

A large, white, curved shape, resembling a thick 'C' or a partial circle, is positioned in the upper right quadrant of the page, partially overlapping the light blue background.

SCREENING LOKALVARME I HOVED- STADSOMRÅDET – JELLERØD HAVE

FEBRUAR 2024

Projektnavn	Lokalvarme i Hovedstadsregionen – Jellerød have Norfors
Kunde	Gate21 & Fredensborg Kommune
Projektleder	Henrik Pennerup
Projektnummer	22004498
Til	Gate21 & Fredensborg Kommune
Udarbejdet af	Daniel Hjortnæs & Marcus Håll
Kvalitetssikret af	Magnus Wentorf
Godkendt af	Henrik Pennerup
Version	1
Versionsdato	08-02-2024
Første udgivelsesdato	

INDHOLD

1	PROJEKTBEKRIVELSE.....	4
	Projektbeskrivelse	4
	Områdebeskrivelse.....	5
	Beregningsmodel.....	6
	Resultater	7
2	FORUDSÆTNINGER.....	9
	COP-værdier	9
	Tilslutningsomkostninger	9
	Varmepumpe, rør og varmevekslerpriser.....	10
	Referencer (individuel luft til vand varmepumpe og gasfyr)	11
3	LØSNINGSMODELLER	12
	Løsningsforslag 1: Central varmepumpe med almindelige fjernvarmerør	12
	Systemforslag	12
	Dimensionering	13
	Omkostninger	14
	Brugerøkonomisk beregning.....	15
	Løsningsforslag 2: Termonet med individuelle varmepumper	17
	Systemforslag	17
	Dimensionering	18
	Omkostninger	18
	Brugerøkonomisk beregning.....	19
	Løsningsforslag 3: Ny fjernvarmeledning	20
	Systemforslag	21
	Dimensionering (transmission)	22
	Omkostninger for ny fjernvarmeledning (projektområdet)	22
4	BRUGERØKONOMISK SAMMENLIGNING	24
	Individuelle løsninger.....	24
	Kollektive løsninger	24
5	BILAG.....	25

1 PROJEKTBEKRIVELSE

Nærværende projekt er udarbejdet for Gate21 og Norfors i forbindelse med projekt lokalvarme i Hovedstadsområdet. Projektet har fået tildelt midler, til at undersøge mulighederne for ny lokal varmeforsyning i to udvalgte cases. Den ene af de udvalgte cases er området Jellerød Have og et tilhørende boligområde syd, placeret nordøst for Kokkedal station. Denne rapport undersøger potentielle forsyningsmuligheder til området som en del af Fredensborg Kommunes varmeplan 2023-2028¹.

PROJEKTBEKRIVELSE

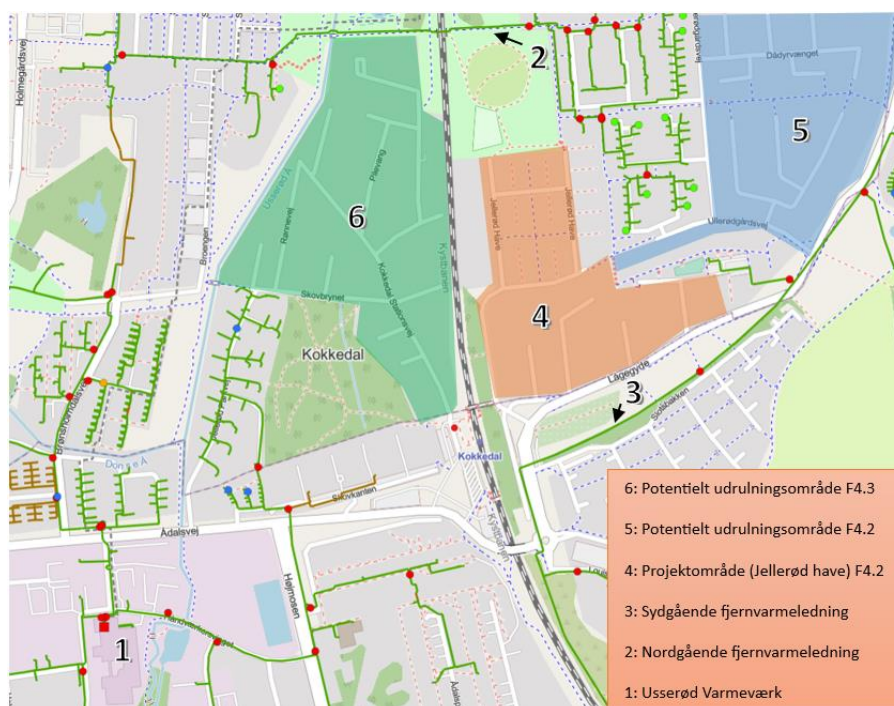
Formålet med projektet er at undersøge muligheden for udnyttelse af overskudsvarme fra fjernvarmereturledning. Ved at implementere en løsning som tapper overskudsvarme fra returvarmen, vil Norfors udbygge deres varmeproduktion og sørge for en klimavenlig varmeforsyning, til områder der endnu ikke er dækket af det kollektive forsyningsnet. Derudover vil der opnås en lavere temperatur på returvarmen, som på nuværende tidspunkt har en temperatur på mellem 49 og 55 grader.

Screeningen indeholder et økonomisk estimat på 3 løsningsforslag, som udnytter overskudsvarmen fra fjernvarme returløbet i Kokkedal og en 3. løsningsmodel, hvor en ny fjernvarmeledning forsyner området fra Usserød varmegærk (Figur 1)

Løsningsforslag 1: Overskudsvarmen fra fjernvarmereturledningerne (2 & 3) løftes via en central placeret varmepumpe, som distribuerer varmen via isolerede fjernvarmerør til forbrugerne (område 4).

Løsningsforslag 2: Overskudsvarmen fra fjernvarmereturledningerne (2 & 3) transporteres via uisolerede rør (termonet) til individuelle varmepumper hos forbrugeren (område 4).

Løsningsforslag 3: Der anlægges en ny distributionsledning til område 5 og 6 samt Jellerød have (område 4) fra det lokale Usserød varmegærk (1).

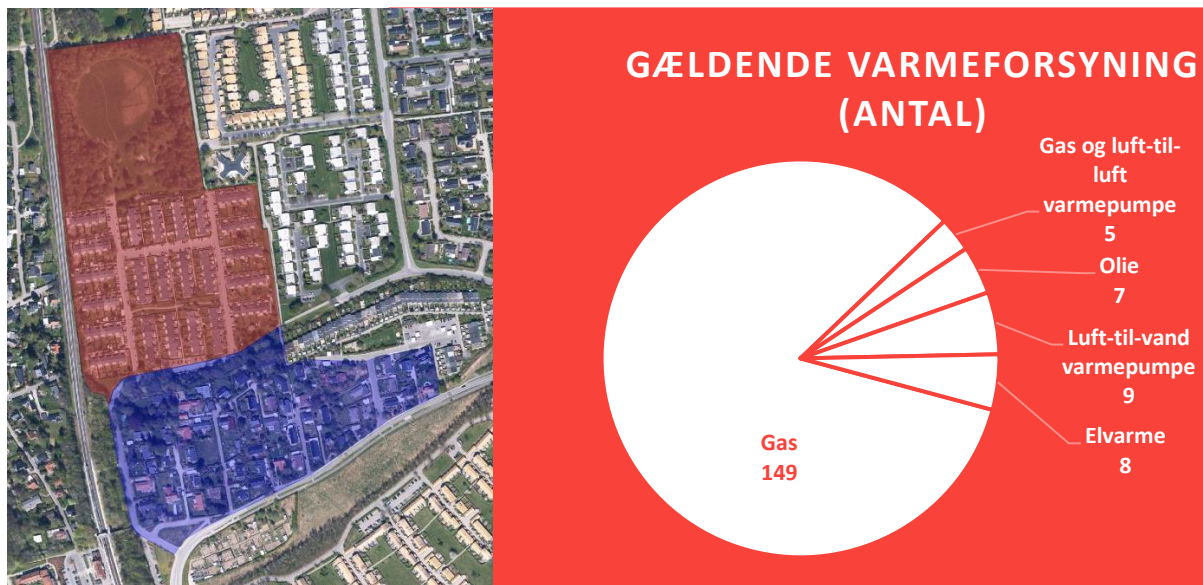


Figur 1: Oversigt over projektområdet

¹ Fredensborg Kommune Varmeplan 2023-2028 (https://fredensborg.dk/p/Energi%20og%20Klima/Varmeplan_2023_2028.pdf)

OMRÅDEBESKRIVELSE

Projektområdet i Jellerød have dækker i alt 178 potentielle varmekunder, som på nuværende tidspunkt bliver forsynet med naturgas, individuel jordvarme, elvarme og olie (figur 2). 123 af adresserne er fra 1970'erne og er placeret i et rækkehusområde fordelt på 23 rækkehusblokke i Jellerød Have (rødt område). De resterende 55 adresser er placeret i et parcelhusområde med fritliggende boliger af varierende størrelse (blåt område) (figur 3).



