

Energistyrelsens Smart-Energi Pulje

Det fleksible energisystem i Billund Kommune

Journal 2018-3501 - Afsluttende rapport



September 2020

Viegand
Maagøe

RAPPORT: Det fleksible energisystem i Billund Kommune

DATO: 30. september 2020

PROJEKTNR: 1820 & 1983

version: 1

UDarbejdet AF: Nicklas Høgh Iversen, Viegand Maagøe
Peter Tårnhøj Petersen, Viegand Maagøe
Peter Maagøe Petersen, Viegand Maagøe

UDarbejdet for: Nikolai Friis, Billund Varmeværk
Rene Heiselberg Gier, Grindsted El- og Varme
Ole Johnsen, Billund Vand og Energi

kvalitetssikret af: Peter Maagøe Petersen, Viegand Maagøe

godkendt af: Peter Maagøe Petersen, Viegand Maagøe

VIEGAND MAAGØE A/S

SJÆLLAND
Hovedkontor
Nr. Farimagsgade 37
1364 København K
Danmark

T 33 34 90 00
info@viegandmaagoe.dk
www.viegandmaagoe.dk

CVR: 29688834

JYLLAND
Samsøvej 31
8382 Hinnerup

Indhold

1	Resume	4
1.1	Sammenfatning	4
1.2	Videre skridt.....	6
2	Indledning	7
2.1	Nuværende energiforsyning i Billund Kommune	7
2.2	CO2-regnskab for Billund Kommune (2017)	9
3	Overordnet handlingsplan fleksibelt energisystem	11
3.1	Fase 1	11
3.2	Fase 2	13
3.3	Fase 3	19
4	Energihandlingsplanens fundament	20
4.1	Ejerskab og samarbejder	20
4.2	Overordnet investeringsbudget	20
4.3	Overordnet driftsbudget	21
4.4	Bæredygtighedselementer	21
4.5	Konsekvenser for kommunen og borgerne	21
4.6	Risikofaktorer	21
5	Konklusioner og videre skridt	23
5.1	Videre skridt.....	24
5.2	EU's Innovation Fund.....	25

1 Resume

Nærværende rapport udgør afrapporteringen af projektarbejdet støttet af Energistyrelsens Smart Energi Pulje vedrørende projektet "Det fleksible energisystem i Billund Kommune".

Projektet er gennemført i perioden 18. december 2018 til 30. september 2020 af et konsortium bestående af:

- **Billund Varmeværk a.m.b.a. (ansøger)**
Møllevvej 49
7190 Billund
CVR: 37 25 15 18
Kontaktperson: Direktør Nikolai Friis

- **GEV A/S**
Tårnvej 24
7200 Grindsted
CVR: 25 50 90 80
Kontaktperson: Direktør Rene Heiselberg Gier

- **Billund Vand & Energi A/S**
Grindsted Landevej 40
7200 Grindsted
CVR.: 33 03 97 35
Kontaktperson: Direktør Ole Johnsen

Konsortiet har overordnet set refereret til en styregruppe bestående af ovenstående parter samt en repræsentant fra Billund Kommune (indtil 30. april 2020 Direktør for Teknik og Stab, Lauge Clemmensen)

Der har i projektføreløbet været kontakt til og samarbejde med en lang række parter i og udenfor Billund Kommune, først og fremmest DuPont, LEGO, SAGRO, Aquagreen, Danfoss, Solum, DTU m.fl.

Konsulentvirksomheden Viegand Maagøe har været daglig projektleder på projektet.

1.1 Sammenfatning

Der er i projektet undersøgt en lang række muligheder for at basere den fremtidige energiforsyning i Billund Kommune – og imødekomme en forventet betydelig stigning i varmebehovet - på en stærkere udnyttelse af lokale ressourcer og langsigtede bæredygtighedsprincipper iht. "den nye bioøkonomi"¹.

Der er blandt andet undersøgt følgende:

- Økonomien i at forbinde de 2 fjernvarmenet i hhv. Grindsted og Billund med en transmissionsledning
- Muligheder for at øge udnyttelse af restvarme og overskudsvarme fra DuPont
- Driftsøkonomi i at genoptage drift af gasmotoranlæg hos GEV
- Business case for solcelleanlæg ved Billund Lufthavn
- Business case for pyrolyseanlæg til fjernvarmeproduktion
- Biogasproduktion til GEV
- Strategisk samarbejde med Nature Energy
- Alternative pyrolyseteknologier

¹ Se https://www.dtu.dk/samarbejde/ais-artikler/2019/09/sektoerudviklingsprojekt_om_biooekonomi

- Power-2-X-løsninger
- Have/parkaffald til brændselsformål
- Potentialer for fjernkøleanlæg
- M.m.

Disse undersøgelser er hver især afreporteret i notater som udgør bilag 1-6 til hovedrapporten.

Som resultat af analyserne er det sandsynliggjort, at en fremtidig varmeforsyning i Billund Kommune ift. samfundsøkonomi og bæredygtighed kan baseres på en øget anvendelse af lokale ressourcer og følgende principper for kobling af disse:

- Der etableres et energicenter mellem Billund og Grindsted by og der etableres en transmissionsledning for udveksling af varme mellem byerne – i første fase for at udnytte varmekapacitet hos Dupont i Grindsted til dækning af det stigende varmebehov i Billund by.
- Energicentret bliver på lang sigt hovedcentral for produktion af varme til begge byer og tænkes at blive et "showroom" for demonstration af nye varmeforsyningsløsninger i Danmark såvel som internationalt.
- Ved energicentret etableres et pyrolyseanlæg, som modtager råmateriale fra nærområdet og ved pyrolyseprocessen omdanner dette til varme og biokul ("biochar").
- Varmen fra pyrolyseanlægget sælges til et "transmissionsselskab", det videresælger varmen til distributionselskaberne i hhv. Billund og Grindsted. Transmissionsselskabet ejes af primært Billund Varmeværk og GEV A/S med mulighed for at involvere andre aktører og strategiske partnere
- Biokul fra pyrolysen sælges til gødnings- og jordforbedringsformål og fungerer samtidigt som CO₂-lagring via en lang nedbrydningstid – alternativt kan biokul bruges som CO₂-neutralt brændsel hos f.eks. Aalborg Portland
- Der indgås strategiske partnerskaber på både forsyningsiden (råmateriale) og på afsætningsiden (biokul) med henblik på at holde hånden under business casen i en periode på 10 år og udvikle en kommerciel produktion af biokul
- Pyrolyseanlægget og det organisatoriske set-up omkring "energicentret" forberedes til på længere sigt at muliggøre etablering af "Power-2-X"-løsninger, som på sigt kan forsyne Billund Lufthavn med bæredygtigt flybrændstof.

Det er godtgjort at investeringerne i en transmissionsledning i stort træk hviler i sig selv via en sparet investering i ny kapacitet hos Billund Varmeværk.

Det er dernæst godtgjort at etablering af tørre- og pyrolyseanlæg samt grundareal til et Energicenter vil kræve en samlet investering af størrelsesordenen 150 mio. kr., hvoraf omkring halvdelen vil kunne forventes at kunne opnå tilskud fra Energistyrelsens EUDP-program eller EU's Innovation Fund af størrelsesordenen, en støtte af størrelsesordenen 30-40 mio. kr. Baseret på disse hovedtal vil varme kunne fremstilles til en variabel pris omkring 135 kr./MWh, hvilket er betydeligt lavere end varmeprisen for traditionelle halm- og træfliskedler (ca. 190 kr./MWh).

