
Projektforslag

Gudenådalens Energiselskab A.m.b.a.
Varmepumpe til Spildevand og ATES

Projektnr.: 20190093

Rekv. projektnr:

Notat nr.: 1

Revisions nr.: 5

Dato: 16.12.2019

Udarbejdet af: KS

Kontrolleret af: KES

Godkendt af: RVF

Udarbejdet for:

Gudenådalens Energiselskab A.m.b.a

Realskolevej 18

8850 Bjerringbro

CVR nr. 17 25 63 19

Tlf. +45 8668 1422

Udarbejdet af:

Ingeniør Huse A/S

Michael Drewsens Vej 23

8270 Højbjerg

CVR nr. 37 96 74 32

Tlf. +45 8611 8596

Kontaktperson:

Jan Dansbo

jd@gues.dk

Tlf. +45 4422 8160

Kontaktpersoner:

Kent Simonsen

kent@ingenioerhuse.dk

Tlf. +45 5177 6323

Kristian Kuur Søgaard

kristian@ingenioerhuse.dk

Tlf. +45 22213184

Indhold

1. INTRODUKTION OG NUVÆRENDE FORHOLD	3
2. FORHOLDET TIL KOMMUNE- OG LOKALPLANER.....	4
3. FORHOLDET TIL ANDEN LOVGIVNING.....	7
4. FASTLÆGGELSE AF FORSYNINGSOMRÅDE OG VARMEBEHOV	8
5. TIDSPLAN	10
6. AREALAFSTÅELSER OG SERVITUTPÅLÆG	11
7. REDEGØRELSE FOR PROJEKTANSØGERS FORHANDLINGER	14
8. ØKONOMISKE KONSEKVENSER FOR FORBRUGERNE.....	15
9. FORUDSÆTNINGER FOR BEREKNINGER.....	16
10.SELSKABSØKONOMISKE VURDERINGER.....	18
11.SAMFUNDSØKONOMISKE VURDERINGER	20
11.1. Miljø vurdering	20
12.SAMFUNDSØKONOMISKE FØLSOMHEDSBEREGNINGER	21

Bilag 1 - Selskabsøkonomi

Bilag 2 - Samfundsøkonomi

Bilag 3 - Produktionsfordeling i reference (eksisterende drift)

Bilag 4 - produktionsfordeling for projekt 4 MW spildevands/ATES varmepumpe

Bilag 5 - Anlægsbudget

Bilag 6 - Forudsætningsdata

1. Introduktion og nuværende forhold

Projektforslaget vil søge at kvantificere de projektfordele, der ligger i at implementere en mekanisk varmepumpe med en samlet varmeeffekt på 4 MW, inkl. et sæsonlager i produktionsapparatet.

Varmepumpen indhenter energien fra det rensede spildevand, som udledes til Gudenåen fra spildevandsanlægget på omfartsvej i Bjerringbro. GUES kan ikke nytte energien fra spildevandet i sommerperioden, hvor denne lagres i et ATES (Aquifer Thermal Energy Storage) anlæg og sæsonlagres til efterår/vinterperioden, hvor energien ønskes nyttegjort fremfor afbrænding af fossil-brændsel til varmeproduktion. Ved implementering af dette projekt vil GUES kunne forøge andelen af miljøvenlig fossilfri varmeproduktion fra nuværende 39,9% til 56,2%, hvilket er et stort ønske fra bestyrelsen og ledelsen i GUES for at imødekomme bæredygtig lokal varmeproduktion til glæde for andelshaverne i GUES og miljøet.

Denne nye produktionsprofil medfører en reduktion på op til 17.886 MWh-varme produceret på naturgas, hvilket betyder en besparelse på 65.757 Tons CO₂ udledning pr. år.

Ved opførelse af varmepumpeanlægget vil det være muligt at medtælle "energi-spare-point" for den energibesparelse, som opnås. Denne energibesparelse kan kapitaliseres og har i dette projekt en værdi på pt. ca. 5,4 mio. kr. ved en salgspris på 365 kr./MWh. Kravet for at kunne opnå denne energibesparelse er, at anlægget producerer varme inden udgangen af 2020, hvilket naturligvis er meget vigtigt for GUES.

GUES ønsker at producere den fjernvarme, som leveres til forbrugerne på den mest fordelagtige selskabs- og samfundsøkonomiske, samt miljømæssige måde. Dette gøres ved at følge retningslinjerne i varmforsyningsloven, den gældende bekendtgørelse BEK. 64 af 21/01/2019 og projektbekendtgørelsen gældende BEK nr. 1792 af 27/12/2018, samt Energistyrelsens samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger fra oktober 2018.

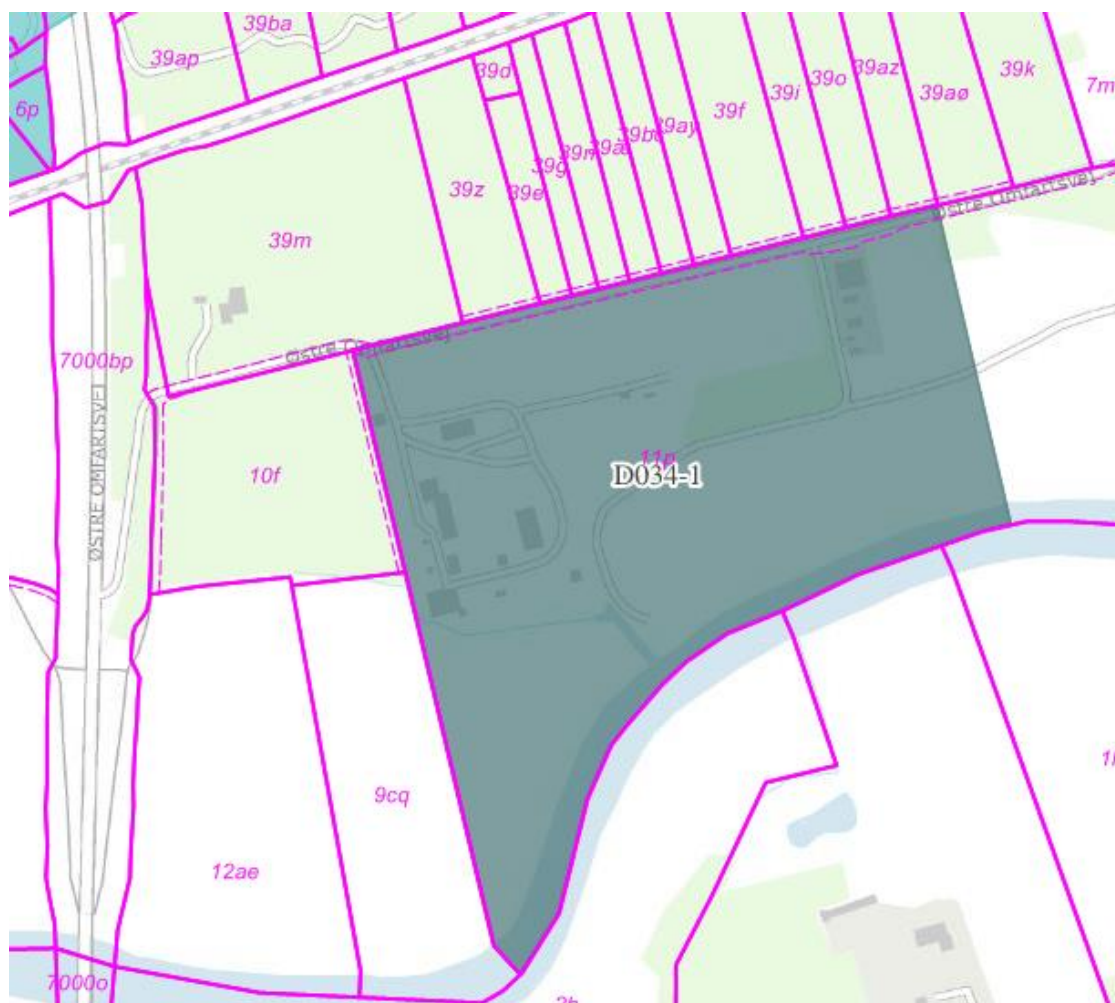
Anlægget skal drives og ejes af GUES. Hoveddelen af anlægget forventes at bygges på adressen: Østre Omfartsvej 6 - 8850 Bjerringbro (matrikel 11p).

2. Forholdet til kommune- og lokalplaner

I forhold til lokalplanen på Østre Omfartsvej 6 er matriklen 11p opdelt i 2, hvor delen som rensningsanlægget ligger på, er underlagt lokalplan D034-1. Den anden del af matriklen er ikke underlagt nogen lokalplan.

Af Lokalplan D034-1 fremgår det:

"Lokalplanområdet består af et ca. 7,5 ha stort område beliggende øst for Østre Omfartsvej ved Bjerringbro by. Lokalplanområdet afgrænses mod øst og mod vest af mark- og engområder. Mod syd afgrænses området af Gudenåen og mod nord af et privat tilplantet område. Dette tilstødende område afgrænses mod nord af jernbanen mod Langå." Arealet er markeret i figur 1 nedenfor.



