

SEPTEMBER 2018

SORØ FJERNVARME V. AFFALDPLUS

# FREMTIDIG FJERNVARMEOFORSYNING I SORØ

ANALYSER AF VARMEPRODUKTIONSANLÆG



SEPTEMBER 2018

## SORØ FJERNVARME V. AFFALDPLUS

# FREMTIDIG FJERNVARMEFORSYNING I SORØ

ANALYSER AF VARMEPRODUKTIONSANLÆG

PROJEKTNR. A110589  
DOKUMENTNR. A110589-001  
VERSION 003  
UDGIVELSESDATO 25. september 2018  
UDARBEJDET FJE  
KONTROLLERET AGDD/NCL  
GODKENDT FJE



# INDHOLD

1	Baggrund og formål	9
2	Resumé	10
3	Generelle forudsætninger	11
3.1	Metode	11
3.2	Naturgastarif	12
3.3	Flispris	12
3.4	Have-parkaffald	13
3.5	Nord Pool eltarif	13
3.6	Elafregning til ORC-anlæg efter VE-loven	14
3.7	El-tilskud til biomassekraftvarme	14
3.8	Afgifter	15
3.9	CO <sub>2</sub> -kvoter	15
3.10	Udetid samt omkostninger til D&V	15
3.11	Returtemperatur	15
3.12	Forsyningsledninger	15
3.13	Beregningsforudsætninger i Energy Pro	16
3.14	Finansiering og afskrivninger	16
3.15	Varmebehov	16
4	Reference med gasmotorer til 2027	17
4.1	Produktionsanlæg	17
4.2	Varmeproduktionsfordeling	17
4.3	Samlet investering	18
4.4	Udvikling af varmeproduktionspris	18
5	Scenarie 1 – ORC-anlæg (ristekedelteknologi) 11,0 MW varme og 1,0 MW el	19
5.1	Produktionsanlæg	19
5.2	Varmeproduktionsfordeling	21

5.3	Samlet investering	21
5.4	Udvikling af varmeproduktionspris	21
6	Scenarie 2 – ORC-anlæg (forgasningsovnsteknologi) 11,0 MW varme og 1,0 MW el	23
6.1	Produktionsanlæg	23
6.2	Varmeproduktionsfordeling	25
6.3	Samlet investering	25
6.4	Udvikling af varmeproduktionspris	25
7	Scenarie 3 – ORC-anlæg (forgasningsovnsteknologi) 6,4 MW varme og 1,0 MW el samt 4,6 MW fliskedel(Ristekedel)	27
7.1	Produktionsanlæg	27
7.2	Varmeproduktionsfordeling	29
7.3	Samlet investering	30
7.4	Udvikling af varmeproduktionspris	30
8	Scenarie 4 – 4,6 MW fliskedelanlæg (Ristefyret anlæg)	31
8.1	Produktionsanlæg	31
8.2	Varmeproduktionsfordeling	32
8.3	Samlet investering	33
8.4	Udvikling af varmeproduktionspris	33
9	Scenarie 5 – 11,0 MW fliskedelanlæg (Ristefyret anlæg)	34
9.1	Produktionsanlæg	34
9.2	Varmeproduktionsfordeling	35
9.3	Samlet investering	36
9.4	Udvikling af varmeproduktionspris	36
10	Scenarie 6 – Etablering af 6,0 MW luft/vand varmepumpeanlæg og 4,6 MW fliskedelanlæg	38
10.1	Produktionsanlæg	38
10.2	Varmeproduktionsfordeling	40
10.3	Samlet investering	40
10.4	Udvikling af varmeproduktionspris	40
11	Scenarie 7 – Etablering af 28.400 m <sup>2</sup> solvarmeanlæg og 4,6 MW fliskedelanlæg	42
11.1	Produktionsanlæg	42
11.2	Varmeproduktionsfordeling	44
11.3	Samlet investering	44
11.4	Udvikling af varmeproduktionspris	45

12	Geotermi	46
13	Resultater	47
13.1	Gennemsnitlig marginal varmeproduktionspris for alle scenarier i perioden 2018 – 2037	47
13.2	Gennemsnitlig marginal varmeproduktionspris for scenarier uden eltilskud på 150 kr./MWh i perioden 2018 – 2037	48
13.3	Gennemsnitlig marginal varmeproduktionspris for de fem billigste scenarier uden elproduktionstilskud på 150 kr./MWh, i perioden 2018 – 2037	48
13.4	Udvikling af marginal varmeproduktionspris for de fem billigste scenarier uden elproduktionstilskud på 150 kr./MWh, i perioden 2018 – 2037	49
14	Konklusion	51





# 1 Baggrund og formål

Sorø Fjernvarme v. AffaldPlus har godkendelse på etablering af et ORC(Organic Rankine Cycle)-anlæg og et fliskedelanlæg i Sorø. Før etablering af anlægget har Sorø Fjernvarme v. AffaldPlus bedt COWI revurdere økonomien i de to anlæg og sammenholde dem med et varmepumpeanlæg til luft/vand og et solvarmeanlæg.

I denne rapport revurderes økonomien i at etablere et ORC- eller et fliskedelanlæg i Sorø. Endvidere vurderes økonomien for et luft/vand varmepumpeanlæg og solvarme.

Følgende scenarier er analyseret med varmebehovet i Sorø og Frederiksberg og med etablering af ledning til Frederiksberg og Tangagervej

- > Reference med gasmotorer til og med 2027
- > Scenarie 1 – ORC-anlæg – 11,0 MW varme og 1,0 MW el – ristekedel
- > Scenarie 2 – ORC-anlæg – 11,0 MW varme og 1,0 MW el – forgasningsovn
- > Scenarie 3 – ORC-anlæg – 6,4 MW varme og 1,0 MW el og 4,6 MW fliskedel
- > Scenarie 4 – Fliskedelanlæg – 4,6 MW
- > Scenarie 5 – Fliskedelanlæg – 11,0 MW
- > Scenarie 6 – 6,0 MW luft/vand varmepumpeanlæg og 4,6 MW fliskedel
- > Scenarie 7 – Solvarmeanlæg og 4,6 MW fliskedelanlæg

## 2 Resumé

Der er gennemført analyser af 20 scenarier med gennemsnitlige varmepriser på mellem 300 og 413 kr./MWh.

Analyserne viser, at der er en væsentlig besparelse, hvis de 17.500 tons have-parkaffald som Sorø Fjernvarme v. AffaldPlus årligt har til rådighed benyttes som brændsel frem for flis.

Med den oplyste pris på have-parkaffald fra Sorø Fjernvarme v. AffaldPlus, er scenarier med anvendelse af have-park affald meget attraktive, med en varmepris der er ca. 45 kr./MWh lavere end med ren træflis. Ved valg af produktionsanlæg, vil anlæg der kan brænde have-park affald, derfor være klart at foretrække.

Analyserne viser endvidere at el-produktionstilskuddet på 150 kr./MWh kun reducerer varmeprisen med ca. 8 kr./MWh og derfor ikke er afgørende.

Det billigste scenarie er scenarie 5B (11 MW fliskedel med have-park affald) med en varmepris på 300 kr./MWh.

Scenarie 6B (6,0 MW luft/vand varmepumpe og 4,6 MW flis) har samme varmepris på 321 kr./MWh som scenarie 2D (11 MW ORC-anlæg forgasningsovn med have-park affald).

Scenarie 1D (11 MW ORC-anlæg ristekedel med have-park affald), er kun marginalt dyrere med en varmepris på 327 kr./MWh.

Da scenarie 5 og 6 p.t. ikke er godkendt, vil det kræve godkendelse af et nyt projektforslag. For scenarie 5 må der forventes lang sagsbehandlingstid uden garanti for godkendelse. Der er eksempler på, at kommunal sagsbehandling og eventuel sagsbehandling i Energiklagenævnet kan tage op til 4 år, uden garanti for godkendelse. For Scenarie 6 kan forventes 3 til 6 måneders sagsbehandlingstid.

Da varmepriserne for scenarie 3D, 2D eller 1D ligger meget tæt, er det COWIs anbefaling, at der arbejdes videre imod en gennemførelse af scenarie 3D, 2D eller 1D (ORC-anlæg med have-park affald).

Det er i analyserne anvendt elpriser der er markant lavere, end de elpriser på mellem 400 og 500 kr./MWh vi har set i denne sommer. Såfremt elprisen fremover bliver på et højere niveau end forudsat, vil dette reducere varmeprisen for scenarier med ORC-anlæg yderligere, og hæve prisen på varmepumpe scenariet.

## 3 Generelle forudsætninger

Nedenstående forudsætninger er gældende for alle scenarier, medmindre andet er beskrevet under det enkelte scenarie.

### 3.1 Metode

Investeringer i kollektiv varmforsyning er langsigtede investeringer og skal normalt betragtes over 20-30 år. I analyserne er anlagt en 20-årig betragtningsperiode fra 2018 til 2037. I analyserne inkluderes produktionsomkostninger samt finansieringsomkostninger for fremtidige investeringer.

Følgende typer af omkostninger er inkluderet:

#### Investeringer

- > Nye varmeproduktionsanlæg
- > Grundkøb og bygninger
- > Reinvestering i nuværende produktionsanlæg

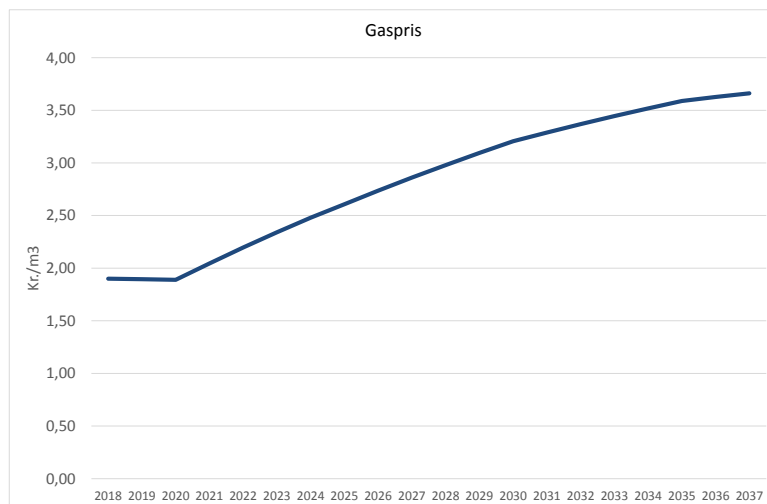
#### Driftsomkostninger

- > Brændselsomkostninger
- > Varmesalg og el-salg
- > Drift og vedligehold (D&V) af produktionsanlæg

## 3.2 Naturgastarif

For 2018 anvendes en rå gaspris på 1,90 kr./m<sup>3</sup> ekskl. moms, afgifter og transportomkostninger. Prisen forudsættes at følge samme indeks som Energistyrelsens forudsætninger for gaspriser an værk august 2017 i faste priser. Dette resulterer i en gaspris på 3,66 kr./m<sup>3</sup> ekskl. moms, afgifter og transportomkostninger i 2037 i faste priser.

Den forudsatte udvikling af gasprisen i faste priser er vist i nedenstående figur.



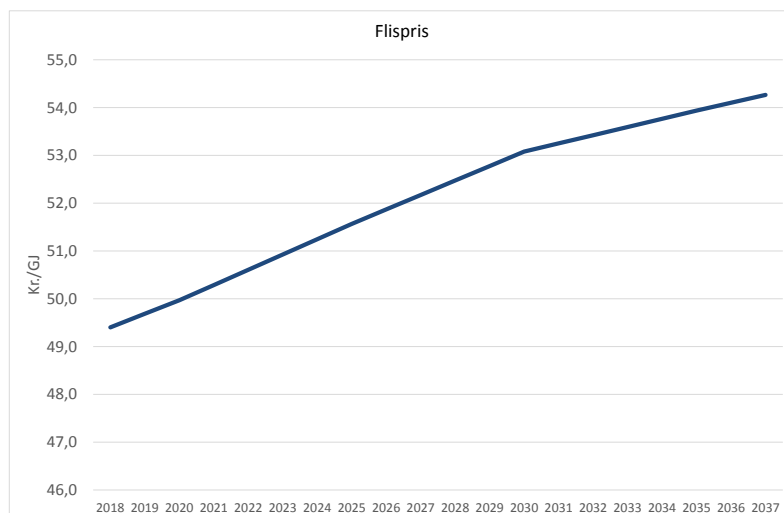
Figur 1. Udvikling af gaspris (DKK/m<sup>3</sup>) i faste priser.

Distributionsafgift, transport mm. for gas er forudsat til 0,40 kr./m<sup>3</sup>.

Endvidere anvendes afgifter for 2018.

## 3.3 Flispris

For 2018 anvendes en flispris på 49,4 kr./GJ ekskl. moms og afgifter. Prisen forudsættes at følge samme indeks som Energistyrelsens forudsætninger for træflis an værk august 2017 i faste priser. Dette resulterer i en flispris på 54,3 kr./GJ i 2037 i faste priser.