Disse hovedprincipper er præsenteret for TMU-udvalget (Teknik- og Miljøudvalget) i Billund Kommune i foråret 2020 samt for bestyrelserne i GEV A/S og Billund Varmeværk i september 2020, og der er opbakning til at arbejde videre med planerne

1.2 Videre skridt

Det er overordnet således konkluderet at forfølge 2 spor i det videre arbejde:

1. En traditionel pyrolyseløsning baseret på principperne beskrevet ovenfor
2. Et muligt fremtidigt værtskab for et "Power-2-X"-projekt

Ift. førstnævnte spor skal der frem til årsskiftet 2020/2021 gennemføres følgende hovedaktiviteter:

- Afholdelse af møder med selskaber i det midtjyske med henblik på at opnå forhåndsftale om partnerskaber.
- Afholdelse af møder med relevante aftagere af biokoks om etablering af partnerskaber, dels til gødningsformål (HedeDanmark, Solum m.fl.), dels ved afbrænding (for eksempel Aalborg Portland).
- Afholdelse af møder med myndigheder (Energistyrelsen, Miljøstyrelsen m.fl.) med henblik på at opnå forhåndsgodkendelse af projektideen og afdække eventuelle lovgivningsmæssige barrierer for den samlede løsning.
- Indgåelse af aftale med DuPont om øget leverance af overskudsvarme i Grindsted
- Udarbejdelse af endeligt projektforslag (samfundsøkonomi m.m.) for godkendelse og etablering af transmissionsledning mellem Grindsted og Billund
- Udvikling af et endeligt teknisk anlægsdesign for tørre- og forgasseranlæg, et detaljeret investeringsbudget og en organisation for gennemførelse af projektet

Såfremt disse aktiviteter falder positivt ud, vil der ultimo januar 2021 skulle indsendes ansøgning om støtte til gennemførelse af projektet hos EUDP-programmet eller alternativt senere i 2021 hos EU's Innovation Fund.

Billund Kommune
30. september 2020

Nikolai Friis
Billund Varmeværk a.m.b.a

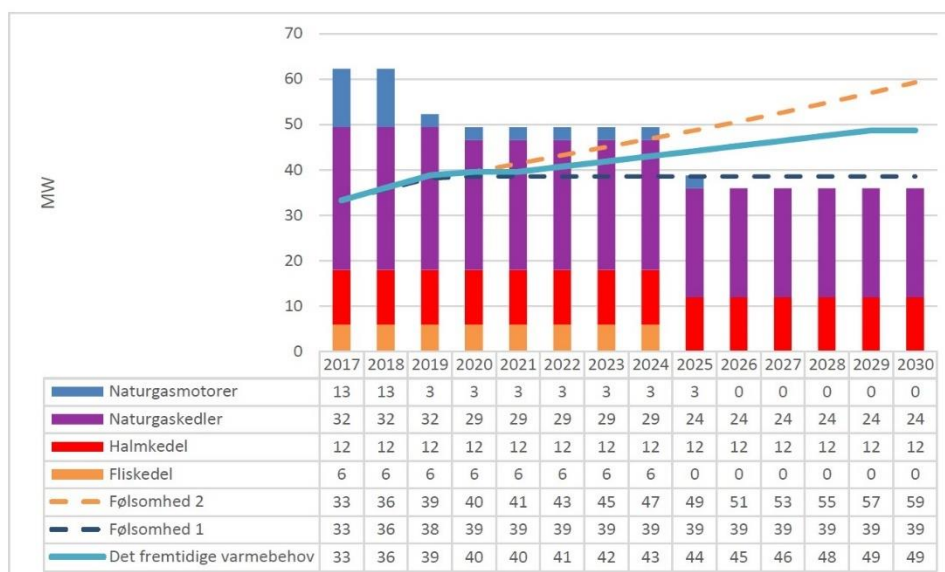
Rene Heiselberg Gier
GEV A/S

Ole Johnsen
Billund Vand og Energi A/S

2 Indledning

Varmebehovet i Billund Kommune – særligt i Billund by – vil frem mod 2030 stige betydeligt, og der må imødeses betydelige investeringer i både en udvidelse af varmeproduktionskapaciteten og vedligeholdelse af de eksisterende anlæg.

Med en konservativ forventning til varmebehovets stigning vil Billund Varmeværk således mangle op mod 10 MW varmeeffekt i 2030.



Figur 1: Prognoser for udvikling i varmebehovet i Billund by frem til 2030.

I Grindsted er prognosen for varmebehovets udvikling mere moderat, men ønsker om at konvertere varmforsyningen i specielt Industri Øst fra naturgas til fjernvarme vil spille en betydelig rolle i varmeplanlægningen, såvel som flere bestående varmeproduktionsanlæg vil blive taget ud af drift inden for få år, specielt GEVs naturgasfyrede motorer til reservedrift, hvilket i dag også udgør back-up løsning i tilfælde af udfald af leverancer fra Dupont

Det er muligt at dække det stigende varmebehov med investeringer i konventionelle varmforsyningsløsninger (halm, træflis, varmepumper), men der er stigende opmærksomhed i samfundet rettet mod nødvendigheden af at udnytte lokale ressourcer som spildevandsslam, restprodukter fra biogasanlæg, overskudsvarme fra industri, m.m. – ressourcestrømme, som i dag i stor udstrækning går tabt.

2.1 Nuværende energiforsyning i Billund Kommune

Varmforsyningen i Billund kommune sker i dag af fjernvarmenet i hhv. Billund og Grindsted by samt et større antal individuelle varmeanlæg i boliger og enkelt offentlige og private virksomheder.

Varmforsyningen i Billunds fjernvarmenet dækkes af flere varmecentraler:

- Rugmarken 12 MW halmkedel og 10 MW naturgaskedel
- Højmarksvej 2 gasmotorer på i alt 2,3 MW el og 3 naturgaskedler på i alt godt 10 MW
- Cargo Centervej Backup-central med 3,3 MW naturgaskedler

Den årlige varmeproduktion udgjorde i 2019 99.376 MWh, hvoraf flis udgjorde 35.538 MWh, halm udgjorde 56.920 MWh og naturgas resten (knap 7.000 MWh).

Varmeforsyningen i Grindsteds fjernvarmenet dækkes af flere varmecentraler:

- Tingvejen: Kedelanlæg fyres med træflis
- Tårnvej: Gasmotoranlæg samt elkedel
- Grønningen: Gasmotoranlæg
- Sydtoften: Biogas og bioolie.
- Stenderup-Krogager: Gasmotordrift og varmepumpe
- DuPont: Varm levering fra flisfyret kedel (kraftvarmeproduktion)
- Billund Vand og Energi: Varmeproduktion fra gasmotoranlæg

Den årlige varmeproduktion lå i 2019 på ca. 112.000 MWh, hvoraf flisanlæg stod for ca. 11 % af den årlige varmeproduktion, mens Dupont leverede 64 %. 82% kom fra fossilt brændsel.

Billund Vand og Energi har gennem årene arbejdet indgående med udnyttelse af spildevandsressourcer og madspild, bla. gennem etableringen af Billund Biorefinery, og har i dag omfattende faciliteter til behandling af spildevandsslam, industrispildevand (DuPont) og madaffald:

- 1 modtageanlæg til madaffald
- 1 modtageanlæg til industrispildevand
- 1 hygiejniseringsanlæg (så der ikke er bakterier i det organiske gødning)
- 2 rådnetanke
- 1 gaslager
- 2 motorer, som omdanner gas til el og varme
- 1 lager til organisk gødning

Energiproduktionen som en samlet sum af el og varme, har efterhånden nået en anseelig størrelse og er i perioden 2013 til 2019 steget fra 4,5 mio. Kwh til 16,6 mio. Kwh. Billund Energi har solgt ca. 1,6 x så meget energi (12,7 mio kWh el og varme), som hele koncernen køber/forbruger (8,1 mio kWh).

Billund Energi's anlæg til modtagelse af kildesorteret madaffald har en kapacitet på ca. 5.000 tons/år. Anlægget har via aftaler med Billund, Morsø og Thisted kommuner nået anlæggets kapacitet.

Leveranceaftaler med Morsø og Thisted kommune på madaffald er gældende for 2020-2021, hvor de leverer ca. 3.700 tons/år. Billund Kommune leverer ca. 1.800 tons/år og her er leveranceaftale gældende for perioden 2019-2020. Med ovenstående aftaler har Billund Energi ikke kapacitet til at modtage mere madaffald.

