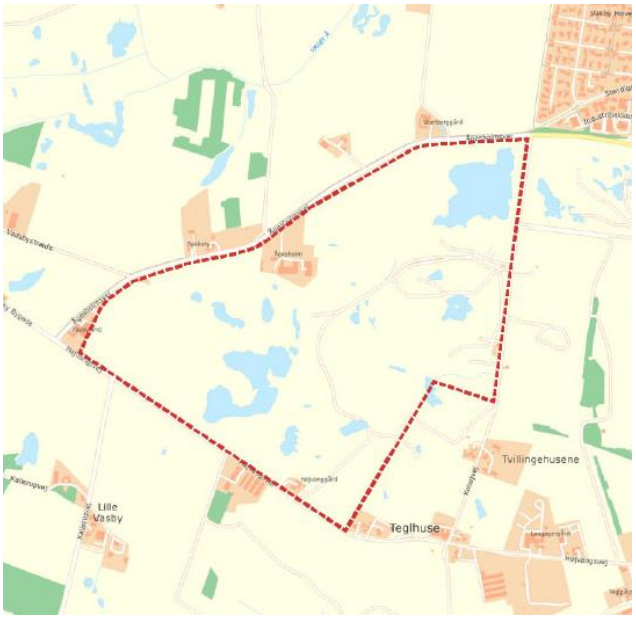


Fig. 2: Omtrentlig udstrækning af Ågesholm Grusgrav

4. VARMELAGER I KALLERUP GRUSGRAV

Dette afsnit præsenterer et resume af baggrundsnotatet om varmelager i Kallerup Grusgrav[5], se bilag 1. Der er her belyst tekniske og økonomiske aspekter forbundet med etablering af et damvarmelager og et tilhørende solvarmeanlæg i Kallerup Grusgrav nord for Hedehusene.

4.1. ANLÆGSKONCEPT OG FORELØBIGE DIMENSIONER

Det skitserede anlægskoncept består af følgende hovedkomponenter:

- 50.000 m^2 solfangeranlæg med tilhørende solfangercentral
- 100.000 m^3 damvarmelager med tilslutningsanlæg til solfangercentral
- Ca. 2.000 m fjernvarmetransmissionsledning mellem solfangercentral og tilslutningspunkt til det eksisterende fjernvarmenet.

[5] Notat om Høje-Taastrup Damvarmelager i Kallerup Grusgrav, Forundersøgelse, NIRAS 2014

Solvarmeanlægget og varmelageret dimensioneres til at kunne dække toppen af mellemlast[6] og spidslastbehovet i vinterhalvåret, samt fungere i reservelastsituationer, hvor varmen fra lageret erstatter dyr naturgasdrevet fjernvarmeproduktion.

Økonomien i det skitserede anlægskoncept vil afhænge af, om der også lagres en vis mængde overskudsvarme med en tilsvarende eller lavere produktionspris end solvarmen.



Figur. 3: Visualisering af damvarmelager og solfangerfelter i Kallerup Grusgrav (NIRAS A/S)



Figur. 4: Planskitse af damvarmelager og solfangerfelter i Kallerup Grusgrav (NIRAS A/S)

[6] Mellemlast er perioder, hvor energiforbruget i fjernvarmenettet er større end den energimængde som grundlastanlægget kan yde. Der anvendes traditionelt kul, olie eller naturgas.

4.2. PLACERING AF VARMELAGER OG SOLVARMEANLÆG

Damvarmelageret planlægges placeret i den østligste del af den slutudgravede Kallerup Grusgrav med henblik på at udnytte mest muligt af grusgravens skrænter til lagerets sider og samtidig reducere afstanden til det tidligere forbrændingsanlæg på Lervangen 1, som forudsættes at være tilslutningspunktet til det eksisterende fjernvarmenet. Begge dele bidrager til at reducere projektets anlægsomkostninger og dermed varmelagerets rentabilitet. Med den viste placering af lageret vil mere end halvdelen af de slutudgravede skrænter kunne genanvendes mere eller mindre direkte til opbygning af varmelageret.

Solfangerfeltet foreslås placeret vest for damvarmelageret og solfangercentralen. Solvarmeanlægget er på figur 3 og 4 placeret på et mod syd skrånende terræn, som er opbygget af overjord fra råstofgravningen

4.2.1. OVERORDNET MYNDIGHEDSVURDERING

Høje-Taastrup Kommune har undersøgt de myndighedsrelaterede forhold i relation til et evt. damvarmelager i Kallerup Grusgrav. Kommunen vurderer[7], at projektområdet skal flyttes mod vest for ikke at ligge inden for arealet, der er reserveret til transportkorridor.

En anden udfordring er, at projektområdet ligger i den ydre grønne kile. Hvis Naturstyrelsen vurderer, at anlægget ikke er foreneligt med friluftsinteresserne m.m. i de grønne kiler, kan Naturstyrelsen nedlægge veto mod kommunens lokalplanforslag og kommuneplantillæg. Naturstyrelsen er myndighed for Fingerplan 2013 som fastlægger transportkorridoren og de grønne kiler.

Det er ikke muligt på nuværende tidspunkt at vurdere de miljømæssige påvirkninger af jord og grundvand m.m., og dermed vurdere om der kan gives en § 19 tilladelse til projektet.

Oversigt for Høje-Taastrup Kommunes forventede myndighedsbehandling

Lovhjemmel	**Bemærkninger**	**Forventet sagsbehandlingstid fra sagen er fuld oplyst**
Planloven[8] Lokalplan Kommuneplantillæg **Miljøvurderingsloven**[9]	Lokalplan, kommuneplantillæg og miljøscreening af planerne kan udarbejdes sideløbende. Klagefrist 4 uger. Bemærk at Naturstyrelsen kan nedlægge veto mod et planforslag, hvis det strider mod statslige interesser, herunder Fingerplan 2013.	7-8 måneder Hvis miljøscreening af planerne viser, at der skal udarbejdes en miljørapport, må sagsbehandlingstiden forventes forlænget med 2-3 måneder.
VVM-bekendtgørelsen[10]	Hvis VVM-screeningen viser, at der ikke skal udarbejdes en VVM-redegørelse, kan afgørelsen træffes uden forudgående høring.	VVM-screening varer 2-3 uger

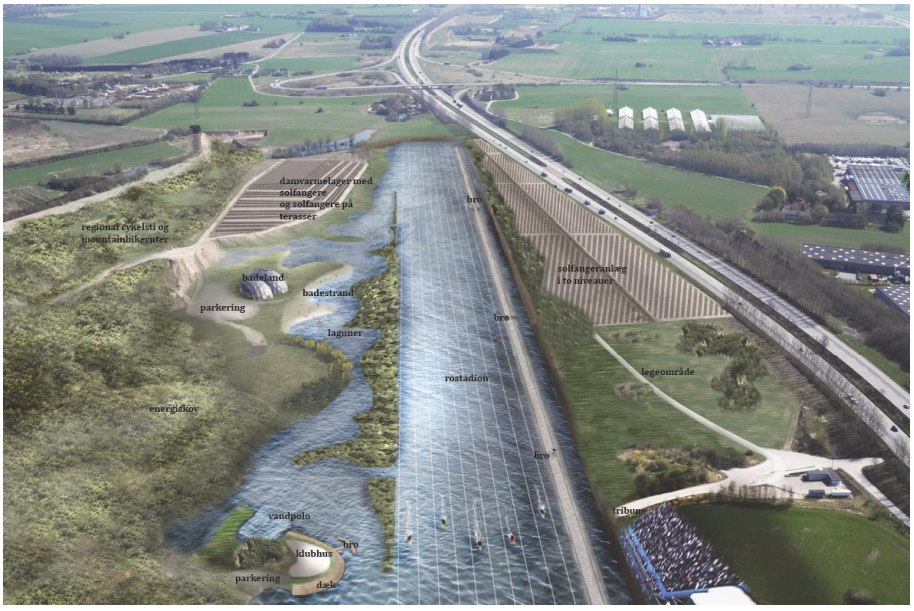
7 Bilag 3, Notat om Overskudsjord i Energiprojekter, 25-11-2014
8 Lovbekendtgørelse af 27.07.2013. Bekendtgørelse af lov om planlægning
9 Lovbekendtgørelse nr. 939 af 03.07.2013. Bekendtgørelse af lov om miljøvurdering af planer og programmer
10 Bekendtgørelse nr. 1184 af 06.11.2014. Bekendtgørelse om vurdering af visse offentlige og private anlægs virkning på miljøet (VVM) i medfør af lov om planlægning

VVM-bekendtgørelsen - fortsat	Klagefrist 4 uger	VVM-redegørelse kan udarbejdes sideløbende (eller som en integreret del) med en eventuel miljøvurdering af planerne.
Byggeloven[11]	Afgørelsen kan træffes uden forudgående høring. Klagefrist 4 uger.	4-6 uger
Miljøbeskyttelsesloven[12] § 19 tilladelse	Kræver forudgående høring af sagens parter og relevante myndigheder inden der kan træffes afgørelse. Klagefrist 4 uger.	2-3 måneder

4.2.2. SKITSE TIL REETABLERING EFTER GRAVNING UNDER GRUNDVANDSSPEJL

Kallerup Grusgrav A/S har i efteråret 2014 orienteret Region Hovedstaden om, at der ønskes tilladelse til råstofgravning under grundvandsspejl. Region Hovedstaden er således i dialog med Kallerup Grusgrav A/S, idet regionens udgangspunkt er, at råstofressourcer skal udnyttes mest muligt. Hvis der iværksættes gravning under grundvandsspejlet vil dele af Kallerup grusgrav efter endt gravning fremstå som en aflang sø. I den situation vil et eventuelt damvarmelager og solfangeranlæg skulle udformes under hensyntagen til søen, hvilket åbner for nye muligheder for benyttelse til rekreative formål, som f.eks. visualiseret i figur 4.1. Her er søen udlagt som et kajakstadion af internationalt tilsnit og beliggende i et rekreativt område, hvori der er indpasset et badeland, solfangerfelter og damvarmelager.

Visualiseringen i figur 4.1 er et bud på, hvordan Kallerup Grusgrav kan udnyttes til både energiformål og rekreative formål. Skitsen hviler ikke på en nærmere teknisk dimensionering, ligesom der ikke er taget højde for eventuelle planmæssige begrænsninger mv.



Figur 4.1.
Visualisering af Kallerup Grusgrav, hvor en eventuel grusgravssø udlægges til kajakstadion i et rekreativt område, hvor der tillige er indpasset et badeland, samt damvarmelager og tilhørende solfangere.
(Gottlieb Paludan Architects A/S)

[11] Lovbekendtgørelse nr. 1185 af 14.10.2010. Bekendtgørelse af byggeloven
[12] Lovbekendtgørelse nr. 879 af 26.06.2010. Bekendtgørelse af lov om miljøbeskyttelse

4.3. ANLÆGSSKØN, HERUNDER OVERVEJELSER OM OVERSKUDSJORD

Der er udarbejdet et anlægsskøn for etablering af damvarmelageret i Kallerup. Anlægsskønnet (i bilag 1) tager udgangspunkt i erfaringstal fra damvarmeanlægget i Dronninglund (indviet maj 2014). Anlægsprisen for det 60.000 m^3 store damvarmelager i Dronninglund andrager ca. 17,6 mio. 2013-kr. ekskl. moms – svarende til 295 kr./m^3. Med udgangspunkt i prisen for etablering af damvarmelageret i Dronninglund kan anlægsprisen for et 100.000 m^3 damvarmelager i Høje-Taastrup Kommune estimeres ud fra regulering af overflade/ volumenforholdet til ca. 256 kr./m3 eller 25,6 mio. kr. (2013-priser ekskl. moms). Her er der, som en konservativ forudsætning, ikke indregnet fordele i form af genanvendelse af overskudsjord og fordelagtig (relativt til landbrugsjord) grunderhvervelse, som lageret i Høje-Taastrup Kommune vil kunne nyde godt af.