Figur 3: Markering af Jellerød have (rødt) og det sydlige boligområde (blåt)

Figur 2: Fordelingen af eksisterende varmekilder i projektområdet

Gennemsnitligt energiforbrug for rækkehusene (rødt område) er 13,6 MWh om året hvilket giver et samlet energibehov på 1672 MWh om året. Effektbehovet for rækkehusene antages at være 54 W/m². Hvert rækkehus er cirka 100 m², hvilket giver et effektbehov for området på 665 kW.

De fritliggende parceller (blåt område) har et gennemsnitligt energiforbrug på 16 MWh om året, hvilket giver et samlet energibehov på 880 MWh om året. Effektbehovet for småhusene antages at være det samme per kvadratmeter som for rækkehusene, altså 54 W/m². De fritliggende parcelhus er i gennemsnit 210 m², hvilket giver et effektbehov for området på 625 kW.

Screening forudsætter at der potentielt kan tappes varme fra 2 potentielle fjernvarmeledninger. Den ene fjernvarmeledning er placeret cirka 200 meter nord for Jellerød Have boligområde i et grønt område. Den anden returledning er placeret 150 meter syd for småhusene i den sydlige del (figur 1). Ved begge tilslutningspunkter er temperaturintervallerne i returledningen 49 - 55 °C, og flowet varierer mellem 8,5 – 9,0 m³/timen-

Usserød varmeværk forsyner i dag 25.000 fjernvarmekunder. I fugleflugt er der 750 meter fra varmeværket til den sydvestlige del af projektområdet.

Tabel 1: Forbrugstal for Jellerød have

	Nord (rækkehuse)	Syd (parcelhuse)
Antal potentielle forbrugere	123	55
Areal (gennemsnit)	100 m ²	210 m ²
Forbrug (gennemsnit)	13,6 MWh/år	16 MWh/år
Estimeret effektbehov	665 kW	625 kW

Tabel 2: Udregningsparametre for termonet og central varmepumpe

	Termonet	Central varmepumpe
Temperatur returløb (fjernvarmeledning)	49 – 55 grader	49 – 55 grader
Flow returløb (fjernvarmeledning)	8,5 – 9,0 m ³ /t	8,5 – 9,0 m ³ /t
Fremløbstemperatur til husstand	12-15 grader	65-70 grader
Returløbstemperatur	7-8 grader	35-40 grader

BEREGNINGSMODEL

De totale anlægsomkostninger udregnet på baggrund af erfaringstal. Der tages forbehold for varierende anlægspriser, især gravepriser kan være mere omkostningsfulde, hvis der er forhindringer i undergrunden, som gør det umuligt at underbore. Der er tillagt en buffer på 10 % til uforudsete udgifter, i tilfælde af meromkostninger forbundet med f.eks. gravearbejdet.

For hver løsningsmodel er der foretaget brugerøkonomiske beregninger på baggrund af projektets samlede udgifter. De brugerøkonomiske omkostninger er beregnet ved afdrag over en given afbetalingsperiode samt udgifter til drift og variable omkostninger. Dertil er der lavet udregninger med tilslutningsbidrag og uden tilslutningsbidrag, baseret på Norfors takstblad². Finansieringen af investeringen foretages som annuitetslån på 6% over den angivne afbetalingstid (tabel 3).

Tabel 3: Anvendte afbetalingsperioder

Investering	Afbetalingsperiode
Varmepumpe (individuelle og central)	20 år
Akkumuleringstank	20 år
Elkedel	20 år
Fjernvarmeunit	20 år
Bygninger m. pumpestation	30 år
Tilslutning af strøm og vand	30 år
Husstandsinstallationer (etablering og installation)	30 år
Distributionsledninger	30 år
Stikledninger	30 år
Uforudsete udgifter (10 %), byggeplads (5%) og projektering (5%)	30 år
Varmeveksler	30 år
Brine (termonet)	30 år

² [Fjernvarmepriser \(nordf.dk\)](http://Fjernvarmepriser.nordf.dk)

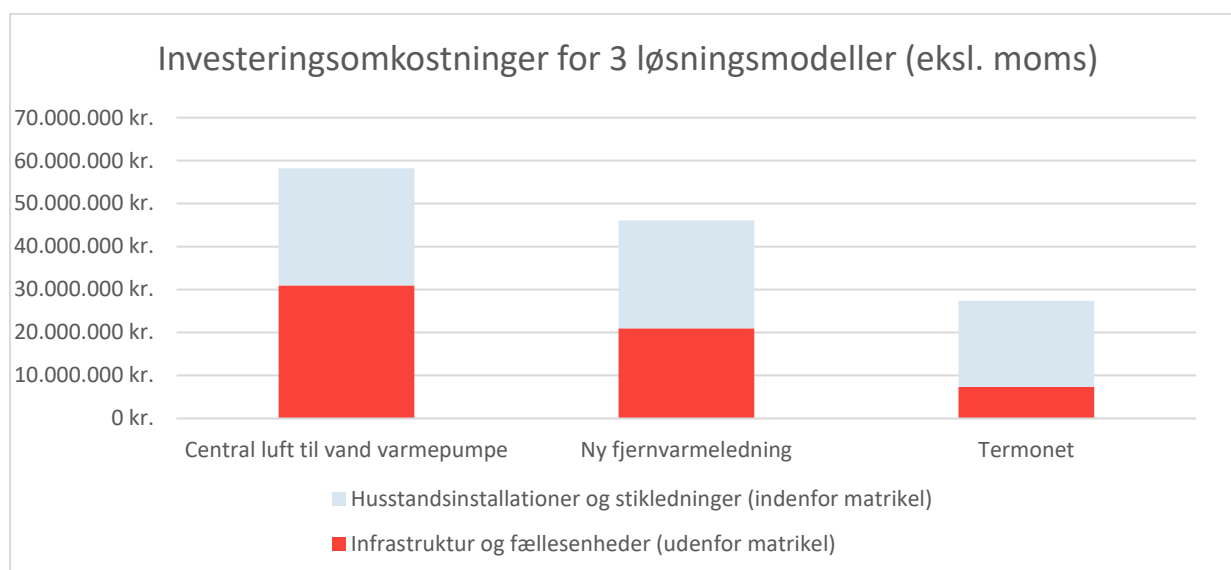
Der er for projektområdet i Jellerød Have og det tilhørende boligområde et gældende takstblad fra Norfors. Det er forud for denne screening besluttet, at udstykningen til Jellerød Have ikke skal have indflydelse på de eksisterende kunders varmeudgifter, og derfor er der valgt en brugerøkonomisk model, som angiver de pr. husstand forventede udgifter afhængig af nuværende variable omkostninger (varmepumper). I sidste ende afhænger brugerudgifterne af den abonnementsordning (takstblad), som Norfors beslutter sig for. I forbindelse med et senere projektforslag, vil der skulle udarbejde en selskabsøkonomisk beregning og abonnementsordning.

Resultaterne er sammenholdt med individuelle luft-til-vand varmepumper og gaskedler. Alle omkostningsmodeller anvender en ensartet metode med forudsætninger, hvorfor de kan sammenlignes på tværs. For de kollektive løsninger er der valgt en tilslutning på 80% til sammenligning med de individuelle løsninger.

Beregningsforudsætningerne, opsætningsbeskrivelsen, dimensioneringen af ledningsnettet og beregningerne fremgår efter resultater og konklusion.

RESULTATER

Resultaterne af grundberegningener opsummeret i figur 4, 5 og 6. Resultaterne viser at der kan opnås de laveste investeringsomkostninger³ ved at udrulle et termonet, som aftapper varme fra den nordgående fjernvarmereturledning (Kokkedal ledningen), under de anvendte forudsætninger. Dernæst kommer løsningsforslaget om en nyetableret fjernvarmeledning fra Usserød varmekværk og sidst en central placeret højtemperatur varmepumpe som løfter returvarmen.