Energiproduktionen i Billund Energi Samlet el-produktion i 2019 blev på 7.157.697 kWh, se evt. grafen herunder med produktion 2019 (grøn) og budget 2019 (blå), sammenlignet med tidligere års produktion. I 2019 var afregningsprisen 1,049 kr./kWh (1,276 kr. i 2018) hvorfor det ikke har været økonomisk optimalt at producere max el. Prisen er heldigvis steget igen i 2020 (1,237 kr./kWh). Se i øvrigt file:///G:/01_Billund%20Vand%20&%20Energi/02_Bestyrelse%20og%20strategi%20-%20OPJ/01_Bestyrelsen/09_Ledelsesberetning/2019%20ledelsesberetning/Billund%20Vand%20-%20Årsrapport%202019_endelig%20udgave.pdf

Ud over de centrale forsyningsanlæg beskrevet ovenfor er der i Billund Kommune fortsat en række naturgasfyrede områder relateret til småerhverv og boliger. Det er via BBR godtgjort, at der i kommunen er ca. 7000 boliger med fjernvarmeforsyning og ca. 3500 boliger udenfor fjernvarmeområder.

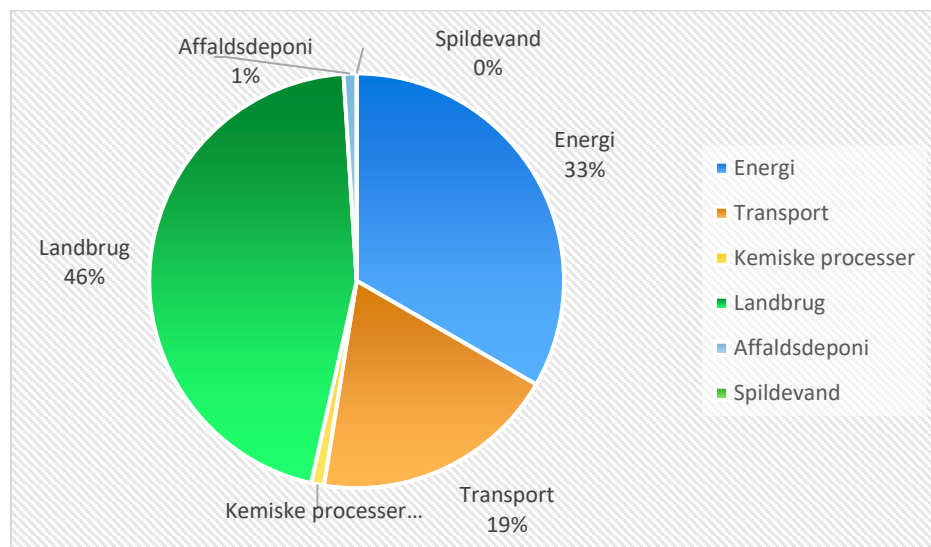
De 3500 boliger er fordelt således:

- Elektricitet: 1100
- Fast brændsel (dvs træpiller og flis): 763
- Flydende brændsel (olie): 789
- Naturgas: 748
- Gasværksgas: 3
- Halm: 55

2.2 CO2-regnskab for Billund Kommune (2017)

De seneste data for CO2-regnskabet for Billund Kommune er registreret for 2017 i den kommunale Energi- og CO2-beregner, se <https://ens.dk/ansvarsomraader/varme/energi-og-co2-regnskabet>.

Iht. denne opgørelse havde Billund Kommune i 2017 en samlet CO2-emission på ca. 277.000 ton CO2 med en fordeling som vist i figur 2 nedenfor.



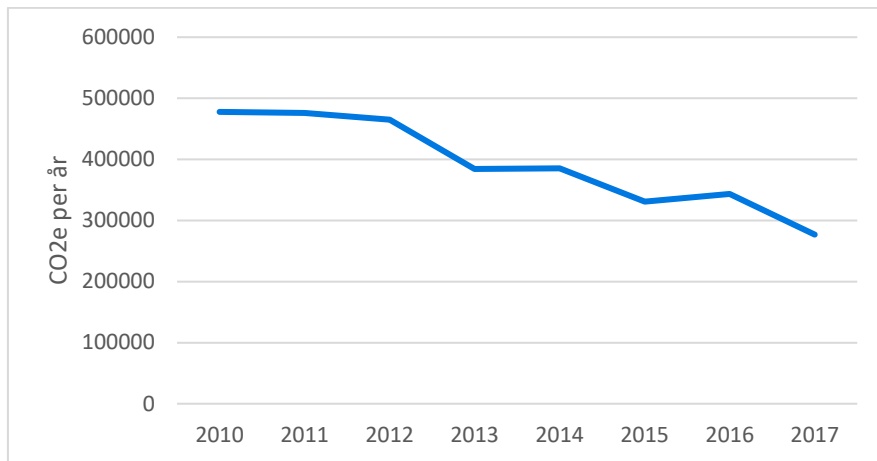
Figur 2: Kortlægning af Billund Kommunes CO2-emissioner 2017.

Det fremgår af figur 1, at energiforsyningen i kommunen tegner sig for 33% af emissionerne, og at landbruget står for hele 46% af emissionerne.

CO2-regnskabet for Billund Kommune i 2017 er dog ikke helt retvisende for situationen i 2019:

- DuPonts konvertering fra naturgas til træflis inkl. varmeleverance til GEV er først påbegyndt ultimo 2017 og bidrager til en væsentlig CO2-reduktion fra 2018 og frem – af størrelsesordenen 50-60.000 ton CO2 per år.
- Energi- og CO2-beregneren mangler i sin standardopsætning data vedrørende hvor meget af landbrugets gylle som udnyttes til biogasproduktion (negativt bidrag).

I figur 3 nedenfor ses hvordan CO2-emissionerne har udviklet sig i perioden 2010-2017:



Figur 3: Udvikling i Billund Kommunes CO2-emissioner i perioden 2010-2017.

Det ses, at emissionerne i Billund kommune i store træk er halveret siden 2010, hvilket skyldes flere forhold:

- Der er i kommunen opført et betydeligt antal landbaserede vindmøller
- Der anvendes i stigende grad biomasse i varmforsyningen (træflis i Grindsted og halm i Billund)

Det skal bemærkes, at emissioner relateret til Billund Lufthavn i Energi- og CO2-beregneren er udjævnet på regional basis og således ikke vægter tungt i CO2-regnskabet for Billund kommune alene.

3 Overordnet handlingsplan fleksibelt energisystem

Målsætningen er overordnet set at etablere en integreret og fleksibel varmforsyningsløsning i Billund Kommune – en varmforsyning der udnytter lokale ressourcer via sektorkoblinger og er i overensstemmelse med de langsigtede bæredygtighedsprincipper i Danmark og internationalt.

Den fremtidige varmforsyning skal sikre borgerne i Billund Kommune billigere fjernvarme, da udnyttelse af lokale energiressourcer og industriel restvarme (ledig kapacitet på DuPonts fliskedel) og overskudsvarme er billigere end konventionelle og begrænsede energikilder som træflis, halm m.m.

Det er med ovenstående tilgang målet at etablere en forretningsmodel, hvor lokale ressourcestrømme via "pyrolyse" producerer biokul, der sælges til blandt andet gødningsformål, og hvor overskudsvarmen kan udnyttes til fjernvarme-produktion, hvilket bidrager til at sikre en lavere varmepris og på flere områder giver en betydelig miljøgevinst.

Modtagelse og behandling af ressourcestrømme, løser således en række bæredygtighedsproblematikker, som for eksempel spredning af mikroplast, tungmetaller og medicinrester, såvel som udledningen af CO₂.

De planlagte løsninger - som kobler sektorerne fjernvarme, landbrug og industri - sikrer en korrekt udnyttelse af ressourcerne iht. "den nye bioøkonomi"².

Den samlede udvikling af det fleksible energisystem i Billund Kommune ses med denne baggrund at ske i 3 faser:

- Fase 1: Grindsted og Billund forbindes med en transmissionsledning for udveksling af fjernvarme. Det stigende varmebehov i Billund by dækkes på kort sigt (5 år) ved øget udnyttelse af kedelkapacitet og evt. overskudsvarme³ hos DuPont.
- Fase 2: Der etableres et Energicenter og tørrings- og pyrolyseanlæg svarende til en varmeydelse på 6 MW, og der indgås partnerskaber med omegnskommuner og andre interessenter såvel som der indgås partnerskaber med mulige aftagere af biokul til gødnings-/jordforbedringsformål
- Fase 3: Der planlægges på sigt at etablere samarbejde med et storskala "Power-2-X"-pilotprojekt for demonstration af denne teknologi ift. fremstilling af flybrændstof til Billund Lufthavn med samtidig udnyttelse af overskudsvarmen til fjernvarmeformål i Billund og Grindsted.