Anlægsomkostningerne for et damvarmelager i Kallerup skal tillægges udgifter til grundkøb, geotekniske forundersøgelser, planlægning (inkl. VVM), projektering og udbud, samt tilslutningsanlæg og byggestyring m.v.

4.4. REALISERING AF VARMELAGERET

Varmelageret planlægges placeret i bunden af Kallerup Grusgrav, og med bund af lageret mindst 2 m over grundvandsspejlet. Ved opbygning af jordvoldene ud mod åbent terræn kan der benyttes forskellige kvaliteter af fyldsand/jordmaterialer. Nedenstående fig. 5 angiver placeringen af de forskellige kvalitetstyper hvor I er bedste kvalitet og III dårligste kvalitet.

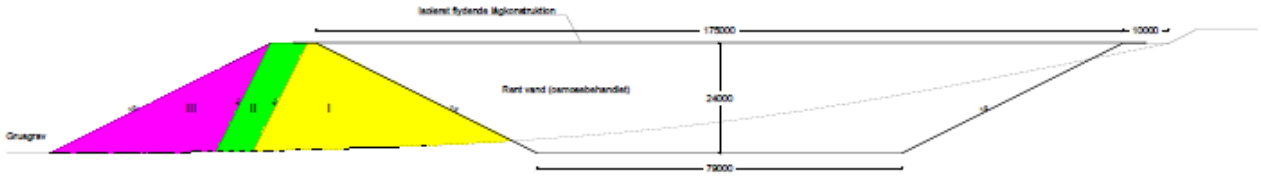


Fig. 5: Skitsemæssig tværsnit af damvarmelager (standardudformning)

Det er således muligt at anvende overjord til opbygning af terrænformer, der kan omkredse stillestående og/eller dynamisk vand. Det er helt uproblematisk, at de yderste dele af en dæmning består af overjord. Kommer man tættere på vandet, skal jorden kunne komprimeres til 98 proctor. Det er nødvendigt at sikre den inderste del enten med en bentonit forædlet jord, eller med en liner.

Forundersøgelsen viser, at der i Kallerup Grusgrav kan etableres et 100.000 m^3 damvarmelager med kendte teknologier– som kan lagre 15.950 MWh solvarme og/eller billig overskudsvarme fra sommerhalvåret til brug i Høje Taastrups fjernvarmeforsyning i vinterhalvåret.

Det skitserede 100.000 m3 damvarmelager kan med fordel suppleres med et 50.000 m^2 solvarmeanlæg, som, med det aktuelle prisniveau, kan levere solvarme til overslagsmæssigt 176 kr./MWh (17,6 øre/kWh), hvilket er billigere end både gasolie, naturgas og bioolie.

Anlæggene vil kunne bidrage til, at realisere Høje-Taastrup Kommunes vision for en fremtidig CO2 neutral og bæredygtig energiforsyning i kommunen og understøtte planerne om, at udbygge fjernvarmeforsyningen og fortrænge fossile brændsler i individuelt forsynede byområder.

5. PUMPED HYDRO STORAGE I ÅGESHOLM GRUSGRAV

Dette afsnit præsenterer et resumé af baggrundsnotatet (se bilag 2) om Pumped hydro storage i Ågesholm Grusgrav.[13] Pumped hydro storage er baseret på, at vand pumpes op fra en sø i bunden af råstofgraven til et højtliggende reservoir i perioder med overskydende (billig) elektricitet, f.eks. i perioder med stor produktion af vindmøllestrøm og lille elforbrug. I andre perioder med stort behov for el ledes vandet tilbage til søen, ned gennem turbiner, hvorved der produceres el, se fig. 6. På denne måde kan et pumped hydro-anlæg fungere som energilager.



Fig. 6: Princippet for pumped hydro power

Ved Ågesholm Grusgrav er der taget udgangspunkt i, at anvende overskudsjord til etablering af et vandreservoir i terrænniveau tæt ved den nordlige rand af grusgraven. Vandreservoirets bund vil være beliggende ca. 25 m over vandspejlet i en sø i bunden af grusgraven. Anlægget får på den måde en faldhøjde på 25 m. Vandreservoiret opbygges af overjord og/eller overskudsjord, som placeres i diger oven på terræn og som dermed danner siderne på vandreservoiret, se fig. 6. En skitsemæssig illustration af det påtænkte pumped hydro-anlæg ved Ågesholm Grusgrav ses i fig. 7. Som det fremgår af illustrationen, er der ved udformningen taget hensyn til en eventuel kommende motorvej M5 i den trafikkorridor, som passerer gennem grusgravsområdet.

I notatet om pumped hydro storage (se bilag 2) er der udarbejdet et skøn over anlægsomkostningerne ved etableringen. Når anlægsomkostningerne skal vurderes, er muligheden for at få en indtægt ved at modtage jord en parameter, som i høj grad kan spille ind på totaløkonomien, da anlæggets opbygning tager udgangspunkt i tilførsel af jord til opbygning af diger/volde omkring det øverste reservoir. Investeringer i et anlæg med pumper, trykledning, reservoir, vandturbine og el-generator vil løbe op i et større tocifret millionbeløb.



Fig. 7: Skitsemæssig udformning af et pumped hydro storage anlæg i den nordlige del af Ågesholm Grusgrav. Et vandreservoir beliggende i terrænniveau er her forbundet, via rør/turbiner til en sø i bunden af den gamle grusgrav, ca. 25 m under terræn.

[13] Bilag 2, Notat om pumped storage-anlæg i Ågesholm Grusgrav, NIRAS 2014

Med udgangspunkt i en maksimal faldhøjde på 25 meter viser de foretagne beregninger, at der maksimalt (og kun under gunstige forhold) vil kunne genereres en bruttoomsætning på 225.000 kr./år, hvilket ikke nok til at forrente en investering på et to cifret millionbeløb. Analyser af spotmarkedet og reservemarkedet giver ikke grundlag for antagelser om, at indtægter kan vurderes højere.

Det må derfor konkluderes, at det ikke i det nuværende energimarked er rentabelt at etablere et pumped hydro storage-anlæg i Ågeholm Grusgrav.

6. PERSPEKTIVERING OG DET VIDERE ARBEJDE

6.1. DET VIDERE ARBEJDE I HØJE-TAASTRUP KOMMUNE

Arbejdet med at undersøge mulighederne for et damvarmelager har vist, at der sandsynligvis vil være både økonomiske og miljømæssige fordele ved at etablere et damvarmelager i området ved Kallerup Grusgrav, se afsnit 4.2. Det er ikke en forudsætning for opbygningen af anlægget, at der skal anvendes overskudsjord for at sikre et rentabelt anlæg. Når anlægget skal etableres, skal der anvendes en del jordressourcer til etablering af varmelageret og til terrænbearbejdning for solfangeranlægget. Disse jordressourcer kan i det væsentligste udgøres af overjord fra grusgravningen. Vurderingen af rentabiliteten af anlægget er afhængig af, hvordan sammensætningen af varmekilderne bliver. Denne vurdering vil kræve et helt konkret projekt, som ikke blot omfatter varmelager og solfangerfelter i Kallerup, men også omfatter en analyse af hele Høje Tåstrup Fjernvarmes sammenhæng. Denne analyse kunne betyde at solfangeranlægget ikke tages med i projektet, fordi der er andre energikilder til rådighed, se fig. 8 og fig. 9.



Fig. 8: Skitsemæssig udformning af varmelager i Kallerup Grusgrav. Placeringen er endnu ikke fastlagt.

Høje-Taastrup Kommune og Høje Taastrup Fjernvarme har tilkendegivet, at man vil undersøge mulighederne for at gennemføre sådanne analyser og for at finansiere en evt. investering i varmelageret alene.



Fig. 9: Visualisering af varmelager i Kallerup Grusgrav. Placeringen er endnu ikke fastlagt.

Analyserne af et pumped hydro power anlæg viser, at den maksimale faldhøjde, der kan opnås i Ågesholm Grusgrav ikke er nok til at opnå tilstrækkelig energiomsætning til, at det kan modsvare den investering, der skal fortages til etablering af anlægget.

6.2. PERSPEKTIVERING

I de følgende afsnit er en perspektivering af projektet.

6.2.1. VARMELAGER

Damvarmelagre i tidligere grusgrave har mulighed for at blive et meget interessant nyt element i varmeforsyningen i Region Hovedstaden. Der findes i regionen en lang række lokaliteter, der sandsynligvis kan anvendes til lokale varmelagre, se fig. 8, som det er tænkt i Kallerup Grusgrav, og hvor man i stedet for at reetablere grusgrave til ekstensive rekreative formål, kan opnå en langt større samfundsmæssig værdi og samtidig bidrage til indfasningen af vedvarende energi.

Med en helhedsorienteret tilgang til etableringen af disse anlæg kan man fastholde den rekreative værdi, som reetableringen af grusgravene giver i dag. Ved at udnytte udtømte grusgrave reduceres behovet for at inddrage landbrugsjord og naturområder, når der skal etableres energianlæg og energilagre.

Derudover er der et særligt perspektiv, som kan få endnu større betydning i hovedstaden end det undersøgte anlæg i Kallerup Grusgrav. Det omfatter muligheden for at opskalere teknologien til meget store damvarmelagre dvs. lagre over 1.000.000 m^3. Disse kan kobles til det regionale fjernvarmetransmissionsnet, og dermed bidrage til at lagre energi fra f.eks. affaldsforbrænding om sommeren til opvarmning om vinteren. Dette perspektiv er ikke undersøgt i dette projekt, men det kan udgøre et tema for et kommende projekt.