Figur 4: Sammenligning af Investeringsomkostninger

De årlige brugeromkostninger⁴ er blevet beregnet for løsningsforslag 1 (termonet) og løsningsforslag 2 (central varmepumpe), sammenholdt med en individuel luft-til-vand varmepumpe og gaskedel. For løsningsforslag 3 (ny fjernvarmeledning) er det gældende takstblad for Norfors (2024) anvendt, dog uden tilslutningsafgift og øvrige tilskud anvendt til at sætte Norfors' takstniveau.

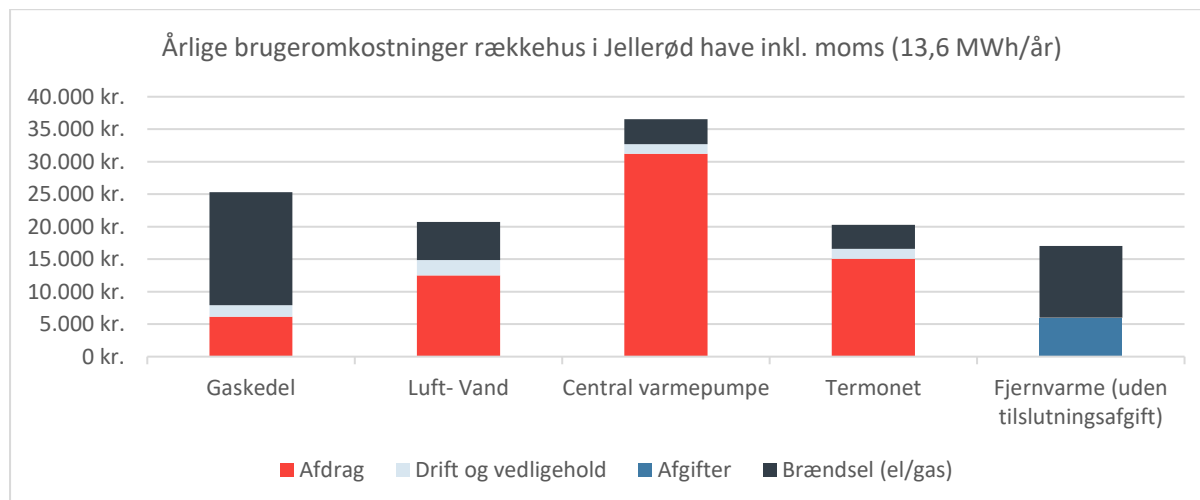
En central overvejelse for forsyningen er, hvor meget varme det er hensigtsmæssigt at trække ud af fjernvarmereturledningen. Fremtidens store centrale CO₂-varmepumper har peak produktionsudnyttelse omkring 10-15 grader celsius. Den øvre grænse for varmepumpen er 40 grader og helst ikke over 30 grader. Der er derfor et stort rationale i at sænke returtemperaturen, før det er rentabelt at investere i en CO₂-varmepumpe. Effektiviteten falder med 1½ % for hver grad højere end der hvor CO₂ pumpen har den største virkningsgrad.

³ Investeringsomkostninger opgøres ekskl. moms

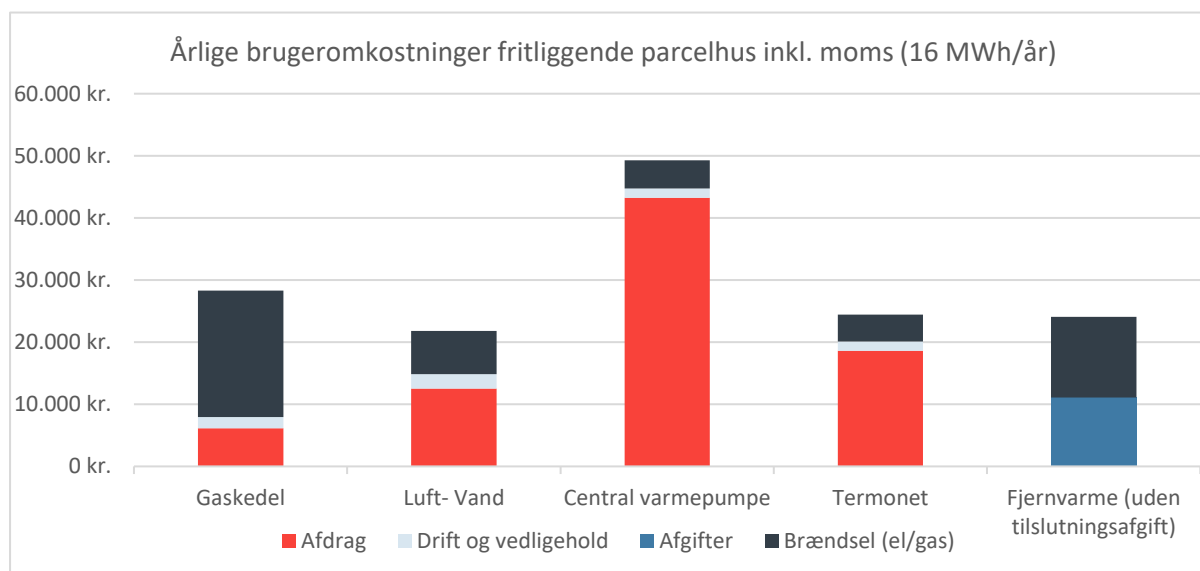
⁴ Brugeromkostninger opgøres inkl. moms

Gas som opvarmningsform er som det ser ud nu ikke en rentabel løsning. Vi ser varierende gaspriser, hvor distributionsomkostningerne løbende har steget de seneste år grundet at flere afkobler sig fra gasnettet. Som led i at blive uafhængig af russisk gas, indgik regeringen en aftale i 2022 om at alt gas skal være grønt i 2030 og at gas til rumopvarmning skal være udfaset i 2035. Dermed kan gaskunder forvente større udgifter i den nærmeste fremtid og muligvis tvunget omlægning inden 2035.

Den individuelle luft-til-vand varmepumpe er konkurrencedygtig med termonet på den korte sigt. På lang sigt er der færre omkostninger forbundet med et kollektivt jordvarmeanlæg, rørende i jorden vurderes til at have en levetid op mod 100 år. Ekstremt kolde vintre er udfordrende for varmepumperne. Ligeledes er den store bebyggelsestæthed i Kokkedal, at det ikke er attraktivt at have en støjende varmepumpe mellem husene.



Figur 5: Årlige brugerøkonomiske omkostninger for et rækkehus i Jellerød Have



Figur 6: Årlige brugerøkonomiske omkostninger for et rækkehus for fritliggende parceller

2 FORUDSÆTNINGER

COP-VÆRDIER

De anvendte COP-værdier bygger på en forudsætning om konstant høj indløbstemperatur til varmepumpen i løsningsforslag 1 og 2, hvilket forøger varmepumpens COP. COP-værdierne bygger på erfaringstal fra varmepumpeproducenter og varmepumpetests.

Tabel 4: Varmepumpe parametre

Type	Indløbstemperatur	COP	Levetid	Tal fra
Individuel jordvarmepumpe	12 grader	5,2	18 – 20 år	Sustain Varmepumpelisten
Central varmepumpe	40 grader	6	20 år	Fenagy

TILSLUTNINGSOMKOSTNINGER

Eltilslutningsbidrag er baseret på Radius' tilslutningsbidrag pr. 1 januar 2024 for B lav erhverv.

- Første 25 ampere (A) for B lav: 17.950 kr. ekskl. moms
- Erhverv B lav (kr./A): 1.330 kr. ekskl. moms

Brugerøkonomi

Brugerøkonomien inddeles i 2 repræsentative enheder for beboerne i projektområdet.

- Rækkehuse (100 m²): Gennemsnitligt energiforbrug 13,6 MWh/år.
- Fritliggende parcelhuse (210 m²) 16 MWh/år

Der er blevet foretaget en økonomisk vægtning baseret på typehusets effektbehov. De fritliggende parceller i det sydlige område vil derfor skulle forvente at skulle dække en større udgift end rækkehusene, grundet deres større effektbehov.

I henhold til tilslutningsafgift har denne rapport rettet sig efter omkostningerne fra Norfors' fjernvarme takstblad 2023 (ekskl. moms). For hver løsning er der beregnet de årlige brugerøkonomiske udgifter med og uden tilslutningsafgift. Der medregnes ikke tilskud fra fjernvarmepuljen eller varmepumpepuljen

Tilslutningsafgift:

- Grundafgift (stk.) 800 kr.
- Arealafgift (m²) 33,5 kr.
- Stikledning kr. Aktuelle omkostninger

Til at bestemme de variable omkostninger er der taget udgangspunkt i gennemsnitlige spotpriser (øst) samt aktuelle tariffer og afgifter gældende for 2024.