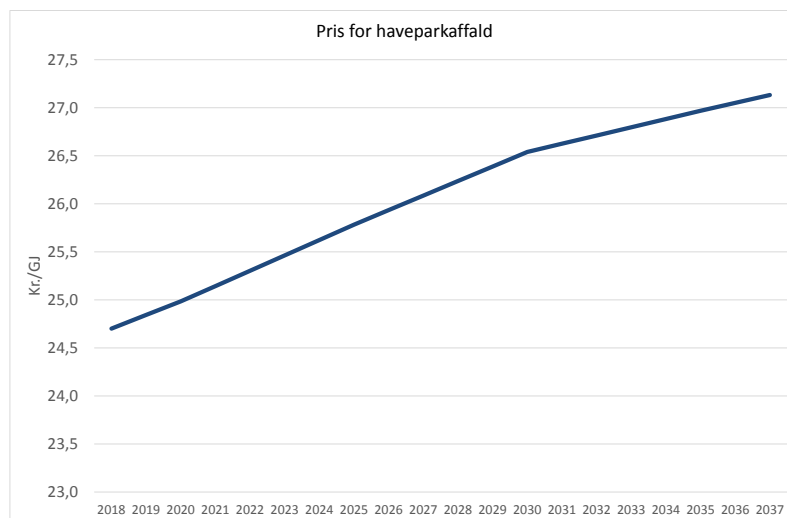
Figur 2. Udvikling af flispris i faste priser.

Endvidere anvendes afgifter for 2018.

### 3.4 Have-parkaffald

Sorø Fjernvarme v. AffaldPlus oplyser, at de har ca. 17.500 tons have-parkaffald om året med en brændværdi på ca. 10 GJ/ton. Prisen er af Sorø Fjernvarme v. AffaldPlus oplyst til at være 50% af prisen på skovflis, konservativt sat.

For 2018 anvendes en pris på 24,7 kr./GJ ekskl. moms og afgifter. Prisen forudsættes at følge samme indeks som Energistyrelsens forudsætninger for træflis anværk august 2017 i faste priser. Dette resulterer i en pris på 27,1 kr./GJ i 2037 i faste priser.



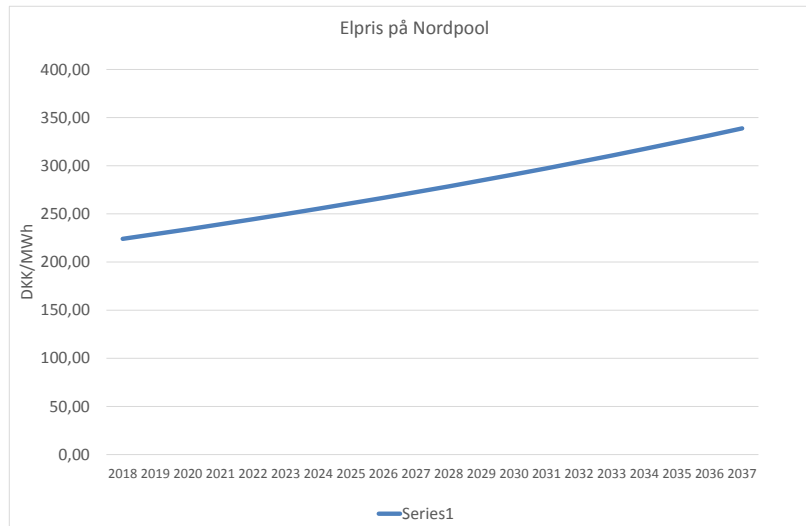
Figur 3. Udvikling af pris for have-parkaffald i faste priser.

### 3.5 Nord Pool eltarif

For 2018 anvendes timeværdier for Nord Pool spotpriser i 2017. Den gennemsnitlige elpris på Nord Pool i 2017 var på ca. 224 kr./MWh. El-spotpriserne forudsættes at følge samme indeks som Energistyrelsens forudsætninger for elpriser, august 2017 i faste priser.

El-spotpriserne forudsættes at stige til 337 kr./MWh i 2037, hvilket svarer til Energistyrelsens forventede elpris i 2037 (udkast til samfundsøkonomiske forudsætninger 2018)

Udviklingen af Nord Pool prisen er vist i nedenstående figur.



Figur 4. Udvikling af Nord Pool eltarif i faste priser (kr./MWh).

Der indregnes grundbeløb for Sorø på ca. 4,9 mio. kr. og for Frederiksberg på ca. 1,5 mio. kr. i 2018. Da Energistyrelsen har meldt ud, at grundbeløbet udløber med udgangen af 2018, indregnes dette tilskud ikke fra 2019.

Der indregnes elproduktionstilskud på 640.000 kr. for hver af de to kraftvarmeverker i 2018 og 2019. Da Energistyrelsen har meldt ud, at elproduktionstilskuddet (grundbeløb 2) udløber med udgangen af 2019, indregnes dette tilskud ikke fra 2020.

Ud over elsalg på Nordpool for gasmotorerne, indregnes en indtægt for manuelle reserver på 1,6 mio. kr. i de år gasmotorerne er i drift.

### 3.6 Elafregning til ORC-anlæg efter VE-loven

Elproduktion fra ORC-anlæg baseret på forgasning, har hidtil kunne opnå en høj el-afregningspris efter Vedvarende Energi(VE)-loven.

Med Energiforliget fra 2018, lægges der op til, at denne støtte til ORC-anlæg og biogas bortfalder fra 2020 for nye anlæg og at der samtidig indføres et loft over støtten til elproduktionen fra nye ORC-anlæg (forgasning) og biogasanlæg.

På denne baggrund er denne høje elafregningspris ikke indregnet i scenarierne i denne rapport.

### 3.7 El-tilskud til biomassekraftvarme

Energiforlig 2018, lægger op til at fjerne el-produktionstilskuddet på 150 kr./MWh til el fra biomassekraftvarmeanlæg. Det fremgår ikke klart af energiforliget om der kommer en anden støtteordning og i så fald hvilken størrelse den bliver på.

I analyserne med elproduktion fra biomasse er følgende to varianter beregnet

- > Nordpool elafregning
- > Nordpool elafregning + 150 kr./MWh

Sidstnævnt må betragtes som en følsomhed som ikke er verificeret p.t.

El-produktionstilskuddet på 150 kr./MWh, er et fast beløb. Derfor deflateres tilskuddet i beregningerne, da der regnes i faste priser.

### 3.8 Afgifter

Der anvendes 2018 afgiftsniveau.

I de år hvor gasmotorer forudsættes at være i drift, anvendes den reducerede energi- og CO<sub>2</sub>-afgift for naturgas til gaskedlerne.

I de år hvor gasmotorer forudsættes ikke at være i drift, anvendes normal energi- og CO<sub>2</sub>-afgift for naturgas til gaskedlerne.

### 3.9 CO<sub>2</sub>-kvoter

Centralerne i Sorø og Frederiksberg er ikke CO<sub>2</sub>-kvotefattet. Der indregnes derfor ikke CO<sub>2</sub>-kvoter.

### 3.10 Udetid samt omkostninger til D&V

Følgende er forudsat:

- > D&V for gasmotorer – 113 kr./MWh<sub>el</sub>
- > D&V for gasmotorer, fast – 60.000 kr./år pr. gasmotor. Inklusiv variabelt D&V for gasmotorerne, svarer det til ca. 100.000 kr./år pr. motor.
- > D&V for gaskedler – 7,5 kr./MWh
- > Udetid for fliskedel – 2 uger i juli
- > Udetid for ORC-anlæg – 3 uger i august samt 3 vinterstop af 2 dage. Endvidere indregnes kun drift 3/4 af tiden det første driftsår (2020) som følge af indkøring.

### 3.11 Returtemperatur

Sorø har i dag en returtemperatur på ca. 50 C. I lighed med erfaringerne fra andre fjernvarmeværker forventes det, at returtemperaturen kan reduceres til ca. 40 C, via kontakt til de ca. 100 forbrugere som har en meget dårlig afkøling og ved eventuel indførelse af motivationstarif.

Nye produktionsanlæg lægges derfor ud for en returtemperatur på 40 C.

### 3.12 Forsyningsledninger

Der etableres forsyningsledninger fra Industrivej til Frederiksberg og fra Industrivej til Tangagervej. Der henvises til beskrivelsen i de enkelte scenarieafsnit.

Med ledningen til Tangagervej kan området ved Tangagervej forsynes, og varme fra den nye central på Tangagervej kan leveres ind til Sorø.

Med ledningen til Frederiksberg forbindelse de to distributionsnet i Frederiksberg og Sorø.

### 3.13 Beregningsforudsætninger i Energy Pro

#### ORC-anlæg

- > Det forudsættes, at ORC-anlægget kan køre dellast ned til ca. 2.560 KW varme og 380 kW el (40 %)

#### Styringsstrategi:

- > Generelt prioriteres produktionsanlæggene i Energy Pro efter laveste produktionsomkostninger.
- > ORC-anlægget er dog forudsat altid at have 1. prioritet.

### 3.14 Finansiering og afskrivninger

Det forudsættes, at nye lån optages i det øjeblik, hvor anlæg opstarter driften. Lån løber over 20 år og der forudsættes en rente og provision på 2,25 %.

Afskrivninger for nye anlæg afskrives over 20 år. Afskrivninger regnes at være lig med afdragene.

Afskrivninger og renter deflateres årligt med ca. 2 %, da der regnes i faste priser.

Der tillægges 10 % uforudsete omkostninger og 6,5 % til projektering og tilsyn til investeringerne.

### 3.15 Varmebehov

Sorø og Frederiksberg har i dag et samlet graddøgnskorrigeret varmebehov på ca. 63.100 MWh, hvor af 47.500 MWh udgør varmesalg og 15.600 MWh udgør varmetab.

Med tilslutning af restpotentialer i områderne nedenfor samt forventet tab i nye forsyningsledninger, forventes varmebehovet at stige til ca. 77.700 MWh i år 2026, hvorefter det regnes konstant for resten af perioden.

- > Katrinelyst (godkendt)
- > Tangagervej (godkendt)
- > Skjalm Hvides Vej (godkendt)
- > Klokkergården (godkendt)
- > Klokkergården – etape 2 (ikke godkendt)



## 4 Reference med gasmotorer til 2027

I dette scenarie fortsætter den nuværende naturgasbaserede kraftvarmeproduktion på gaskedler og gasmotorer.

Gasmotorerne tages ud af drift fra 2028.

Der etableres ledninger fra Sorø til Frederiksberg og Tangagervej.

### 4.1 Produktionsanlæg

#### 4.1.1 Gasmotorer og gaskedler

De nuværende tre gasmotorer er snart udtjente. Det forudsættes derfor, at gasmotorer tages ud af drift fra 2028. I 2028 investeres i 11,5 MW gaskedler i Sorø og Frederiksberg der kan sikre nødvendig spids- og reservelast. Anslået investering ca. 15 mio. kr.

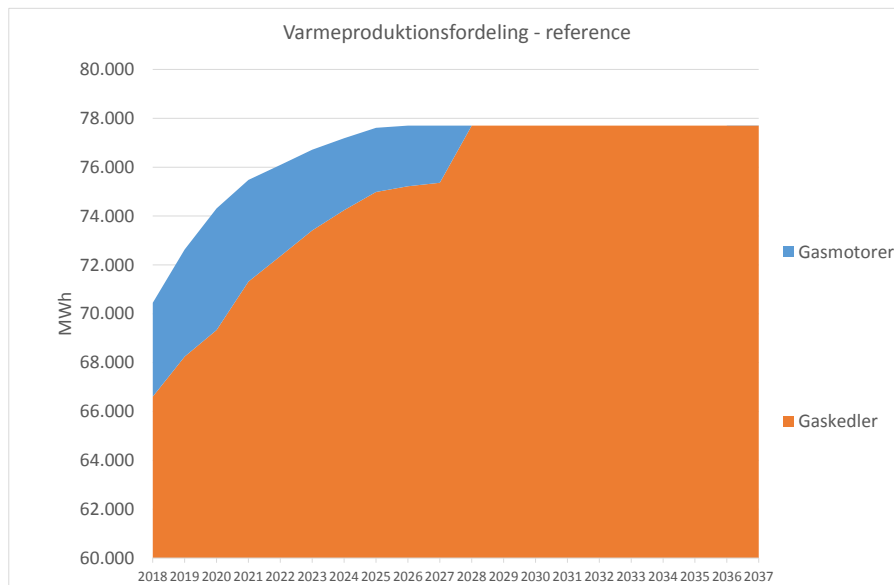
#### 4.1.2 Nye Ledninger

Der forudsættes etableret ca. 2.650 tracémeter ledning fra Industrivej til Tangagervej med en kapacitet på 1,5 MW. Investeringen er overslagsmæssigt anslået til ca. 7,9 mio. kr. Ledningen forudsættes etableret som DN100 i dobbeltrør serie 3, og varmetabet forudsættes til ca. 263 MWh/år.

Der forudsættes etableret ca. 4.200 tracémeter ledning fra Industrivej til centralen på Frederiksberg. Investeringen er overslagsmæssigt anslået til ca. 13 mio. kr. Ledningen forudsættes etableret som DN 150 i dobbeltrør serie 3, og varmetabet forudsættes til ca. 453 MWh/år. Ledningen er dimensioneret til at kunne forsyne resterende bygning på Sorø Akademi (ca. 1.0 MW) samt levere ca. 80 % af effektbehovet i (ca. 3.0 MW) til Frederiksberg. Resten produceres på den lokale gaskedel.

### 4.2 Varmeproduktionsfordeling

Varmeproduktionsfordelingen, når der regnes med udvikling af el- og brændselspriser, fremgår af efterfølgende figur.



Figur 5. Varmeproduktionsfordeling for reference.