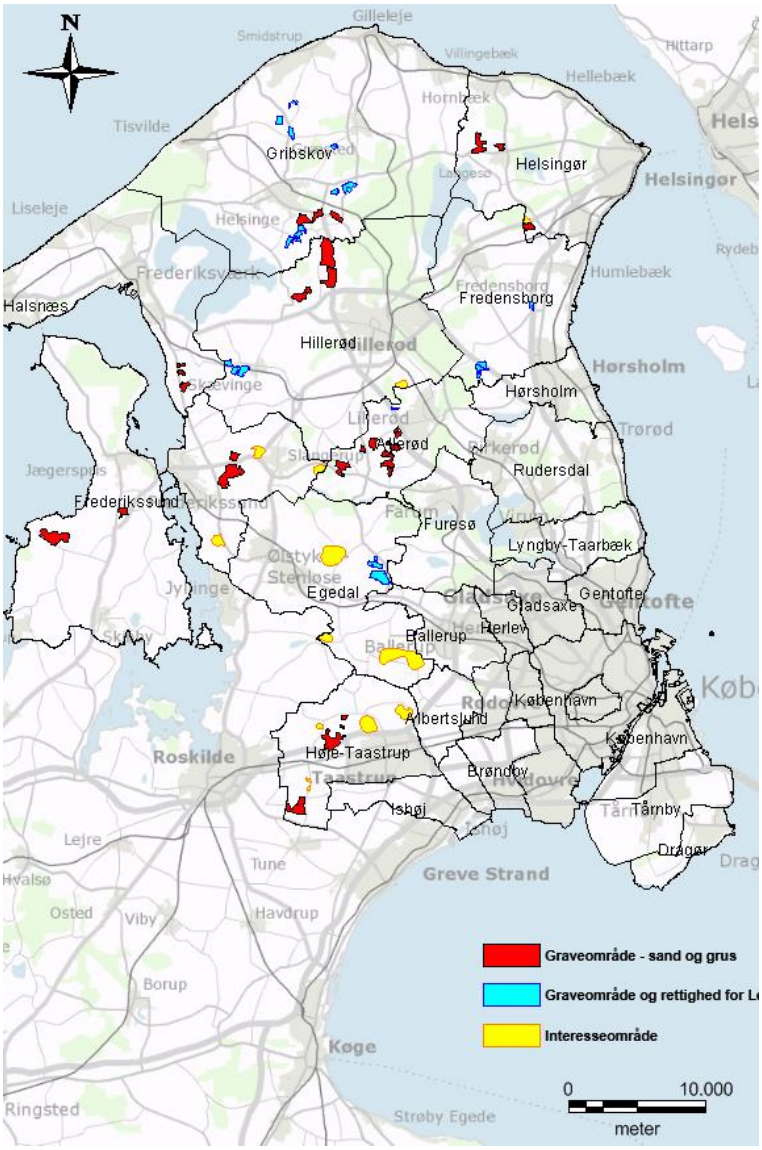


Fig. 8:
Der er en lang række grusgravsområder i Region Hovedstaden, som måske kan lægge jord til varmelagre. Kortet viser en nogle af disse områder.

6.2.2. PUMPED HYDRO POWER

Anlæg for pumped hydro storage i tilknytning til tidligere råstofgrave vil - i Danmark - altid være udfordret af den ringe mulighed for at opnå tilstrækkelig faldhøjde. Det er vanskeligt, på baggrund af analysen i baggrundsnotatet (bilag 1), at pege på grundlæggende forhold der kan godtgøre, at etablering af denne type anlæg i Region Hovedstaden kan blive økonomisk attraktiv.

6.2.3. GEOTEKNIK I OVERJORDEN

I relation til varmelagre, er det er muligt at anvende overskudsjord til opbygning af terrænformer, Men det kræver at man kender de geotekniske egenskaber af den jord der anvendes, således at man kan afgøre hvilke dele af jorden der kan anvendes i den inderste del af varmelageret og hvilke der alene kan anvendes på ydersiden af dæmningerne.

6.2.4. PROBLEMATIKKER DER KAN UNDERSØGES YDERLIGERE

Der skal afslutningsvis gøres opmærksom på, at reetablering af råstofgrave og etablering af damvarmelagre mv. skal ske inden for rammerne af gældende lovgivning. Disse forhold er ikke fuldt undersøgt eller belyst i dette delprojekt, eftersom fokus i delprojektet har været på, at belyse selve opbygningen af anlæggene, mulighederne i forhold til de to specifikke cases, rentabiliteten og etableringsøkonomien.

ENERGI OG OVERSKUDSJORD

NOTAT OM HØJE TAASTRUP DAMVARMELAGER I KALLERUP GRUSGRAV FORUNDERSØGELSE

---

1. INTRODUKTION

Dette notat er udarbejdet af NIRAS i samarbejde med styregruppen for projekt Energi og Overskudsjord og udgør en del af afrapporteringen af samme projekt.

Formålet med notatet og forundersøgelsen er at beskrive hvordan der kan skabes synergi mellem behovet for nyttiggørelse af store mængder overskudsjord fra lokale grusgrave samt reetablering af samme og Høje Taastrups vision for en fremtidige CO2 neutral og bæredygtig energiforsyning i kommunen. En energi/varmeforsyning som samtidig skal være såvel samfunds- som selskabssøkonomisk konkurrencedygtig for nuværende og nye fjernvarmeforbrugere for at understøtte planerne om at udbygge fjernvarmeforsyningen for, at fortrænge fossile brændsler i individuelt forsynede byområder.

En af udfordringerne i fremtidens bæredygtige energisystem er, at der i mange tilfælde ikke er tidsmæssig sammenhæng mellem energiproduktionen fra vedvarende energi kilder som vind og sol samt en række lavtemperatur spildvarmekilder som i dag ikke udnyttes i varmeforsyningen og energi og varmeforbruget. Mange spildvarmekilder er ligesom solvarme i direkte modfase med varmebehovet i fjernvarmesystemet hvor behovet er mindst om sommeren og størst om vinteren.

For at nyttiggøre sol og lavtemperatur spildvarme i varmeforsyningen udover grundlast området (10-15 % af varmebehovet) er der i fremtiden behov for, at kunne lagre varme på sæsonbasis (sommer – vinter) evt. i kombination med mindre kortidslagre strategisk placeret i fjernvarme systemet – typisk placeret sammen med eller tæt på større spildvarmekilder.

I dette notat skitseres det hvordan et 100.000 m3 damvarmelager og et 50.000 m2 solvarmeanlæg, kan etableres i Kallerup Grusgrav nord for Hedehusene for at understøtte ovennævnte formål, men nærmere placering af anlægget er ikke fastlagt.

I notatet skitseres hvilke lokale varmekilder der evt. kan udnyttes til opvarmning af sæsonvarmelageret i sommerhalvåret og efterfølgende benyttes til fjernvarmeproduktion i vinterhalvåret, hvor fjernvarmeproduktionen er relativ dyr, specielt i spids- og reservelastsituationer.

Endvidere skitseres en mulig konstruktion af et damvarmelager udformet som en omvendt pyramidestuds og tætnet med en speciel varmebestandig plastliner ud fra konkrete erfaringer fra en lignende type damvarmelager i Dronninglund (60.000 m3 etableret i 2013) og Marstal (75.000 m3 etableret i 2012).

Der er endvidere udført indledende økonomiske konsekvensberegninger på anlægskonceptet for at vurdere om projektet ud over de miljømæssige fordele også kan blive økonomisk bæredygtigt og dermed understøtte udbygning af fjernvarmeforsyningen i området.

2. FORUDSÆTNINGER FOR EN TEKNISK/ØKONOMISK VURDERING AF DAMVARMELAGER I KALLERUP GRUSGRAV

2.1. VARMEKILDER OG ÅRSFORDELING

Et damvarmelagers funktion i det fremtidige energisystem i Høje Taastrup er, at muliggøre sæsonlagring af energi/varme fra forskellige kilder fra sommer til vintermåneder hvor varmebehovet i byen er størst. Mange potentielle lavtemperaturkilder er imidlertid sæsonuafhængige eller i modfase med byens varmebehov dvs. størst om sommeren ligesom det er tilfældet med energiproduktionen fra solfangere.

Udnyttelse af forskellige lavtemperaturkilder i byen er en oplagt mulighed for at skabe grundlast forsyning i det fremtidige bæredygtige fjernvarmesystem i Høje Taastrup. I det omfang lavtemperaturkildernes samlede effekt overstiger grundlastbehovet i byen kan damvarmelageret anvendes til at lagre energien over kortere eller længere perioder evt. i kombination med lokale kortidslagre strategisk fordelt i forsyningsnettet.

Rammerne for dette projekt tillader ikke en egentlig kortlægning og kvantificering af lavtemperaturkilder i byen men det bør overvejes, at foretage en nærmere undersøgelse af følgende kilder til overskudsvarme som kan udnyttes enten direkte til fjernvarme (via varmeveksler) eller ved benyttelse af lokale varmepumpeløsninger for at bringe fremløbstemperaturen op på det ønskede niveau:

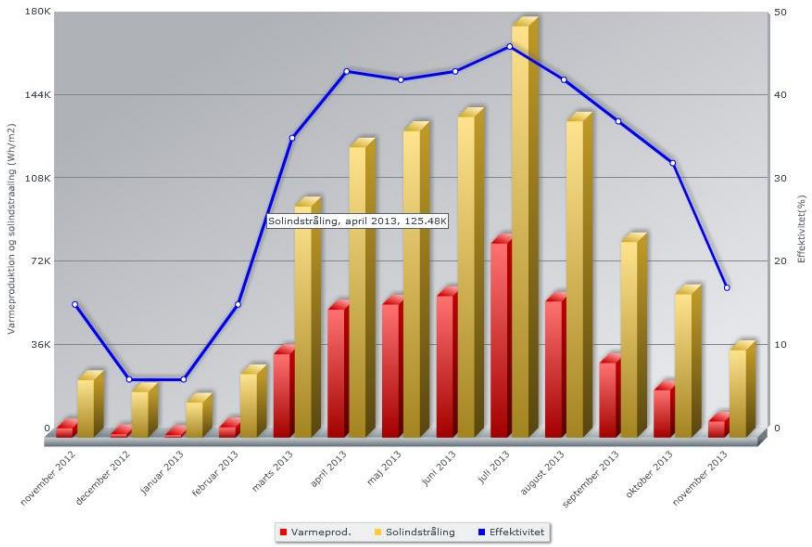
- Overskudsvarme fra detailhandlens køleanlæg.
- Overskudsvarme fra større erhvervsmæssige køle/fryseanlæg
- Overskudsvarme fra industriprocesser (bl.a. Kohberg bageri)
- Røggaskondensering
- Køling af spildevand lokalt (industri) og/eller centralt
- Køling af drikkevand (synergi med hygiejnekrav til drikkevandstemperatur og opholdstid)
- Evt. elkedel til udligning af kortidsoverløb af vind el.

Herudover er der om sommeren et stort kølebehov hos en række industrier, detailhandels virksomheder, offentlige institutioner og kontorer i Høje Taastrup, der på sigt vil kunne tilbydes fjernkøling som, et alternativ til deres eksisterende kompressor baserede kølesystemer. Ligesom for overskuds varmekilderne tillader rammer for dette projekt ikke en kortlægning af kølepotentialet men det kan nævnes, at Damvarelageret under visse betingelser vil kunne bidrage i et fjernkøleprojekt idet kold vand (2-5 °C) i princippet vil kunne lagres i bunden af lageret fra vinter til sommer samtidig med at varme lagres i toppen af lageret i en omvendt cyklus.

Et andet element der bør overvejes og som kan være med til at øge bl.a. damvarmelagerets effektivitet er, at lægge en strategi for gradvis reduktion af frem og returtemperatur i fjernvarmesystemet. Herved reduceres varmetabet i ledningsnettet men nok så væsentligt øges virkningsgraden betydeligt på centrale eller decentrale varmepumper i systemet ligesom flere overskudsvarme kilder vil kunne benyttes direkte i fjernvarmesystemet uden brug af varmepumper. Samtidig vil varmelageret kunne udnyttes mere effektivt idet lageret vil kunne levere fremløbstemperatur direkte i en større del af året.

Udover ovennævnte spildvarmekilder er det oplagt, at udnytte de store grusgravsarealer nord for Høje Taastrup til placering af varmeproducerende solfangere som allerede i dag vil kunne bidrage med bæredygtig energi til konkurrence dygtige priser og som passer godt ind i Høje Taastrups vision for den fremtidige energiforsyning i byen.

I det følgende er der skitseret et 50.000 m2 stort solvarmeanlæg som placeres i tilknytning til damvarmelageret. Et anlæg af denne størrelse vil i Danmark normalt kunne levere ca. 25.000 MWh/år varme (ved traditionelt temperatursæt højere ved lavtemperaturdrift) tidsmæssigt fordelt som vist på figur 1.