Elpris (ekskl. moms):

- Elpris (gns. 2023): 606 kr./MWh
- Tarif Energinet: 125 kr./MWh
- Tarif Netselskab: 182 kr./MWh
- Systemabonnement: 180 kr./år

For begge kollektive varmeløsninger er der fastsat drift og vedligeholdelsesomkostninger til 1.500 kr. pr. husstand. Dette er et økonomisk overslag baseret på erfaringstal.

VARMEPUMPE, RØR OG VARMEVEKSLERPRISER

Priser på varmepumper, rør og varmevekslere er indhentet dels fra erfaringspriser og estimater fra teknologikataloget.

Tabel 5: Priser

Type	Effekt	Afbetalingstid	Priser fra
Individuel varme-pumpe	5 kW (rækkehuse) 9 kW (fritliggende huse)	20 år (30 år for installation)	DVI (dansk varmepumpe industri) NILAN
Central varmepumpe	1,5 MW	20 år (30 år for installation)	Energymachines Fenagy
Elkedel	2 MW	20 år	Erfaringspriser
Varmeveksler	-	20 år	Energistyrelsens teknologikatalog
Stikledninger	-	30 år	Rørpriser fra Thermaflex Gravpriser erfaringstal
Distributionsrør	-	30 år	Rørpriser fra Thermaflex Gravpriser erfaringstal

- Foruden produktions- og ledningspriser, er udgifter til grundkøb og eltilslutning, samt en 20% buffer til projektering uforudsete udgifter og byggeplads inkluderet.
- På grund af varmebehovets usikkerhed, er spidslastenheden blevet overdimensioneret til at dække mere end de 100 %. Det estimerede behov er 1,29 MW, men der er dimensioneret en central varmepumpe til at dække 1,5 MW.
- I dette projekt er der både udregnet brugerøkonomi med et tilslutningsbidrag (Norfors taksblad), hvor stikledningen bl.a. finansieres af den individuelle boligejer som engangsbetaling, og en udregning uden tilslutningsbidrag. Der antages en gennemsnitlig stikledningslængde på 15 m. pr. husstand i de brugerøkonomiske udregninger.
- Ledningspriser anvendt i denne screening er højere end teknologikatalogets priser for fjernvarmerør. Fjernvarmebranchen har været påvirket af prisstigninger de seneste år, hvilket har medført større anlægsomkostninger.
- Der er på nuværende tidspunkt få anlagte termomet, og derfor er konkrete priser en mangelvare. Til gengæld kan anlægsomkostningerne fra vandforsyningsbranchen, anvendes til at estimere prisen på rørsystemet.

REFERENCER (INDIVIDUEL LUFT TIL VAND VARMEPUMPE OG GASFYR)

Tabel 6: Priser inkl. moms (teknologikataloget)

Type	Naturgaskedel	Individuel luft til vand varmepumpe
Investering	45.301 kr.	132.700 kr.
Virkningsgrad	97%	315%
Teknisk levetid	20 år	16 år
Drift og vedligeholdelse ⁵	1.427 kr./år	2.320 kr./år
Gaspris/elpris Inklusivt tariffer og afgift	13,88 kr./m ³ ⁶	1.366 kr./MWh ⁷
Abonnement	468 kr./år	-

- Investeringen afbetales ved et annuitetslån på 6% over en 10-årig periode, hvilket er den typiske afdragsperiode for individuelle løsninger.

⁵ Tal fra energistyrelsens teknologikatalog

⁶ Tal fra gasprisguiden

⁷ Baseret på gennemsnitlig spotpris

3 LØSNINGSMODELLER

LØSNINGSFORSLAG 1: CENTRAL VARMEPUMPE MED ALMINDELIGE FJERNVARMERØR

Der blev undersøgt to alternative forsyningsmetode, til at trække tilstrækkeligt energi ud af returledningen, som løftes af en central placeret varmepumpe. I det første alternativ betjenes de to områder af separate ledninger, hvor rækkehusområdet forsynes fra nord og de fritliggende småhuse fra syd. I det andet betjenes begge områder fra det nordlige tilslutningspunkt. Begge scenarier undersøges, da der er risiko for at der ikke kan trækkes tilstrækkelig varme ud af én returledning til at forsyne hele området.



Figur 8: Scenarie baseret på aftapning af varme fra én returledning



Figur 7: Scenarie baseret på aftapning af varme fra to returledninger

SYSTEMFORSLAG

Udover dimensioneringen af det aktuelle område er der udarbejdet et principielt systemdiagram, se vedlagte tegning U-56-1-03 (bilag 5.1 & 5.2). Diagrammet viser kun de vitale dele af systemet og skal derfor ikke betragtes som et fuldstændigt systemdiagram. Antallet af komponenter er ikke fastlagt, og for at opnå det kræves der en mere detaljeret projektering. Der er regnet med en indløbstemperatur på forbrugssiden til 70 grader og en returvarme på 40 grader. Der er indregnet et varmetab på 20% fra de isolerede fjernvarmerør.

På selve fjernvarmereturledning vil en delstrøm tages ud af hovedflowet med et bypass. Væsken på 40 grader vil derefter blandes med returledningen igen. Fra varmeveksleren løber et isoleret fjernvarmerør til varmepumpen.

For at skabe redundans i tilfælde af eventuelle fejl eller drift/vedligeholdelse anbefales det at udføre varmepumpeanlægget med flere mindre varmepumper i stedet for en stor, der kan klare hele behovet. Til gengæld anbefales det at installere en elpatron på den varme side, som kan overtage produktionen når varmepumpen ikke

er i drift. Derudover anbefales det at bygge systemet med en akkumuleringsstank, for at skabe redundans og sænke produktionsomkostningerne ved høje elpriser.

Normalvis anbefales varmepumpe producenter, der retter sig mod industrielle anvendelser snarere end traditionelle boliger. Årsagen er, at driftsintervallerne for traditionelle varmepumpeproducenter er snævre. Varmepumpeproducenter til industriel anvendelse har maskiner, der kan arbejde med højere startværdier for udgående væsketemperatur. Dette er blevet relevant i tråd med at flere fjernvarmeproducenter udnytter overskudsvarme. Varmepumperne der er undersøgt i dette projekt, anvender kølegas R600a (isobutane), som har ideelle forhold ved en indløbstemperatur på 40 grader.

Ledningsnettet er tegnet med det formål at holde omkostningerne mest muligt nede. På den baggrund vil der kun anlægges rørledninger for hver anden blind vej i Jellerød have. Det vil sige at 64 af rækkehusene har stikledning tilført forfra og 59 bagfra. Varmen tilføres via præ-isolerede Termaflex plasticrør, ved hver tilslutning kobles et t-stykke på⁸. Rørsystemet er dimensioneret til løbende tilkobling.



Figur 9: Optegning af stikledning i Jellerød Have

DIMENSIONERING

Dimensioneringen er udført med standarddimensioner. Alle serviceledninger er DN20, og derfor vil hovedledningerne aldrig blive dimensioneret lavere end DN25, da der er risiko for problemer, hvis hovedledning og service er af samme dimension. De to dimensionerede systemforslag fremgår af vedlagte tegninger U-56-1-01

⁸ Thermaflex flexalen 600

og U-56-1-02. Tegningerne udarbejdet i henhold til standarddimensioner for stålør. Hvis det ønskes, kan stålørerne erstattes med PEX-rør i henhold til nedenstående tabel. Tabellen viser rørlængder for hver dimension.

Tabel 7: Fjernvarme rørlængder og dimensioner for de to mulige systemløsninger.

	Antal meter i det sydlige område (fritstående huse)	Antal meter i det nordlige område (rækkehusområdet)	Antal meter når begge tilsluttes fra nord
DN20/ PEX25 (stikledning)	1100	1600	2700
DN25/ PEX32	430	230	660
DN32/ PEX40	220	190	410
DN40/ PEX50	110	190	300
DN50/ PEX63	120	80	200
DN65/ PEX75	120	120	240
DN80/ PEX90	90	10	100
DN100/ PEX110	250	120	330
DN125	-	200	35
DN150	-	-	200

OMKOSTNINGER

Følgende tabel viser en oversigt af overslag på anlægsinvesteringer.