Figur 1 – Oversigt over arealanvendelsen for lokalplanen

Lokalplanens delområde II, hvor teknikbygningen skal opføres, anviser en maksimal bebyggelsesprocent på 10%. Arealet opgøres til 31.000 m². Eksisterende bygninger på arealet er 300 m², og den nye teknikbygning er på 400 m². Sammenlagt med de eksisterende bygninger i delområdet, vil den fremtidige bebyggelsesprocent andrage 2,2%.

3. Forholdet til anden lovgivning

Varmeforsyningslovens (LBK nr. 64 af 21/01/2019) formål (§1) er at fremme den mest samfundsøkonomiske, herunder miljøvenlige anvendelse af energi til bygningers opvarmning og forsyning med varmt vand og inden for disse rammer at formindske energiforsyningens afhængighed af fossile brændsler.

Projektbekendtgørelsens (BEK nr. 1792 af 27/12/2018) § 6 bestemmer, at projektet skal være i overensstemmelse med varmforsyningens formålsparagraf, og ud fra en konkret vurdering være det samfundsøkonomisk mest fordelagtige projekt jf. bekendtgørelsens § 26.

Anlæggets tekniske installationer vil opfylde gældende lovgivning på området og gældende procedure for godkendelser.

4. Fastlæggelse af forsyningsområde og varmebehov

GUES leverer fjernvarme til pt. 2617 forbrugere, deriblandt flere større industrivirksomheder i hovedsagelig Bjerringbro, der ligger i Viborg Kommune, men også i Ulstrup der er en del af Favrskov Kommune. Fjernvarmeproduktionen er i dag fordelt ud på forskellige typer produktionsanlæg for at sikre en billig og stabil produktion.

I Bjerringbro anvendes der primært naturgas som brændsel til varmeproduktion. Til at producere kraftvarme er der på kraftvarmeværket placeret 4 gasmotorer med en samlet varmeeffekt på 15,2 MW, samt en absorptionsvarmepumpe med en varmeeffekt på 0,65 MW og en el-drevet varmepumpe med en varmeeffekt på 0,90 MW. Derudover er der på varmeværket placeret 2 gaskedler, der samlet kan levere 17,5 MW fjernvarme. De gasfyrede anlæg står på nuværende tidspunkt for 60,2% af varmeproduktionen. Resten af varmeproduktionen, altså 39,9%, håndteres fra energicentralen, hvori der er placeret 3 stk. varmepumper med en samlet varmeeffekt på 3,3 MW varme og fra den 3,6 MW luft til vand varmepumpe. Til oplagring af varme ved forbrugsuafhængig varmeproduktion er der 2 stk. akkumuleringsstanke med en samlet kapacitet på 6.400m³. Anlægsoversigten findes i tabellen herunder.

Brændsel	Varmeydelse
Naturgas	• 4 stk. gasmotorer med samlet varmeeffekt på 15,2 MW • 2 stk. gaskedler med samlet indfyret effekt på 17,5 MW • 1 stk. absorptionsvarmepumpe til røggaskondensering på 0,9 MW til Gasmotor 4 • 1 stk. el-drevet varmepumpe til røggaskondensering på 0,65MW til Gasmotor 1
EL	• 3 stk. el-drevne varmepumper med en samlet varmeeffekt på 3,3 MW. • 2,0 MW (Projekt "Transmissionsledning og varmepumpe i Bjerringbro") • 1,6 MW (Projekt "Varmepumpe i Bjerringbro") (De 2 ovenstående varmepumper kommer til at fungere som en med en samlet effekt på 3,6 MW)
Akkumuleringstank	• 2 stk. akkumuleringstanke BKV med samlet kapacitet på 6.400m³

Tabel 1: Produktionsanlæg i Bjerringbro

Efter at Bjerringbro Varmeværk og Ulstrup Kraftvarmeværk er fusioneret til Gudenådalens Energiselskab, og forsyningsområderne er sammenlagt via en transmissionsledning, er her skabt nogle muligheder for optimering af varmeforsyningen. Forbrugerne, samt varmekonsumet i Ulstrup er derfor medregnet i dette projektforslag.

I Ulstrup produceres der, under nuværende forhold, udelukkende varme på naturgas med henholdsvis 1 gasmotor og en 1 gaskedel. Gaskedlen har en samlet effekt på 5 MW, og gasmotoren kan levere 3,8 MW. Anlægs-oversigten findes i tabellen herunder.

Brændsel	Varmeydelse
Naturgas	1 stk. gaskedel med samlet effekt på 5 MW 1 stk. gasmotor med samlet varmeeffekt på 3,8 MW
Akkumuleringstank	1 stk. 700 m³ tank ved Ulstrup Kraftvarmeværk

Tabel 2: Produktionsanlæg i Ulstrup

Ved færdig etablering af transmissionsledning vil den samlede årlige varme-produktion til Ulstrup forventes produceret på varmecentralerne i Bjerringbro. Den samlede varmeproduktion forventes at andrage 109.735 MWh årligt for GUES forsyningsområde. Det forventede ledningstab mellem Bjerringbro og Ulstrup er 5,7%. af produktionen under fremtidige forhold med en ny transmissionsledning produceres ca. 60,2% af varmen på gas, hvor 37% er på gasmotoren, og 23,1% er på gaskedlerne. På Energicentralen og den kommende varmepumpecentral med varmepumpeanlæg produceres der ca. 39,9% af varmen på el.

Den nye tekniske installation består af en varmepumpe på 4 MW med det nødvendige udstyr, pumper, ventiler, følere, styring og rørinstallation, som flytter energien fra spildevandet og ATES boringerne til fjernvarmevandet. Den tekniske installation er pladskrævende, hvilket betyder, at en ny teknikbygning er nødvendig at opføre. Bygningen forventes at skulle være 400 m², (L x B x H: ca. 25 x 16 x 7 meter).

Varmepumpen forventes at have en årlig produktion på ca. 21.343 MWh.

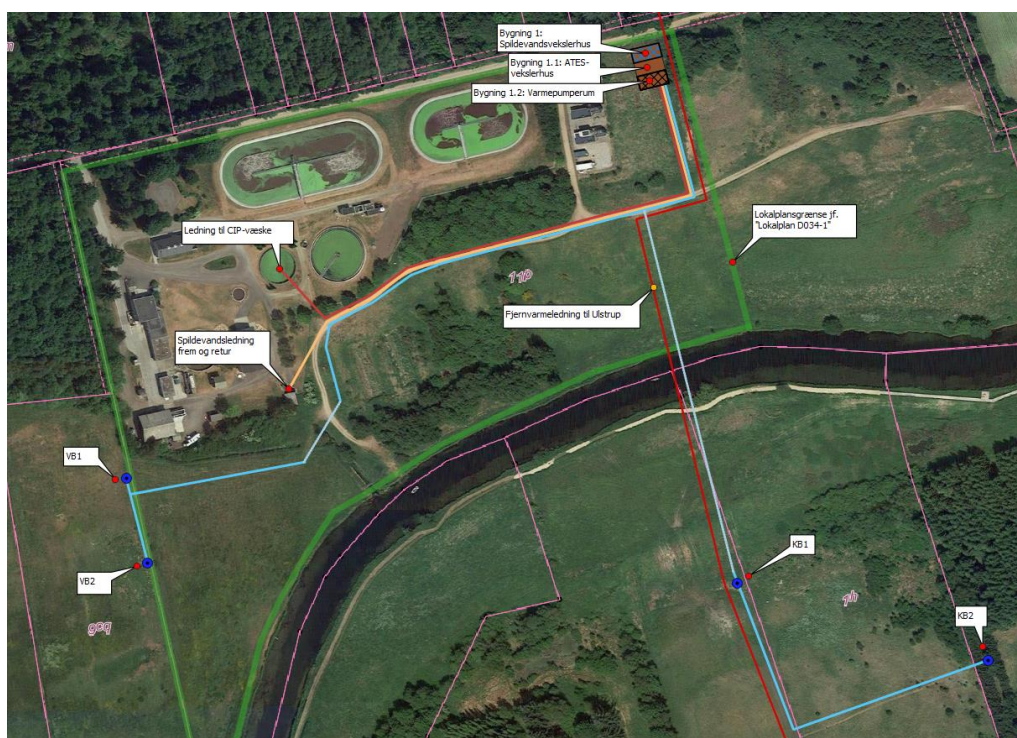
5. Tidsplan

Med godkendelse af nærværende projektforslag forventes det, at anlægget er bygget og driftsklar og vil kunne producere varme pr. 1/12-2020.

6. Arealafståelser og servitutpålæg

Varmepumpen og udstyr til spildevandsvarmepumpen og det tilhørende ATES anlæg tænkes opført i en bygning beliggende på samme matrikel som Bjerringbro Rensningsanlæg (matrikel 11p). Der vil dog forekomme ATES vandboringer i omkringliggende matrikler nord og syd for Gudenåen.

På figuren nedenfor er føringsvejen for vandledningen mellem ATES boringerne og teknikbygningen illustreret med en blå linje. De blå prikker illustrerer ATES boringerne. Transmissionsledningen for spildevand mellem teknikbygning og indhentningspunkt illustreres ved den gule linje, og varmetransmissionsledningen mellem Bjerringbro og Ulstrup med den røde linje. Teknikbygningen opbygges i 3 sektioner, varmepumpesal, ATES og fjernvarme afd.