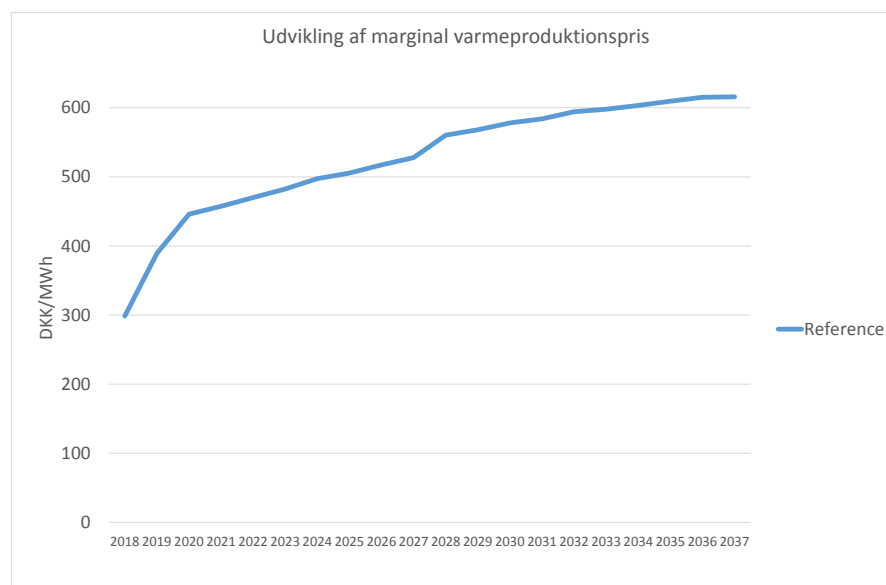
### 4.3 Samlet investering

Den samlede investering er anslået til ca. 36 mio. kr. Heraf udgør nye gaskedler ca. 15 mio. kr. og ledninger til Frederiksberg og Tangagervej 21 mio. kr.

### 4.4 Udvikling af varmemproduktionspris

#### 4.4.1 Udvikling af marginal varmemproduktionspris

Udvikling af den marginale varmemproduktionspris, når der regnes med udvikling af el- og brændselspriser, fremgår af efterfølgende figur.



Figur 6. Udvikling af marginal varmemproduktionspris.

Den gennemsnitlige marginale varmemproduktionspris for perioden 2018-2037 er beregnet til 526 kr./MWh.

## 5 Scenarie 1 – ORC-anlæg (ristekedelteknologi) 11,0 MW varme og 1,0 MW el

I dette scenarie forudsættes etableret et ORC-anlæg placeret på en grund ved Tangagervej. Anlægget producerer el og varme i samdrift med de nuværende varmeproduktionsanlæg.

Endvidere etableres en akkumuleringstank samt ledninger til Frederiksberg og Tangagervej.

Følgende alternativer er analyseret:

- > Scenarie 1A – 100 % træflis – Nordpool + 150 kr./MWh
- > Scenarie 1B – 100 % træflis – Nordpool
- > Scenarie 1C – Haveparkaffald og træflis – Nordpool + 150 kr./MWh
- > Scenarie 1D – Haveparkaffald og træflis – Nordpool

### 5.1 Produktionsanlæg

#### 5.1.1 ORC-anlæg – 11,0 MW varme og 1,0 MW el

Der forudsættes etableret et flisfyret ORC-anlæg med en varmeeffekt på 11,0 MW og en el-effekt (netto) på 0,95 MW. Anlægget baseres på ristekedelteknologi og etableres som én kedel.

Der er anvendt følgende forudsætninger for ORC-anlægget:

- > Kraftvarmeanlægget baseres på ORC-teknologi. Der forudsættes etableret et ORC-anlæg med en ristefyret hedtoliekedel fyret med træflis. Kedlen har en indfyret effekt på 11,3 MW. Hedtoliekedlen driver en ORC-enhed. ORC-anlægget har en varmeeffekt på 11,0 MW og en el-effekt (netto) på 0,95 MW.
- > Der etableres en akkumuleringstank på 2.000 m<sup>3</sup>
- > ORC-anlægget placeres på en grund ved Tangagervej.

- > Udetid – 3 uger i august samt 3 vinterstop af 2 dage
- > D&V ORC-anlæg, variabel – 65,0 kr./MWh<sub>el</sub>.
- > D&V ORC-anlæg, variabel – 30,0 kr./MWh<sub>varme</sub>.
- > Lønudgift – 500.000 kr./år. 1.000.000 kr./år for scenarier med haveparkaffald.
- > ORC-anlægget opstarter varmeproduktion 1. januar 2021.

ORC-anlægget har følgende data:

Elvirkningsgrad, netto	8,4%	
Varmevirkningsgrad	97,6%	
Total virkningsgrad, netto	106,1%	
Varmeeffekt	11.000	kW
Eleffekt, netto	950	kW
Indfyret effekt	11.266	kW

Der er forudsat følgende investering for ORC-anlægget:

- > Forudsat grundpris 3,2 mio. kr. (200 kr./m<sup>2</sup>).
- > Investering i komplet ORC-anlæg inkl. bygning m.m. er estimeret til ca. 144 mio. kr. ekskl. grundkøb.

Investeringen er delvist baseret på budgetpris fra kedelleverandør februar 2017, suppleret med løse overslag udarbejdet af COWI for resterende investeringer. Da der er begrænsede erfaringer med implementering af denne teknologi i Danmark, bør investeringen verificeres yderligere, inden en eventuel gennemførelse.

### 5.1.2 Reinvestering i nuværende produktionsanlæg

Der vurderes ikke behov for reinvestering i nuværende produktionsanlæg.

Gasmotorerne forudsættes at fortsætte til og med 2027.

### 5.1.3 Ledninger

Der forudsættes etableret en ca. 2.650 meter lang ledning DN 200 fra Industrivej til Tangagervej med en kapacitet på 11 MW der kan overføre hele effekten fra ORC-anlægget. Investeringen er løst anslået til ca. 12 mio. kr. Ledningen forudsættes etableret i dobbeltrør serie 3, og varmetabet forudsættes til ca. 293 MWh/år.

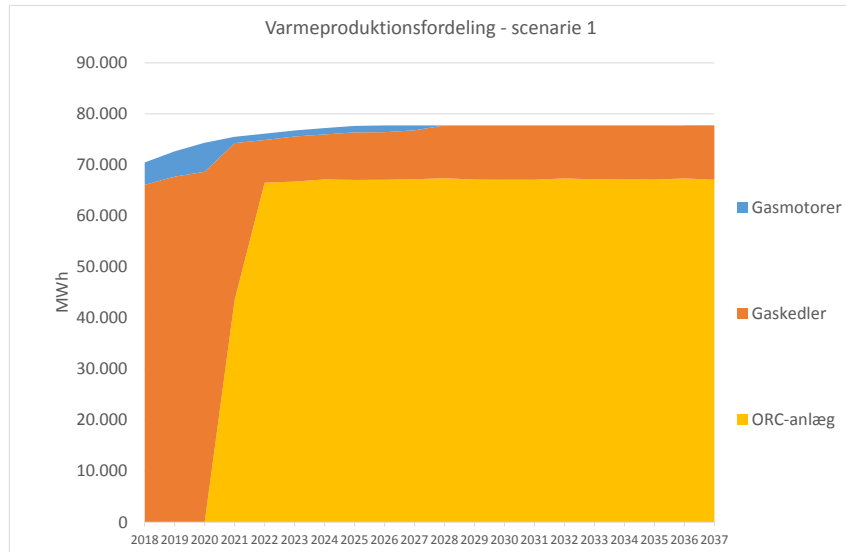
Der forudsættes etableret ca. 4.200 tracémeter ledning fra Industrivej til centralen på Frederiksberg. Investeringen er overslagsmæssigt anslået til ca. 13 mio. kr. Ledningen forudsættes etableret som DN 150 i dobbeltrør serie 3, og varmetabet forudsættes til ca. 453 MWh/år. Ledningen er dimensioneret til at kunne forsyne resterende bygning på Sorø Akademi (ca. 1.0 MW) samt levere ca. 80 % af effektbehovet (ca. 3.0 MW) til Frederiksberg. Resten produceres på den lokale gaskedel.

### 5.1.4 Placering af ORC-anlæg

ORC og fliskedelanlæg placeres på en grund ved Tangagervej. Sorø Kommune har anvist egnet areal, og køb af grund er sat i gang. Endelig placering fastlægges i forbindelse med projektering af projektet.

## 5.2 Varmeproduktionsfordeling

Varmeproduktionsfordelingen, når der regnes med udvikling af el- og brændselspriser, fremgår af efterfølgende figur.



Figur 7. Varmeproduktionsfordeling for scenarie 1.

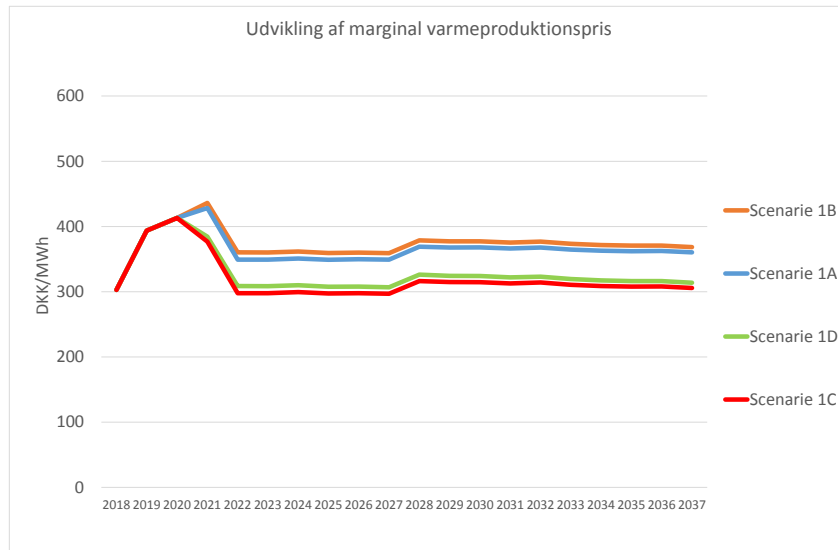
## 5.3 Samlet investering

Den samlede investering er anslået til ca. 172 mio. kr. Heraf udgør ORC-anlæg 144 mio. kr., grundkøb 3,2 mio. kr. og ledninger til Frederiksberg og Tangagervej 25 mio. kr.

## 5.4 Udvikling af varmemproduktionspris

### 5.4.1 Udvikling af marginal varmemproduktionspris

Udvikling af den marginale varmemproduktionspris, når der regnes med udvikling af el- og brændselspriser, fremgår af efterfølgende figur.



Figur 8. Udvikling af marginal varmeproduktionspris.

Den gennemsnitlige varmeproduktionspris for scenarie 1 for perioden 2018-2037 er vist i tabellen nedenfor.

	Kr./MWh
Scenarie 1A	364
Scenarie 1B	372
Scenarie 1C	319
Scenarie 1D	327

### 5.4.2 Bemærkninger

Følgende skal bemærkes:

- > Det er p.t. ikke afklaret, om ristekedeller kan brænde have-parkaffald.
- > Der er i scenarie A og C indregnet et elproduktionstilskud på 150 kr./MWh. Energiforliget fra 2018 lægger op til at det nuværende elproduktionstilskud falder væk for nye anlæg og erstattes af en ny tilskudsordning f.eks. baseret på teknologineutrale udbud. Det er dermed p.t. ikke fastlagt hvor stort det fremtidige produktionstilskud bliver for nye anlæg.

## 6 Scenarie 2 – ORC-anlæg (forgasningsovnsteknologi) 11,0 MW varme og 1,0 MW el

I dette scenarie forudsættes etableret et ORC-anlæg placeret på en grund ved Tangagervej. Anlægget vil producere el og varme i samdrift med de nuværende varmeproduktionsanlæg.

Endvidere etableres en akkumuleringstank samt ledninger til Frederiksberg og Tangagervej.

Følgende alternativer er analyseret:

- > Scenarie 2A – 100 % træflis – Nordpool + 150 kr./MWh
- > Scenarie 2B – 100 % træflis – Nordpool
- > Scenarie 2C – Haveparkaffald og træflis – Nordpool + 150 kr./MWh
- > Scenarie 2D – Haveparkaffald og træflis – Nordpool

### 6.1 Produktionsanlæg

#### 6.1.1 ORC-anlæg – 11,0 MW varme og 1,0 MW el

Der forudsættes etableret et flisfyret ORC-anlæg med en varmeeffekt på 11,0 MW og en el-effekt (netto) på 0,95 MW. Anlægget baseres på forgasningsovnsteknologi og etableres som én kedel.

Der er anvendt følgende forudsætninger for ORC-anlægget:

- > Kraftvarmeanlægget baseres på ORC-teknologi. Der forudsættes etableret et ORC-anlæg med en flisfyret ovn efter forgasningsprincip. Ovnens indfyret effekt på 11,4 MW. Hedtoliekedlen driver en ORC-enhed. ORC-anlægget har en varmeeffekt på 11,0 MW og en el-effekt (netto) på 0,95 MW.
- > ORC-anlægget er baseret på et flisfyret hedtoliekedelanlæg forgasningsovnprincip.
- > Der etableres en akkumuleringstank på 2.000 m<sup>3</sup>

- > ORC-anlægget placeres på en grund ved Tangagervej.
- > Udetid – 3 uger i august samt 3 vinterstop af 2 dage
- > D&V ORC-anlæg, variabel – 65,0 kr./MWh<sub>el</sub>.
- > D&V ORC-anlæg, variabel – 30,0 kr./MWh<sub>varme</sub>.
- > Lønudgift – 500.000 kr./år. 1.000.000 kr./år for scenarier med haveparkaffald.
- > ORC-anlægget opstarter varmeproduktion 1. januar 2021.