Tabel 8: Prisoverslag for de 2 scenarier for løsningsforslag 1

Investering (eksl. moms)	Opdelt område	Samlet område
Varmepumpe – 7,5 mio kr./ MW	11.250.000 kr.	11.250.000 kr.
Varmeveksler 0,75 mio kr./MW	1.500.000 kr.	1.500.000 kr.
Elkedel 1,8 mio kr./MW	3.600.000 kr.	3.600.000 kr.
Bygninger m. pumpestation 1,25 mio. kr./station	2.500.000 kr.	1.250.000 kr.
El-tilslutning (500 Amp)	700.000 kr.	700.000 kr.

Husstandsinstallationer (m. etablering og erstatning) 45.000 kr./husstand	8.010.000 kr.	8.010.000 kr.
Stikledninger (100 % tilslutning) 3.607 kr./lbm	9.729.300 kr.	9.729.300 kr.
Distribution 3.125 kr./lbm	7.749.095 kr.	8.884.995 kr.
Uforudsete udgifter (10 %), byggeplads (5%) og projektering (5%)	9.933.179 kr.	9.740.558 kr.
Målere + units 20.000 kr./husstand	3.560.000 kr.	3.560.000 kr.
Total	58.531.574 kr.	58.224.853 kr.

BRUGERØKONOMISK BEREGNING

Siden der er en negligerbar forskel for de 2 løsningsmodeller (separat og samlet område), vil der kun foretages en brugerøkonomisk beregning på den samlede løsning.

beregningen af tilslutningsbidraget er baseret på den variable udgifter fra Norfors af målerafgiften og arealafgiften (jf. afsnit 2).

Følgende tabeller angiver de total estimerede omkostninger pr. husstand, inklusivt afdrag, forbrug og faste årlige udgifter til drift og vedligeholdelse.⁹

Tabel 9: Rækkehuse – uden tilslutningsbidrag

Rækkehuse – priserne er inkl. moms							
Tilslutning (%)	Totale omkostninger pr. husstand	Årligt afdrag (20 år)	Årligt afdrag (30 år)	Sum - Årligt afdrag	Årligt forbrug	Drift og vedligeholdelse	Total
100 %	358.484 kr.	9.628 kr.	18.021 kr.	27.649 kr.	3.827 kr.	1.500 kr.	32.976 kr.
80 %	403.440 kr.	11.490 kr.	19.735 kr.	31.225 kr.	3.827 kr.	1.500 kr.	36.552 kr.
65 %	455.313 kr.	13.638 kr.	21.714 kr.	35.352 kr.	3.827 kr.	1.500 kr.	40.679 kr.
50 %	538.310 kr.	17.076 kr.	24.879 kr.	41.955 kr.	3.827 kr.	1.500 kr.	47.282 kr.

Tabel 10: Fritliggende parcelhuse – uden tilslutningsbidrag

Fritliggende parcelhuse – priserne er inkl. moms							
Tilslutning (%)	Totale omkostninger pr. husstand	Årligt afdrag (20 år)	Årligt afdrag (30 år)	Sum - Årligt afdrag	Årligt forbrug	Drift og vedligeholdelse	Total
100 %	425.567 kr.	14.948 kr.	22.176 kr.	37.124 kr.	4.502 kr.	1.500 kr.	43.126 kr.
80 %	502.636 kr.	18.140 kr.	25.115 kr.	43.255 kr.	4.502 kr.	1.500 kr.	49.258 kr.
65 %	591.560 kr.	21.823 kr.	28.507 kr.	50.330 kr.	4.502 kr.	1.500 kr.	56.332 kr.
50 %	733.840 kr.	27.716 kr.	33.933 kr.	61.649 kr.	4.502 kr.	1.500 kr.	67.651 kr.

⁹ 20% varmetab i jorden er medregnet

Tilslutningsafgiften bliver pålagt den enkelte forbruger og indbefatter de afgifter beskrevet i afsnit 2.

Tabel 11: Rækkehuse – inkl. Tilslutningsbidrag

Rækkehuse – priserne er inkl. moms								
Tilslutning (%)	Totale omkostninger pr. husstand	Tilslutningsbidrag	Årligt afdrag (20 år)	Årligt afdrag (30 år)	Sum - Årligt afdrag	Årligt forbrug	Drift og vedligeholdelse	Total
100 %	358.484 kr.	73.294 kr.	3.238 kr.	18.021 kr.	21.259 kr.	3.827 kr.	1.500 kr.	26.586 kr.
80 %	403.440 kr.	73.294 kr.	5.100 kr.	19.735 kr.	24.835 kr.	3.827 kr.	1.500 kr.	30.162 kr.
65 %	455.313 kr.	73.294 kr.	7.248 kr.	21.714 kr.	28.962 kr.	3.827 kr.	1.500 kr.	34.289 kr.
50 %	538.310 kr.	73.294 kr.	10.686 kr.	24.879 kr.	35.564 kr.	3.827 kr.	1.500 kr.	40.891 kr.

Tabel 12: Fritliggende – inkl. tilslutningsbidrag

Fritliggende parcelhus – priserne er inkl. moms								
Tilslutning (%)	Totale omkostninger pr. husstand	Tilslutningsbidrag	Årligt afdrag (20 år)	Årligt afdrag (30 år)	Sum - Årligt afdrag	Årligt forbrug	Drift og vedligeholdelse	Total
100 %	425.567 kr.	78.313 kr.	8.120 kr.	22.176 kr.	30.296 kr.	4.502 kr.	1.500 kr.	36.299 kr.
80 %	502.636 kr.	78.313 kr.	11.312 kr.	25.115 kr.	36.428 kr.	4.502 kr.	1.500 kr.	42.430 kr.
65 %	591.560 kr.	78.313 kr.	14.995 kr.	28.507 kr.	43.502 kr.	4.502 kr.	1.500 kr.	49.504 kr.
50 %	733.840 kr.	78.313 kr.	20.888 kr.	33.933 kr.	54.821 kr.	4.502 kr.	1.500 kr.	60.823 kr.

LØSNINGSFORSLAG 2: TERMONET MED INDIVIDUELLE VARMEPUMPER

Overskudsvarmen hentes fra kokkedallednings returløb nordliggende for Jellerød have. Her er der kun beregnet på ét alternativ, hvor der tappes en del af varmen fra returledningen til jordens gennemsnitstemperatur på 12 grader. Via uisolerede rør føres den frostsikker brine, frem til de enkelte husstande, som hver har installeret en individuel varmepumpe. Tilslutningspunktet vil kun være på den nordlige fjernvarme returledning.



Figur 10: Illustration over termonet ledningsnettet.

SYSTEMFORSLAG

Udover dimensioneringen af det aktuelle område, er der udarbejdet et principielt systemdiagram, se vedlagte tegning (bilag 5.3). Termonettet er dimensioneret ved brug af Pythermonet, udarbejdet af Aalborg Universitet. Ledningsnettet i et termonet består af uisolerede pexrør, som enten pløjes ned hvor det er muligt eller underbores hvor der enten er belægning eller andre forhindringer. Der anvendes u-isolerede rør siden der ikke er noget varmetab i jorden. Afhængig af den individuelle boligs effektbehov, installeres en varmepumpe med en tilsvarende ydeevne.

Varmeren tages fra fjernvarmereturledningen via en varmeveksler, placeret tæt ved returledningen. For at undgå udfældning i varmevekslerne, vil der skulle etableres et serievekslersystem med ekspansionsventil og pumpesystem. I en senere detailfase skal der designes et system hvor varmen veksles flere gange grundet den store flowforskel. 8,5 til 8,9 m³/t for fjernvarmen og 220 m³/t for termonettet. Energimængden i returledningen er mere end tilstrækkelig til at varme brinevæsken i jordvarmesystem op til de ønskede 12 grader.

Brinen har nu en jordtemperatur på mellem 10 og 12 grader hvilket sikrer en relativ stabil COP året rundt, grundet den stabile jordtemperatur. Jordvarmerørene vil blive placeret cirka en meter nede for at sikre en stabil jordtemperatur. I de kolde måneder vil der skulle bruges en del varmeenergi til at fastholde den konstante temperatur på 12 grader. Modsat vil man i sommerhalvåret bruge en minimal mængde energi til at hæve temperaturen, da jordens naturlige varme vil øge brinens temperatur. Den konstante temperatur kan også benyttes til passiv afkøling af boligerne om sommeren. For selve dimensioneringen af termonettet er der regnet med relativt store rør da det gør brug af jorden som isolator og termisk batteri uden større ekstra omkostninger.

DIMENSIONERING

Dimensioneringen er foretaget ved hjælp af Pythermonet. Alle ledningsstrækninger er placeret i offentlig jord med pexrør.