Figur 1. Typisk fordeling af energiproduktionen fra et solfangeranlæg i DK. Kilde: solarmarstal.dk

2.2. ANLÆGSKONCEPT OG FORELØBIGE DIMENSIONER

Det skitserede anlægs konceptet består således af følgende hoved komponenter:

- 50.000 m2 solfangeranlæg med tilhørende solfangercentral
- 100.000 m3 damvarmelager med tilslutningsanlæg til solfangercentral
- Ca. 2.000 m fjernvarmetransmissionsledning mellem solfangercentral og tilslutningspunkt på det eksisterende fjernvarmenet.

Et 100.000 m3 damvarmelager vil normalt være for stort i forhold til et 50.000 m2 solvarmeanlæg med en årlig dækningsgrad på 9,5 % af det samlede varmebehov. Damvarmelageret er således bevidst overdimensioneret for at skabe grundlag for at lagre en del overskudsvarme i sommerperioden og samtidig lagre hovedparten af varmeproduktionen fra solvarmeanlægget idet det forventes, at lavtemperatur kilder/varmepumper som nævnt i foregående afsnit vil dække grundlast behovet og den nedre del af mellemlast behovet i det fremtidige fjernvarmesystem.

Solvarmeanlægget og varmelageret er således tænkt, at dække toppen af mellemlast og spidslastbehovet i vinterhalvåret samt reservelast situationer hvor varmen fra lageret erstatter dyr naturgasfyret fjernvarmeproduktion.

Økonomien i det skitserede anlægskoncept er således afhængig af, at der lagres en vis mængde overskudsvarme med en tilsvarende eller lavere produktionspris pr. MWh varme end solvarmen for at dette giver økonomisk mening. Alternativt skal solvarmearealet øges eller varmelagret reduceres i størrelse.

Det skal understreges at dette anlægskoncept er udarbejdet som grundlag for at skitsere et realistisk anlægskoncept som kan give et indtryk af anlæggenes fysiske størrelser mv. men der er behov for at optimere de absolutte og relative anlægsstørrelser når energi potentialerne er kortagt og kvantificeret endeligt. Herunder skal det overvejes at koble en varmepumpe på lageret for at øge udnyttelsesgraden.

2.3. PLACERING AF VARMELAGER OG SOLVARMEANLÆG

Damvarmelageret påregnes i første omgang placeret i den østligste del af den slutudgravede Kallerup Grusgrav med henblik på, at udnytte mest muligt af grusgravens skrænter til lagerets sider og samtidig reducere afstanden til forbrændingsanlægget på Lervangen som forventes at være tilslutningspunktet til det eksisterende fjernvarmenet. Begge dele bidrager til at reducerer projektets anlægsomkostninger og dermed varmelagerets rentabilitet. Med den viste placering af lageret vil mere end halvdelen af de slut udgravede skrænter kunne genanvendes mere eller mindre direkte til opbygning af varmelageret.

Varmelageret er skitseret med et rumfang på ca. 100.000 m3 og en dybde på ca. 15 m. Lagerets udlægges let rektangulært med henblik på at udnytte den slutudgravede grusgravs geometri bedst muligt (jf. indvindingstilladelsen).

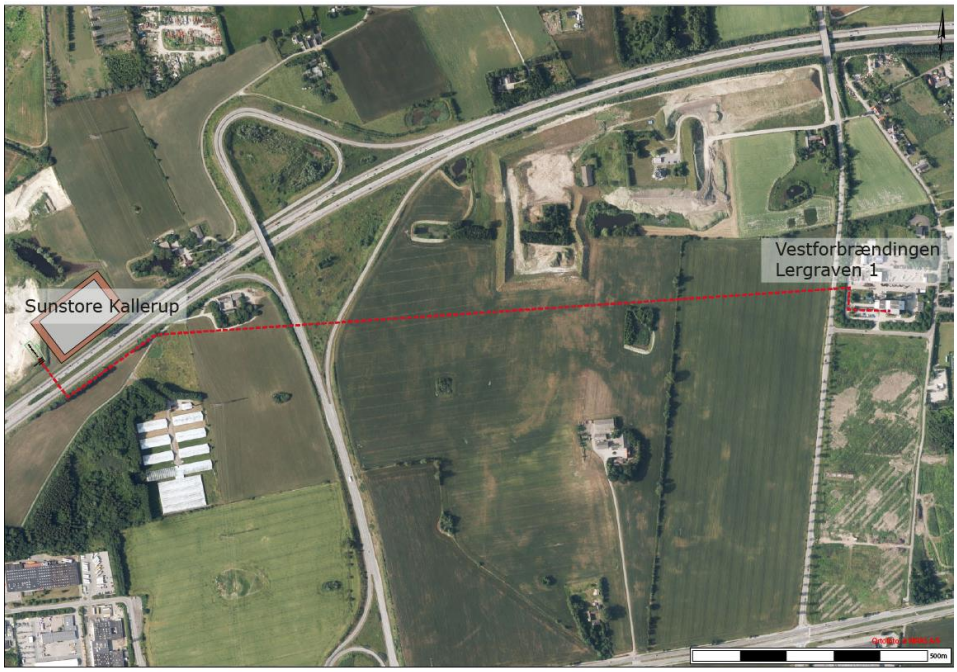
Varmelagerets skitsemæssige placering i Kallerup Grusgrav fremgår af figur 2.

Solfangerfeltet foreslås placeret vest for Damvarmelageret og solfangercentral - som vist på figur 2. Solvarmeanlægget er her vist placeret på et skrånende terræn opbygget af overskudsjord op mod den nordlige skrænt i grusgraven. Alternativt kan solfangerne placeres i bunden af den slut udgravede grusgrav.

På figur 3 er vist et forslag til trace for transmissionsledning mellem solfangercentral og det påregnede tilslutningspunkt til det eksisterende fjernvarmenet ved Lervangen.



Figur 2: 100.000 m3 damvarmelager og 50.000 m2 solfanger Kallerup Grusgrav (NIRAS)



Figur 3: Forslag til trace for transmissionsledning mellem solfangercentral og tilslutnings-punkt til eksisterende fjernvarmenet (Kilde: NIRAS).

Figur 4 viser et luftfoto af et tilsvarende anlægskoncept med sæsonvarmelager fra Dronninglund i Nordjylland (Sunstore III, 37.000 m2 solfangere og 60.000 m3 varmelager).

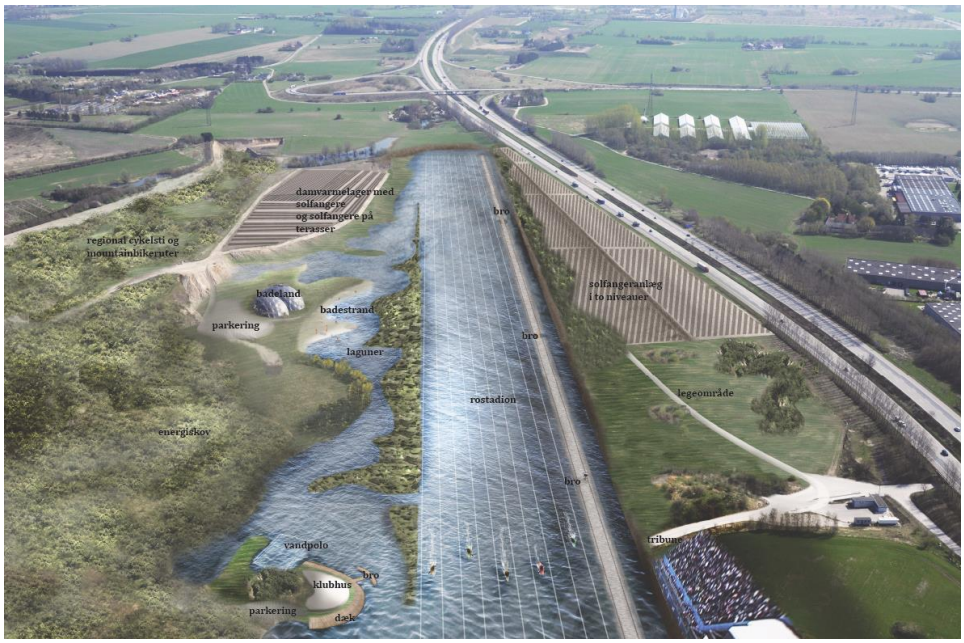


Figur 4: Luftfoto af et tilsvarende anlægskoncept fra Dronninglund i Nordjylland. Kilde: Aalborg Luftfoto/NIRAS

Figur 5a og 5b viser visualiseringer af det skitserede damvarmelager og solfangeranlæg med 2 forskellige udformninger i Kallerup Grugrav.



Figur 5a: Visualisering (NIRAS) af det skitserede damvarmelager og solfangeranlæg i Kallerup Grusgrav (Udformning A).



Figur 5b: Visualisering (Gottlieb og Paludan) af det skitserede damvarmelager og solfangeranlæg i Kallerup Grusgrav (Udformning B).

3. DIMENSIONERING

3.1. VARMELAGERETS UDFORMNING OG KONSTRUKTION

Varmelageret tænkes opbygget som et 100.000 m^3 damvarmelager udformet som en omvendt pyramidestuds og tætnet med en speciel varmebestandig plastliner ud fra erfaringerne med en lignende type damvarmelager i Dronninglund (60.000 m^3 etableret i 2013) og Marstal (70.000 m3 etableret i 2012).

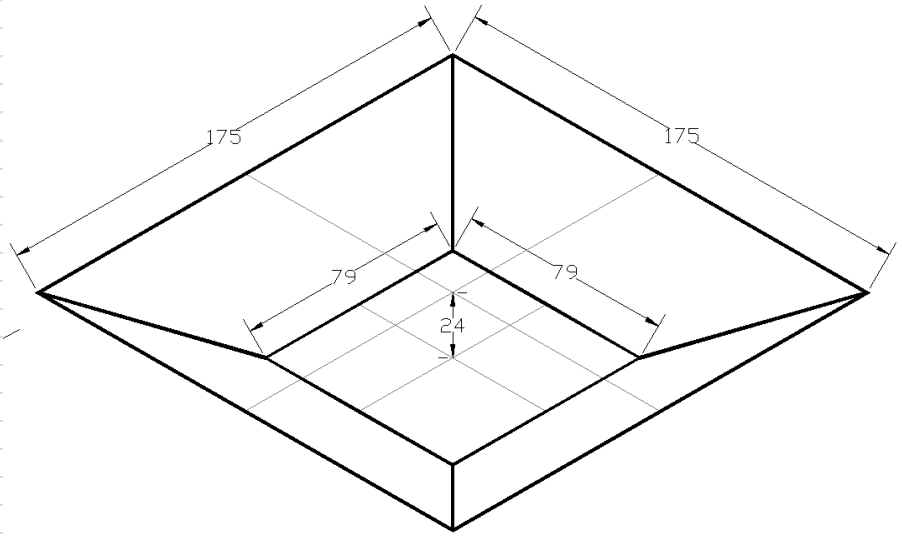
Udformningen er et resultat af mere end 20 års IEA- og europæisk udviklingssamarbejde. Udviklingen har vist, at såvel pris som varmetab pr. m3 vand falder jo større damvarmelagrene udføres – se afsnit 4.1.

I nedenstående figur 6 er vist en standardudformning af et 400.000 m^3 damvarmelager – men såvel dybden som længde/bredde-forholdet kan ændres efter de aktuelle forhold. I Kallerup Grusgrav bør det som skitseret overvejes at udforme lageret let rektangulært for at udnytte grusgravens geometri som skitseret på figur 2. Større afvigelser fra en kvadratisk udformning kan dog påvirke varmetabet negativt.