Figur 3: Oversigtskort over tracéet til spildevand og ATES-anlægget

Teknikbygningen til alle vekslere, pumper og varmepumpe er placeret så langt mod nordøst som muligt, dog placeret inden for lokalplansområdet. Placeringen er valgt for, at fremtidige udvidelsesmuligheder af rensningsanlægget optimeres.



Figur 4: Oversigtskort over vekslerhus

Som det ses på figur 4, er teknikbygning skitseret som opdelt i 3 forskellige rum. Et rum til spildevandsveksler og pumper, et til ATES veksler og pumper, og det sidste rum tiltænkes brugt til varmepumperne.

I nedenstående tabel er samlet et overblik af berørte lodsejere, forsyningsvirksomheder og kommuner. Der er indgået aftaler med alle parter, således at der påtegnes servitutter om etablering og adgang til bygning, boringer og ledninger med henblik på tilsyn, vedligeholdelse og service, når projektet er positivt afsluttet.

Part	Art	Karakter af Ejer	Aftale/servitut
Gudenådalens Energiselskab Realskolevej 18 8850 Bjerringbro		Forsyningsvirksomhed	Ja
Viborg Kommune Prinsens Allé 5 8800 Viborg	9cq Hjermind By, Hjermind	Boringer nord for Gudenåen Grundvandstracé Myndighed	Ja
Favrskov Kommune Skovvej 20 8382 Hinnerup		Myndighed	

Energi Viborg Industrivej 15 8800 Viborg	11p Hjermind By, Hjer- mind	Boringer nord for Gudenåen Grundvandstracé Spildevandstracé	Ja
Lene & Jakob Bovbjerg Busbjergvej 65 8850 Bjerringbro	4 Hesselbjerg, Bjer- ringbro	Boringer syd for Gudenåen Grundvandstracé	Ja

Det er indgået skriftlige frivillig forhåndsftale med lodsejer Lene og Jakob Bovbjerg samt aftaler med Viborg Kommune og Energi Viborg efter gæsteprincippet.

7. Redegørelse for projektansøgers forhandlinger

Ingen forhandlinger er opstartet pt.

8. Økonomiske konsekvenser for forbrugerne.

Energibesparelser er en stor del af økonomien.

Af afsnit 10 fremgår det, at varmepumpen vil afstedkomme en driftsbesparelse på 6.069.595 DKK/årligt for GUES. Besparelsen er fundet ved at sammenholde produktionsomkostningerne for varmepumpen med dyre produktionsenheder primært gas.

Ved beregning af forbrugerøkonomien i projektet regnes besparelse pr. norm. forbruger (18,3MWh/år), da forbrugerne i forsyningsområdet varierer mellem virksomheder og parcelhuse. Årlig besparelse pr. norm forbruger er 1012,2 Kr./norm forbruger, svarende til 55,3 Kr./MWh.

9. Forudsætninger for beregninger

Forudsætningerne, der benyttes i dette projektforslag, er forventningen til varmebehovet i 2021 på baggrund af faktiske produktionstal fra tidligere årsproduktioner, og tidligere indsendt projektforslag på 2+1,6MW luft/vand varmepumpe, samt forventninger til produktionsfordeling ved idriftsætning af dette varmepumpeprojekt ultimo 2020.

Produktionsenhedernes pris og virkningsgrad beregnes time for time, for herefter at prioriteres efter laveste produktionsomkostning.

I varmesystemets transmissions- og distributionssystemet, findes i dag nogle begrænsninger som ikke gør det muligt at producere varmen uafhængigt og i prioriteret orden. Derfor ligger der begrænsninger på produktionsenhederne som følge heraf. Derforuden er særligt en produktionsenhed, varmepumpen på "energicentralen", også begrænset af temperaturbegrænsning i forhold til samproduktionen af køling til Grundfos og varme til varmeforsyningen.

Metoden anvendt til redegørelse for lastfordelingen på de eksisterende enheder og igangværende projekter oplystes i skemaform i bilag 3. Varmeproduktionen beskrives mdr./mdr. på alle produktionsapparater for synliggørelse af, hvilke enheders produktionsmængde der kan fortrænges i projektet. Den samlede varmeproduktion summeres nederst i tabellen.

I bilag 4 beskrives den fremtidige produktion indeholdende produktionen fra varmepumpeanlægget i dette projekt. Det illustreres, hvilken varmeproduktion det nye projekt vil få, og hvilke eksisterende produktionsenheder der i referencen vil fortrænges i både MWh og procent. Produktionsenhederne er oplyst i prioriteret økonomisk rækkefølge startende med den billigste øverst med undtagelse af gaskedlerne og varmepumpen på energicentralen, som er prioriteret grundet manglende hydraulisk forsyningsmulighed fra kraftvarmecentralen.

Bilag 6 beskriver forudsætningerne for prioriteringen af produktionsenhederne i både reference og projekt. Bemærk venligst at distributionstariffen for varmepumperne ikke er den samme, og dette derfor giver forskellige driftsomkostninger som udmøntes i prioriteringsfordel til spildevandsvarmepumpen. Bilag 6 beskriver samtidig varmebehov for GUES, omkostningerne til varmeproduktion i form af brændsel, datasæt for afsætning af el-produktionen fra gasmotorerne, samt enhedsstørrelser/virkningsgrader, COP beregningsforudsætning.

Forudsætningerne i bilag 3 og 4 benyttes både til de selskabs- og samfundsøkonomiske beregninger, nedenfor vises årlig produktion i effekt og procent.

I afsnittet herunder er oplyst virkningsgrader på produktionsudstyret som en del af dokumentationen for forudsætningerne anvendt i denne beregning. Virkningsgraderne (COP) for varmepumperne er angivet som en årlig vægtet værdi, da disse regnes time for time for prioriteringen.

Selskabs- og samfundsøkonomiske forudsætninger:

- **Varmeproduktion for referenceprojekt fordelt på:**

Referencen

Varmepumpe Energicentralen	13.541 MWh	12,3 %
Gaskedler BV	21.633 MWh	19,7 %
3,6 MW Luft/Vand Varmepumpe	30.189 MWh	27,5 %
Gasmotor 4 BKV + ABVP	11.211 MWh	10,2 %
Gasmotor 1 BKV + VP	24.692 MWh	22,5 %
Gasmotor 2 BKV	2.490 MWh	2,3 %
Gasmotor 3 BKV	273 MWh	0,3 %
Gasmotor UKV	1.971 MWh	1,8 %
Gaskedel UKV	3.735 MWh	3,4 %
4 MW Spildevands/ATES varme- pumpe	0 MWh	0 %
Samlet produktion	109.735 MWh	100 %

- **Varmeproduktion af projektet**

Projekt

Varmepumpe Energicentralen	13.427 MWh	12,2 %
Gaskedel BV	13.626 MWh	12,4 %
3,6 MW Luft/Vand Varmepumpe	26.933 MWh	24,5 %
Gasmotor 4 BKV + ABVP	9.651 MWh	8,8 %
Gasmotor 1 BKV + VP	21.056 MWh	19,2 %
Gasmotor 2 BKV	1.340 MWh	1,2 %
Gasmotor 3 BKV	260 MWh	0,2 %
Gasmotor UKV	1.496 MWh	1,4 %
Gaskedel UKV	610 MWh	0,6 %
4 MW spildevands/ATES varmpumpe	21.339 MWh	19,5 %
Samlet produktion	109.735 MWh	100 %

- **Tekniske data for referencen**

Navn	Virkningsgrad				
Energicentralen	456 %	D&V	15,00	DKK/MWh	
3,6 MW Luft/Vand	306 %	D&V	15,00	DKK/MWh	
Gasmotor 4 BVK + ABVP	95,8 %	D&V	80	DKK/MWh _{el}	
Gasmotor 1 BKV + VP	101,9 %	D&V	80	DKK/MWh _{el}	
Gasmotor 2 BKV	93,5 %	D&V	80	DKK/MWh _{el}	
Gasmotor 3 BKV	93,1 %	D&V	80	DKK/MWh _{el}	
Gaskedel BKV 1	102 %	D&V	12	DKK/MWh	
Gaskedel BKV 2	92 %	D&V	12	DKK/MWh	
Gasmotor UKV	93,0 %	D&V	77	DKK/MWh _{el}	
Gaskedel UKV	93,0 %	D&V	10	DKK/MWh	

Teknisk data for projekt

Navn	Virkningsgrad				
Energicentralen	456	%	D&V	15,00	DKK/MWh
3,6 MW Luft/Vand	331	%	D&V	15,00	DKK/MWh
Gasmotor 4 BVK + ABVP	95,8	%	D&V	80	DKK/MWh _{el}
Gasmotor 1 BVK + VP	101,9	%	D&V	80	DKK/MWh _{el}
Gasmotor 2 BVK	93,5	%	D&V	80	DKK/MWh _{el}
Gasmotor 3 BVK	93,1	%	D&V	80	DKK/MWh _{el}
Gaskedel BVK 1	102	%	D&V	12	DKK/MWh
Gaskedel BVK 2	92	%	D&V	12	DKK/MWh
Gasmotor UKV	93,0	%	D&V	77	DKK/MWh _{el}
Gaskedel UKV	93,0	%	D&V	10	DKK/MWh
4 MW Spildevands/ATES varmepumpe	325	%	D&V	18,00	DKK/MWh

- Priseniveauet regnes ud fra 2020 priser.
- Netto investeringer i fjernvarmetilslutning og varmepumpe: 36,9 mio. DKK (Se bilag 5).