ORC-anlægget har følgende data:

Elvirkningsgrad, netto	8,3%	
Varmevirkningsgrad	96,2%	
Total virkningsgrad, netto	104,5%	
Varmeeffekt	11.000	kW
Eleffekt, netto	950	kW
Indfyret effekt	11.430	kW

Der er forudsat følgende investering for ORC-anlægget:

- > Forudsat grundpris 3,2 mio. kr. (200 kr./m<sup>2</sup>).
- > Investering i komplet ORC-anlæg inkl. bygning m.m. er estimeret til ca. 129 mio. kr. ekskl. grundkøb.

Investeringen er delvist baseret på løst overslag fra kedelleverandør i juli 2018, suppleret med løse overslag udarbejdet af COWI for resterende investeringer. Da der er begrænsede erfaringer med implementering af denne teknologi i Danmark, bør investeringen verificeres yderligere inden en eventuel gennemførelse.

### 6.1.2 Reinvestering i nuværende produktionsanlæg

Der vurderes ikke behov for reinvestering i nuværende produktionsanlæg.

Gasmotorerne forudsættes at fortsætte til og med 2027.

### 6.1.3 Ledninger

Der forudsættes etableret en ca. 2.650 meter lang ledning DN 200 fra Industrivej til Tangagervej med en kapacitet på 11 MW, der kan overføre hele effekten fra ORC-anlægget. Investeringen er løst anslået til ca. 12 mio. kr. Ledningen forudsættes etableret i dobbeltrør serie 3, og varmetabet forudsættes til ca. 293 MWh/år.

Der forudsættes etableret ca. 4.200 tracémeter ledning fra Industrivej til centralen på Frederiksberg. Investeringen er overslagsmæssigt anslået til ca. 13 mio. kr. Ledningen forudsættes etableret som DN 150 i dobbeltrør serie 3, og varmetabet forudsættes til ca. 453 MWh/år. Ledningen er dimensioneret til at kunne forsyne resterende bygning på Sorø Akademi (ca. 1.0 MW) samt levere ca. 80 %



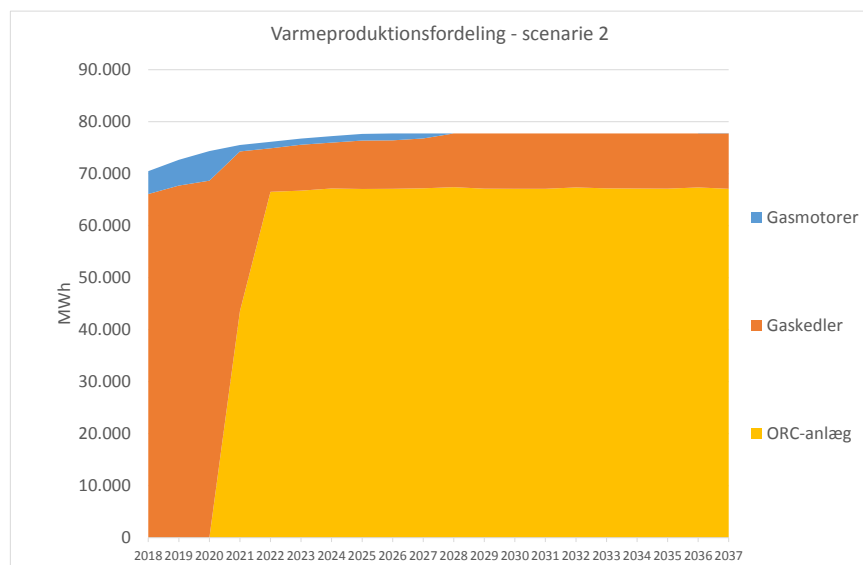
af effektbehovet i (ca. 3.0 MW) til Frederiksberg. Resten produceres på den lokale gaskedel.

### 6.1.4 Placering af ORC-anlæg

ORC og fliskedelanlæg placeres på en grund ved Tangagervej. Sorø Kommune har anvist egnet areal, og køb af grund er sat i gang. Endelig placering fastlægges i forbindelse med projektering af projektet.

## 6.2 Varmeproduktionsfordeling

Varmeproduktionsfordelingen, når der regnes med udvikling af el- og brændselspriser, fremgår af efterfølgende figur.



Figur 9. Varmeproduktionsfordeling for scenarie 2.

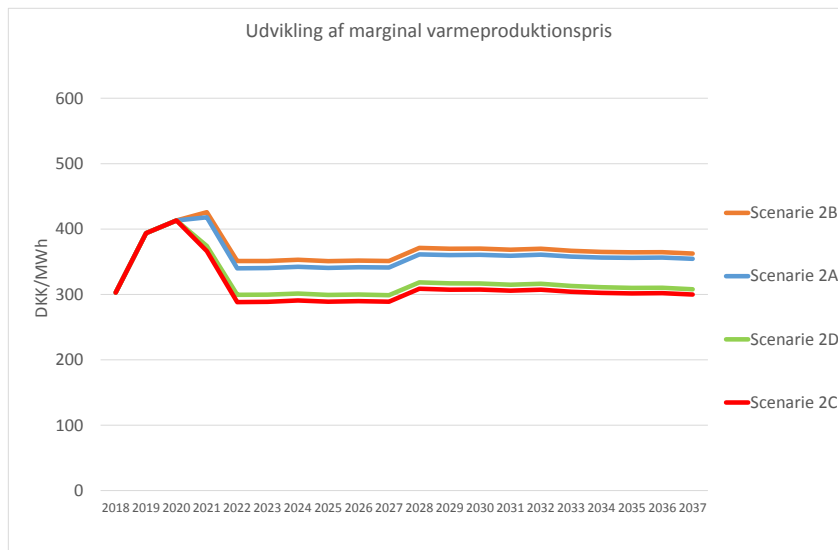
## 6.3 Samlet investering

Den samlede investering er anslået til ca. 157 mio. kr. Heraf udgør ORC-anlæg 129 mio. kr., grundkøb 3,2 mio. kr. og ledninger til Frederiksberg og Tangagervej 25 mio. kr.

## 6.4 Udvikling af varmemproduktionspris

### 6.4.1 Udvikling af marginal varmemproduktionspris

Udvikling af den marginale varmemproduktionspris, når der regnes med udvikling af el- og brændselspriser, fremgår af efterfølgende figur.



Figur 10. Udvikling af marginal varmeproduktionspris.

Den gennemsnitlige varmeproduktionspris for scenarie 2 for perioden 2018-2037 er vist i tabellen nedenfor.

	Kr./MWh
Scenarie 2A	358
Scenarie 2B	366
Scenarie 2C	313
Scenarie 2D	321

### 6.4.2 Bemærkninger

Følgende skal bemærkes:

- > Der er i scenarie A og C indregnet et elproduktionstilskud på 150 kr./MWh. Energiforliget lægger op til at det nuværende elproduktionstilskud falder væk for nye anlæg og erstattes af en ny tilskudsordning f.eks. baseret på teknologineutrale udbud. Det er dermed p.t. ikke fastlagt hvor stort det fremtidige produktionstilskud bliver for nye anlæg.

## 7 Scenarie 3 – ORC-anlæg (forgasningsovnsteknologi) 6,4 MW varme og 1,0 MW el samt 4,6 MW fliskedel(Ristekedel)

I dette scenarie forudsættes etableret et 6,4 MW ORC-anlæg (forgasningsovn) og et 4,6 MW fliskedelanlæg (ristekedel) placeret på en grund ved Tangagervej. Anlæggene producerer el og varme i samdrift med de nuværende varmeproduktionsanlæg.

Endvidere etableres en akkumuleringstank samt ledninger til Frederiksberg og Tangagervej.

Følgende alternativer er analyseret:

- > Scenarie 3A – 100 % træflis – Nordpool + 150 kr./MWh
- > Scenarie 3B – 100 % træflis – Nordpool
- > Scenarie 3C – Haveparkaffald og træflis – Nordpool + 150 kr./MWh
- > Scenarie 3D – Haveparkaffald og træflis – Nordpool

### 7.1 Produktionsanlæg

#### 7.1.1 ORC-anlæg – 6,4 MW varme og 1,0 MW el

Der forudsættes etableret et ORC-anlæg med en varmeeffekt på 6,4 MW og en el-effekt (netto) på 0,95 MW. Anlægget baseres på forgasningsovnsteknologi.

Der er anvendt følgende forudsætninger for ORC-anlægget:

- > Kraftvarmeanlægget baseres på ORC-teknologi. Der forudsættes etableret et ORC-anlæg med en forgasningsovn/kedel. Ovnen har en indfyret effekt på 7,1 MW. Hedtoliekedlen driver en ORC-enhed. ORC-anlægget har en varmeeffekt på 6,4 MW og en el-effekt (netto) på 0,95 MW.
- > ORC-anlægget er baseret på et hedtoliekedelanlæg
- > Der etableres en akkumuleringstank på 2.000 m<sup>3</sup>
- > ORC-anlægget placeres på en grund ved Tangagervej.

- > Udetid – 3 uger i august samt 3 vinterstop af 2 dage
- > D&V ORC-anlæg, variabel – 65,0 kr./MWh<sub>el</sub>.
- > D&V ORC-anlæg, variabel – 30,0 kr./MWh<sub>varme</sub>.
- > Lønudgift – 500.000 kr./år. 1.000.000 kr./år for scenarier med haveparkaffald.
- > ORC-anlægget opstarter varmeproduktion 1. januar 2021.

ORC-anlægget har følgende data:

Elvirkningsgrad, netto	13,5%	
Varmevirkningsgrad	90,8%	
Total virkningsgrad, netto	104,3%	
Varmeeffekt	6.400	kW
Eleffekt, netto	950	kW
Indfyret effekt	7.050	kW

Der er forudsat følgende investering for ORC-anlægget:

- > Forudsat grundpris 3,2 mio. kr. (200 kr./m<sup>2</sup>).
- > Investering i komplet ORC-anlæg inkl. bygning m.m. er estimeret til ca. 104 mio. kr. ekskl. grundkøb.

Investeringen er delvist baseret på løst overslag fra kedelleverandør i juli 2018, suppleret med løse overslag udarbejdet af COWI for resterende investeringer. Da der er begrænsede erfaringer med implementering af denne teknologi i Danmark, bør investeringen verificeres yderligere inden en eventuel gennemførelse.

### 7.1.2 Fliskedelanlæg – 4,6 MW

Der forudsættes etableret et fliskedelanlæg med en varmeeffekt på 4,6 MW. Anlægget baseres på ristefyret kedelteknologi.

Der er anvendt følgende forudsætninger for fliskedelanlægget:

- > Fliskedelanlægget etableres med absorptionsvarmepumpe og får dermed en virkningsgrad på 115 %. Fliskedelanlægget har en varmeeffekt på 4,6 MW og en indfyret effekt på 4,0 MW. Fliskedelanlægget er baseret på ristefyret teknologi.
- > Fliskedelanlægget placeres på en grund ved Tangagervej.
- > Investering i komplet fliskedelanlæg inkl. bygning, flislager m.m., ekskl. grundkøb er estimeret til ca. 32 mio. kr.
- > D&V fliskedelanlæg, variabel – 30,0 kr./MWh<sub>varme</sub>.
- > Lønudgift – 200.000 kr./år.
- > Udetid – 3 uger i august samt 3 vinterstop af 2 dage
- > Fliskedelanlægget opstarter varmeproduktion 1. januar 2021.

### 7.1.3 Reinvestering i nuværende produktionsanlæg

Der vurderes ikke behov for reinvestering i nuværende produktionsanlæg. Gasmotorerne forudsættes at fortsætte til og med 2027.

### 7.1.4 Ledninger

Der forudsættes etableret en ca. 2.650 meter lang ledning DN 200 fra Industrivej til Tangagervej med en kapacitet på 11 MW, der kan overføre hele effekten fra ORC-anlæg og fliskedel. Investeringen er løst anslået til ca. 12 mio. kr. Ledningen forudsættes etableret i dobbeltrør serie 3, og varmetabet forudsættes til ca. 293 MWh/år.

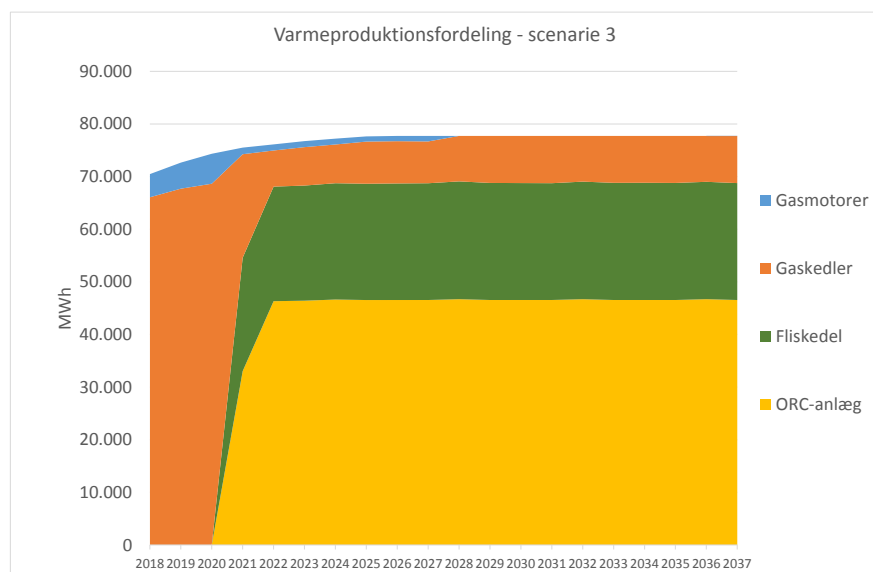
Der forudsættes etableret ca. 4.200 tracémeter ledning fra Industrivej til centralen på Frederiksberg. Investeringen er overslagsmæssigt anslået til ca. 13 mio. kr. Ledningen forudsættes etableret som DN 150 i dobbeltrør serie 3, og varmetabet forudsættes til ca. 453 MWh/år. Ledningen er dimensioneret til at kunne forsyne resterende bygning på Sorø Akademi (ca. 1.0 MW) samt levere ca. 80 % af effektbehovet i (ca. 3.0 MW) til Frederiksberg. Resten produceres på den lokale gaskedel.