I den viste geometri er brugt en skråningsvinkel på 1:2 (anlæg 2) – svarende til Dronninglund- og Marstal lagrene. Afhængig af de aktuelle geotekniske forhold kan der muligvis efter en nærmere geoteknisk undersøgelse benyttes en stejlere skråningsvinkel – hvilket vil kunne resultere i et mindre lågareal og dermed et billigere varmelager pr. m3 vand i lageret.

Geometri (standardudformning)

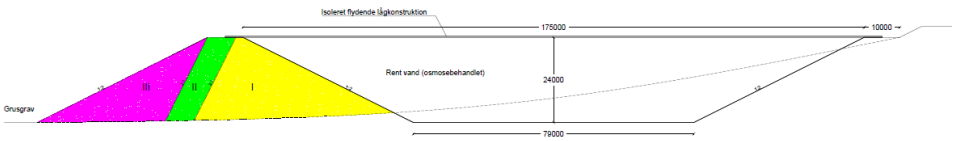
Varmelageret udformes som en omvendt pyramidestub med flydende lågkonstruktion			
Topbredde (vandoverflade)		175	m
Dybde		24	m
Bundbredde		79	m
Skråningslængde		54	m
Volumen		405.528	m3



Lågareal		30.625	m2
Skråningsareal, 4 sider		27.262	m2
Bundareal		6.241	m2
Overfladeareal i alt:		64.128	m2
Overflade/volumen-forhold:		0,16	m2/m3

Figur 6: Eksempel på standard geometri for et Damvarmelager

Varmelageret påregnes placeret i bunden af Kallerup Grusgrav og mindst 2 m over grundvandsspejlet. Ved opbygning af jordvoldene ud mod åbent terræn kan der benyttes forskellige kvaliteter af fyldsand/materialer, som komprimeres til mindst 98 % Proctor. Nedenstående figur 7 angiver placeringen af de forskellige kvalitetstyper hvor I er bedste kvalitet og III dårligste kvalitet.



Figur 7 Skitsemæssig tværsnit af damvarmelager (standardudformning)

Fyldsand eller andre indbygningsegnede materialer tilføres fra udgravning i grusgraven i det omfang der ikke ønskes genanvendt egnede materialer udefra.

Damvarmelagerets flydende lågkonstruktion påregnes placeret lidt over niveau med det omkringliggende terræn – og hele lågområdet indhegnet med et ca. 2 m højt trådhegn. Der etableres fald mod midten af lågkonstruktionen og regnvand fra låget bortledes via pumpe til nedsivningsbassin eller søen nord for lageret.

I bunden af lageret påregnes opstillet fundament for diffusorrør til brug for ind- og udpumpning af vand i 3 forskellige niveauer (top, mellem og bund).

Damvarmelageret tætnes med en speciel højtemperatur plastliner, som udvælges på grundlag af de erfaringer der er opnået i EUDP støttedes udviklingsprojekter. EUDP har givet statstilskud til udviklingen af damvarmelagre i Danmark (SUNSTORE 1, 2, 3 og 4).

Vandet i damvarmelageret påregnes at være rent vand uden kalk, mineraler og ilt (osmosebehandlet). Rør under og i lageret udføres i rustfri stål med en forventet levetid på mindst 30-50 år. Figur 8 viser et konkret eksempel på et damvarmelager af den beskrevne type (solfangercentral i forgrunden).



Figur 8: 60.000 m3 damvarmelager i Dronninglund (maj 2014) Kilde: NIRAS

3.2. VARMELAGERKAPACITET OG YDEEVNE

Temperaturen i toppen af et damvarmelager må normalt ikke overstige 95°C idet højere temperaturer kan afkorte membranens levetid væsentligt. Den lagrede varme fra sæsonvarmelageret kan derfor med fordel bruges primært lokalt i Høje Taastrup Fjernvarmes eget forsyningsområde, hvor fremløbs-temperaturen i fjernvarmenettet normalt ikke overstiger 70 – 80°C, som det fremgår af nedenstående Tabel 1:

Temperatur an net: Sommer	Grader	75
Temperatur ab net: Sommer	Grader	52
Temperatur an net: Vinter	Grader	80
Temperatur ab net: Vinter	Grader	48

Tabel 1: Temperatur i fjernvarmenettet. (Oplyst af Høje Taastrup Fjernvarme)

Temperaturen i damvarmelageret aftager med dybden – idet det varmeste vand lægges ind og tages ud i toppen af lageret og det koldeste vand føres ud og ind i bunden af lageret i et lukket kredsløb frem til varmevekslere, som overfører varme hhv. fra varmekilde og til fjernvarmesystem.

Temperaturen i bunden af varmelageret vil derfor normalt ikke komme under returtemperaturen i fjernvarmenettet (35 – 40°C) ved drift uden varmepumpe.

Den maksimale lagerkapacitet ved opvarmning af hele lagervolumenet (100.000 m^3) til 95°C og efterfølgende afkøling til 40°C vil derfor være:

Qmaks. = 100.000 x (95 – 40) x 1,16 / 1000 = 6.380 MWh/år.

Lagerkapaciteten i damvarmelageret kan øges på årsbasis ved gentagne delvise op- og afladninger - og forudsættes det at hele varmelageret udnyttet 2,5 gange om året, bliver lagerkapaciteten 2,5 x 6.380 = 15.950 MWh/år.

Lagerkapaciteten kan øges v.h.a. en absorptions- eller kompressorvarmepumpe som kan afkøle vandet i bunden af damvarmelageret fra de 40 til ca. 10°C som det er udført i Dronninglund.

En varmepumpe kan således forøge lagerkapaciteten med 3 x 3.480 = 10.440 MWh/år ved 50-75°C idet restvarmen ved afkøling af de 100.000 m^3 vand fra 40 til 10°C antages, at kunne bruges som varmekilde tre gange om året (lagret lavtemperatur overskudsvarme fra industri m.v.).

3.3. TRNSYS-BEREGNING

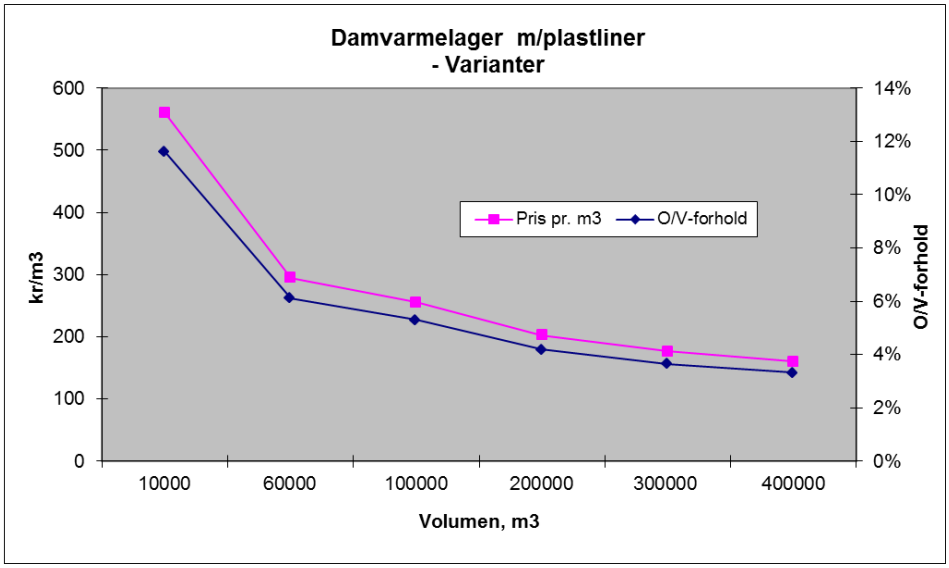
Den endelige beregning af damvarmelagerets dimenydeevne mv. kan foretages i et dynamisk simuleringsprogram, TRNSYS, som tager højde for temperaturvariationer for varmekilderne, varmetab, lagdeling og opvarmning af jorden omkring damvarmelageret i en årrække på for eks. 10 år.

4. ØKONOMISK VURDERING

4.1 VARMELAGERETS ANLÆGS- OG DRIFTSUDGIFTER

Anlægsprisen for det 60.000 m^3 store damvarmelager i Dronninglund andrager ca. 17,6 mio. 2013-kr ekskl. moms – svarende til 295 kr./m^3.

Med udgangspunkt i prisen for etablering af damvarmelageret i Dronninglund kan anlægsprisen for et 100.000 m^3 damvarmelager ved Høje Taastrup estimers ud fra ændringen af overflade/volumenforholdet til ca. 256 kr./m^3 eller 25,6 mio. kr (2013-priser ekskl. moms). Se også nedenstående figur. Her er der som en konservativ forudsætning ikke taget højde for de fordele i form af genanvendelse af overskudsjord som lageret i Høje Taastrup nyder godt af i forhold til lageret i Dronninglund.



Figur 9. Overslagspriser for damvarmelagre m/plastliner (2013-kr ekskl. moms).

Hertil kommer udgifter til grundkøb, geotekniske forundersøgelser, planlægning (inkl. VVM), projektering og udbud samt tilslutningsanlæg og byggestyring m.v.

Nedenstående foreløbige overslag for et 100.000 m^3 damvarmelager og et 15 MW tilslutningsanlæg kombineret med et 50.000 m^2 solvarmeanlæg kan benyttes som udgangspunkt, idet tilslutningspunktet til Høje Taastrup Fjernvarmes central på Lervangen antages at kræve ca. 2,5 km forbindelsesledning.

I skemaet er også vist alternative produktionspriser for såvel gasolie (eller naturgas) og bioolie, som er fritaget for energiafgift og CO2 afgift, og er derfor billigere end mineralske fyringsolier – se http://www.bio-olie.com/rammer/fyrings-olie.htm. Bioolien påregnes at have en nedre brændværdi på 36,6 MJ/kg og en basispris pr. ton på 5.500 kr. ekskl. moms og inkl. levering, hvilket giver en pris på 541 kr./MWh.