Samfundsøkonomi

- Prissæt vælges ud fra energistyrelsens beregningsforudsætninger fra november 2018
- Scrapværdi indregnes efter at tidshorisonten på 25 år udløber.
- Kalkulationsrenten sættes til standardværdien 4%
- I henhold til Finansministeriets vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensberegninger anvendes standardværdien på 10% for forvridningsfaktoren.
- I henhold til Finansministeriets vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensberegninger anvendes standardværdien på 32,5% for nettoafgiftsfaktoren.
- Introduktions år er 2020 med 1 år om opførelse.
- Tidshorisonten er 25 år for den tekniske levetid.
- CO2 kvoteprisen er bestemt ud fra EU's fremskrivning
- Emissionsomkostning er ud fra *Ikke-bymæssig bebyggelse*.

10. Selskabsøkonomiske vurderinger

Ved at anvende forudsætningerne fra afsnit 9 er det fundet, at varmepumpen vil generere en besparelse på 6.069.595 DKK/år. Energibesparelser er indregnet og fratrasket investeringsomkostningen for varmepumpen.

I bilaget kan ses samme tabel, med større detaljeringsgrad.

Sammenligning			
		Reference	Projekt
		samlede	Projekt - Varmepumpe
Samlede varmeproduktion	MWh	109.735	109.735
VARIABLE UDGIFTER			
Variable udgifter i alt	DKK/år	53.778.145	51.300.914
Kapitaludgifter/-indtægter			
Samlet investering (m. E.besparelse)	DKK	-	36.896.570
Årlig ydelse på lån (3% over 25 år)	DKK/år	-	2.118.891
Produktionsomkostninger ekskl. moms.	DKK/år	57.370.509	51.300.914
Besparelse ekskl. moms.			6.069.595

FIGUR 5 - OVERSIGT OVER SELSKABSØKONOMIEN

Variable udgifter indeholder udgifter til brændsel samt drift og vedligehold (D&V) af den pågældende fyringsenhed.

11. Samfundsøkonomiske vurderinger

Ved at anvende forudsætningerne fra afsnit 9 er det fundet, at varmepumpen vil generere et samfundsøkonomisk overskud på 14,8 mio. DKK over 25 år. Besparelsen kommer særligt af de lavere omkostninger til indkøb af strøm, samt mindre emissioner, der gør varmepumpeløsningen økonomisk attraktiv.

I bilaget kan ses samme tabel, med større detaljeringsgrad.

Resultat - Spildevand/ATES Varmepumpe				
Nutidsværdi 2020 - 44 (2020-prisniveau - mio. kr) (vers. 2.04)	Uden spildevandsvarmepumpe	Spildevands/ATES Varmepumpe	Projektfordel	Forskel i pct.
Brændselskøb netto	402,4	359,0	43,4	10,8%
Investeringer	0,0	48,9	-48,9	-
Driftsomkostninger	55,1	53,1	2,0	3,7%
CO ₂ /CH ₄ /N ₂ O-omkostninger	96,2	72,5	23,7	24,6%
SO ₂ -omkostninger	-0,2	0,0	-0,1	79,0%
NO _x -omkostninger	8,4	7,0	1,4	16,7%
PM _{2,5} -omkostninger	0,0	0,0	0,0	9,1%
Afgiftsforvridningseffekt	-32,6	-25,8	-6,7	20,7%
I alt	529,4	514,6	14,8	2,8%

TABEL 3: Resultatoverblik over samfundsøkonomien

11.1. Miljø vurdering

Ved at anvende varmepumpen opnås der en betydelig reduktion i emissioner.

I bilaget kan ses samme tabel, med større detaljeringsgrad.

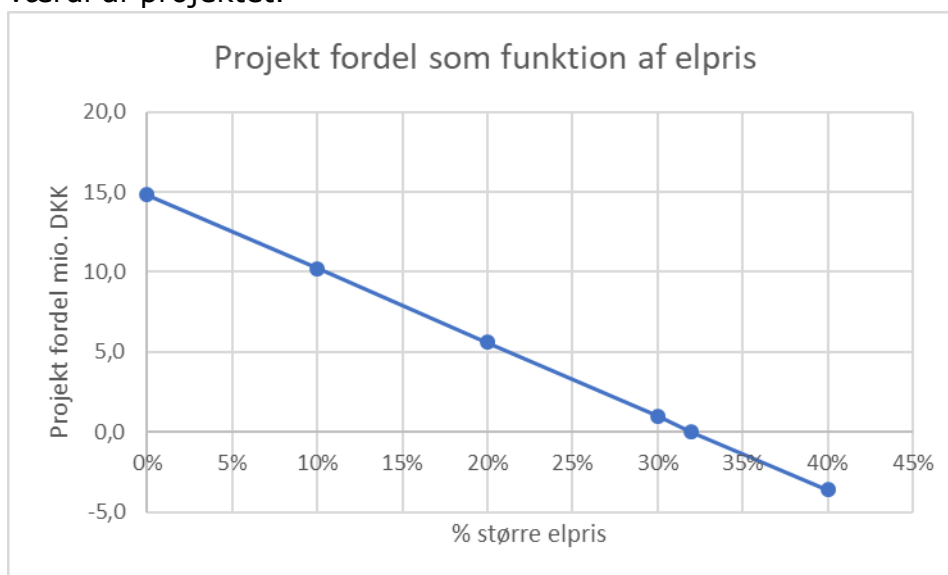
Emissioner (ekskl. el-produktion)				
Emissioner korrigeret for emissioner forbundet med evt. elproduktion (NPV for perioden 2020 - 44)	Uden spildevandsvarmepumpe (ton)	Spildevands/ATES Varmepumpe (ton)	Projektfordel (ton)	Forskel (%)
CO ₂ -ækvivalenter (inkl. CH ₄ og N ₂ O)	277.026,2	211.269,2	65.757,1	23,7%
SO ₂ -emissioner	-8,3	-1,7	-6,5	79,0%
NO _x -emissioner	561,3	467,7	93,7	16,7%
PM _{2,5} -emissioner	0,6	0,6	0,1	9,1%

TABEL 4: Resultatoverblik over emissioner

12. Samfundsøkonomiske følsomhedsberegninger

Projektet er robust, da el til drift af varmepumpen ligesom med fjernvarmen består af et mix af forskellige leverandører og teknologier. Det undersøges dog, hvor meget elprisen skal forøges, før projektet har samme økonomi som referencen.

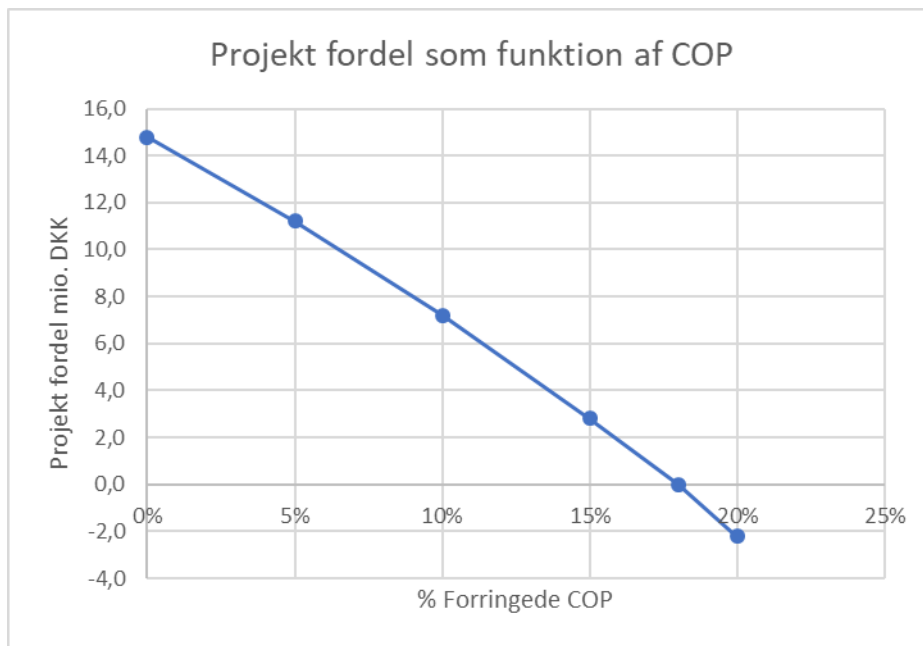
Nedenstående graf viser projektfordelene som funktion af større elpris. Det ses, at ved en elprisstigning på 32 % vil varmepumpens samfundsøkonomiske værdi modsvare referencens. Tages der udgangspunkt i ENS fremskrivning af elprisen, da vurderes det ikke, at elprisen kommer til at stige i sådan en grad, at det vil have en negativ indvirkning på den samfundsøkonomiske værdi af projektet.