### 7.1.5 Placering af ORC-anlæg og fliskedelanlæg

ORC og fliskedelanlæg placeres på en grund ved Tangagervej. Sorø Kommune har anvist egnet areal og køb af grund er sat i gang. Endelig placering fastlægges i forbindelse med projektering af projektet.

## 7.2 Varmeproduktionsfordeling

Varmeproduktionsfordelingen, når der regnes med udvikling af el- og brændselspriser, fremgår af efterfølgende figur.



Figur 11. Varmeproduktionsfordeling for scenarie 3.

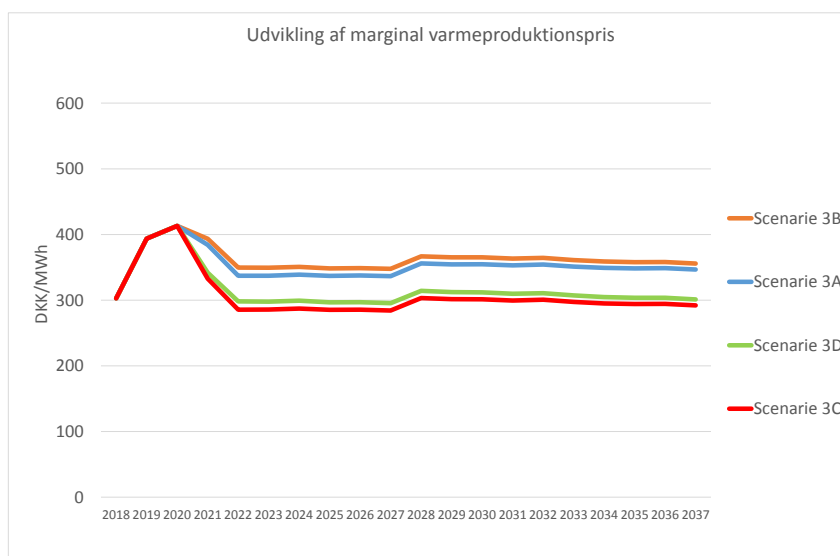
## 7.3 Samlet investering

Den samlede investering er anslået til ca. 164 mio. kr. Heraf udgør ORC-anlæg ca. 104 mio. kr., fliskedelanlæg ca. 32 mio. kr., grundkøb 3,2 mio. kr. og ledninger til Frederiksberg og Tangagervej 25 mio. kr.

## 7.4 Udvikling af varmeproduktionspris

### 7.4.1 Udvikling af marginal varmeproduktionspris

Udvikling af den marginale varmeproduktionspris, når der regnes med udvikling af el- og brændselspriser, fremgår af efterfølgende figur.



Figur 12. Udvikling af marginal varmeproduktionspris.

Den gennemsnitlige varmeproduktionspris for scenarie 3 for perioden 2018-2037 er vist i tabellen nedenfor.

	Kr./MWh
Scenarie 3A	352
Scenarie 3B	361
Scenarie 3C	307
Scenarie 3D	316

### 7.4.2 Bemærkninger

Følgende skal bemærkes:

- > Der er i scenarie A og C indregnet et elproduktionstilskud på 150 kr./MWh. Energiforliget lægger op til at det nuværende elproduktionstilskud falder væk for nye anlæg og erstattes af en ny tilskudsordning f.eks. baseret på teknologineutrale udbud. Det er dermed p.t. ikke fastlagt hvor stort det fremtidige produktionstilskud bliver for nye anlæg.

## 8 Scenarie 4 – 4,6 MW fliskedelanlæg (Ristefyret anlæg)

I dette scenarie forudsættes etableret et 4,6 MW fliskedelanlæg placeret på en grund ved Tangagervej. Anlægget producerer varme i samdrift med de nuværende varmereproduktionsanlæg.

Endvidere etableres en akkumuleringstank samt ledninger til Frederiksberg og Tangagervej.

Følgende alternativer er analyseret:

- > Scenarie 4A – 100 % træflis
- > Scenarie 4B – 100 % haveparkaffald

### 8.1 Produktionsanlæg

#### 8.1.1 Fliskedelanlæg – 4,6 MW

Der forudsættes etableret et fliskedelanlæg med en varmeeffekt på 4,6 MW. Anlægget baseres på ristefyret kedelteknologi.

Der er anvendt følgende forudsætninger for fliskedelanlægget:

- > Fliskedelanlægget etableres med absorptionsvarmepumpe og får dermed en virkningsgrad på 115 %. Fliskedelanlægget har en varmeeffekt på 4,6 MW og en indfyret effekt på 4,0 MW. Fliskedelanlægget er baseret på ristefyret teknologi.
- > Fliskedelanlægget placeres på en grund ved Tangagervej.
- > Forudsat grundpris 3.2 mio. kr. (200 kr./m<sup>2</sup>).
- > Investering i komplet fliskedelanlæg inkl. bygning, flislager m.m., ekskl. grundkøb er estimeret til ca. 32 mio. kr.
- > D&V fliskedelanlæg, variabel – 30,0 kr./MWh\_ varme.
- > Lønudgift – 300.000 kr./år. 600.000 kr./år for scenarier med haveparkaffald.
- > Udetid – 3 uger i august samt 3 vinterstop af 2 dage

- > Fliskedelanlægget opstarter varmeproduktion 1. januar 2021.

### 8.1.2 Reinvestering i nuværende produktionsanlæg

Gasmotorerne forudsættes at fortsætte til og med 2027. I 2028 investeres i 7,0 MW gaskedler i Sorø og Frederiksberg der kan sikre nødvendig spids- og reser-velast. Anslået investering ca. 9 mio. kr.

### 8.1.3 Ledninger

Der forudsættes etableret en ca. 2.650 meter lang ledning DN 150 fra Industri-vej til Tangagervej med en kapacitet på ca. 5 MW, der kan overføre effekten fra fliskedelanlægget. Investeringen er løst anslået til ca. 10 mio. kr. Ledningen for-udsættes etableret i dobbeltrør serie 3, og varmetabet forudsættes til ca. 286 MWh/år.

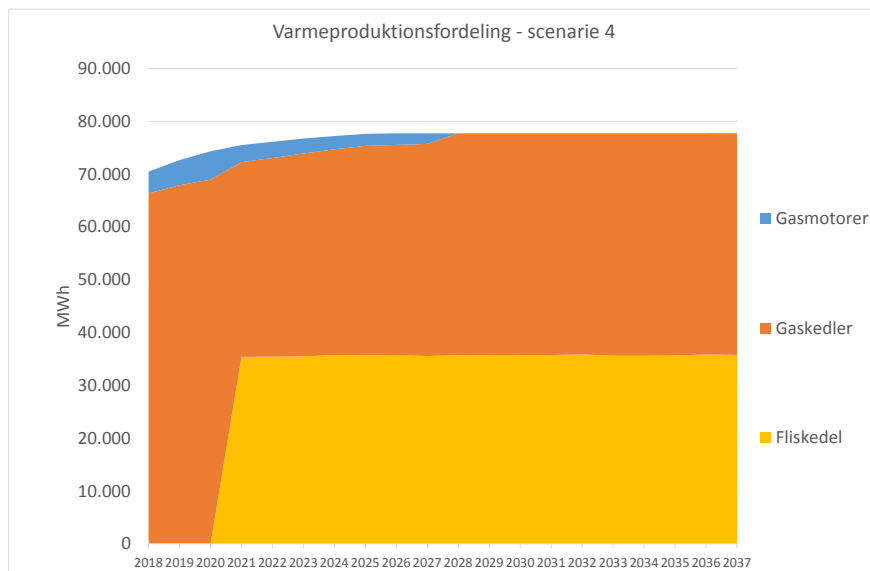
Der forudsættes etableret ca. 4.200 tracémeter ledning fra Industrivej til centra-len på Frederiksberg. Investeringen er overslagsmæssigt anslået til ca. 13 mio. kr. Ledningen forudsættes etableret som DN 150 i dobbeltrør serie 3, og varme-tabet forudsættes til ca. 453 MWh/år. Ledningen er dimensioneret til at kunne forsyne resterende bygning på Sorø Akademi (ca. 1.0 MW) samt levere ca. 80 % af effektbehovet i (ca. 3.0 MW) til Frederiksberg. Resten produceres på den lo-kale gaskedel.

### 8.1.4 Placering af fliskedelanlæg

Fliskedelanlægget placeres på en grund ved Tangagervej. Sorø Kommune har anvist egnet areal og køb af grund er sat i gang. Endelig placering fastlægges i forbindelse med projektering af projektet.

## 8.2 Varmeproduktionsfordeling

Varmeproduktionsfordelingen, når der regnes med udvikling af el- og brænd-selspriser, fremgår af efterfølgende figur.



Figur 13. Varmeproduktionsfordeling for scenarie 4.



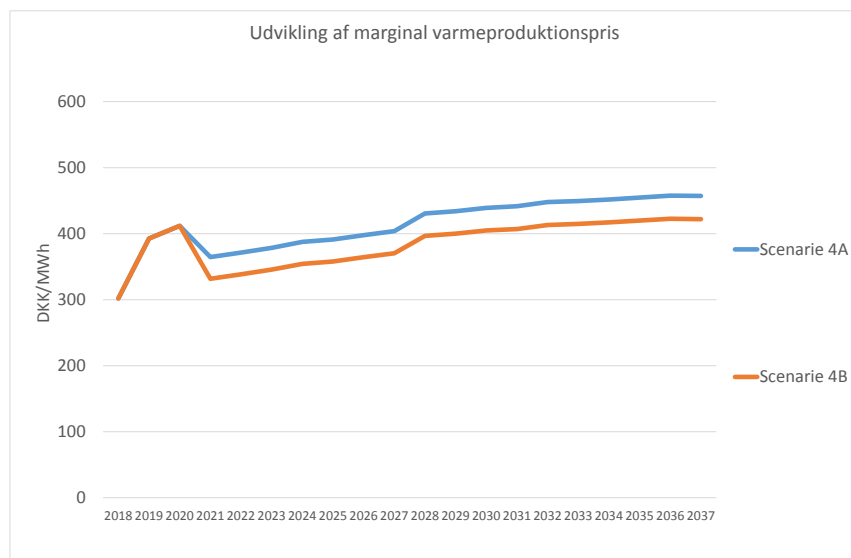
### 8.3 Samlet investering

Den samlede investering er anslået til ca. 67 mio. kr. Heraf udgør fliskedelanlæg 32 mio. kr., grundkøb 3,2 mio. kr., ny gaskedel ca. 9 mio. kr. og ledninger til Frederiksberg og Tangagervej ca. 23 mio. kr.

### 8.4 Udvikling af varmeproduktionspris

#### 8.4.1 Udvikling af marginal varmeproduktionspris

Udvikling af den marginale varmeproduktionspris, når der regnes med udvikling af el- og brændselspriser, fremgår af efterfølgende figur.



Figur 14. Udvikling af marginal varmeproduktionspris.

Den gennemsnitlige varmeproduktionspris for scenarie 4 for perioden 2018-2037 er vist i tabellen nedenfor.

	Kr./MWh
Scenarie 4A	413
Scenarie 4B	384

#### 8.4.2 Bemærkninger

Følgende skal bemærkes:

- > Det er p.t. ikke afklaret, om ristefyret kedel kan brænde have-parkaffald.

## 9 Scenarie 5 – 11,0 MW fliskedelanlæg (Ristefyret anlæg)

I dette scenarie forudsættes etableret et 11,0 MW fliskedelanlæg placeret på en grund ved Tangagervej. Anlægget producerer el og varme i samdrift med de nuværende varmeproduktionsanlæg.

Endvidere etableres en akkumuleringstank samt ledninger til Frederiksberg og Tangagervej.

Dette scenarie er p.t. ikke godkendt og vil kræve godkendelse af et nyt projektforslag.

Følgende alternativer er analyseret:

- > Scenarie 5A – 100 % træflis
- > Scenarie 5B – Haveparkaffald og træflis

### 9.1 Produktionsanlæg

#### 9.1.1 Fliskedelanlæg – 11,0 MW

Der forudsættes etableret et fliskedelanlæg med en varmeeffekt på 11,0 MW. Anlægget baseres på ristefyret kedelteknologi.