Tabel 13: Rørdimensioner

	Antal meter i det nordlige område	Antal meter i det sydlige område	Samlet
DN20 (stikledning)	1.600	1.100	2.700
DN40	63	-	63
DN50	283	45	328
DN63	247	150	397
DN75	250	159	409
DN90	-	283	283
DN160	125	575	700
DN200	437	-	437
TOTALT	3005	2312	5317

OMKOSTNINGER

Følgende tabel viser de aktuelle priser iht. nuværende priser (tabel 5).

Tabel 14: Investeringsomkostninger

Investering (eksl. moms)	Omkostninger
Strøm og vandtilslutning	100.000 kr.
Varmeveksler (station)	1.500.000 kr.
Varmepumpe (50.000 kr./husstand)	8.900.000 kr.
Installation af varmepumpe (30.000 kr./husstand)	5.340.000 kr.
Pumpestation	100.000 kr.
Brine	4.689 kr.
Stikledninger (1.000 kr./lbm)	2.670.000 kr.
Distributionsnet (1.600 kr./lbm)	4.412.800 kr.
Uforudsete udgifter (10 %), byggeplads (5%) og projektering (5%)	5.101.325 kr.
Total	27.378.814 kr.

BRUGERØKONOMISK BEREGNING

Der regnes på en SCOP på 5,2 med forudsætningen om, at middel indløbstemperatur på de individuelle varmepumper er 12 grader celsius, ved konstant at tappe varme fra returledningen således at den konstante temperatur fastholdes. Dertil medregnes måler og arealafgift baseret på Norfors takstblad.

Tabel 15: Rækkehuse – uden tilslutningsbidrag

<u>Rækkehuse – priserne er inkl. moms</u>							
Tilslutning	Totale omkostninger pr. husstand	Årligt afdrag (20 år)	Årligt afdrag (30 år)	Sum - Årligt afdrag	Årligt forbrug	Måler og arealafgift	Total
100 %	178.595 kr.	6.026 kr.	7.954 kr.	13.979 kr.	3.680 kr.	1.500 kr.	19.159 kr.
80 %	187.618 kr.	6.170 kr.	8.920 kr.	15.090 kr.	3.680 kr.	1.500 kr.	20.270 kr.
65 %	198.030 kr.	6.336 kr.	10.036 kr.	16.372 kr.	3.680 kr.	1.500 kr.	21.552 kr.
50 %	214.689 kr.	6.603 kr.	11.821 kr.	18.423 kr.	3.680 kr.	1.500 kr.	23.603 kr.

Tabel 16: Fritliggende parcelhuse – uden tilslutningsbidrag

<u>Fritliggende parcelhuse – priserne er inkl. moms</u>							
Tilslutning	Totale omkostninger pr. husstand	Årligt afdrag (20 år)	Årligt afdrag (30 år)	Sum - Årligt afdrag	Årligt forbrug	Måler og arealafgift	Total
100 %	216.348 kr.	6.438 kr.	10.353 kr.	16.791 kr.	4.329 kr.	1.500 kr.	22.620 kr.
80 %	234.809 kr.	6.685 kr.	11.920 kr.	18.605 kr.	4.329 kr.	1.500 kr.	24.434 kr.
65 %	256.111 kr.	6.970 kr.	13.727 kr.	20.697 kr.	4.329 kr.	1.500 kr.	26.527 kr.
50 %	290.195 kr.	7.427 kr.	16.619 kr.	24.046 kr.	4.329 kr.	1.500 kr.	29.875 kr.

Tabel 17: Rækkehuse – med tilslutningsbidrag

<u>Rækkehuse – priserne er inkl. moms</u>								
Tilslutning (%)	Totale omkostninger pr. husstand	Tilslutningsbidrag	Årligt afdrag (20 år)	Årligt afdrag (30 år)	Sum - Årligt afdrag	Årligt forbrug	Måler og arealafgift	Total
100 %	178.595 kr.	24.413 kr.	3.897 kr.	7.954 kr.	11.851 kr.	3.680 kr.	1.500 kr.	17.031 kr.
80 %	187.618 kr.	24.413 kr.	4.042 kr.	8.920 kr.	12.962 kr.	3.680 kr.	1.500 kr.	18.142 kr.
65 %	198.030 kr.	24.413 kr.	4.208 kr.	10.036 kr.	14.244 kr.	3.680 kr.	1.500 kr.	19.424 kr.
50 %	214.689 kr.	24.413 kr.	4.474 kr.	11.821 kr.	16.295 kr.	3.680 kr.	1.500 kr.	21.475 kr.

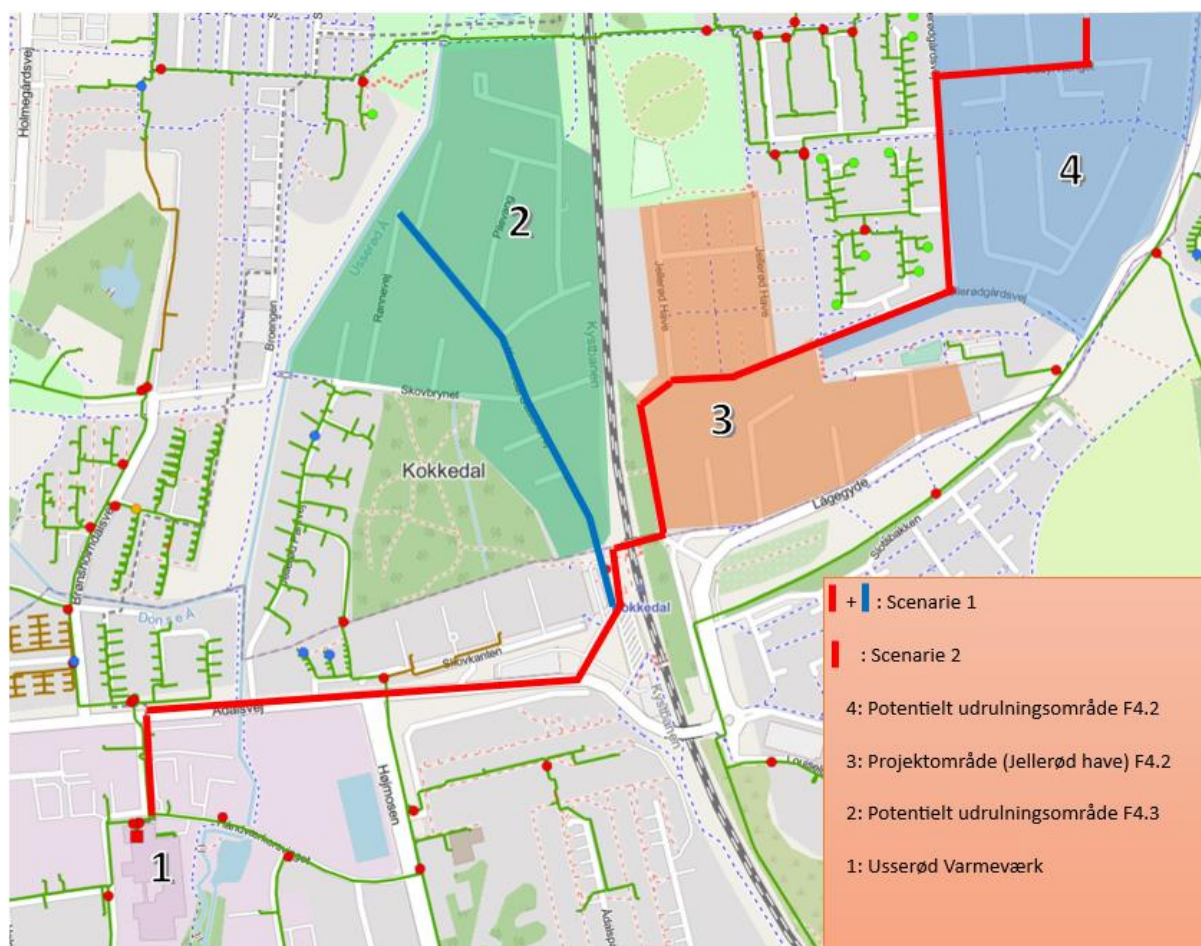
Tabel 18: Fritliggende parcelhuse – med tilslutningsbidrag

<u>Fritliggende parcelhuse – priserne er inkl. moms</u>								
Tilslutning (%)	Totale omkostninger pr. husstand	Tilslutningsbidrag	Årligt afdrag (20 år)	Årligt afdrag (30 år)	Sum - Årligt afdrag	Årligt forbrug	Måler og arealafgift	Total
100 %	216.348 kr.	28.331 kr.	3.872 kr.	10.353 kr.	14.225 kr.	4.329 kr.	1.500 kr.	20.054 kr.
80 %	234.809 kr.	28.331 kr.	4.119 kr.	11.920 kr.	16.039 kr.	4.329 kr.	1.500 kr.	21.868 kr.
65 %	256.111 kr.	28.331 kr.	4.404 kr.	13.727 kr.	18.131 kr.	4.329 kr.	1.500 kr.	23.961 kr.
50 %	290.195 kr.	28.331 kr.	4.861 kr.	16.619 kr.	21.480 kr.	4.329 kr.	1.500 kr.	27.309 kr.