I det følgende uddybes aktiviteterne i hver af disse faser kort, idet der henvises til bilag 1-6 for mere uddybende beskrivelser af det bagvedliggende analysearbejde.

3.1 Fase 1

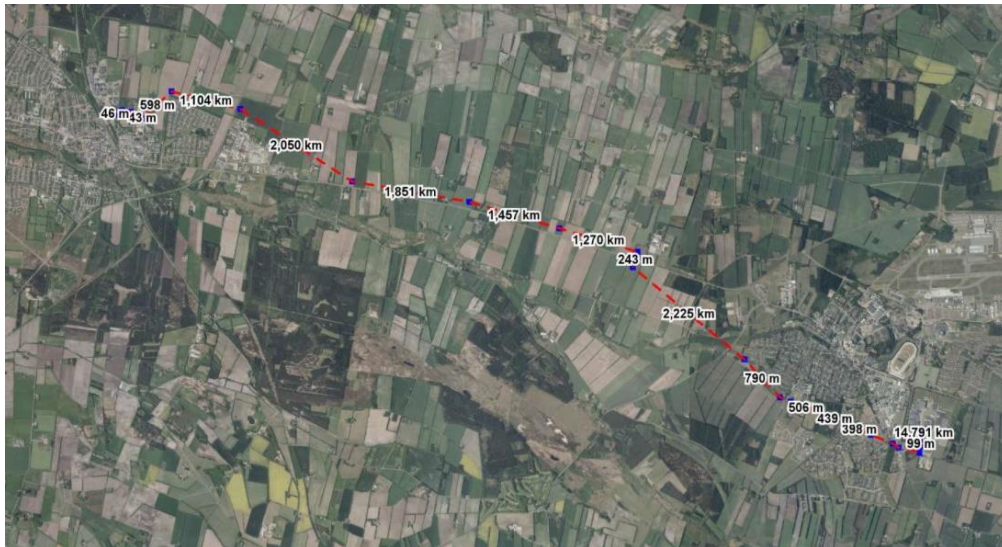
Fase 1 gennemføres i perioden frem til 2023 og sikrer, at Billund by på kort sigt kan opnå dækning af det stigende varmebehov uden at skulle etablere nye, konventionelle kedelløsninger (halm og træflis) eller varmepumper.

3.1.1 Transmissionsledning

Der etableres i fase 1 en transmissionsledning, der forbinder fjernvarmenettene i Grindsted og Billund by. Transmissionsledningen sikrer, at det øgede varmebehov, især i Billund by, på kort sigt kan dækkes ved øget udnyttelse af varme fra DuPont i Grindsted.

² Se https://www.dtu.dk/samarbejde/ais-artikler/2019/09/sektoerudviklingsprojekt_om_biooekonomi

³ Iht. den kommende lovgivning på overskudsvarmeområdet vil driftsøkonomien i varmepumpeanlæg forbedres betydeligt per 1. januar 2021, bla. pga. bortfald af elafgiften



Figur 4: Mulig tracé for fjernvarmetransmissionsledning mellem Grindsted og Billund

Indledende analyser af transmissions ledningens økonomi er beskrevet i bilag 2a.

3.1.2 Overskudsvarme fra Dupont

Potentialet for udnyttelse af restvarme og overskudsvarme fra industrivirksomheden Dupont Nutrition Biosciences, beliggende i Grindsted, er blevet kortlagt med henblik på at vurdere potentialet for udnyttelse af restkapacitetsvarme fra den flisfyrede dampkedel, og de potentielle kilder til overskudsvarme der findes hos Dupont.

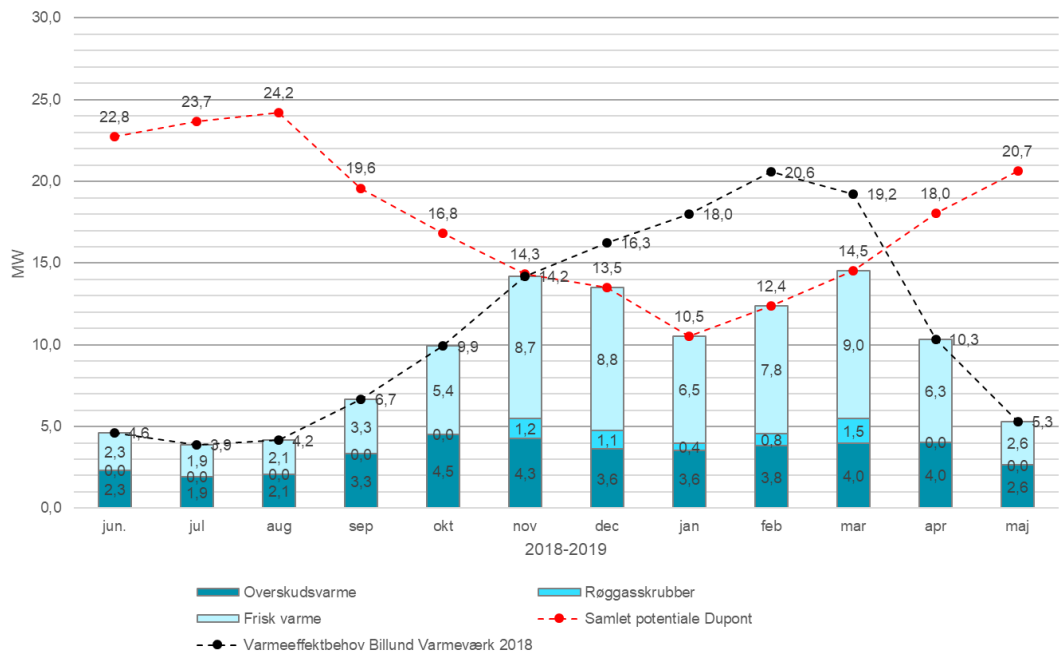
Kortlægningen af potentialerne hos Dupont har vist to hovedspor:

- ét hovedspor restkapacitetspotentialet i den flisfyrede dampkedel K4
- ét hovedspor for potentialerne for overskudsvarme.

Der er påvist et potentiale på op imod 80.000 MWh om året, hvilket kan dække hele Billund Varmeværks nuværende (2018) varmereproduktionsbehov i perioden fra april til november.

Af disse udgør 29.000 MWh overskudsvarme som kan udnyttes via varmepumper, og resten udgør restkapacitet på Duponts flisværk. En opgørelse over potentialets variation over året kan ses på

Figur 5 herunder.



Figur 5: Varmeeffektbehov for Billund Varmeværk 2018 og samlet varmepotentiale Dupont

Figuren illustrerer, at der i vinterperioden er op mod 10 MW varme til rådighed hos DuPont, medens der i sommerperioden (hvor der kun afsættes begrænset varme til Grindsteds fjernvarmenet) er betydeligt mere varme til rådighed.

Det er godtgjort at størstedelen af den tilgængelige varme kan produceres med lave varmepriser – specielt den overskydende kapacitet på kedlen – men fremover (efter 1. januar 2021) bliver også varmeprisen på overskudsvarme produceret med varmepumper meget konkurrencedygtig.

En detaljeret kortlægning af varmemængderne hos DuPont findes i bilag 4 a og b.

3.2 Fase 2

Der etableres frem mod 2023, og i regi af et nyt energicenter et pyrolyseanlæg, der leverer 6 MW varmeeffekt.

3.2.1 Energicenter

Der etableres et "Energicenter" på en egnet lokation mellem Grindsted og Billund med tilslutning til den transmissionsledning (fase 1), der sammenkobler fjernvarmenettene i Grindsted og Billund by.

Det er hensigten, at Energicentret på sigt danner rammen for hovedparten af varmeproduktionen i Billund Kommune og udgør et besøgscenter for demonstration af nye bæredygtige varmeproduktionsteknologier.

Energicentret etableres i fælles ejerskab mellem Billund Varmeværk og Grindsted El og Varme (se ejerforhold beskrevet i afsnit 3.4 nedenfor), og vil i praksis på sigt fungere som et fælles selskab for varmeproduktion og transmission af fjernvarme til hele kommunen.