FIGUR 6 – SAMFUNDSØKONOMISK FØLSOMHEDSANALYSE.

Andre forhold, som kan påvirke projektfordelen, er drift og vedligehold af varmepumpen. Her er forventningen, at varmepumpen under de konditionsgivende omstændigheder ikke kommer til at afvige fra driftserfaringerne fra tilsvarende anlæg.

COP er også en betydelig faktor, når der kigges på følsomhed i projektet fra et samfundsøkonomisk synspunkt. Grundet vigtigheden af effektiviteten, er der på den nye varmepumpe lavet en følsomhedsanalyse af denne.



Figur 7: Følsomhedsanalyse af COP'en på en kommende varmepumpe

Som det ses på figur 7, er projektet samfundsøkonomisk rentabelt til og med at COP'en falder til omkring 18% af den oprindeligt beregnede COP.

BILAG 1 – SELSKABSØKONOMI

Reference												
Varmeproduktion	109735	MWh/år										
<i>Alle priser er ekskl. moms</i>		Energi central	Gaskedel 1 BV	Gaskedel 2 BV	Luft/vand VP	Gasmotor 1 BKV + VP	Gasmotor 4 BKV + ABVP	Gasmotor 2 BKV	Gasmotor 3 BKV	Gasmotor UKV	Gaskedel UKV	Samlede
Varmegrundlag												
Faktor til beregning af CO2 forbrug	ton_CO2/GJ	0,125	0,183	0,183	0,125	0,183	0,183	0,183	0,183	0,183	0,183	0,125
Energistyrelsen beregner for CO2 2019-Kr./ton	Kr./ton	127,0	127,0	127,0	127,0	127,0	127,0	127,0	127,0	127,0	127,0	
Marginal brændselsfordeling												
Fordeling	%	12,3%	18,8%	0,9%	27,5%	22,5%	10,2%	2,3%	0,3%	1,8%	3,4%	100,0%
Produktionspriser												
Varmevirkningsgrad	%	456%	102%	92%	306%	61%	54,60%	52,70%	52,2%	51,9%	93%	
Varmeproduktion	MWh/år	13.497	20.630	988	30.177	24.690	11.193	2.524	329	1.975	3.731	
Indfyret	MWh/år	2.960	20.226	1.073	9.862	40.811	20.500	4.789	631	3.806	4.012	
Brændselspris (driftudgift)	DKK/MWh/år	639,0	509,0	509,0	639,0	440,0	440,0	449,0	449,0	449,0	385,0	
D&V pr. MWh	DKK/MWh	15,0	15,0	12,0	12,0	54,7	60,4	61,9	62,7	61,0	10,0	
CO2 pris. ENS samfundsøkonomiske 2019	DKK/år	46.989	468.780	24.881	156.556	945.886	475.137	111.002	14.617	88.210	92.984	2.243.849
VARIABLE UDGIFTER												
Variable udgifter i alt	DKK/år	2.141.025	11.073.345	583.141	6.820.375	20.253.086	10.171.169	2.417.579	318.425	1.917.520	1.674.843	53.778.145
Kapitaludgifter/-indtægter												
Samlet investering		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Årlig ydelse på lån (3% over 25 år)	DKK/år	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Produktionsomkostninger ekskl. moms.	DKK/år	2.141.025	11.073.345	583.141	6.820.375	20.253.086	10.171.169	2.417.579	318.425	1.917.520	1.674.843	57.370.509

Projekt													
Varmeproduktion	109735	MWh/år											
Alle priser er ekskl. moms		Energi central	Gaskedel 1 BV	Gaskedel 2 BV	Luft/vand VP	Gasmotor 1 BKV + VP	Gasmotor 4 BKV + ABVP	Gasmotor 2 BKV	Gasmotor 3 BKV	Gasmotor UKV	Gaskedel UKV	Projekt - VP	Samlede
Varmegrundlag													
Faktor til beregning af CO2 forbrug	ton_CO2/GJ	0,125	0,183	0,183	0,125	0,183	0,183	0,183	0,183	0,183	0,183	0,125	0,125
Energistyrelsen beregner for CO2 2019-Kr./ton	Kr./ton	127,0	127,0	127,0	127,0	127,0	127,0	127,0	127,0	127,0	127,0	127	
Marginal brændselsfordeling													
Fordeling	%	12,4%	12,4%	0,0%	24,5%	19,2%	8,8%	1,2%	0,2%	1,4%	0,6%	19,5%	100,1%
Produktionspriser													
Varmevirkningsgrad	%	456%	102%	92%	306%	61%	54,60%	52,70%	52,2%	51,9%	93%	325%	
Varmeproduktion	MWh/år	13.607	13.618	-	26.929	21.058	9.646	1.339	219	1.492	615	21.343	
Indfyret	MWh/år	2.984	13.351	-	8.800	34.807	17.666	2.540	420	2.876	661	6.567	
Brændselspris (driftudgift)	DKK/MWh/år	639,0	509,0	509,0	639,0	440,0	440,0	449,0	449,0	449,0	385,0	591	
D&V pr. MWh	DKK/MWh	15,0	15,0	12,0	12,0	54,7	60,4	61,9	62,7	61,0	10,0	18	
CO2 pris. ENS samfundsøkonomiske 2019	DKK/år	47.371	309.445	-	139.705	806.736	409.457	58.879	9.745	66.647	15.315	104.255	1.781.338
VARIABLE UDGIFTER													
Variable udgifter i alt	DKK/år	2.158.432	7.309.586	-	6.086.255	17.273.632	8.765.154	1.282.368	212.283	1.448.793	275.857	4.369.662	43.087.710
Kapitaludgifter/-indtægter													
Samlet investering		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36.896.570	
Årlig ydelse på lån (3% over 25 år)	DKK/år	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.118.891	
Produktionsomkostninger ekskl. moms.	DKK/år	2.158.432	7.309.586	-	6.086.255	17.273.632	8.765.154	1.282.368	212.283	1.448.793	275.857	6.488.554	51.300.914

BILAG 2 – SAMFUNDSØKONOMI

Beregningsforudsætninger - basisoplysninger								
Betegnelse		Spildevand/ATES Varmepumpe						
Kommune		Viborg kommune						
Dato:		16-12-2019						
Udarbejdet af:		ingeniørhuse						
Generelle forudsætninger								
Brændværdienhed	GJ/MWh	GJ						
Kalkulationsrente (real)	%	4,0%						
Forvridningsfaktor	%	10,0%						
Nettoafgiftsfaktor	%	32,5%						
Prisniveau	år	2020						
Periodestart	år	2020						
Tidshorisont (ved beregning af NPV)	år	25						
CO ₂ -kvotepris	Se liste	Middel						
Emissionsomkostning NOx/SO ₂ /PM _{2,5}	Se liste	Bymæssig bebyggelse						
Energibesparelsesprocent	%	0,00%						
Følsomhedskoefficienter								
Brændselspris	%	100,0%						
Elsalgspris (kun kraftvarme)	%	100,0%						
Områder		GUES						
Antal ejendomme ialt	stk.	1	-	-	-	-	-	-
Nettovarmebehov pr. ejendom	MWh	109.736	-	-	-	-	-	-
Introduktionsår	år	2020	-	-	-	-	-	-
Starttilslutning	%	100,0%	-	-	-	-	-	-
Sluttilslutning	%	100,0%	-	-	-	-	-	-
Opbygningsperiode	år	1	-	-	-	-	-	-

Brændselsfordeling											
Uden spildevandsvarmepumpe		BKV Gasmotor 1	BKV Gasmotor 2	BKV Gasmotor 3	BKV Gasmotor 4	UKV Gasmotor	BV Gaskedel 1	BV Gaskedel 2	UKV Gaskedel	Varmepumpecentralen	Energicentralen
Type		Varmeværk/ naturgas/ motor	Varmeværk/ naturgas/ motor	Varmeværk/ naturgas/ motor	Varmeværk/ naturgas/ motor	Varmeværk/ naturgas/ motor	Varmeværk/ naturgas	Varmeværk/ naturgas	Varmeværk/ naturgas	Varmeværk/ elvarme	Varmeværk/ elvarme
Forbrugsinterval (udfyldes altid for Naturgas)		0,8-10 mio. m³	0,8-10 mio. m³	0,8-10 mio. m³	0,8-10 mio. m³	300-800.000 m³	0,8-10 mio. m³	0,8-10 mio. m³	300-800.000 m³	-	-
Varmevirkningsgrad	%	60,5%	52,7%	52,2%	54,6%	51,6%	102,0%	92,0%	93,0%	306,0%	456,0%
Elvirkningsgrad (kun kraftvarme)	%	41,4%	40,8%	40,9%	41,2%	41,1%	-	-	-	-	-
Varmeandel	%	22,5%	2,3%	0,3%	10,2%	1,8%	18,9%	0,9%	3,4%	27,5%	12,3%
Ledningstab	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Konstant energitab	GJ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CO2-kvoteomfattet	ja/nej	Ja	Ja	Ja	Ja	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Suppl. elproduktion fra solceller	GJ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elpriskorrektionstype		Ikke-marginal	Ikke-marginal	Ikke-marginal	Ikke-marginal	Ikke-marginal	-	-	-	Ikke-marginal	Ikke-marginal
Elprisinterval	%	55 - 60 %	10 - 15 %	0 - 5 %	35 - 40 %	10 - 15 %	-	-	-	95 - 100 %	70 - 75 %
Elprisinterval - udgangspunkt	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Investering/driftsomk.											
Anlægsinvestering	kr										
Levetid	år	30	30	30	30	30	20	10	10	25	20
Anlægsår	årstal	1993	1993	1993	1993	1986	1986	1974	2012	2019	2010
Faste driftsomk. (pr. år)	kr										
Variable driftsomk. (varme)	kr/GJ varme						3,33	3,33	2,78	4,17	4,17
Variable driftsomk. (el)	kr/GJ el	22,22	22,22	22,22	22,22	21,39					