Der er anvendt følgende forudsætninger for fliskedelanlægget:

- > Fliskedelanlægget etableres med absorptionsvarmepumpe og får dermed en virkningsgrad på 115 %. Fliskedelanlægget har en varmeeffekt på 11,0 MW og en indfyret effekt på 9,6 MW. Fliskedelanlægget er baseret på ristefyret teknologi.
- > Fliskedelanlægget placeres på en grund ved Tangagervej.
- > Der etableres en akkumuleringstank på 2.000 m<sup>3</sup>
- > Forudsat grundpris 3.2 mio. kr. (200 kr./m<sup>2</sup>).
- > Investering i komplet fliskedelanlæg inkl. bygning, flislager m.m., ekskl. grundkøb er estimeret til ca. 81 mio. kr.
- > D&V fliskedelanlæg, variabel – 30,0 kr./MWh\_ varme.

- > Lønudgift – 500.000 kr./år. 1.000.000 kr./år for scenarier med haveparkaffald.
- > Udetid – 3 uger i august samt 3 vinterstop af 2 dage
- > Fliskedelanlægget opstarter varmeproduktion 1. januar 2023.

### 9.1.2 Reinvestering i nuværende produktionsanlæg

Gasmotorerne forudsættes at fortsætte til og med 2027.

Der vurderes ikke at være behov for reinvesteringer.

### 9.1.3 Ledninger

Der forudsættes etableret en ca. 2.650 meter lang ledning DN 200 fra Industrivej til Tangagervej med en kapacitet på 11 MW, der kan overføre hele effekten fra ORC-anlæg og fliskedel. Investeringen er løst anslået til ca. 12 mio. kr. Ledningen forudsættes etableret i dobbeltrør serie 3, og varmetabet forudsættes til ca. 293 MWh/år.

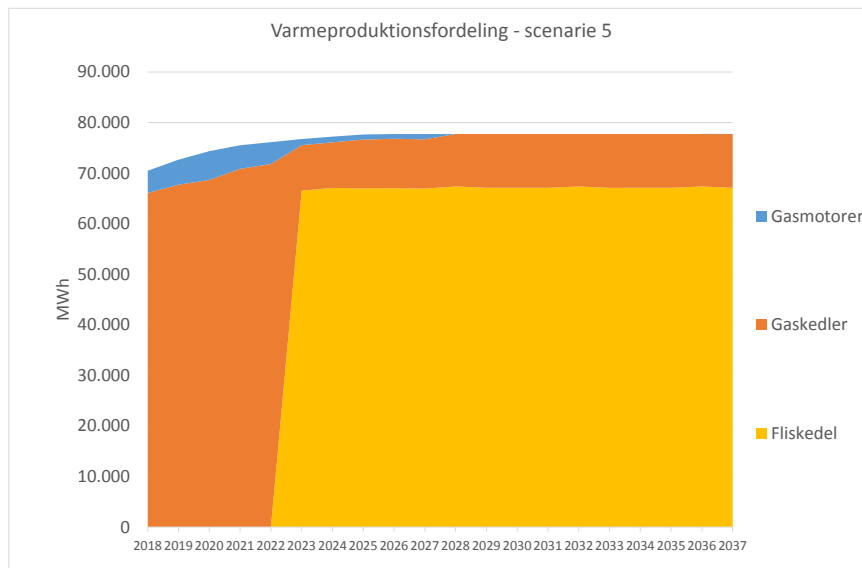
Der forudsættes etableret ca. 4.200 tracémeter ledning fra Industrivej til centralen på Frederiksberg. Investeringen er overslagsmæssigt anslået til ca. 13 mio. kr. Ledningen forudsættes etableret som DN 150 i dobbeltrør serie 3, og varmetabet forudsættes til ca. 453 MWh/år. Ledningen er dimensioneret til at kunne forsyne resterende bygning på Sorø Akademi (ca. 1.0 MW) samt levere ca. 80 % af effektbehovet i (ca. 3.0 MW) til Frederiksberg. Resten produceres på den lokale gaskedel.

### 9.1.4 Placering af fliskedelanlæg

Fliskedelanlægget placeres på en grund ved Tangagervej. Sorø Kommune har anvist egnet areal og køb af grund er sat i gang. Endelig placering fastlægges i forbindelse med projektering af projektet.

## 9.2 Varmeproduktionsfordeling

Varmeproduktionsfordelingen, når der regnes med udvikling af el- og brændselspriser, fremgår af efterfølgende figur.



Figur 15. Varmeproduktionsfordeling for scenarie 5.

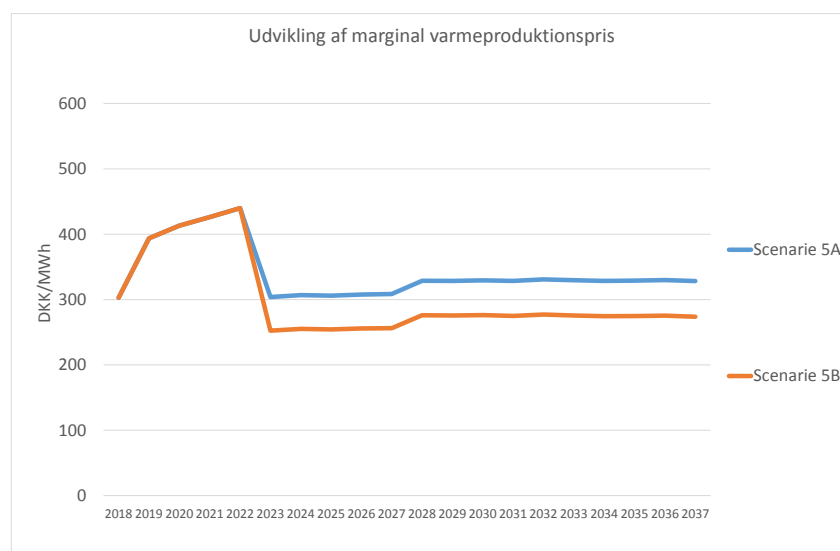
### 9.3 Samlet investering

Den samlede investering er anslået til ca. 109 mio. kr. Heraf udgør fliskedelanlæg 81 mio. kr., grundkøb 3,2 mio. kr. og ledninger til Frederiksberg og Tangagervej 25 mio. kr.

### 9.4 Udvikling af varmeproduktionspris

#### 9.4.1 Udvikling af marginal varmeproduktionspris

Udvikling af den marginale varmeproduktionspris, når der regnes med udvikling af el- og brændselspriser, fremgår af efterfølgende figur.



Figur 16. Udvikling af marginal varmeproduktionspris.

Den gennemsnitlige varmeproduktionspris for scenarie 5 for perioden 2018-2037 er vist i tabellen nedenfor.

	Kr./MWh
Scenarie 5A	340
Scenarie 5B	300

### 9.4.2 Bemærkninger

Følgende skal bemærkes:

- > Dette scenarie er p.t. ikke godkendt og vil kræve godkendelse af et nyt projektforslag.
- > Det er p.t. ikke afklaret, om en ristefyret kedel kan brænde haveparkaffald.

## 10 Scenarie 6 – Etablering af 6,0 MW luft/vand varmepumpeanlæg og 4,6 MW fliskedelanlæg

I dette scenarie forudsættes etableres et 6,0 MW luft/vand varmepumpeanlæg og et 4,6 MW fliskedelanlæg placeret på en grund ved Tangagervej. Anlæggene vil producere varme i samdrift med de nuværende varmeproduktionsanlæg.

Endvidere etableres en akkumuleringstank samt ledninger til Frederiksberg og Tangagervej.

Dette scenarie er p.t. ikke godkendt og vil kræve godkendelse af et nyt projektforslag.

Følgende alternativer er analyseret:

- > Scenarie 6A – 100 % træflis
- > Scenarie 6B – 100 % haveparkaffald

### 10.1 Produktionsanlæg

#### 10.1.1 Luft/vand varmepumpeanlæg – 6,0 MW

Der forudsættes etableret et luft/vand varmepumpeanlæg med en varmeeffekt på 6,0 MW.

Der er anvendt følgende forudsætninger for varmepumpeanlægget:

- > Fremløbs- og returtemperatur ved varmepumpen forudsættes at være 65/40 C hele året.
- > Ved lufttemperatur 17 C yder varmepumpen 6,0 MW varme ved en COP (effektivitetsværdi) på 4,3. Ydelsen falder ved lavere lufttemperatur.
- > Gennemsnitlig års-COP i 2020 er beregnet til 3,5.
- > Varmepumpeanlægget placeres på en grund ved Tangagervej.
- > Investering i komplet luft/vand varmepumpeanlæg inkl. bygning og luftkølere m.m., ekskl. grundkøb er estimeret til ca. 42 mio. kr.

- > D&V varmepumpe, variabel – 20,0 kr./MWh\_ varme.
- > Lønudgift – 200.000 kr./år.
- > Ud over Nordpool tariffen forudsættes reduceret elafgift og andre eltariffer at beløbe sig til 340 kr./MWh\_el i 2022, når PSOen er helt udfaset. PSO står for "Public Service Obligations".
- > Varmepumpeanlægget opstarter varmeproduktion 1. januar 2021.

### 10.1.2 Fliskedelanlæg – 4,6 MW

Der forudsættes etableret et fliskedelanlæg med en varmeeffekt på 4,6 MW. Anlægget baseres på ristefyret kedelteknologi.

Der er anvendt følgende forudsætninger for fliskedelanlægget:

- > Fliskedelanlægget etableres med absorptionsvarmepumpe og får dermed en virkningsgrad på 115 %. Fliskedelanlægget har en varmeeffekt på 4,6 MW og en indfyret effekt på 4,0 MW. Fliskedelanlægget er baseret på ristefyret teknologi.
- > Fliskedelanlægget placeres på en grund ved Tangagervej.
- > Der etableres en akkumuleringstank på 2.000 m<sup>3</sup>
- > Forudsat grundpris 3.2 mio. kr. (200 kr./m<sup>2</sup>).
- > Investering i komplet fliskedelanlæg inkl. bygning, flislager m.m., ekskl. grundkøb er estimeret til ca. 32 mio. kr.
- > D&V fliskedelanlæg, variabel – 30,0 kr./MWh\_ varme.
- > Lønudgift – 300.000 kr./år. 600.000 kr./år for scenarier med haveparkaffald.
- > Udetid – 3 uger i august samt 3 vinterstop af 2 dage
- > Fliskedelanlægget opstarter varmeproduktion 1. januar 2021.

### 10.1.3 Reinvestering i nuværende produktionsanlæg

Gasmotorerne forudsættes at fortsætte til og med 2027. Der vurderes ikke behov for reinvestering i nuværende produktionsanlæg.

### 10.1.4 Ledninger

Der forudsættes etableret en ca. 2.650 meter lang ledning DN 200 fra Industrivej til Tangagervej med en kapacitet på 11 MW, der kan overføre hele effekten fra ORC-anlæg og fliskedel. Investeringen er løst anslået til ca. 12 mio. kr. Ledningen forudsættes etableret i dobbeltrør serie 3, og varmetabet forudsættes til ca. 293 MWh/år.

Der forudsættes etableret ca. 4.200 tracémeter ledning fra Industrivej til centralen på Frederiksberg. Investeringen er overslagsmæssigt anslået til ca. 13 mio. kr. Ledningen forudsættes etableret som DN 150 i dobbeltrør serie 3, og varmetabet forudsættes til ca. 453 MWh/år. Ledningen er dimensioneret til at kunne forsyne resterende bygning på Sorø Akademi (ca. 1.0 MW) samt levere ca. 80 %

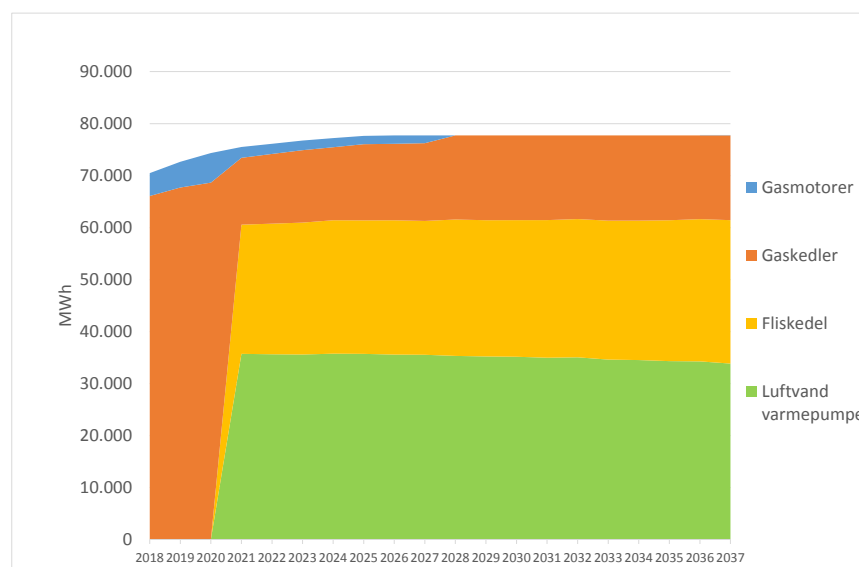
af effektbehovet i (ca. 3.0 MW) til Frederiksberg. Resten produceres på den lokale gaskedel.

### 10.1.5 Placering af luft/vand varmepumpe og fliskedelanlæg

Varmepumpeanlæg og fliskedelanlæg placeres på en grund ved Tangagervej. Sorø Kommune har anvist egnet areal og køb af grund er sat i gang. Endelig placering fastlægges i forbindelse med projektering af projektet.

## 10.2 Varmeproduktionsfordeling

Varmeproduktionsfordelingen, når der regnes med udvikling af el- og brændselspriser, fremgår af efterfølgende figur.



Figur 17. Varmeproduktionsfordeling for scenarie 6.