LØSNINGSFORSLAG 3: NY FJERNVARMELEDNING

Dette forslag indbefatter etableringen af en ny transmissionsledning fra Usserød varmemærk via isolerede single-pipe fjernvarmerør. Dette løsningsforslag vil kun undersøge og beregne omkostningerne forbundet med etableringen af ny rørføring og ikke produktionskapaciteten i Usserødværket. For dette løsningsforslag er der undersøgt to mulige scenarier, for at estimere de potentielle omkostninger og for at sammentænke udrulningen af flere fjernvarmeområder på samme tid (figur 11).

- Scenarie 1: Etablering af både den blå og røde transmissionsledning for at forsyne område F4.2 og F4.3 i Fredensborg kommunes varmeplan.
- Scenarie 2: Etablering af kun den røde transmissionsledning for at forsyne område 4.2 i Fredensborg kommunes varmeplan.



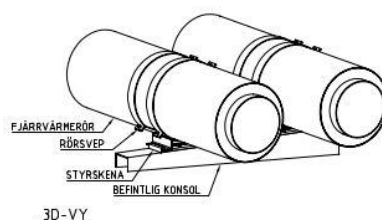
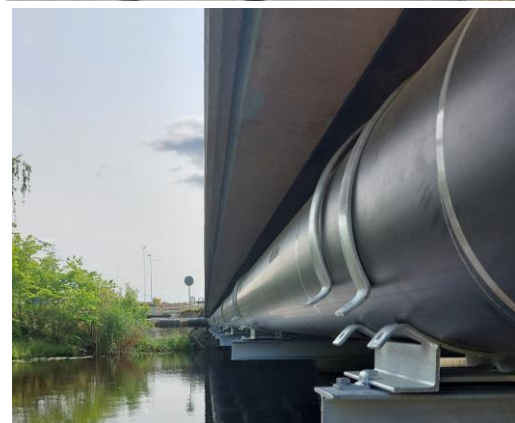
Figur 11 Design af løsningsforslag som indeholder en ny forsyningsledning til udrulningsområderne F4.2 og F4.3

SYSTEMFORSLAG

Dimensioneringen af nye fjernvarmeledninger til udrulningsområde F4.2 og F4.3 baserer sig på tal fra Fredensborg kommunes varmeplan

	Scenarie 1	Scenarie 2
Temperaturforskel fremløb og retur (ΔT)	30 grader	30 grader
Varmebehov	7,95 MWh/år	5,15 MWh/år
Effektbehov (basisbelastning + spidsbelastning)	2,6 MW	1,8 MW
Rørlængder	2.650 meter	2.100 meter

Udregningen for dette løsningsforslag forudsætter at fjernvarmeledningen for begge scenarier føres via belagte arealer. Største fysiske forhindring er jernbanen løbende fra syd mod nord gennem Kokkedal. Ud fra digitale kort er flere mulige passager undersøgt. Den mest omkostningseffektive og bedste løsning er at fastgøre fjernvarmeledningen under broen ved Kokkedal station. Yderligere undersøgelser kan afdække hvorvidt broen har den nødvendige konstruktion til at føre fjernvarmerørene over banen. Ydermere skal der etableres en pumpeløsning til at føre vandet over banelegemet. Design og pris baserer sig på erfaringstal fra et projekt i Kolstad (Sverige).



Figur 12: Systemløsning fjernvarmeledning over gangbro. Øverst den eksisterende bro i Kokkedal. Nederst til venstre, er denne systemløsning anvendt i Sverige. Nederst til højre viser en illustration over designet.

DIMENSIONERING (TRANSMISSION)

Single-pipe distributionsrørene strækker sig fra en størrelse DN80 til DN150. Tabel 19 angiver de dimensionerede rørdimensioner. Tabel 20 angiver de samlede røromkostninger for henholdsvis scenarie 1 og scenarie 2 baseret på førnævnte forudsætninger (afsnit 2). Foruden rørpriserne skal omkostningerne for at krydse jernbanen medregnes. For Kokkedal estimeres en løsning via gangbroen at koste 250.000 kr. Dermed opnår man totale anlægsomkostninger på knap 20 millioner kroner for at anlægge transmissionsledninger til udrulningsområde F4.2 og F4.3. Dertil kommer distributions- og stikledninger samt ekstra kapacitetsbehov på varmeværket.

Tabel 19: Transmissionsledningens rørdimensioner og længder

	Scenarie 1	Scenarie 2
DN80	800 meter	400 meter
DN100	500 meter	350 meter
DN125	400 meter	1350 meter
DN150	950 meter	-

Tabel 20: Rørpriser

	Scenarie 1	Scenarie 2
DN80 (6.081 kr./lbm)	4.864.692 kr.	2.432.346 kr.
DN100 (6.614 kr./lbm)	3.306.843 kr.	2.314.790 kr.
DN125 (7.076 kr./lbm)	2.830.549 kr.	9.553.104 kr.
DN150 (8.954 kr./lbm)	8.506.164 kr.	0 kr.
Total	19.508.248 kr.	14.300.240 kr.

OMKOSTNINGER FOR NY FJERNVARMELEDNING (PROJEKTOMRÅDET)

For at kunne sammenligne løsningsforslagene, medtages kun de omkostninger der er forbundet med den rørstrækning der løber op til projektområdet (Jellerød Have og det tilhørende parcelhus område). Andelen af transmissionsledningen udgør 1350 m. med DN125 til en samlet pris på 9.553.104 kr. Medregnet er broovergangen over togbanen (tabel 21). Man vil forventeligt anvende det trache for det opdelte område, da transmissionsledningen alligevel er planlagt til at skulle forsyne resten af område F4.3 (figur 13).

Tabel 21: Omkostninger forbundet med fjernvarmeudrulning

Investering (eksl. moms)	Opdelt område
Husstandsinstallationer (m. etablering og erstatning) 45.000 kr./husstand	8.010.000 kr.
Stikledninger (100 % tilslutning) 3.607 kr./lbm	9.729.300 kr.
Distribution 3.125 kr./lbm	7.303.125 kr.
Brovergang	250.000 kr.
Målere + units 20.000 kr./husstand	3.560.000 kr.
Transmissionsledning	9.553.104 kr.
Uforudsete udgifter (10 %), byggeplads (5%) og projektering (5%)	7.681.106 kr.
Total	46.086.635 kr.



Figur 13: Systemdesign i for Jellerød have og det tilhørende parcelhuskvarter

4 BRUGERØKONOMISK SAMMENLIGNING

INDIVIDUELLE LØSNINGER

<u>Gaskedel</u>	Rækkehuse	Parcelhuse
Årlige udgifter	Inkl. moms	Inkl. moms
Årligt afdrag (10-års lån)	6.154 kr.	6.154 kr.
Drift og vedligehold	1.784 kr.	1.784 kr.
Administration af gas	468 kr.	468 kr.
Brændsel	16.907 kr.	19.890 kr.
Årlige omkostninger u. lån	19.159 kr.	22.142 kr.
Årlige omkostninger m. lån	25.313 kr.	28.296 kr.

<u>Individuel luft-til-vand varmepumpe</u>	Rækkehuse	Parcelhuse
Årlige udgifter	Inkl. moms	Inkl. moms
Årligt afdrag (10-års lån)	12.525 kr.	12.525 kr.
Drift og vedligehold	2.320 kr.	2.320 kr.
Elforbrug	5.872 kr.	6.938 kr.
Årlige omkostninger u. lån	8.192 kr.	9.258 kr.
Årlige omkostninger m. lån	20.717 kr.	21.783 kr.