Spildevands/ATES Varme pumpe		BKV Gasmotor 1	BKV Gasmotor 2	BKV Gasmotor 3	BKV Gasmotor 4	UKV Gasmotor	BV Gaskedel 1	BV Gaskedel 2	UKV Gaskedel	armepumpecentrale	Energicentralen	pildevands centrale
Type		Varmeværk/ naturgas/ motor	Varmeværk/ naturgas/ motor	Varmeværk/ naturgas/ motor	Varmeværk/ naturgas/ motor	Varmeværk/ naturgas/ motor	Varmeværk/ naturgas	Varmeværk/ naturgas	Varmeværk/ naturgas	Varmeværk/ elvarme	Varmeværk/ elvarme	Varmeværk/ elvarme
Forbrugsinterval (udfyldes altid for Naturgas)		0,8-10 mio. m³	0,8-10 mio. m³	0,8-10 mio. m³	0,8-10 mio. m³	300-800.000 m³	0,8-10 mio. m³	0,8-10 mio. m³	300-800.000 m³	-	-	-
Varmevirkningsgrad	%	60,5%	52,7%	52,2%	54,6%	51,6%	102,0%	92,0%	93,0%	331,0%	456,0%	325,0%
Elvirkningsgrad (kun kraftvarme)	%	41,4%	40,8%	40,9%	41,2%	41,1%	-	-	-	-	-	-
Varmeandel	%	19,2%	1,2%	0,2%	8,8%	1,4%	12,4%	0,0%	0,6%	24,5%	12,2%	19,5%
Ledningstab	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Konstant energitab	GJ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CO2-kvoteomfattet	ja/nej	Ja	Ja	Ja	Ja	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Suppl. elproduktion fra solceller	GJ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elpriskorrektionstype		Ikke-marginal	Ikke-marginal	Ikke-marginal	Ikke-marginal	Ikke-marginal	-	-	-	Ikke-marginal	Ikke-marginal	Ikke-marginal
Elprisinterval	%	45 - 50 %	5 - 10 %	0 - 5 %	30 - 35 %	10 - 15 %	-	-	-	85 - 90 %	65 - 70 %	90 - 95 %
Elprisinterval - udgangspunkt (marginal ændr.)	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Investering/driftsomk.												
Anlægsinvestering	kr											36.896.570
Levetid	år	30	30	30	30	30	20	20	10	25	20	25
Anlægsår	årstal	1993	1993	1993	1993	1993	1986	1986	1974	2020	2010	2020
Faste driftsomk. (pr. år)	kr											
Variable driftsomk. (varme)	kr/GJ varme						3,33	3,33	2,78	4,17	4,17	5,00
Variable driftsomk. (el)	kr/GJ el	22,22	22,22	22,22	22,22	21,39						

Resultat - Spildevand/ATES Varmepumpe				
Nutidsværdi 2020 - 44 (2020-prisniveau - mio. kr) (vers. 2.04)	Uden spildevandsvarmepump e	Spildevands/ATES Varmepumpe	Projektfordel	Forskel i pct.
Brændselskøb netto	402,4	359,0	43,4	10,8%
Investeringer	0,0	48,9	-48,9	-
Driftsomkostninger	55,1	53,1	2,0	3,7%
CO ₂ /CH ₄ /N ₂ O-omkostninger	96,2	72,5	23,7	24,6%
SO ₂ -omkostninger	-0,2	0,0	-0,1	79,0%
NO _x -omkostninger	8,4	7,0	1,4	16,7%
PM _{2,5} -omkostninger	0,0	0,0	0,0	9,1%
Afgiftsforvridningseffekt	-32,6	-25,8	-6,7	20,7%
I alt	529,4	514,6	14,8	2,8%
Emissioner (ekskl. el-produktion)				
Emissioner korregeret for emissioner forbundet med evt. elproduktion (NPV for perioden 2020 - 44)	Uden spildevandsvarmepump e (ton)	Spildevands/ATES Varmepumpe (ton)	Projektfordel (ton)	Forskel (%)
CO ₂ -ækvivalenter (inkl. CH ₄ og N ₂ O)	277.026,2	211.269,2	65.757,1	23,7%
SO ₂ -emissioner	-8,3	-1,7	-6,5	79,0%
NO _x -emissioner	561,3	467,7	93,7	16,7%
PM _{2,5} -emissioner	0,6	0,6	0,1	9,1%

BILAG 3 - PRODUKTIONSFORDELING I REFERENCE (EKSISTERENDE DRIFT)

		januar	februar	marts	april	maj	juni	juli	august	september	oktober	november	december	Sum pr. enhed	Produktionsfordeling
Spildevandscentralen	MWh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
Varmepumpecentralen	MWh	2.452	2.218	2.538	2.585	2.678	2.556	2.678	2.645	2.567	2.444	2.329	2.498	30.189	27,51%
Energicentralen	MWh	1.266	1.808	1.831	1.721	1.487	0	0	0	0	1.517	2.207	1.703	13.541	12,34%
BKV Gasmotor 1	MWh	3.060	3.360	3.606	741	503	455	68	570	2.553	3.015	3.580	3.180	24.692	22,50%
BKV Gasmotor 4	MWh	1.017	1.872	2.535	5	0	55	0	51	28	313	2.656	2.682	11.211	10,22%
BKV Gasmotor 2	MWh	269	433	676	0	0	0	0	0	0	25	231	856	2.490	2,27%
BKV Gasmotor 3	MWh	0	34	67	0	0	4	0	0	0	13	155	0	273	0,25%
UKV Gasmotor	MWh	236	557	572	0	0	23	0	4	0	152	278	149	1.971	1,80%
BV Gaskedel 1	MWh	6.190	4.800	4.730	0	0	0	0	0	0	772	2.330	1.860	20.682	18,85%
BV Gaskedel 2	MWh	139	273	539	0	0	0	0	0	0	0	0	0	951	0,87%
UKV Gaskedel	MWh	755	1.480	965	0	0	0	0	0	0	0	30	505	3.735	3,40%
		15.384	16.833	18.059	5.052	4.669	3.093	2.747	3.270	5.147	8.252	13.797	13.434	109.735,6	100%

BILAG 4 - PRODUKTIONSFORDELING FOR PROJEKT 4 MW SPILDEVANDS/ATES VARMEPUMPE

		januar	februar	marts	april	maj	juni	juli	august	september	oktober	november	december	Sum pr. enhed	Produktionsfordelig
Spildevandscentralen	MWh	2.976	2.656	2.912	2.876	1.607	0	0	0	0	2.804	2.660	2.848	21.339	19,45%
Varmepumpecentralen	MWh	2.452	2.214	2.534	445	1.570	2.556	2.678	2.645	2.567	2.444	2.329	2.498	26.933	24,54%
Energicentralen	MWh	1.266	1.808	1.831	1.721	1.487	0	0	0	0	1.517	2.094	1.703	13.427	12,24%
BKV Gasmotor 1	MWh	2.965	3.165	3.335	10	5	455	68	570	2.553	1.200	3.570	3.160	21.056	19,19%
BKV Gasmotor 4	MWh	805	1.730	2.535	0	0	55	0	51	28	248	2.240	1.960	9.651	8,79%
BKV Gasmotor 2	MWh	0	433	676	0	0	0	0	0	0	0	231	0	1.340	1,22%
BKV Gasmotor 3	MWh	0	34	67	0	0	4	0	0	0	0	155	0	260	0,24%
UKV Gasmotor	MWh	4	490	572	0	0	23	0	4	0	38	278	84	1.492	1,36%
BV Gaskedel 1	MWh	4.916	4.110	3.182	0	0	0	0	0	0	0	239	1.180	13.626	12,42%
BV Gaskedel 2	MWh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
UKV Gaskedel	MWh	0	195	415	0	0	0	0	0	0	0	0	0	610	0,56%
		15.384	16.833	18.059	5.052	4.669	3.093	2.747	3.270	5.147	8.252	13.797	13.434	109.735,6	100%