## 10.3 Samlet investering

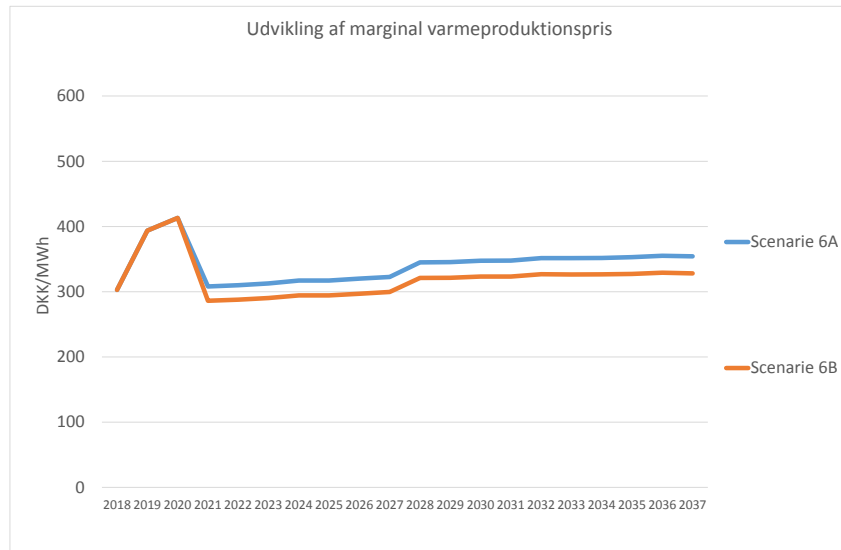
Den samlede investering er anslået til ca. 102 mio. kr. Heraf udgør varmepumpeanlæg ca. 42 mio. kr., fliskedelanlæg ca. 32 mio. kr., grundkøb 3,2 mio. kr. og ledninger til Frederiksberg og Tangagervej 25 mio. kr.

## 10.4 Udvikling af varmeproduktionspris

### 10.4.1 Udvikling af marginal varmeproduktionspris

Udvikling af den marginale varmeproduktionspris, når der regnes med udvikling af el- og brændselspriser, fremgår af efterfølgende figur.





Figur 18. Udvikling af marginal varmeproduktionspris.

Den gennemsnitlige varmeproduktionspris for scenarie 6 for perioden 2018-2037 er vist i tabellen nedenfor.

	Kr./MWh
Scenarie 6A	341
Scenarie 6B	321

### 10.4.2 Bemærkninger

Følgende skal bemærkes:

- > Dette scenarie er p.t. ikke godkendt og vil kræve godkendelse af et nyt projektforslag.
- > Det er p.t. ikke afklaret, om ristefyret kedel kan brænde have-parkaffald.

## 11 Scenarie 7 – Etablering af 28.400 m<sup>2</sup> solvarmeanlæg og 4,6 MW fliskedelanlæg

I dette scenarie forudsættes etableret et 28.400 m<sup>2</sup> solvarmeanlæg placeret på landbrugsjord i nærheden af Tangagervej og et 4,6 MW fliskedelanlæg placeret på en grund ved Tangagervej. Anlæggene vil producere varme i samdrift med de nuværende varmeproduktionsanlæg.

Endvidere etableres en akkumuleringstank samt ledninger til Frederiksberg og Tangagervej.

Dette scenarie er p.t. ikke godkendt og vil kræve godkendelse af et nyt projektforslag.

Følgende alternativer er analyseret:

- > Scenarie 7A – 100 % træflis
- > Scenarie 7B – 100 % haveparkaffald

### 11.1 Produktionsanlæg

#### 11.1.1 Solvarmeanlæg på 28.400 m<sup>2</sup>

Der forudsættes etableret et traditionelt solvarmeanlæg på 28.400 m<sup>2</sup> på landbrugsjord i nærheden af Tangagervej.

Der er anvendt følgende forudsætninger for solvarmeanlægget:

- > Der etableres et solvarmeanlæg på 28.400 m<sup>2</sup>
- > Der etableres en akkumuleringstank på 3.000 m<sup>3</sup>
- > Solvarmeanlægget placeres på 9 ha stor grund på landbrugsjord i nærheden af Tangagervej.
- > D&V solvarmeanlæg, variabel – 5,0 kr./MWh\_ varme.
- > Solvarmeanlægget opstarter varmeproduktion 1. januar 2021.

Der er forudsat følgende investering for solvarmeanlægget:

- > Investering i komplet solvarmeanlæg inkl. teknikbygning, 3.000 m<sup>3</sup> akkumuleringstank m.m., ekskl. grundkøb er estimeret til ca. 52 mio. kr.
- > Forudsat grundpris 1,8 mio. kr. (20 kr./m<sup>2</sup>).
- > 1.000 m DN 150 ledning fra Tangagervej til solvarmeanlæg er estimeret til ca. 3 mio. kr.

Investeringen er delvist baseret på budgetpris fra Aalborg CSP (Concentrated Solar Power) i 2016, suppleret med løse overslag udarbejdet af COWI for resterende investeringer.

### 11.1.2 Fliskedelanlæg – 4,6 MW

Der forudsættes etableret et fliskedelanlæg med en varmeeffekt på 4,6 MW. Anlægget baseres på ristefyret kedelteknologi.

Der er anvendt følgende forudsætninger for fliskedelanlægget:

- > Fliskedelanlægget etableres med absorptionsvarmepumpe og får dermed en virkningsgrad på 115 %. Fliskedelanlægget har en varmeeffekt på 4,6 MW og en indfyret effekt på 4,0 MW. Fliskedelanlægget er baseret på ristefyret teknologi.
- > Fliskedelanlægget placeres på en grund ved Tangagervej.
- > Investering i komplet fliskedelanlæg inkl. bygning, flislager m.m., ekskl. grundkøb er estimeret til ca. 32 mio. kr.
- > D&V fliskedelanlæg, variabel – 30,0 kr./MWh\_ varme.
- > Lønudgift – 300.000 kr./år. 600.000 kr./år for scenarier med haveparkaffald.
- > Udetid – 3 uger i august samt 3 vinterstop af 2 dage
- > Fliskedelanlægget opstarter varmeproduktion 1. januar 2021.

### 11.1.3 Reinvestering i nuværende produktionsanlæg

Gasmotorerne forudsættes at fortsætte til og med 2027. I 2028 investeres i 7,0 MW gaskedler i Sorø og Frederiksberg der kan sikre nødvendig spids- og reservelast. Anslået investering ca. 9 mio. kr.

### 11.1.4 Ledninger

Der forudsættes etableret en ca. 1.000 meter lang ledning DN 150 fra Tangagervej til solvarmeanlægget med en kapacitet på ca. 6 MW, der kan overføre solvarmen. Investeringen er løst anslået til ca. 3 mio. kr. Ledningen forudsættes etableret i dobbeltrør serie 3, og varmetabet forudsættes til ca. 216 MWh/år.

Der forudsættes etableret en ca. 2.650 meter lang ledning DN 200 fra Industrivej til Tangagervej med en kapacitet på 11 MW, der kan overføre hele effekten fra ORC-anlæg og fliskedel. Investeringen er løst anslået til ca. 12 mio. kr. Ledningen forudsættes etableret i dobbeltrør serie 3, og varmetabet forudsættes til ca. 293 MWh/år.

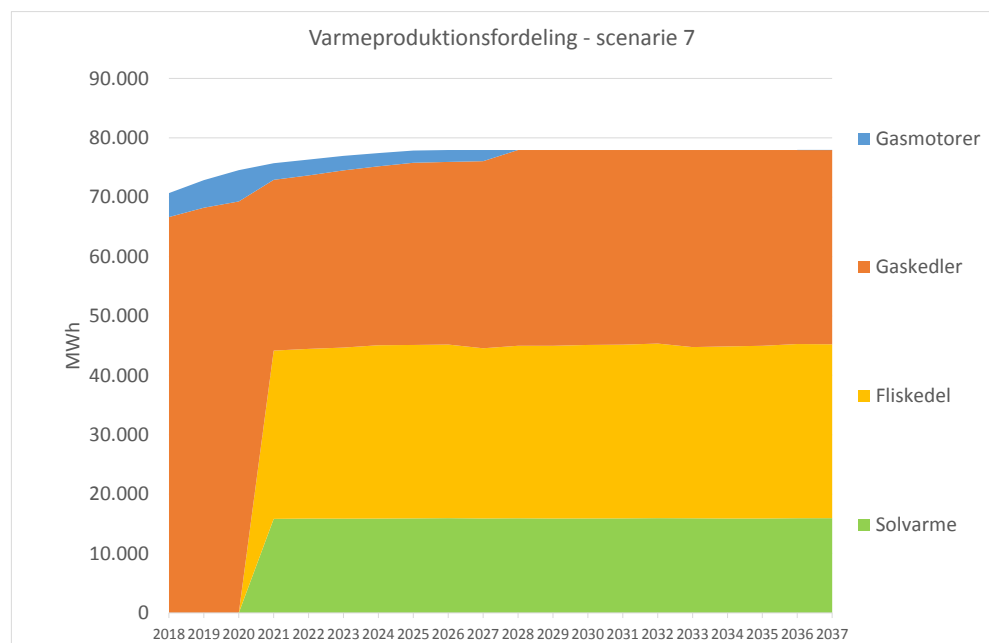
Der forudsættes etableret ca. 4.200 tracémeter ledning fra Industrivej til centralen på Frederiksberg. Investeringen er overslagsmæssigt anslået til ca. 13 mio. kr. Ledningen forudsættes etableret som DN 150 i dobbeltrør serie 3, og varmetabet forudsættes til ca. 453 MWh/år. Ledningen er dimensioneret til at kunne forsyne resterende bygning på Sorø Akademi (ca. 1.0 MW) samt levere ca. 80 % af effektbehovet i (ca. 3.0 MW) til Frederiksberg. Resten produceres på den lokale gaskedel.

### 11.1.5 Placering af solvarmeanlæg og fliskedelanlæg

Solvarmeanlæg forudsættes placeret på landbrugsjord max. 1 km fra værket på Tangagervej og fliskedelanlægget placeres på en grund ved Tangagervej. Sorø Kommune har anvist egnet areal til fliskedelanlægget og køb af grund er sat i gang. Endelig placering fastlægges i forbindelse med projektering af projektet.

## 11.2 Varmeproduktionsfordeling

Varmeproduktionsfordelingen, når der regnes med udvikling af el- og brændselspriser, fremgår af efterfølgende figur.



Figur 19. Varmeproduktionsfordeling for scenarie 7.

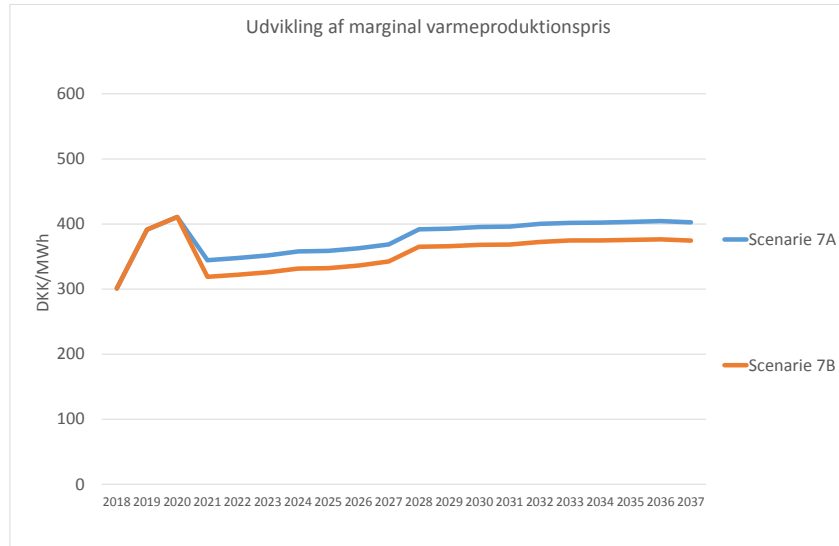
## 11.3 Samlet investering

Den samlede investering er anslået til ca. 127 mio. kr. Heraf udgør solvarmeanlæg og akkumuleringstank ca. 52 mio. kr., grund til solvarmeanlæg 1,8 mio. kr., fliskedelanlæg ca. 32 mio. kr., grundkøb 3,2 mio. kr., 7 MW gaskedel ca. 9 mio. kr. og ledninger til solvarmeanlæg, Frederiksberg og Tangagervej 28 mio. kr.

## 11.4 Udvikling af varmeproduktionspris

### 11.4.1 Udvikling af marginal varmeproduktionspris

Udvikling af den marginale varmeproduktionspris, når der regnes med udvikling af el- og brændselspriser, fremgår af efterfølgende figur.



Figur 20. Udvikling af marginal varmeproduktionspris.

Den gennemsnitlige varmeproduktionspris for scenarie 7 for perioden 2018-2037 er vist i tabellen nedenfor.

	Kr./MWh
Scenarie 7A	379
Scenarie 7B	356

### 11.4.2 Bemærkninger

Følgende skal bemærkes:

- > Dette scenarie er p.t. ikke godkendt og vil kræve godkendelse af et nyt projektforslag.
- > Det er p.t. ikke afklaret, om ristefyret kedel kan brænde have-parkaffald.

## 12 Geotermi

Det er COWIs vurdering, at geotermi med de nuværende begrænsede erfaringer i Danmark, primært er et realistisk forsyningsalternativ for fjernvarmeselskaber med et væsentlig større varmebehov end Sorø.