Fjernvarmenettene i hhv. Billund by og Grindsted by vil i fremtiden således skulle ses som lokale distributionsselskaber, der modtager varme produceret i Energicentret.

Energicentret forventes at skabe grundlag for deltagelse i en række fremtidige aktiviteter, herunder fremstilling af "bio-fuels" til transport og luftfart. Desuden vil den forventede billigere fjernvarme medføre, at man kan konvertere en række af de nuværende naturgasfyrede områder i hhv. Grindsted og Billund til fjernvarmeforsyning. Herved reduceres kommunens CO2-emissioner yderligere.

En placering af Energicentret i landzone muliggør at lokationen i mindre omfang kan bruges til etablering af vindmøller og anden produktion på lokale ressourcer. Det er hermed tanken at bruge Energicentret som besøgssted for demonstration af bæredygtigheds løsninger i en energipark på nationalt og internationalt niveau - i stil med den rolle Billund Vand og Energi har opnået de senere år

Parallelt hermed formaliseres de samarbejdsrelationer og kontrakter som holder hånden under pyrolyseanlæggets forretningsmodel – både ift. indkøb af råmaterialer og afsætning af biokoks hhv. fjernvarme.

3.2.2 Pyrolyse- og forgasningsanlæg set ift. fjernvarmeforsyning

Pyrolyse- og forgasningsprocesser har været kendt i mange hundrede år og består basalt set i at organiske rester i et givet materiale omdannes til en brændbar gas, når materialet opvarmes.

Pyrolyse hhv. forgasning adskiller sig ved at pyrolyse foregår under tilnærmelsesvis iltfri forhold med relativ høj produktion af koks, medens forgasning foregår i iltholdigt miljø med relativ lille koksproduktion.

Råmaterialet til en pyrolyseproces kan for eksempel være træflis og halm.

Produktet fra pyrolysen vil – udover pyrolysegassen – være biokul ("biochar"), som basalt set er CO2-neutralt kulstof, som kan brændes eller anvendes som gødning (pga. fosforindhold) og jordforbedring. Biokul anses for at binde CO2 og således bidrage til reduktion af landbrugets emissioner.

Der har med denne baggrund været gennemført flere udviklings- og demonstrationsprojekter i energisektoren i Danmark op gennem 90'erne og 00'erne, først og fremmest:

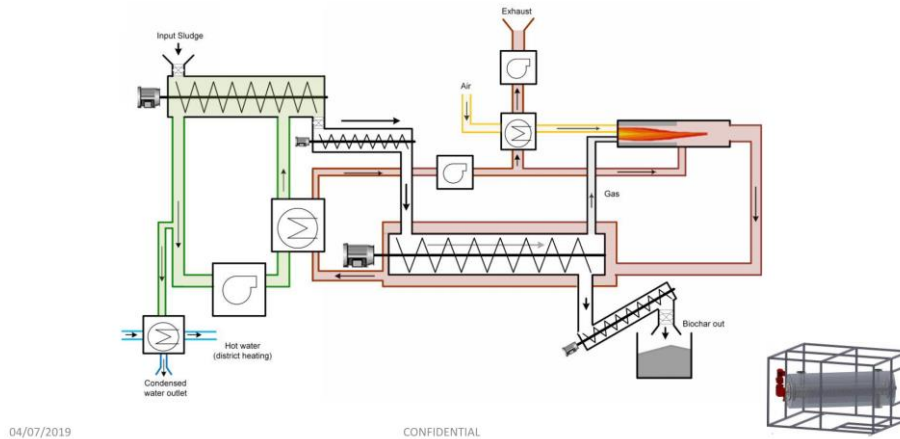
- Vølunds forgasser i Harbøre, se http://www.volund.dk/~media/Downloads/Conference_papers_-_BIO/DGC_2011_-_Moedstroemsgasning_en_status_paa_Harboore_teknologien.pdf
- DTUs demonstrationsprojekt i Haslev, se <https://www.yumpu.com/da/document/view/34403981/9-forgasning-og-pyrolyse-videncenter-for-halm-og-flisfyring>
- DONGs storskala satsning på Pyroneer-teknologien, se https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Forskning_og_udvikling/teknologivurdering_termisk_forgasning_og_syntesegasfremstilling_2015.pdf
- Halmforgasningsanlægget i Hillerød, se https://www.forgasning.dk/sites/default/files/pdf/Weiss_Hillerod_FiB12_42.pdf

Forsøgsanlæggene har først og fremmest haft fokus på pyrolysning af halm og/eller træflis og herunder også rensning af pyrolysegassen for at muliggøre gasmotordrift i kraftvarmeanlæg.

Ved tørring i overhødet damp opnås frigivet varme ved en høj temperatur, hvilket vil være en fordel i relation til fjernvarmeproduktion fremfor udnyttelse af overskudsvarme fra traditionel tørring ved temperaturer omkring i bedste fald 50-60C.

Figur 6 nedenfor viser et principdiagram for Aquagreen pyrolyse- og tørreproces.

Technical solution



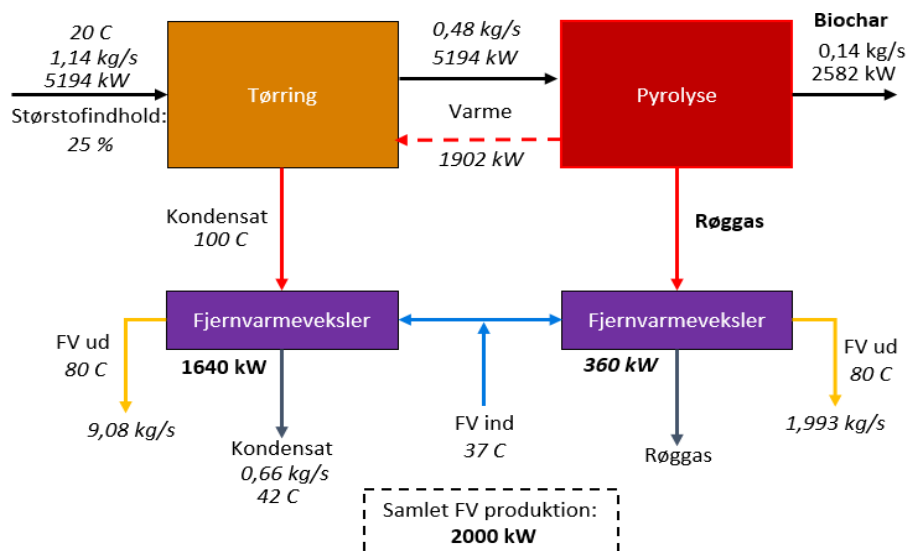
Figur 6: Principdiagram for Aquagreens tørre- og pyrolyseproces.

Der findes endnu kun få og små referencer (150 kW) på denne anlægstype (ved en laksefarm i Norge), men flere projekter er under etablering efteråret 2020.

3.2.3 Energibalance for pyrolyseproces

I relation til Billunds fremtidige fjernvarmeforsyning har energibalancen i pyrolyseprocesser været analyseret indgående ift. at dimensionere et pyrolyseanlæg ift. opnåelse af en fjernvarmeydelse på 6 MW.

Nedenstående figur 7 viser således masse- og energibalancen for et anlæg som leverer 2 MW fjernvarme.



Figur 7: Eksempel på pyrolyseproces med 2 MW fjernvarmeproduktion baseret på Aquagreens koncept.

Pyrolysen udvikler gas med en brændværdi på ca. 1900 kW. Røggas fra pyrolyseprocessen og kondensat fra tørringen leverer til sammen 2 MW varme.

3.2.4 Forretningsmodel for pyrolyseløsning

Det er med ovenstående baggrund tænkt, at et økonomisk fundament for at etablere et 6 MW pyrolyseanlæg ved et Energicenter i Billund Kommune kan bestå i:

- Den fremstillede varme fra pyrolyseprocessen sælges til transmissionsselskabet etableret i Energicentret, som videresælger varmen til distribution i hhv. Billund og Grindsted by.
- Biokul fra pyrolysen sælges som gødningsprodukt i det omfang dette er muligt⁴ – alternativt kan biokullet ses som CO₂-neutral koks til afbrændning hos DuPont eller Aalborg Portland m.fl.