BILAG 5 - ANLÆGSBUDGET

	Varmepumpe spildevand	ATES anlæg	Budget fordeling
Varmepumpe			
Varmepumpe inkl. elinst. og styring	6.500.000	6.500.000	13.000.000
SRO og styring	1.000.000	500.000	1.500.000
Fjernvarme installation	2.000.000	1.000.000	3.000.000
Bygning	2.790.000	2.300.000	5.090.000
Eltilslutning	1.200.000	1.200.000	2.400.000
Spildevandsoptag			0
Pumpeinstallation	1.498.715		1.498.715
Spilvandsoptag og ledning	1.500.000		1.500.000
Varmevekslere	1.500.000		1.500.000
ATES anlæg			0
2 stk. boringspar		7.500.000	7.500.000
Rådgivning (Tilsyn)	2.650.000	2.650.000	5.300.000
Energibesparelser (365 kr./MW)			-5.392.145
Samlede budget investering	20.638.715	21.650.000	36.896.570

	ENHED	PLACERING	Brændsel	Effekt		Virkningsgrad		D&V Omkostninger		Volumen
				EL	Varme	EL	Varme	EL	Varme	Varme
				MW	MW	%	%	Kr./MWh	Kr./MWh	m³
1	Varmepumpe - SPV-VP	Spildevandscentralen	Elektricitet		4,0		325,0%		18,0 kr.	
2	Varmepumpe - BKV-VP	Bjerringbro Kraftvarme	Elektricitet		3,6		331,0%		15,0 kr.	
3	Varmepumpe - EC-VP	Energicentralen	Elektricitet		3,3		456,0%		15,0 kr.	
4	Gasmotor - BKV1+EL-VP	Bjerringbro Kraftvarme	Naturgas	3,2	5,0	41,4%	60,5%	80,0 kr.	54,7 kr.	
5	Gasmotor - BKV2	Bjerringbro Kraftvarme	Naturgas	3,2	4,2	40,8%	52,7%	80,0 kr.	61,9 kr.	
6	Gasmotor - BKV3	Bjerringbro Kraftvarme	Naturgas	3,2	4,2	40,9%	52,2%	80,0 kr.	62,7 kr.	
7	Gasmotor - BKV4+ABSP-VP	Bjerringbro Kraftvarme	Naturgas	3,2	4,6	41,2%	54,6%	80,0 kr.	60,4 kr.	
8	Gasmotor - UKV	Ulstrup Kraftvarme	Naturgas	3,4	3,8	41,1%	51,6%	77,0 kr.	61,3 kr.	
9	Gaskedel - BV1+EL-VP	Bjerringbro Varmeværk	Naturgas		10,0		102,0%		12,0 kr.	
10	Gaskedel - BV2	Bjerringbro Varmeværk	Naturgas		7,0		92,0%		12,0 kr.	
11	Gaskedel - UKV	Ulstrup Kraftvarme	Naturgas		5,0		93,0%		10,0 kr.	
12	Akkumuleringstank 1	Bjerringbro Kraftvarme								3.200
13	Akkumuleringstank 2	Bjerringbro Kraftvarme								3.200
14	Akkumuleringstank Ulstrup	Ulstrup Kraftvarme								700

Elprisforudsætninger

Type	Data	Kilde
El spotpriser	DK1 2018	https://www.nordpoolgroup.com/historical-market-data/

Tariffer og afgifter

Transmissionstarif	4,4	øre/kWh	https://energinet.dk/El/Elmarkedet/Tariffer
Systemtarif	3,6	øre/kWh	https://energinet.dk/El/Elmarkedet/Tariffer
Distributionstarif (A-Lav)	3,06	øre/kWh	https://n1.dk/media/2989/n1_priser-og-vilkaar_a5_gældende_sep_2019.pdf
Distributionstarif (B-Høj)	7,87	øre/kWh	https://n1.dk/media/2989/n1_priser-og-vilkaar_a5_gældende_sep_2019.pdf
Elafgift (varmeproduktion) nuværende (2021)	15,2	øre/kWh	https://skat.dk/skat.aspx?oid=10918

Gasprisforudsætninger

Type	Data	Kilde
Gas spotpris		https://ens.dk/service/statistik-data-noegletal-og-kort/energipriser-og-afgifter

Tarifer og afgifter

Transmissionstarif (Beskyttede kunde)	0,043	Kr/Nm ³	http://dgd-umbraco-as.azurewebsites.net/gaskunder/tariffer-afgifter-og-vilkaar/tariffer-og-afgifter/
Distributionstarif	0,122	Kr/Nm ³	https://gasnet.dk/gaskunde/priser-betingelser/distributionstariffer
Energiafgift på naturgas kraftvarme (sats 2019):	2,225	kr./Nm ³	https://ens.dk/service/statistik-data-noegletal-og-kort/energipriser-og-afgifter

Andre forudsætninger

Brændværdi	11	kWh/N-m ³	
Formel til beregning af afgift (motor)	E	Formel	

Forudsætninger for beregning af COP

Type	Data	Kilde
Udeluftstemperatur/ luftfugtighed		https://www.dmi.dk/vejrarkiv/
Lorentz virkningsgrad	0,46	
Fjernvarmetemperatur		GUES Driftdata
Spildevandstemperatur		Energi Viborg Driftsdata

Forudsætninger Luft til vand varmepumpe

Transmissionstarif	4,4	øre/kWh	https://energinet.dk/El/Elmarkedet/Tariffer
Systemtarif	3,6	øre/kWh	https://energinet.dk/El/Elmarkedet/Tariffer
Distributionstarif (B-Høj)	7,87	øre/kWh	https://n1.dk/media/2989/n1_priser-og-vilkaar_a5_gaeldende_sep_2019.pdf
Elafgift (varmeproduktion) nuværende (2021)	15,2	øre/kWh	https://skat.dk/skat.aspx?oid=10918

Forudsætninger Vand til vand varmepumpe

Transmissionstarif	4,4	øre/kWh	https://energinet.dk/El/Elmarkedet/Tariffer
Systemtarif	3,6	øre/kWh	https://energinet.dk/El/Elmarkedet/Tariffer
Distributionstarif (A-Lav)	3,06	øre/kWh	https://n1.dk/media/2989/n1_priser-og-vilkaar_a5_gaeldende_sep_2019.pdf
Elafgift (varmeproduktion) nuværende (2021)	15,2	øre/kWh	https://skat.dk/skat.aspx?oid=10918

Gennemsnitlig spotpriser

Elspot 2018 DK1	32,8	øre/kWh	https://www.nordpoolgroup.com/historical-market-data/
Gasspot 2018	151,78	Kr./MWh	https://ens.dk/service/statistik-data-noegletal-og-kort/energipriser-og-afgifter

Fjernvarme temperatur													
	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Gennemsnit
Fremløbstemperatur	73	73	73	73	71	71	71	71	71	71	73	73	72
Returtemperatur	35	35	35	35	38	38	38	38	38	35	35	35	36,25

Akkumuleringstank temperatur													
	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Gennemsnit
Top	93	93	93	93	90	90	90	90	90	93	93	93	91,75
Bund	35	35	35	35	38	38	38	38	38	35	35	35	36,25

Varmebehov 2018													
	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	TOTAL
MWh	15.384	16.833	18.059	5.052	4.669	3.093	2.747	3.270	5.147	8.252	13.797	13.434	109.736

Varmeproduktionsdata - Reference

GUES			Virkningsgrad
Samlet varmebehov	109.735,60	MWh/år	η_v
Bjerringbro Kraftvarmeværk			
Varmeproduktion	82.391,24	MWh/år	
Produktionsenheder			
Gasmotor BKV			
BKV Gasmotor 1	24.766,25	MWh/år	60,5% η_v
BKV Gasmotor 2	2.490,17	MWh/år	52,7% η_v
BKV Gasmotor 3	277,20	MWh/år	52,2% η_v
BKV Gasmotor 4	11.152,00	MWh/år	54,6% η_v
Varmepumpecentralen	30.164,70	MWh/år	306,7% η_v
Energicentralen	13.540,91	MWh/år	456,0% η_v
Bjerringbro Varmeværk			
Varmeproduktion	21.669,06	MWh/år	
Maksimal varmebehov	29,00	MW	
Produktionsenheder			
Gaskedler BV			
BV Gaskedel 1	20.718,18	MWh/år	102,0% η_v
BV Gaskedel 2	950,88	MWh/år	92,0% η_v
Ulstrup kraftvarmeværk			
Varmeproduktion	5.675,31	MWh/år	
Produktionsenheder			
UKV Gasmotor	1.940,31	MWh/år	51,9% η_v
UKV Gaskedel	3.735,00	MWh/år	93% η_v