Overslag 100.000 m3 damvarmelager uden varmepumpe (2013-kr eksl. Moms)					**mio kr**
Damvarmelager, anlægsoverslag	100.000	m3	256	kr/m3	25,6
Uforudsete anlægsudgifter	5	% af	26	mio kr	1,3
Grundkøb (skøn)	7,5	ha	200.000	kr/ha	1,5
Geotekniske forundersøgelser	1	stk	350.000	kr	0,4
Planlægning og VVM	3	% af	29	mio kr	0,9
Projektering og udbud m.v.	7	% af	29	mio kr	2,0
I alt	100.000	m3	*316*	*kr/m3*	**31,6**
Overslag 15 MW tilslutningsanlæg til damvarmelager (2013-kr eksl. Moms)					**mio kr**
Bygning m.v. (skøn)					3,0
Rustfri diffusorer og præisol. rør under varmelager					2,6
Varmeveksler, pumper m.v.					4,2
Transmissionsledning til Lervangen, 2 x ø 273 mm	2.500	m	6.500	kr/m	16,3
SRO-anlæg m.v.					2,0
I alt	100.000	m3	*281*	*kr/m3*	**28,1**
Økonomisk vurdering (2013-kr eksl. Moms)					**mio kr/år**
100.000 m3 damvarmelager					
Finansiering af damvarmelager og tilslutningsanlæg (3)	5,74	% af	59,7	mio kr	3,4
D&V af damvarmelager og tilslutningsanlæg (1)	0,7	% af	59,7	mio kr	0,4
Varmelagringsudgift i alt (2)	15.950	MWh/år	*241*	*kr/MWh*	**3,8**
50.000 m2 solvarmeanlæg v/varmelager					
Etableringsudgift (anslået merudgift til varmelager)	50.000	m2	1500	kr/m2	75,0
Finansiering af solvarmeanlæg (3)	5,74	% af	75,0	mio kr	4,3
Drift og vedligehold af solvarmeanlæg 1)	25.000	MWh/år	4	kr/MWh	0,1
Varmeproduktionsudgift solvarme	25.000	MWh/år	*176*	*kr/MWh*	**4,4**
Varmeproduktionspris i alt (Solvarme + varmelager)			*418*	*kr/MWh*	**8,3**
Alternativ varmeproduktion					
Alternativ 1 Naturgas eller gasolie					
Gasolie (anslået 8.500 kr/m3 inkl. rabat og afgifter) (4)			860	kr/MWh	
Alternativ 2 Bioolie (billig alternativ til gasolie/naturgas)					
Bioolie (anslået 5.500 kr/ton inkl. rabat og afgifter) (4) + (5)			541	kr/MWh	
(1) Kilde: "Technology data for energy plants" Energinet.dk maj 2012					
(2) Der er regnet med afkøling af lageret fra 95 til 40°C 2,5 gange/år					
(3) Fastforrentet aftalelån over 25 år 25.02.2014 jf. Kommunekredit, Ole Dyhr tlf. 3369 7674					
(4) Skønnet årsvirkningsgrad 100 %					
(5) Kilde: Øko-Tech Energi A/S, BIOSOL let olie, nov 2013					

En optimering af damvarmelagerets størrelse og ydeevne kombineret med data fra overskudsvarmekilder m.v. bør omfatte beregning i simuleringsprogrammene TRNSYS og EnergyPRO inden der tages beslutning om at gå videre med planlægning og etablering af damvarmelageret. Se også afsnit 3.

4.2. SELSKABSØKONOMISK VURDERING

Som det fremgår af afsnit 4.1 kan de årlige udgifter til finansiering og drift af det skitserede 100.000 m^3 damvarmelager (varmelagringsudgiften) beregnes overslagsmæssigt til 241 kr/MWh - eller 24,1 øre/kWh.

Suppleres varmelageret med det skitserede 50.000 m2 solvarmeanlæg som yder 25.000 MWh/år, vil solvarmen herfra under de givne forudsætninger koste overslagsmæssigt 176 kr/MWh – eller 17,6 øre/kWh, hvilket er billigere end varmeproduktion baseret på både gasolie, naturgas og bioolie.

4.3. MILJØMÆSSIG VURDERING

Den gennemsnitlige CO2-emission fra fjernvarmeproduktionen i Høje Taastrup Fjernvarme var ifølge HTF's hjemmeside http://www.htf.dk/miljoekortlaegning 31 kg/GJ ved en slutforbruger i 2012. Da ledningstabet ifølge samme hjemmeside var 1 - 994.129/1.182.547 = 16 % i 2012, var CO2-emissionen ved fjernvarmeproduktionen i 2012 i gennemsnit 31 x 0,84 = 26 kg/GJ

Et 50.000 m2 solvarmeanlæg antages som tidligere nævnt at kunne producere 25.000 MWh/år eller 89.930 GJ/år, hvorfor solvarme antages at kunne reducere CO2-emmissionen fra fjernvarmeproduktionen med gennemsnitlig 89.930 x 26 = 2.340.000 kg/år eller godt 2.300 ton/år - hvis fjernvarmeproduktionen var som i 2012.

CO2-emissionen fra gasolie og naturgas fremgår af Energistyrelsens beregningsforudsætninger – se http://www.ens.dk/info/tal-kort/fremskrivninger-analyser-modeller/samfundsokonomiske-beregnings-forudsaetninger

1. CO2 emission fra gasolie i fjernvarmeværker: 74,0 kg/GJ

2. CO2 emission fra naturgas i fjernvarmeværker: 56,7 kg/GJ

CO2-reduktionen ville derfor blive væsentlig højere, hvis solvarmen erstatter gasolie eller naturgas i spids- og reservelast situationer (via et damvarmelager som foreslået).

De miljømæssige konsekvenser ved at gennemføre et konkret projekt skal medtages i en samfundsøkonomisk vurdering jf. afsnit 5.

5. KONKLUSION OG ANBEFALINGER

Demonstrationsprojekterne SUNSTORE 3 (Dronninglund) og SUNSTORE 4 (Marstal) har vist at man i Danmark kan etablere store sæsonvarmelagre udformet som damvarmelagre betydeligt billigere end traditionelle ståltankløsninger.

Nærværende forundersøgelse har vist, at man i Kallerup Grusgrav antagelig med fordel kan etablere et 100.000 m^3 damvarmelager med teknologien fra SUNSTORE 3 og 4 – som kan lagre 15.950 MWh solvarme og/eller billig overskudsvarme fra sommerhalvåret til Høje Taastrup's fjernvarmeforsyning i vinterhalvåret.

Det skitserede 100.000 m^3 damvarmelager kan med fordel suppleres med et 50.000 m2 solvarmeanlæg, som kan levere solvarme til overslagsmæssigt 176 kr/MWh (17,6 øre/kWh), hvilket er billigere end både gasolie, naturgas og bioolie.

Damvarmelagerets og solvarmeanlæggets størrelse og ydeevne kombineret med data fra overskudsvarmekilder m.v. bør dog som anført i foregående afsnit optimeres og eftervises i en nærmere beregning v. h. a. simuleringsprogrammerne TRNSYS og EnergyPRO inden der tages beslutning om at gå videre med planlægning og etablering af damvarmelageret.

I den videre planlægning m.v. bør erfaringer fra etablering og drift af damvarmelagrene i Dronninglund og Marstal endvidere inddrages.

Inden den endelige beslutning om at etablere varmelageret kan tages, skal der foretages selskabs- og samfundsøkonomiske konsekvensvurdering i h.t. Varmeforsyningsloven – og der skal foreligge et konkret projektforslag, som kan godkendes af kommunalbestyrelsen i h.t. Varmeforsyningsloven.

5.1. FORSLAG TIL DET VIDERE FORLØB

Indledningsvis vil det være formålstjenligt at afklare hvem der i givet fald skal stå for etablering af damvarmelageret – og om solvarmeanlægget skal inddrages i planlægningen fra starten. Det anbefales, at Høje Taastrup Fjernvarme A.m.b.a. i givet fald står for såvel planlægning som etablering af damvarmelager, solvarmeanlæg og transmissionsledning m.v.

Når det er besluttet hvem der går videre med projektet, skal omfang og placering af de nødvendige anlæg fastlægges i samråd med Kallerup Grusgrav A/S og projektgruppen – evt. sideløbende med at detailplanlægningen igangsættes.

Når bygherre, omfang og placering er valgt og der er indgået en forhåndsaftale med Kallerup Grusgrav A/S udarbejdes et beslutningsgrundlag som kan danne basis for at såvel bygherre som grundejer går videre med projektet.

1. INTRODUKTION

ENERGI OG OVERSKUDSJORD

PUMPED STORAGE-ANLÆG I ÅGESHOLM GRUSGRAV

Idet energiproduktionen i Danmark i stigende grad overgår til vedvarende energikilder, vil der blive behov for at lagre energi fra perioder med stor produktion til perioder med lille produktion. Formålet med dette notat er, med udgangspunkt i Ågesholm Grusgrav, at vurdere om det kunne være hensigtsmæssigt at udnytte gamle grusgrave eller lignende til så kaldte pumped hydro storage-anlæg. Pumped hydro storage er baseret på, at vand pumpes op i et højtliggende reservoir i perioder med overskydende (billig) elektricitet, f.eks. i perioder med stor produktion af vindmøllestrøm og lille elforbrug. I andre perioder med stort behov for el ledes vandet tilbage, ned gennem turbiner, hvorved der producers el. På denne måde kan pumped hydro-anlæg fungere som energilager.



Ågesholm Grusgrav er beliggende i Vasby Graveområde i den nordøstlige del af Hedelandsformationen. Ågesholm ligger mellem byerne Fløng og Sengeløse i Høje Tåstrup Kommune. Bunden af graveområdet ligger ca. omkring kote 20, mens det oprindelige terræn lå i ca. 40-45 meters højde. Gravning er ophørt og området er under reetablering.

2. FORUDSÆTNINGER FOR EN TEKNISK/ØKONOMISK VURDERING AF PUMPED HYDRO I ÅGESHOLM GRUSGRAV

Til at belyse de potentielle økonomiske aspekter er der opstillet følgende simplificerede model:

- En grusgrav med frit vandspejl hvorfra der kan pumpes og tilledes vand fra en vandturbine
- Et reservoir på 50.000 m^3 vand placeret ovenfor grusgraven ca. 25 m oppe
- Effektiv mulig faldhøjde: 20 m. Det sikrer plads til turbiner lige over vandspejlet
- En samlet effektivitet af turbine og oppumpning: 0,8
- Prisforskel på el i perioder med meget lav pris–

  - meget optimistisk: oppumpning 0 kr./kWh (Det sker yderst sjælendt og kortvarigt at prisen kommer på eller under nul, så denne forudsætning er meget optimistisk) og
  - periode med meget høj pris – turbinedrfit: 1 kr./kWh (Der er set prisniveauer på dette niveau, men det er i meget sjælendt)
- 100 perioder per år hvor denne prisforskel optræder og hvor alle 50.000 m^3 kan nyttiggøres, eller 200 perioder hvor kun halvdelen nyttiggøres. Denne forudsætning er ligeledes optimistisk. Alene det forhold at det tager tid at lade vandet løbe ned, kan betyde at man ikke kan nå at udnytte kapaciteten før prisen falder igen. Der skal også tages i betragtning at der skal være tilstrækkeligt med billig energi mellem tømningerne til at fylde reservoirerne igen. Se fig. 2.

3. INDTÆGTSVURDERING I FORHOLD TIL DET NUVÆRENDE MARKED

På baggrund af ovenstående forudsætninger kan den potentiel energi der kan omsættes til el-kraft beregnes til 50.000 m^3 x 20 m x 0,8 x g(9,81) x 100 gange /år svarende til i alt 220 MWh pr. år. Med disse forudsætninger opnås en indtægt på ca. 220.000 kr./år før udgifter til forretning og afskrivning, drift og vedligehold samt fortjeneste.

Der er gennemført en analyse af de samlede omkostninger ved at etablere et anlæg (se fig.1) og mulighederne for at få en fast indtægt ved at have en kapacitet til rådighed som regulatorkraft. Når der tales om en fast indtægt, skal det understreges indtægtsmuligheden er markedsbaseret og afhængig af behovet. Hvis behovet vokser og prisen stiger, vil udbuddet sandsynligvis følge med og prisen vil falde igen. Derfor kan man ikke forvente lange perioder med høj pris.