Det skal bemærkes at markedet for salg af biokul som gødningsprodukt er relativt uudviklet og at prisdannelsen på området derfor er uklar og givetvis betinget af kvalitetsforhold.

3.2.5 Driftsøkonomi for et pyrolyseanlæg

Den overordnede økonomi i ovenstående forretningsmodel er skitseret i nedenstående tabel 1

- Biochar sælges for en pris afhængig af råmaterialet:
 - o Ved halm: 500-2000 kr./ton

De forventede investeringer er skaleret ud fra erfaringsdata fra Aquagreens projekter, og sammenstillingen er udarbejdet af COWI som en del af projektet med input fra bla. Aarhus universitet, se bilag 3 a og b. Sammenstillingen er således gjort op ift. at beregne hvilken pris den producerede fjernvarme vil have.

Driftsbudget	Halm
	kr./år
Køb af brændsel	-8.695.652
Salg af biochar (lav pris)	1.323.671
Øvrige driftsudgifter	-2.500.000
Total	-9.871.981

Total investering	48.100.000
Afskrivning over 20 år	2.405.000
Financielle udgifter (1% p.a.)	481.000

Total årlig udgift	-12.757.981
---------------------------	--------------------

Varmepris [kr./MWh]	425
Variable varmepris [kr./MWh]	329

Tabel 1: Forventede driftsøkonomi for pyrolyseløsning i Billund Kommune opgjort af COWI (lav biochar pris)

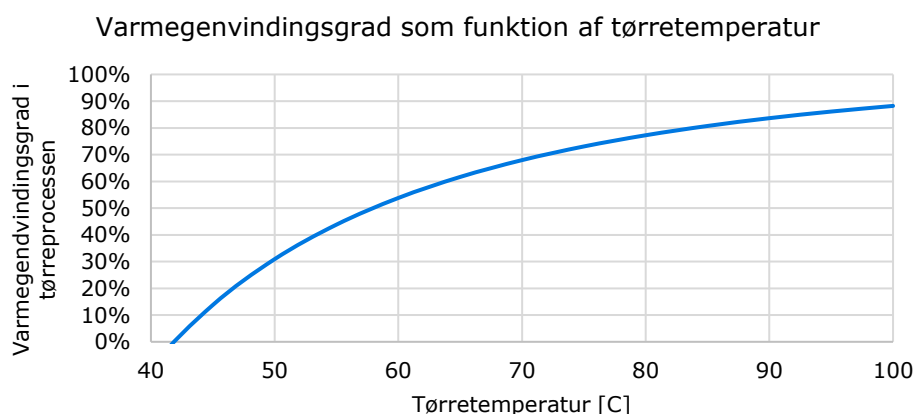
3.2.6 Betydning af tørreknologi ift. pyrolyseproces

⁴ Det er fra flere sider vurderingen af biokul/biochar ikke i dag kan sælges som gødningsprodukt og at en vis kvalitetsanalyse og standardisering vil være nødvendigt før dette er muligt. En sådan udvikling og standardisering kunne indgå som element i et udviklingsprojekt.

Som beskrevet ovenfor giver Aquagreens tørreknologi (overhedet damp) mulighed for at trække pyrolyseanlæggets overskudsvarme ud ved en relativt høj temperatur i intervallet 80-100C.

Såfremt der vælges en mere konventionel tørreknologi ("bæltetørrer", "tromletørrer" osv.) vil varmen komme ud ved en lavere temperatur, men stadig i samme mængde, da der basalt set skal fjernes samme mængde vand uafhængigt af tørreknologi, se bilag 3b.

Figur 8 viser således fordelingen af overskudsvarme mellem røggaskøling (pyrolyse) og tørring



Figur 8: Varmegenvinding i tørreproces afhængigt af tørretemperatur.

Ved lave temperaturer af afkast vil det være nødvendigt at tilkoble en varmepumpe for at levere varmen på et temperaturniveau, som passer til fjernvarmenettet/transmissionsledningen.

Der har i projektførløbet været afholdt møder med ENERDRY, hvis (store) damptørrer har opnået stor succes på sukkerfabrikker i det meste af verden, og der pågår dialog med henblik på at definere en konkret løsning til Billund-projektet. Herunder er der indhentet tilbud på et større tørreanlæg, se bilag 6.

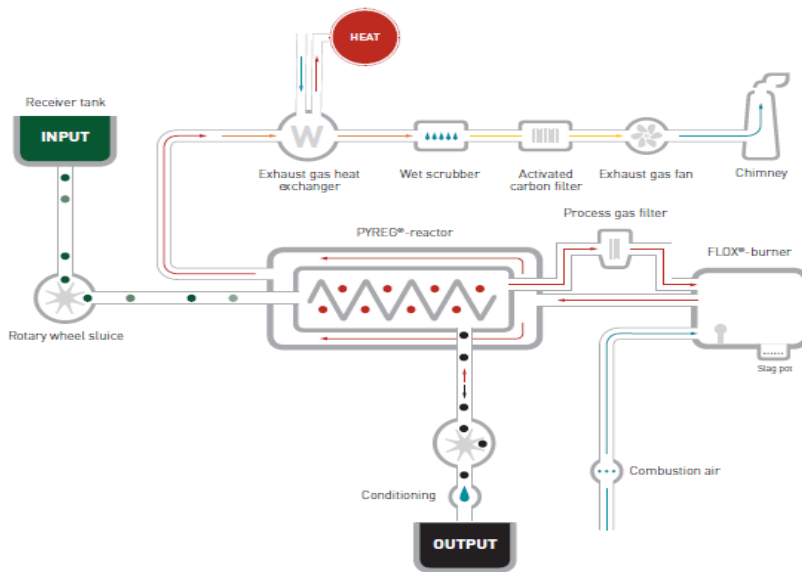
3.2.7 Samarbejder relateret til pyrolyseanlæg

Der har i projektet været afholdt møder med en lang række parter om mulighederne for at indgå i et samarbejde omkring driften af et pyrolyseanlæg i Billund:

3.2.8 PYREG-løsningen

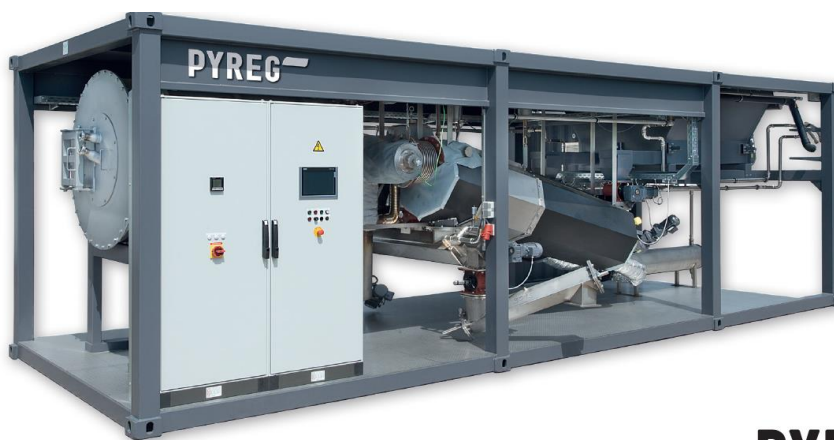
Der har været afholdt møder med den tyske leverandør af pyrolyseanlæg, PYREG. Dette firma har leveret en lang række anlæg (>15) til pyrolysning af landbrugsafgrøder

Overordnet set er PYREGs anlæg bygget op over samme hovedkomponenter som øvrige pyrolyseprocesser, se figur 10 nedenfor.



Figur 10: PYREGs pyrolysekoncept.

Figur 11 nedenfor viser et eksempel på et kommercielt tilgængeligt pyrolyseanlæg fra PYREG.



PYREG
CARBON TECHNOLOGY
SOLUTIONS

Figur 11. Eksempel på kommercielt tilgængeligt anlæg fra PYREG.

PYREG-teknologien begrænser sig ved at dels at være relativt lille til formålet, hvilket vil sige at der skal anvendes 8-10 stk. af den største model for at muliggøre en varmeleverance på 6 MW.