Energiomsætning - Reference

Produceret elektrisitet			Virkningsgrad
Samlet elproduktion	29.058,78	MWh/år	η_{el}
Bjerringbro Karftvarmeværk			
Gasmotor BKV			
BKV Gasmotor 1	16.896,43	MWh/år	41,4% η_{el}
BKV Gasmotor 2	1.927,88	MWh/år	40,8% η_{el}
BKV Gasmotor 3	213,90	MWh/år	40,9% η_{el}
BKV Gasmotor 4	8.459,88	MWh/år	41,2% η_{el}
Ulstrup kraftvarmeværk			
UKV Gasmotor			
	1.560,69	MWh/år	41,1% η_{el}
Forbrugt elektrisitet			
Samlet elforbrug	12.812,29	MWh/år	
Bjerringbro Karftvarmeværk			
Varmepumpecentralen			
	9.842,79	MWh/år	
Energicentralen			
	2.969,50	MWh/år	
Fuldlasttimer			Udnyttelsesgrad
Varmepumpecentralen			
	8.379	t/år	95,7%
Energicentralen			
	4.103	t/år	46,8%
Gasmotor BKV			
BKV Gasmotor 1	4.938	t/år	56,4%
BKV Gasmotor 2	593	t/år	6,8%
BKV Gasmotor 3	65	t/år	0,7%
BKV Gasmotor 4	2.437	t/år	27,8%
Gaskedler BV			
BV Gaskedel 1	2.068	t/år	23,6%
BV Gaskedel 2	136	t/år	1,6%
Uldstrup Kraftvarmeværk			
UKV Gasmotor	517	t/år	5,9%
UKV Gaskedel	747	t/år	8,5%

Energiomsætning - Reference

Brændeselsforbrug
Samlet Naturgasforbrug
8.701.676,54 Nm³

Gasforbrug pr. enhed

Varmepumpecentralen

3,6 MW Luft/Vand Varmepumpe	0 MWh	=	0 Nm ³
-----------------------------	-------	---	-------------------

Energicentralen

0 MWh	=	0 Nm ³
-------	---	-------------------

Gasmotor BKV

BKV Gasmotor 1	40.812,62 MWh	=	3.710.238,45 Nm ³
----------------	---------------	---	------------------------------

BKV Gasmotor 2	4.725,19 MWh	=	429.562,61 Nm ³
----------------	--------------	---	----------------------------

BKV Gasmotor 3	522,99 MWh	=	47.544,41 Nm ³
----------------	------------	---	---------------------------

BKV Gasmotor 4	20.533,70 MWh	=	1.866.699,57 Nm ³
----------------	---------------	---	------------------------------

Gaskedel BV

BV Gaskedel 1	20.276,94 MWh	=	1.843.358,29 Nm ³
---------------	---------------	---	------------------------------

BV Gaskedel 2	1.033,57 MWh	=	93.960,54 Nm ³
---------------	--------------	---	---------------------------

Uldstrup Kraftvarmeværk

UKV Gasmotor	3.797,31 MWh	=	345.210,02 Nm ³
--------------	--------------	---	----------------------------

UKV Gaskedel	4.016,13 MWh	=	365.102,64 Nm ³
--------------	--------------	---	----------------------------

Enhedsstørrelser varme

Energicentralen	3,30 MW
-----------------	---------

Varmepumpecentralen	3,60 MW
---------------------	---------

BKV Gasmotor 1	5,00 MW
----------------	---------

BKV Gasmotor 2	4,20 MW
----------------	---------

BKV Gasmotor 3	4,20 MW
----------------	---------

BKV Gasmotor 4	4,60 MW
----------------	---------

UKV Gasmotor	3,81 MW
--------------	---------

BV Gaskedel 1	10,00 MW
---------------	----------

BV Gaskedel 2	7,00 MW
---------------	---------

UKV Gaskedel	5,00 MW
--------------	---------

Gues - spildevands/ATES varmepumpe

Varmeproduktionsdata - Projekt

GUES			Virkningsgrad η_{varme}
Samlet varmebehov	109.735,60	MWh/år	
Bjerringbro Kraftvarmeværk			
Varmeproduktion	72.668,02	MWh/år	
Produktionsenheder			
<i>Gasmotor BKV</i>			
BKV Gasmotor 1	21.056,12	MWh/år	60,5% η_{v}
BKV Gasmotor 2	1.339,80	MWh/år	52,7% η_{v}
BKV Gasmotor 3	260,40	MWh/år	52,2% η_{v}
BKV Gasmotor 4	9.651,18	MWh/år	54,6% η_{v}
<i>Varmepumpecentralen</i>			
3,6 MW Luft/Vand Varmepumpe	26.933,04	MWh/år	331,0% η_{v}
<i>Energicentralen</i>	13.427,48	MWh/år	456,0% η_{v}
Bjerringbro Varmeværk			
Varmeproduktion	13.626,14	MWh/år	
Maksimal varmebehov	29,00	MW	
Produktionsenheder			
<i>Gaskedler BV</i>			
BV Gaskedel 1 + EL-VP Gaskedel	13.626,14	MWh/år	102,0% η_{v}
BV Gaskedel 2	0,00	MWh/år	92,0% η_{v}
Spildevandscentralen			
4 MW spildevands/ATES varmepumpe	21.339,25	MWh/år	324,5% η_{v}
Ulstrup kraftvarmeværk			
Varmeproduktion	2.105,80	MWh/år	
Produktionsenheder			
UKV Gasmotor	1.495,80	MWh/år	51,9% η_{v}
UKV Gaskedel	610,00	MWh/år	93% η_{v}

Gues - spildevands/ATES varmepumpe

Energiomsætning - Projekt

Produceret elektrisitet			Virkningsgrad η_{el}
Samlet elproduktion	24.117,06	MWh/år	41,3% η_{el}
Bjerringbro Karftvarmeværk			
Gasmotor BKV			
BKV Gasmotor 1	14.408,65	MWh/år	41,4% η_{el}
BKV Gasmotor 2	1.037,26	MWh/år	40,8% η_{el}
BKV Gasmotor 3	204,03	MWh/år	40,9% η_{el}
BKV Gasmotor 4	7.282,57	MWh/år	41,2% η_{el}
Ulstrup kraftvarmeværk			
UKV Gasmotor	1.184,54	MWh/år	41,1% η_{el}
Forbrugt elektrisitet			
Samlet elforbrug	17.693,65	MWh/år	
Varmepumpecentralen			
3,6 MW Luft/Vand Varmepumpe	8.173,12	MWh/år	
Energicentralen			
	2.944,62	MWh/år	
Spildevandscentralen			
4 MW spildevands/ATES varmepumpe	6.575,91	MWh/år	
Fuldlasttimer			Udnyttelsesgrad
Varmepumpecentralen			
3,6 MW Luft/Vand Varmepumpe	7.481	t/år	85,4%
Energicentralen			
	4.069	t/år	46,4%
Gasmotor BKV			
BKV Gasmotor 1	4.211	t/år	48,1%
BKV Gasmotor 2	319	t/år	3,6%
BKV Gasmotor 3	62	t/år	0,7%
BKV Gasmotor 4	2.098	t/år	24,0%
Gaskedler BV			
BV Gaskedel 1	1.363	t/år	15,6%
BV Gaskedel 2	0	t/år	0,0%
Ulstrup Kraftvarmeværk			
UKV Gasmotor	391	t/år	4,5%
UKV Gaskedel	0	t/år	
Spildevandscentralen			
4 MW spildevands/ATES varmepumpe	5.335	t/år	61%

Gues - spildevands/ATES varmepumpe

Energiomsætning - Projekt

Brændeselsforbrug

Samlede Naturgasforbrug

6.583.435,07 Nm³

Gasforbrug pr. enhed

Varmepumpecentralen			
3,6 MW Luft/Vand Varmepumpe	0 MWh	=	0 Nm ³
Energicentralen			
	0 MWh	=	0 Nm ³
Spildevandscentralen			
4 MW spildevands/ATES varmepumpe	0 MWh	=	0 Nm ³
Gasmotor BKV			
BKV Gasmotor 1	34.803,51 MWh	=	3.163.955,55 Nm ³
BKV Gasmotor 2	2.542,31 MWh	=	231.119,54 Nm ³
BKV Gasmotor 3	498,85 MWh	=	45.350,05 Nm ³
BKV Gasmotor 4	17.676,15 MWh	=	1.606.922,82 Nm ³
Gaskedler BV			
BV Gaskedel 1	13.358,96 MWh	=	1.214.451,07 Nm ³
BV Gaskedel 2	0,00 MWh	=	0,00 Nm ³
Ulstrup Kraftvarmeværk			
UKV Gasmotor	2.882,08 MWh	=	262.007,49 Nm ³
UKV Gaskedel	655,91 MWh	=	59.628,54 Nm ³

Samlede virkningsgrader

Varmepumpecentralen	331,0% η_v
Energicentralen	456,0% η_v
Gasmotor BKV	96,0% η_s
El virkningsgrad	41,4% η_{el}
Varmevirkningsgrad	54,6% η_v
Gasmotor UKV	93,0% η_s
El virkningsgrad	41,1% η_{el}
Varmevirkningsgrad	51,9% η_v
Gaskedler BV	102,0% η_v
UKV Gaskedel	93% η_v

Enhedsstørrelser varme

Energicentralen	3,30 MW
Varmepumpecentralen	3,60 MW
Spildevandscentralen	4,00 MW
BKV Gasmotor 1	5,00 MW
BKV Gasmotor 2	4,20 MW
BKV Gasmotor 3	4,20 MW
BKV Gasmotor 4	4,60 MW
UKV Gasmotor	3,81 MW
BV Gaskedel 1	10,00 MW
BV Gaskedel 2	7,00 MW
UKV Gaskedel	5,00 MW