Omkostningsandel af anlægget på basis af anlæg i Kroatien	
Forberedende arbejder, herunder jord og anlæg	23 %
Hydro-mekanisk udstyr	5 %
Elektrisk og mekanisk udstyr	40 %
Forbindelse med el-nettet	22 %
Andre udgifter (projektering, forundersøgelser mm.)	10 %
	100 %

Fortsættes næste side

Omkostninger pr. KW på basis af anlæg i Tyrkiet	
5000-1500 KW installed	less 1850 EUR/KW
1500-1000 KW installed	1850-3330 EUR/KW
1000-500 KW installed	3330-4440 EUR/KW
500-100 KW installed	4440 EUR/KW
Omkostninger pr. KW på basis af anlæg i Tyrkiet, minus 43% af omkostninger til forberedende arbejder	
5000-1500 KW installed	less 1055 EUR/KW
1500-1000 KW installed	1475 EUR/KW
1000-500 KW installed	2215 EUR/KW
500-100 KW installed	2530 EUR/KW

Figur 1. Uddrag af omkostningsanalysen

Resultaterne af disse beregninger viser meget lange tilbagebetalingstider for investeringerne, se figur 1.1.

Primær Reservemarked	HIGH Equipment price
EAST DENMARK - price basis 2013	
Price (21,00 EUR/MWh) - standby earnings	Scenario-3
10% additional income for being in buying/selling mode	
Total price = 1,1 X 21,00 = 23,10 EUR/MWh	23,1
Netpower-MW	3,5352
Asuming runtime in hours, with 2 weeks down/year	8.424
Annual MWh production	29.780,52
Annual income in EUR	687.930
Total equipment price ex. civil cost (basis 2530 EUR/KW installed)	12.298.077
Estimated civil works + 40% on top of total equipment price	8.198.718
Total estimated EPC price	20.496.795
Cost of financing +10% on top of EPC price	2.049.680
Total EPC price including financing	22.546.475
O+M = 1,5 % of euipment price	184.471
Left for depreication and profit	503.459
Straight, simple payback in years, approx.	44,8

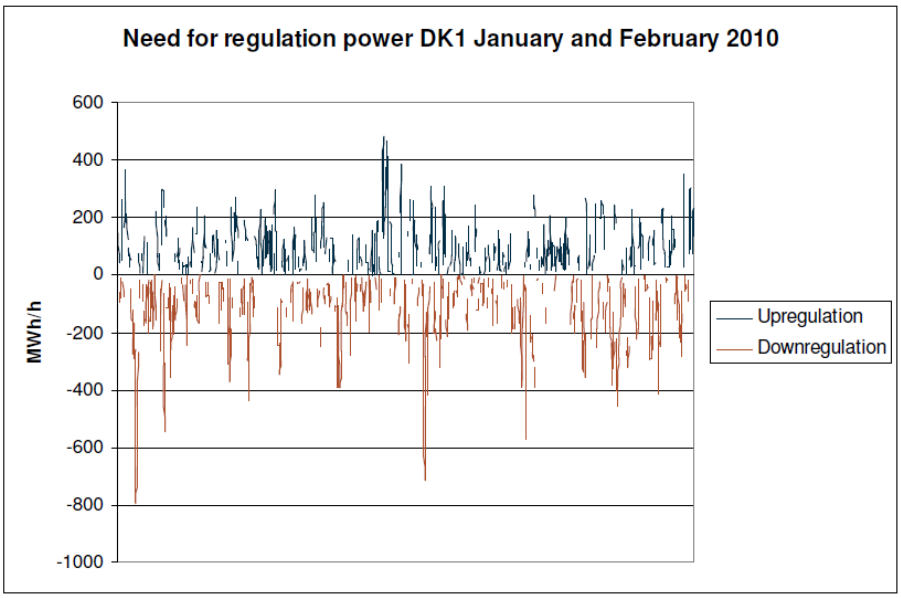
Figur 1.1 vurdering af tilbagebetalingstid i et af de 6 scenarier der er undersøgt.

3.1. POTENTIALE FOR VED SPOTMARKEDET OG VED DET PRIMÆRE RESERVEMARKED

For at afdække om der kan opnås en større omsætningspotentiale er der gennemført analyser af markedet.

3.1.1. SPOT MARKEDET

En undersøgelse af det danske spot marked, 2012 priser, viser at købsprisen i bedste fald vil være ca. 0,07 DKK/kWh eller lavere (ca. 200 timer om året) og i bedst fald vil salgsprisen være ca. 0,48 DKK/kWh eller højere (ca. 260 timer om året). Disse priser gælder for Vestdanmark[1].



Figur 2. Viser behovet for op-og nedregulering i MWh/h i 2 måneder i 2010. Det viser at der ca. 40 gange i de to måneder er behov for opregulering over 200 MWh/h og tilsvarende omvendt.

Priserne er eksklusive skatte- og afgiftsforhold, der ikke er undersøgt, og som kan have indflydelse på netto driftsindtægterne.

Det skal pointeres at tidspunkterne for hhv. lave købspriser og høje salgspriser ikke nødvendigvis lader sige forene med realistiske driftsscenarier i forbindelse med at anvende vand til strømproduktion og at skulle pumpe vand tilbage til et øvre vandreservoir.

[1] Der er taget udgangspunkt i Vestdanmark, for det var de bedste tilgængelige data i forbindelse med analysen.

Der kan således ikke etableres en højere driftsindtægt, end hidtil antaget, efter at have undersøgt spotmarkedet nærmere.

3.1.2 DET PRIMÆRE RESERVEMARKED

Et alternativ til spot markedet er det primære reservemarked som er blevet undersøgt.

Det primære reservemarked har til formål at frekvensstabilisere elforsyningen, hvilket betyder at man stiller kapacitet til rådighed til både El-produktionsamt El-forbrug.

Det betyder at Pumped storage anlægget eks. skal kunne levere 50 % last på 15 sekunder og 100 % last på 30 sekunder og således til stadighed skal være til rådighed for at kunne indbringe en tilstrækkelig driftsindtægt. Hertil kan der komme krav til driftstiden og krav til med hvilken hyppighed denne driftstid skal være til rådighed.

De specifikke regelsæt der stiller krav til hvilke drifts scenarier der skal kunne honoreres og dermed hvilke kravspecifikationer, der er til udstyret er systemspecifikke, blandt andet afhængig af produktionsmønster og transmissionskapacitet. Derfor er der forskel på øst- og vestdanmark. Det må også forventes at disse regelsæt vil undergå en EU-harmonisering. Der henvises til European Network of Transmission System Operators for Electricity – ENTSOE (https://www.entsoe.eu), der yderligere beskriver disse forhold, ligesom der kan hentes yderligere hjælp hos bl.a. Energinet.

En nærmere undersøgelse af det primære reservemarked, 2012 priser, viser at den gennemsnitlige pris i Vestdanmark var 34,34 Euro/MWh og i Østdanmark 156 kr/MWh. Disse priser gælder kun for opreguleringer og det kan forventes at der fremadrettet ville skulle indgås aftaler om hhv. op-og nedregulering af frekvensen. Prisafregningen for opregulering er ca. 10 gange højere end for nedregulering, hvorfor en forventelig total afregningspris kan antages at være ca. 10 % højere.

Det må i alle tilfælde konkluderes at der er usikkerhed på fremtidige prisafregninger, herunder er skatte- og afgiftsforhold ikke medtaget.

Mht. til anlægsinvesteringerne er disse i høj grad afhængig af anlægsstørrelsen, herunder i høj grad også de påkrævede jord- og betonarbejder der måtte være nødvendige og som er afhængige af de aktuelle forhold. I princippet kan jorden være gratis, fordi det er overskudsjord, men opbygning af volde, tætning af bassiner, og etablering af bygværker, vil forsat være bekostelig. Typiske priser for elektro-mekanisk udstyr er 1.000 til 2.500 Euro/MW installeret effekt.

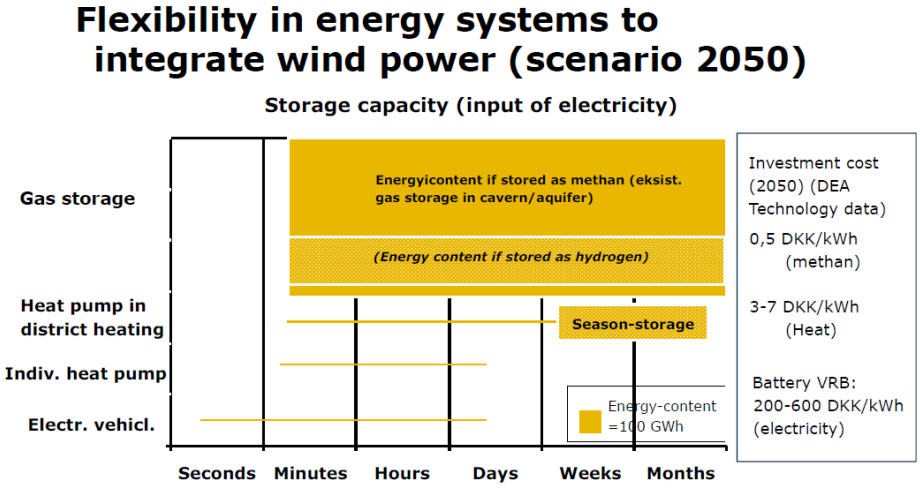
Når der, derudover, tages højde for finansieringsomkostninger og driftsomkostninger vil der kunne opnås en forventelig tilbagebetalingstid i Østdanmark på 15 - 45 år. Det skal dog ses i lyset af at analysen er lavet på meget optimistiske forudsætninger.

3.2 MØDE MED ENERGINET.DK

Energinet.dk er en statslig organisation med ansvar for det overordnede el- og gasnet i Danmark.

Energinet.dk har foretaget en lang række beregninger af fremtidens energiforbrug og -forsyning, herunder behovene for regulatorkraft. Dette er simplificeret ved det forhold, at i Danmark vil få en alt større andel fluktuerende el-produktion, primært baseret på vindmøller, hvor det er nødvendigt med alternativ forsyning når vinden ikke er tilstede. .

Energinet.dk har beregnet alternative metoder til at etablere indenlandsk regulatorkraft i form af methan produktion, lagring til varme og som den dyreste brug af batterier. En sammenligning af omkostningerne per produceret energimængde viser, at Hydropower med pumpning er langt dyrere end alle de andre metoder som Energinet.dk har analyseret. Der findes også andre muligheder, herunder import, kraftvarme med biomasse m.v. Disse metoder indgår ikke i Energinets præsentation af analyser.



Figur 3. Energinet.dks konklusioner på priser for energilagering pr. kWh.

3.3. DELKONKLUSION AF INDTÆGTSVURDERING

Det må derfor konkluderes, at det under de nuværende forhold i markedet for el og overskudsjord kan vurderes, at det ikke økonomisk rentabelt, at etablere et pumped storage-anlæg i ØstDanmark.

4. OMKOSTNINGSVURDERING

4.1. PLACERING AF PUMPED STORAGE I ÅGESHOLM GRUSGRAV

Ved Ågesholm Grusgrav er der taget udgangspunkt i, at anvende overskudsjord til etablering af et vandreservoir i terrænniveau tæt ved den nordlige rand af grusgraven og ca. 25 m over vandspejl i en sø i bunden af grusgraven. I perioder med billig el kunne vand pumpes fra grusgravssøen og op i vandreservoiret. I perioder med behov for el kunne vandet ledes tilbage til grusgravssøen via turbiner. En skitsemæssig illustration af det påtænkte pumped hydro-anlæg ved Ågesholm Grusgrav ses i figur 4. Som det fremgår af illustrationen er der ved udformningen taget hensyn til en eventuel kommende motorvej M5 i den trafikkorridor som passerer gennem grusgravsområdet.