Dernæst har PYREG ingen erfaring med damptørring – man anvender normalt en bæltetørrer, hvor overskudsvarme frigøres ved en relativt lav temperatur jf. afsnit 3.2.6 ovenfor.

3.2.9 LT-CFB & Pyroneer

Da de umiddelbart tilgængelige pyrolyseteknologier (Aquagreen og PYREG) er relativt små har der været afholdt møder med flere nøglepersoner i det danske "forgasser- og pyrolyse"-miljø om alternative løsninger:

- Ulrik Henriksen og Jesper Ahrentfelt på DTU/Risø
- Peder Stoholm, Danish Fluid Bed Technologies Aps
- Benny Mai hos BWSC (tidligere hos Ørsted)
- Rasmus Glar Nielsen hos MOE (tidligere Ørsted)
- Jens Dall fra Dall Energy

Flere af disse har været involveret planlægning, etablering og drift af Ørsteds Pyroneer-projekt i Kalundborg, hvor der over længere perioder lykkedes at opnå stabil drift af et anlæg med 6 MW varmeeffekt.

Konklusionerne fra ovenstående møder har været:

- Pyroneer-projektet handlede i sin tid om at lave højkvalitetsgas mhp. elproduktion
 - Hvis hovedformålet er fjernvarmeproduktion vil et pyrolyseprojekt være meget simple
- Det anbefales at satse på lav-temperatur pyrolyse
 - Meget fleksibel ift. blanding af råvarer
 - Meget stabil i drift og teknisk simple end processer med finere gasser til kraftværksformål
 - Udfordringen er dog stadig at der ikke er faste leverandører med en lang referenceliste såvel som mulighed for at stille garantier
 - Pyrolyse laver mindre koks end forgasning (LT-CFB)
- Det anbefales at anvende en fluid-bed pyrolyse med sand, da processen er meget stabil
 - Pyroneer har kørt i lange periode fuldstændig uden problemer eller udsving
 - Der er relativt lidt vedligehold, da processen er simpel
 - De har under test kørt processen helt til grænsen og fundet god sikkerhedsmargin
 - Evt. skal tørring også være efter fluidbed-princippet
- Kommercielt produktion af biokoks skal opnås gennem 3-4 projektfaser:
 - Varmeproduktion (inden 2025) med stort set fuld omdannelse af koks til afbrænding af gas
 - Koksproduktion derefter
 - Kommercialisering af koksproduktion derefter
 - Evt. fuel-produktion
- Pyrolysegasser må ikke køles, men skal brændes varme med det samme aht. kondensering af visse stoffer
- Pyroneers 6 MW kostede excl. tørring, men inklusiv en dyr gasrensings-del i alt 90 mio. kr. og 3 års forsøgsdrift
 - Det skønnes, at pyrolyseenheden i sig selv koster omkring det halve – skønnet 45 mio. kr.
- Mulige totalleverandører:
 - BWSC
 - Dall Energy (hvis nuværende ovn bygger på et forgasser-princip)

Disse konklusioner ligger til grund for budgetestimerne beskrevet nedenfor i kapitel 4 og i bilag 6.

3.3 Fase 3

Der er i projektforløbet været etableret kontakt til aktører med planer om realiseringen af et projekt i Danmark. Formålet med denne proces er fremstille flybrændstoffer ved at pyrolysere biomasse og under udnyttelse af vindmøllestrøm (brint).

4 Energihandlingsplanens fundament

Handlingsplanen som skitseret i kapitel 3 skal hvile på en række overordnede og principielle forhold omkring den fremtidige varmforsyning i Billund Kommune.

4.1 Ejerskab og samarbejder

Planerne indebærer, at fjernvarmeselskaberne i Billund og Grindsted danner et fælles transmissionsselskab, som indkøber og transmitterer al fjernvarme i Billund kommune og over tid sikrer en ensartet fjernvarmepris i hhv. Grindsted og Billund by.

Transmissionsselskabet indkøber fjernvarmen fra energicentret, der i fri priskonkurrence producerer biokoks og bi-produktet, som er varme. Energicentret modtager/indkøber råmaterialer og varme blandt mulige leverandører med henblik på at producere billigst muligt.

Energicentret tænkes ejet af såvel fjernvarmeselskaber som interessenter og samarbejdspartnere ift. at sikre langsigtet adgang til råmaterialer.

Det tættere samarbejde mellem GEV samt Billund Varmeværk vil på sigt sikre en mere rationel udnyttelse af mandskabsressourcer inden for administration og drift, hvilket også vil bidrage til at sikre en lavere varmepris for borgerne.

4.2 Overordnet investeringsbudget

Billund Varmeværk må i udgangspunktet forvente betydelige investeringer i etablering af en konventionel, ny varme-produktionskapacitet for at imødekomme det stigende varmebehov i Billund by – af størrelsesordenen 50-70 mio. kr.

I lyset af dette vil omkostningerne til etablering af en transmissionsledning i projektets fase 1 tilnærmelsesvis kunne betragtes som "neutrale" jf. bilag 2.

I projektets fase 2 forventes gennemført investeringer i Energicentret på op mod 150-160 mio. kr

4.3 Overordnet driftsbudget

Der må forventes at kunne produceres varme til en pris af størrelsesordenen 135 kr./MWh, hvilket er betydeligt lavere end varmeprisen fra traditionelle halm- og træfliskedler (>190 kr./MWh, se bilag 6). Denne varmepris forudsætter at der opnås 30-40 mio. kr. i tilskud til etableringen fra EUDP eller EU's Innovation Fund.

4.4 Bæredygtighedselementer

Projektet tager sigte på at løse en række centrale problemstillinger på bæredygtighedsområdet, først og fremmest:

Produktion af biokoks ved pyrolyse vil binde kulstof i jord og tilbageføre fosfor til landbrugsjord, hvilket ud over miljøgevinsten direkte forventes at få en markedsværdi som bæredygtig gødning.

Det er godtgjort, at et 6 MW-anlæg i Billund Kommune vil opnå en CO₂-reduktion på ca. 10.000 ton/år set ift. konventionelle løsninger – men reduktionen er efter alt at dømme større, da man jf. den igangværende debat om bæredygtighed af træflis til fjernvarmeproduktion har påvist, at lokale energiresourcer ikke kan skaffes i et omfang, som gør at træflis kan betragtes som CO₂-neutralt.

4.5 Konsekvenser for kommunen og borgerne

Den planlagte løsning sikrer borgerne i Billund Kommune en langtidssikret, billig og fleksibel varmforsyning med øget forsyningsikkerhed.

Integrationen af de 2 fjernvarmenet vil sikre en effektivisering af kommunens energiforsyning og vil pga. "economy of scale" sikre et stærkere grundlag for etablering af kosteffektive løsninger i kommunens fremtidige energisystem.

Det øgede samarbejde med kommunens virksomheder vil styrke disses bæredygtighedsprofil og indtjening ved salg af restvarme og overskudsvarme.

Etableringen af et energicenter vil profilere Billund Kommune nationalt og internationalt og tiltrække besøgene i forlængelse af den store interesse, der allerede har været om løsningerne hos Billund Vand & Energi.

4.6 Risikofaktorer

Der har i udrednings- og planlægningsarbejdet om etableringen af Energicentret og dets tørrings- og pyrolyseanlæg været drøftet følgende risikofaktorer:

- Pyrolyse- og forgasningsteknologi anses af nøgleaktører i branchen for at være en kendt og pålidelig, dansk knowhow, da der de sidste 30 år er testet en række løsninger i Haslev, Harboøre, Hillerød m.m..

Der er dog ikke egentlig erfaring med kommerciel drift af større forgasser-/pyrolyseanlæg såvel som koblingen med den nødvendige for-tørring ikke er prøvet i større skala.

- Det anses på grund af projektets udviklingskarakter for vanskeligt at opnå de sædvanlige tekniske garantier for det samlede anlægs funktion.

Der må på denne baggrund forventes visse finansielle udfordringer, da normale garantier og finansieringsprincipper ikke vil dække.

- Ressourcestrømmene til anlægget er i dag frit til rådighed, men må forventes konkurrenceudsat i takt med at andre aktører og teknologier på bæredygtighedsområdet modnes.