Ved geotermiprojekter, er der tale om meget store investeringer i borerer uden garanti for at projektet kan gennemføres med succes. I Viborg investerede man ca. 160 mio. kr. i en boring som ikke kunne benyttes.

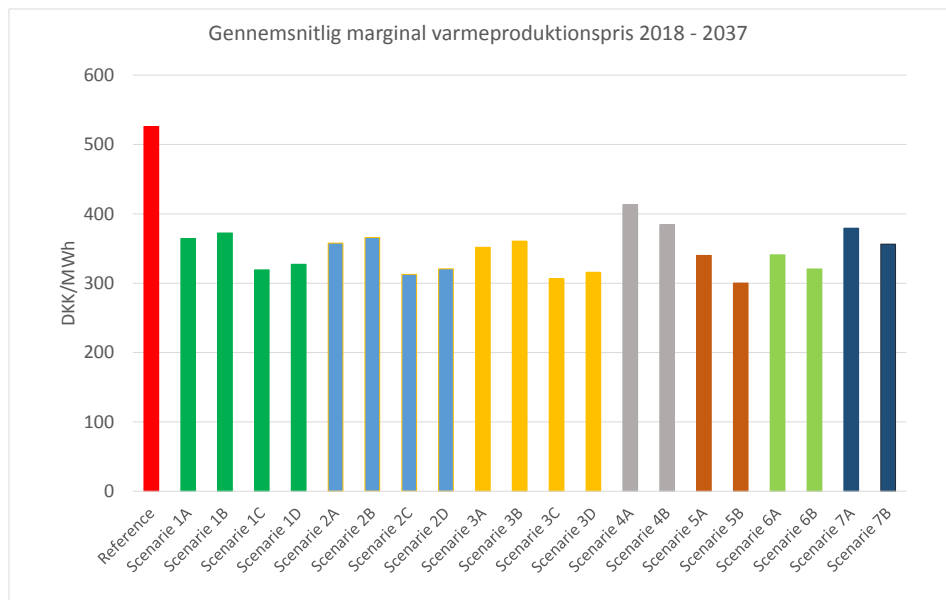
Med mindre der kan findes investorer som er villige til at tage risikoen i et geotermiprojekt i Sorø, vurderer COWI ikke at et geotermiprojekt er realistisk i Sorø.

## 13 Resultater

I dette afsnit præsenteres resultaterne af analyserne vist i afsnit 4 – 11.

### 13.1 Gennemsnitlig marginal varmeproduktionspris for alle scenarier i perioden 2018 – 2037

Nedenfor vises den gennemsnitlige marginale varmeproduktionspris for alle scenarier, beregnet som et gennemsnit over perioden 2018 til 2037.



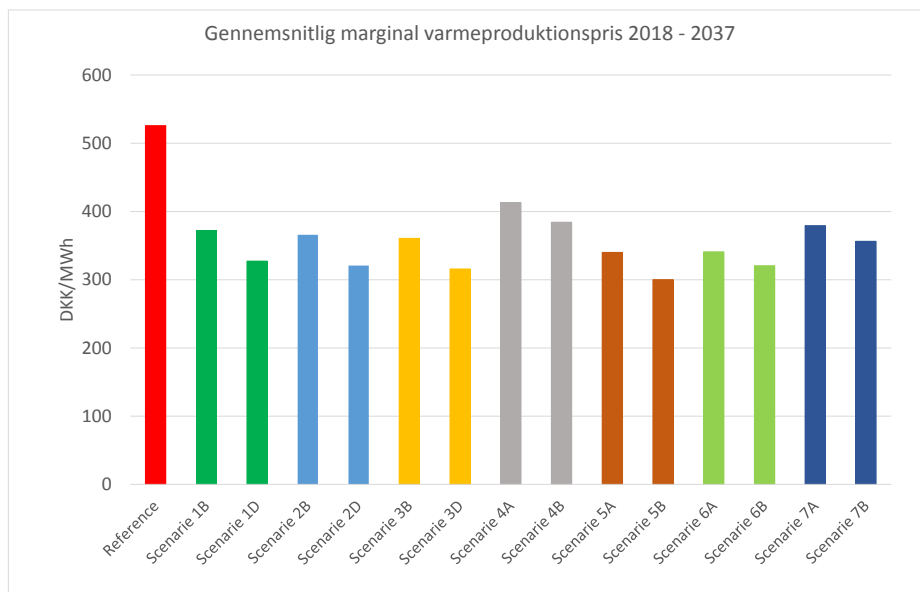
Figur 21. Gennemsnitlig marginal varmeproduktionspris for alle scenarier, beregnet som et gennemsnit over perioden 2018 til 2037.

Det ses af figuren ovenfor, at den gennemsnitlige varmepris ligger mellem 300 og 413 kr./MWh.

### 13.2 Gennemsnitlig marginal varmeproduktionspris for scenarier uden eltilskud på 150 kr./MWh i perioden 2018 – 2037

Da der er usikkerhed om det fremtidige el-produktionstilskud til elproduktion fra biomassekraftvarme, er nedenstående figur uden scenarier med dette el-produktionstilskud.

Nedenfor vises den gennemsnitlige marginale varmeproduktionspris for scenarier uden el-produktionstilskud på 150 kr./MWh, beregnet som et gennemsnit over perioden 2018 til 2037.



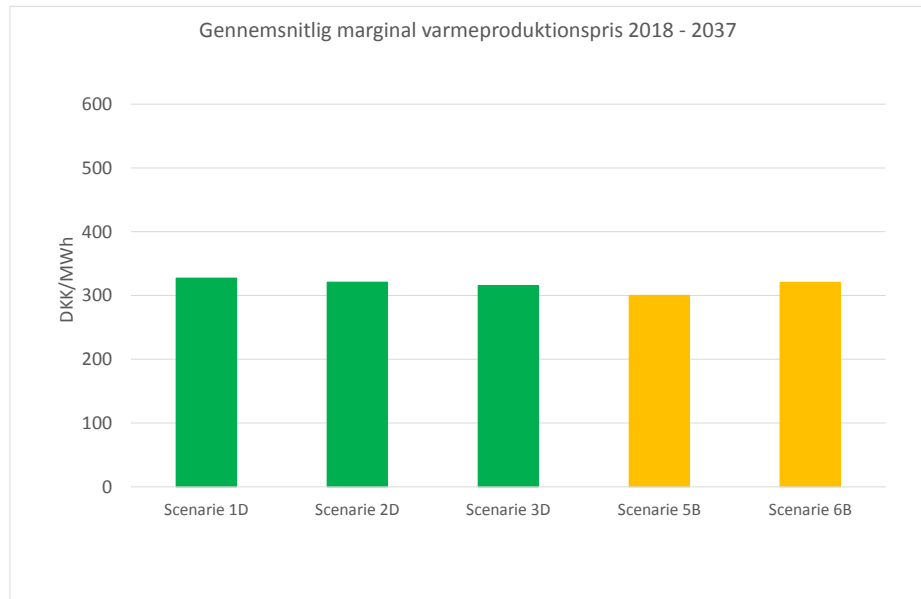
Figur 22. Gennemsnitlig marginal varmeproduktionspris for scenarier uden el-produktionstilskud på 150 kr./MWh, beregnet som et gennemsnit over perioden 2018 til 2037.

Det ses af figuren ovenfor, at den gennemsnitlige varmepris ligger mellem 300 og 413 kr./MWh.

### 13.3 Gennemsnitlig marginal varmeproduktionspris for de fem billigste scenarier uden el-produktionstilskud på 150 kr./MWh, i perioden 2018 – 2037

Nedenfor vises den gennemsnitlige marginale varmeproduktionspris for de fem billigste scenarier uden el-produktionstilskud på 150 kr./MWh, beregnet som et gennemsnit over perioden 2018 til 2037.





Figur 23. Gennemsnitlig marginal varmeproduktionspris for de fem billigste scenarier uden el-produktionstilskud på 150 kr./MWh, beregnet som et gennemsnit over perioden 2018 til 2037.

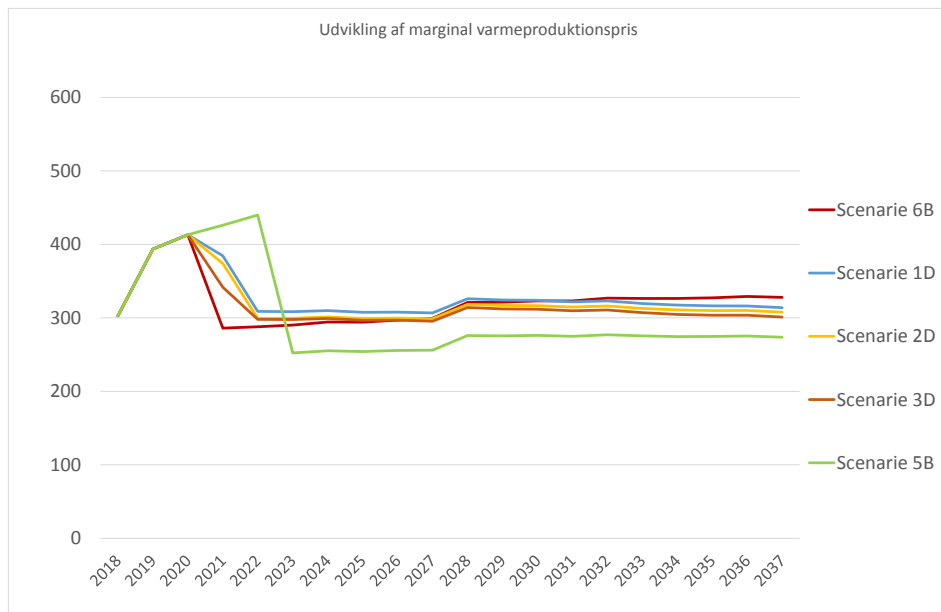
Det ses af figuren ovenfor, at den gennemsnitlige varmepris ligger mellem 300 og 327 kr./MWh.

Det billigste scenarie er scenarie 5B (11 MW fliskedel med have-park affald) med en varmepris på 300 kr./MWh.

Scenarie 6 B (6,0 MW luft/vand varmepumpe og 4,6 MW flis) har samme varmepris på 321 kr./MWh som scenarie 2D (11 MW ORC-anlæg forgasningsovn med have-park affald).

### 13.4 Udvikling af marginal varmeproduktionspris for de fem billigste scenarier uden el-produktionstilskud på 150 kr./MWh, i perioden 2018 – 2037

Nedenfor vises udviklingen af den marginale varmeproduktionspris for de fem billigste scenarier uden el-produktionstilskud på 150 kr./MWh.



Figur 24. Udviklingen af den marginale varmeproduktionspris for de fem billigste scenarier uden el-produktionstilskud på 150 kr./MWh.

Det ses af figuren, at varmeprisen stiger fra 2018 til 2019 som følge af grundbæltets bortfald fra 2019.

Endvidere ses det, at varmeprisen stiger fra 2028, når gasmotorerne stopper og der ikke længere er indtægter fra salg af manuelle reserver på 1,6 mio. kr. årligt.

## 14 Konklusion

Der er gennemført analyser af 20 scenarier med gennemsnitlige varmepriser på mellem 300 og 413 kr./MWh.

Analyserne viser, at der er en væsentlig besparelse, hvis de 17.500 tons have-parkaffald som Sorø Fjernvarme v. AffaldPlus årligt har til rådighed, benyttes som brændsel frem for flis.

Med den oplyste pris på have-parkaffald fra Sorø Fjernvarme v. AffaldPlus, er scenarier med anvendelse af have-park affald meget attraktive, med en varmepris der er ca. 45 kr./MWh lavere end med ren træflis. Ved valg af produktionsanlæg, vil anlæg der kan brænde have-park affald, derfor være klart at foretrække.

Analyserne viser endvidere at el-produktionstilskuddet på 150 kr./MWh kun reducerer varmeprisen med ca. 8 kr./MWh og derfor ikke er afgørende.

Det billigste scenarie er scenarie 5B (11 MW fliskedel med have-park affald) med en varmepris på 300 kr./MWh.

Scenarie 6B (6,0 MW luft/vand varmepumpe og 4,6 MW flis) har samme varmepris på 321 kr./MWh som scenarie 2D (11 MW ORC-anlæg forgasningsovn med have-park affald).

Scenarie 1D (11 MW ORC-anlæg ristekedel med have-park affald), er kun marginalt dyrere med en varmepris på 327 kr./MWh

Da scenarie 5 og 6 p.t. ikke er godkendt, vil det kræve godkendelse af et nyt projektforslag. For scenarie 5 må der forventes lang sagsbehandlingstid. Der er eksempler på, at kommunal sagsbehandling og eventuel sagsbehandling i Energiklagenævnet kan tage op til 4 år, uden garanti for godkendelse. For Scenarie 6 kan forventes 3 til 6 måneders sagsbehandlingstid.

Da varmepriserne for scenarie 3D, 2D eller 1D ligger meget tæt, er det COWIs anbefaling, at der arbejdes videre imod en gennemførelse af scenarie 3D, 2D eller 1D (ORC-anlæg med have-park affald).

Der er i analyserne anvendt elpriser der er markant lavere, end de elpriser på mellem 400 og 500 kr./MWh vi har set i denne sommer. Såfremt elprisen fremover bliver på et højere niveau end forudsat, vil dette reducere varmeprisen for scenarier med ORC-anlæg yderligere, og hæve prisen på varmepumpescenariet.