Figur 4. Skitsemæssig udformning af et pumped hydro-anlæg i den nordlige del af Ågesholm Grusgrav. Et vandreservoir beliggende i terrænniveau er her forbundet, via rør/turbiner til en sø i bunden af den gamle grusgrav, ca. 25 m under terræn.

4.2. DELKONKLUSION AF OMKOSTNINGSVURDERING

Der er udarbejdet et skønover anlægsomkostningerne, bl.a. på baggrund af oplysningerne i Figur 1. Ved vurdering af anlægsomkostningerne er prisen på modtagelse af jord en parameter som kan spille ind på totaløkonomien. Det må derfor konkluderes at der er en risiko for at omkostningerne til etablering af en pumped storage anlæg bliver de samme om der indgår overskudsjord eller ikke indgår overskudsjord.

5. KONKLUSION

Investeringer i et anlæg med pumper, trykledning, reservoir, vandturbine og elgenerator vil koste adskillige millioner kr. og vil ikke kunne forrentes af en forventet bruttoindtægt på maksimalt 225.000 kr./år. Analyser af spotmarkedet og reservemarkedet kan ikke bidrage til at indtægten kan vurderes højere.

Selv med et reservoir der er meget større, f.eks. på 500.000 m^3, hvor produktionen kan øges, vil der skulle installeres tilsvarende flere pumper og turbiner for at kunne udnytte kapaciteten over de relativt få timer hvor der er behov for reguleringskraften.

Teknik- og Miljøcentret
Natur og Miljø

05-12-2014

Revideret bud på kommunens myndighedsbehandling ved etablering af damvarmelager og solfangeranlæg i Kallerup Grusgrav

Overskudsjord i energiprojekter

Region Hovedstaden har i 2012 indgået aftale med Bygherreforeningen om programmet "Helhedsorienteret Bæredygtig Jordhåndtering". Programmet omfatter i alt 9 delprojekter, hvor "Overskudsjord i energiprojekter" indgår som ét af projekterne.

Projektet om "Overskudsjord i energiprojekter" sker i samarbejde mellem Region Hovedstaden, HOFOR, Høje Taastrup Fjernvarme og Høje-Taastrup Kommune. Niras og Gottlieb Paludan Architects er rådgivere på projektet.

Projektgruppen om "Overskudsjord i energiprojekter" har udarbejdet et skitseprojekt med et scenarie om at etablere et 100.000 m³ damvarmelager og et 50.000 m² solfangeranlæg i den sydlige del af Kallerup Grusgrav. Dette notat er første bud på at redegøre for kommunens myndighedsarbejde ved en eventuel gennemførelse af det skitserede projektforslag.

Kommunens myndighedsbehandling
Indledningsvis skal det bemærkes, at der pt. ikke er taget politisk stilling til, om kommunen ønsker at etablere det skitserede projekt om damvarmelager og solfangeranlæg i Kallerup Grusgrav.

Med det foreløbige kendskab til projektet vurderes det, at der skal ske en tilpasning af plangrundlaget ved at udarbejde en ny lokalplan og kommuneplantillæg, screenes for miljøpåvirkninger både i forhold til planerne (SMV) og projektet (VVM), der skal meddeles § 19 tilladelse til beskyttelse af jord og grundvand (miljøbeskyttelseslovens § 19) og tilladelse til udledning af spildevand (miljøbeskyttelseslovens § 28). Se oversigt side 3.

<u>Lokalplan og kommuneplan</u>
Skitseprojektet vurderes at være lokalplanpligtigt. Området er i dag omfattet af lokalplan 5.09.1 og kommuneplanramme 3800. Det vurderes at skitseprojektet ikke kan rummes inden for den gældende lokalplan og kommuneplanramme.

I forbindelse med udarbejdelse af lokalplan og kommuneplantillæg, skal der gennemføres en screening i henhold til miljøvurdering af planer og programmer. På baggrund af screeningen af de to plandokumenter skal der tages stilling til, om der skal udarbejdes en miljørapport.

<u>VVM</u>
Projektet vurderes at være omfattet af VVM-bekendtgørelsens bilag 2,
- punkt 3 a om industrianlæg til fremstilling af elektricitet, damp og varmt vand,
- punkt 3 b om industrianlæg til transport af gas, damp og varmt vand
- punkt 11 g om dæmninger og andre anlæg til opstuvning eller varig oplagring af vand

Der skal derfor gennemføres en VVM-screening, hvor det skal vurderes om projektet er VVM-pligtigt. Der skal i givet fald udarbejdes en VVM-redegørelse.

<u>Byggetilladelse</u>
Det skitserede projekt kræver byggetilladelse både til opførelse af damvarmelageret og solfangeranlægget.

§ 19 tilladelse
Hele Høje-Taastrup Kommune er udlagt som et område med særlige drikkevandsinteresser (OSD-område). Dele af det skitserede projektområde er desuden udlagt som nitratfølsomt indvindingsområde (NFI-område). Kommunen vurderer, at det skitserede projekt kræver tilladelse efter miljøbeskyttelseslovens § 19 for beskyttelse af jord og grundvand.

Naturbeskyttelsesinteresser
I det nord-østlige hjørne af projektområdet ligger en sø, der er beskyttet mod tilstandsændringer i henhold til § 3 i naturbeskyttelsesloven. Det foreløbige projekt omfatter ikke den beskyttede sø. Der bør være opmærksomhed på søen undervejs i en eventuel mere konkret projektbeskrivelse.

Høje-Taastrup Kommune har i 2011 fået gennemført en paddeundersøgelse af alle søer og vandhuller i kommunen, der er omfattet af naturbeskyttelseslovens § 3. Af undersøgelsen fremgår det, at der i søen er fundet Skrubtudser og yngel af Spidssnudet frø. Søen vurderes desuden at være potentielt levested for Butsnudet frø og Lille vandsalamander.

Skovrejsning
Størstedelen af projektområdet er udlagt som skovrejsningsområde i Kommuneplan 2014. Høje-Taastrup Kommune er relativ skovfattig, og jf. kommuneplanen ønsker kommunen at skovarealet udvides gennem skovrejsning.

I forbindelse med udarbejdelse af et konkret projekt bør der ske en interesseafvejning.

Statslige interesser
Naturstyrelsen er myndighed for Fingerplan 2013. Af særlig relevans for projektet om Overskudsjord i energiprojekter er arealreservationen til transportkorridor og den ydre grønne kile.

Naturstyrelsen skal vurderer om et planforslag er i overensstemmelse med de statslige interesser. Hvis Naturstyrelsen vurderer, at f.eks. et lokalplanforslag er i strid med Fingerplan 2013, kan Naturstyrelsen nedlægge veto mod planen.

Transportkorridor
Den østlige del af projektområdet er i Fingerplan 2013 udlagt som transportkorridor. Af fingerplanens § 23 fremgår det, at transportkorridorens landzonearealer skal friholdes for yderligere permanent bebyggelse og anlæg, bortset fra bebyggelse og anlæg som er nødvendige for driften af landbrugsejendomme.

Den ydre grønne kile
Størstedelen af projektområdet ligger inden for den ydre grønne kile. Af fingerplanens § 18 fremgår det, at de ydre grønne kiler skal forbeholdes almen, ikke bymæssig friluftsanvendelse med mulighed for jordbrugsmæssig anvendelse. I fingerplanens redegørelse fremgår det endvidere, at de grønne kiler som udgangspunkt skal friholdes for vindmøller, solfangeranlæg og lignende.

Øvrige bemærkninger
Ejendomsoplysninger
Kallerup Grusgrav er ejet af Kallerup Grusgrav A/S beliggende på Baldersbuen 16 A, 2640 Hedehusene.

Det skitserede projekt om damvarmelager og solfangeranlæg tænkes placeret i den sydlige del af grusgraven på matr.nr. 1 a Baldersbrønde By, Hedehusene. Matriklen udgør 49,2 ha.

Råstoftilladelse og miljøgodkendelser
Kallerup Grusgrav er en aktiv grusgrav reguleret af en råstoftilladelse meddelt af Københavns Amt den 6. februar 2006. Råstoftilladelsen giver mulighed for at indvinde grus frem til 31. december 2016. Efterbehandlingen af grusgraven skal være afsluttet den 31. december 2018. Høje-Taastrup Kommune er bekendt med, at Kallerup Grusgrav A/S overvejer at ansøge Region Hovedstaden om forlængelse af råstoftilladelse.

Kallerup Grusgrav A/S har desuden tilladelse til at nedknuse beton m.m. og tilladelse til et muldharpningsanlæg. Begge tilladelser er tidsbegrænsede og følger perioden for den nugældende råstoftilladelse. Høje-Taastrup Kommune er myndighed for tilladelse til nedknusningsaktiviteten og muldharpningsanlægget.

Oversigt for Høje-Taastrup Kommunes myndighedsbehandling

Lovhjemmel	Bemærkninger	Forventet sagsbehandlingstid fra sagen er fuld oplyst
Planloven[1] Lokalplan Kommuneplantillæg **Miljøvurderingsloven**[2]	Lokalplan, kommuneplantillæg og miljøscreening af planerne kan udarbejdes sideløbende. Klagefrist 4 uger. Bemærk at Naturstyrelsen kan nedlægge veto mod et planforslag, hvis det strider mod statslige interesser, herunder Fingerplan 2013.	7-8 måneder Hvis miljøscreening af planerne viser, at der skal udarbejdes en miljørapport, må sagsbehandlingstiden forventes forlænget med 2-3 måneder.
VVM-bekendtgørelsen[3]	Hvis VVM-screeningen viser, at der ikke skal udarbejdes en VVM-redegørelse, kan afgørelsen træffes uden forudgående høring. Klagefrist 4 uger	VVM-screening varer 2-3 uger VVM-redegørelse kan udarbejdes sideløbende (eller som en integreret del) med en eventuel miljøvurdering af planerne.
Byggeloven[4]	Afgørelsen kan træffes uden forudgående høring. Klagefrist 4 uger.	4-6 uger
Miljøbeskyttelsesloven[5] § 19 tilladelse	Kræver forudgående høring af sagens parter og relevante myndigheder inden der kan træffes afgørelse. Klagefrist 4 uger.	2-3 måneder

Sammenfattende vurdering
Det vurderes, at projektområdet skal flyttes mod vest for ikke at ligge inden for arealet, der er reserveret til transportkorridor.

En anden udfordring er, at projektområdet ligger i den ydre grønne kile. Hvis Naturstyrelsen vurderer, at anlægget ikke er foreneligt med friluftsinteresserne m.m. i de grønne kiler, vil Naturstyrelsen nedlægge veto mod kommunens lokalplanforslag og kommuneplantillæg. Det kan stoppe hele projektet. I al fald med den foreslåede placering.

Det er ikke muligt på nuværende tidspunkt at vurdere de miljømæssige påvirkninger af jord og grundvand m.m., og dermed vurdere om der kan gives en § 19 tilladelse til projektet.

[1] Lovbekendtgørelse af 27.07.2013. Bekendtgørelse af lov om planlægning
[2] Lovbekendtgørelse nr. 939 af 03.07.2013. Bekendtgørelse af lov om miljøvurdering af planer og programmer
[3] Bekendtgørelse nr. 1184 af 06.11.2014. Bekendtgørelse om vurdering af visse offentlige og private anlægs virkning på miljøet (VVM) i medfør af lov om planlægning
[4] Lovbekendtgørelse nr. 1185 af 14.10.2010. Bekendtgørelse af byggeloven
[5] Lovbekendtgørelse nr. 879 af 26.06.2010. Bekendtgørelse af lov om miljøbeskyttelse