KOLLEKTIVE LØSNINGER

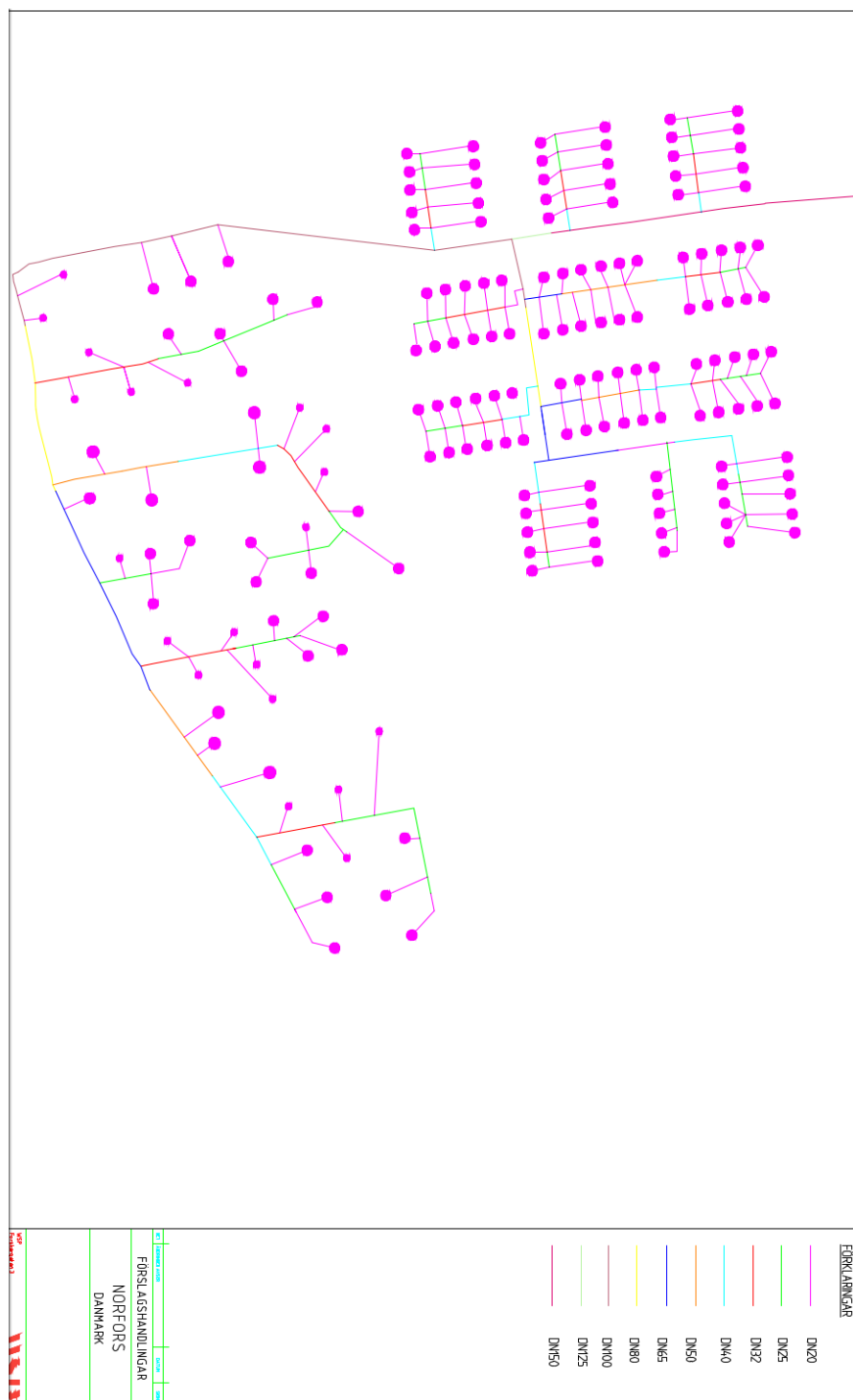
<u>Central varmepumpe (80 %)</u>	Rækkehuse	Parcelhuse
Årlige udgifter	Inkl. moms	Inkl. moms
Årligt afdrag (20-30-årigt lån)	31.225 kr.	43.255 kr.
Drift og vedligehold	1.500 kr.	1.500 kr.
Elforbrug	3.827 kr.	4.502 kr.
Årlige omkostninger m. lån	36.552 kr.	49.258 kr.

<u>Termonet (80 %)</u>	Rækkehuse	Parcelhuse
Årlige udgifter	Inkl. moms	Inkl. moms
Årligt afdrag (20-30-årigt lån)	15.090 kr.	18.605 kr.
Drift og vedligehold	1.500 kr.	1.500 kr.
Elforbrug	3.680 kr.	4.329 kr.
Årlige omkostninger m. lån	20.270 kr.	24.434 kr.

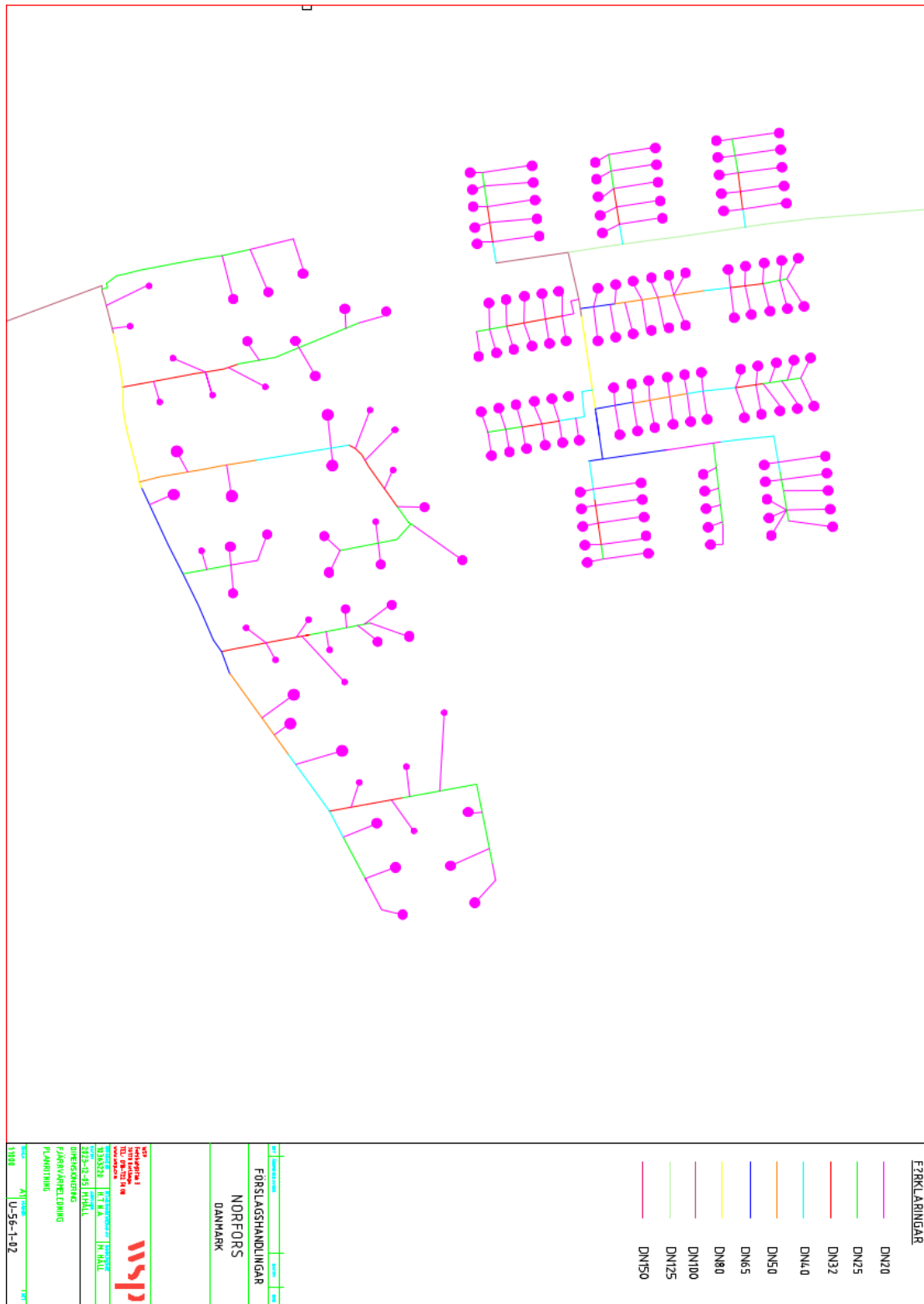
Forudsat 80% tilslutning ved de kollektive løsninger

5 BILAG

5.1 – Dimensionering af fjernvarme distributionssystem for et samlet område mellem Jellerød Have og der sydlige boligområde.



5.2 – Dimensionering af fjernvarme distributionssystem for et samlet område mellem Jellerød Have og der sydlige boligområde.



5.3 – Dimensionering af et termonet for Jellerød have og det nærliggende