Det anses derfor for afgørende at projektet i Billund Kommune hviler på langsigtede samarbejdsaftaler med lokale leverandører m.m. såvel som løbende orienterer sig mod indgåelse i nye løsninger på området ("bio-fuels")

- Det er endnu uklart, hvorledes afgiftslovgivningen på biomasseområdet udvikler sig i fremtiden.
- Dette udgør på den ene siden en risiko – men vil også kunne medvirke til at holde hånden under de planlagte investeringer.

5 Konklusioner og videre skridt

Det er gennem projektarbejdet godtgjort, at det er muligt at basere en fremtidig varmforsyning i Billund Kommune på en pyrolyseproces, som via sektorkoblinger og udnyttelse af lokale ressourcer på kommercielle vilkår producerer fjernvarme billigere og mere CO₂-neutralt, end de varmforsyningsløsninger, man normalt arbejder med i fjernvarmesektoren:

- Pyrolyseteknologi er tilgængelig og kan med kendte tørreteknologier levere varme med en forventet god driftssikkerhed
- Råvarerne til pyrolyseprocessen er tilgængeligt i nærområdet
- Det anses for realistisk at indgå partnerskaber på både pyrolyseanlæggets modtageside og aftageside (fjernvarme hhv. biokul) og herved holde hånden under en ny type forretningsmodel, som kobler sektorer i den fremtidige varmforsyning
- Det anses for hensigtsmæssigt at basere den fremtidige varmforsyning i Billund og Grindsted by på et centralt placeret Energicenter, som via en fjernvarmetransmissionsledning muliggør en optimal udnyttelse af varmforsyningskilder og ressourcer i hver by såvel som centralt

De springende punkter i en sådan plan er dog flere:

- På den korte bane skal omkostningerne ved at etablere en fjernvarmetransmissionsledning forsvares af en sparet udbygning af varmforsyningsanlæg i Billund by samt at overskudsvarme og varmekapacitet hos DuPont er billigere tilgængeligt end traditionel varmepumpe- og flis-/halmfyring.

Der er i projektets afsluttende fase ikke nået endelig afklaring med DuPont om dette kan realiseres indenfor en relativt kort tidshorisont, hvilket bla. skyldes nye ejerforhold omkring fabrikken i Grindsted.

Som nævnt ovenfor vil lovgivningen på overskudsvarmeområdet fra og med 1. januar 2021 gøre varmepumpe- og flis-/halmfyring mere rentabel end tidligere.

- En samlet pyrolyseløsning vil efter alt at dømme skulle etableres i et samarbejde mellem flere teknikleverandører, hvor pyrolyseteknologien kun er den ene delleverance.

Det er usikkert om en totalentreprenør vil påtage sig ansvaret for en samlet leverance med flere teknologileverandører som underleverandører med afgrænsede ansvar, hvilket er afgørende ift. at opnå en ønsket forsyningsikkerhed i kommunen.

- Projektets risikomomenter taget i betragtning (en samlet løsning som ikke er demonstreret før) er de nødvendige investeringer (i omegnen af 150 mio. kr. før tilskud) relativt høje.

Dette skal ses ift. at Billund Varmeværk kan løse sine forsyningsmæssige forpligtigelser hurtigere, enklere og billigere (på den korte bane) med traditionelle, men samfundsmæssigt mindre effektive varmforsyningsløsninger.

Det må dog forventes, at der på grund af projektets demonstrationsværdi er gode muligheder for at opnå en væsentlig udviklingsstørrelse (40-50%) fra enten EUDP- eller MUDP-programmerne (Energistyrelsen hhv. Miljøstyrelsen) eller fra EU's nye Innovation Fund⁵ (60%) – et tilskud af størrelsesordenen 30-40 mio. kr.

⁵ EU's Innovation Fund er lanceret 1. juli 2020 og har "symbiose" og "sektorkobling" som et af programområderne.

5.1 Videre skridt

Etablering af et Energicenter og en ny, fleksibel varmforsyningsløsning i Billund Kommune vil omfatte følgende videre skridt:

- Afholdelse af møder med centrale leverandører med henblik på at opnå forhåndsftale om partnerskaber
- Afholdelse af møder med relevante aftagere af biokoks om etablering af partnerskaber, dels til gødningsformål (HedeDanmark, Solum m.fl.), dels ved afbrænding (for eksempel Aalborg Portland).
- Afholdelse af møder med myndigheder (Energistyrelsen, Miljøstyrelsen m.fl.) med henblik på at opnå forhåndsgodkendelse af projektideen og afdække eventuelle lovgivningsmæssige barrierer for den samlede løsning.
- Indgåelse af aftale med DuPont om øget leverance af overskudsvarme i Grindsted
- Udarbejdelse af endeligt projektforslag (samfundsøkonomi m.m.) for godkendelse og etablering af transmissionsledning mellem Grindsted og Billund
- Udvikling af et endeligt teknisk anlægsdesign for tørre- og pyrolyseanlæg, et detaljeret investeringsbudget og en organisation for gennemførelse af projektet
- Ansøgning af støtte til realisering af pyrolyseprojektet hos Energistyrelsens EUDP-program, alternativt EU's Innovation Fund.

Såfremt tilskud opnås fra EUDP-programmet vil følgende videre skridt skulle gennemføres:

- Afklaring af selskabsmodeller og ejerforhold omkring Energicenter og transmissionsselskab, herunder også afklaring af finansieringsmæssige problemstillinger ift. garantistillelse
- Udarbejdelse af samlet beslutningsgrundlag for etablering af Energicenter med pyrolyseanlæg m.m.
- Identifikation af egnet grund for etablering af Energicenter
- Forberedelse og udbud af entrepriser for realisering af transmissionsledning, Energicenter og omfattede anlæg

Tidslinien for disse aktiviteter bør om muligt sigte på at få etableret et detaljeret beslutningsgrundlag (aktivitet 1-6) og roadmap for investeringer og projektgennemførelse inden årsskiftet 2020/2021.

Det er muligt at EU's Innovation Fund udgør en mere attraktiv støttemulighed, hvilken dog først kan ansøges i efteråret 2021.

Det skal ift. ovenstående aktivitetsområder bemærkes, at der hen over efteråret 2020 pågår en løbende dialog med interessenter om deltagelse i planer om etablering af et større pilotanlæg for fremstilling af bio-fuel ud fra halm via pyrolyseproces. Det tegner oplagt at placere et sådant pilotanlæg ved det påtænkte Energicenter, men vil betyde at dele af planerne ovenfor bør re-defineres.

5.2 EU's Innovation Fund

EU's nye Innovation Fund er lanceret i juli 2020 og anmoder om indsendelse af ansøgning til første ansøgningsrunde ultimo oktober 2020 men vil køre i flere faser i årene fremover. Ordningen er lavet målrettet virksomheder omfattet af ETS-lovgivningen ("kvoter").

Det er muligt at ansøge om op til 60% af et projekts "additional costs" forstået således, at man ved ansøgning skal godtgøre en række forhold, herunder

- Hvilke omkostninger et projekt har ift. en traditionel varmforsyningsløsning i Billund Kommune

Ift. det planlagte projekt skal omkostningerne således defineres ift. etablering af flisanlæg, halmfyr eller varmepumpeanlæg i Billund. Det skal desuden afklares, hvorvidt den samlede transmissionsløsning med udnyttelse af varme fra DuPont kan inkluderes i projektomkostningerne.

- Hvilken CO₂-fortrængning som opnås ift. traditionelle løsninger

På trods af at projektet fortrænger biomasseløsninger, vil der alligevel opnås en betydelig CO₂-besparelse ved den kulstofbinding som sker i biokullet. Under Innovation Fund skal denne fortrængning "vejes" ift. hvor mange støtte midler som opnås

- I hvilket udtrækning er projektet "skalerbart" og forbillede for andre tilsvarende løsningsmodeller som kan kopieres på tværs af EU:

- M.m.

Det er på visse vilkår muligt at inkludere omkostninger til forberedelse af projektet, herunder udarbejdelse af endelige beslutningsgrundlag og detailprojektering – aktiviteter som i givet fald skal ligge efter at EU har godkendt projektet forventeligt foråret 2021. Dette forløb skal planlægges ift. aktivitet 1-7 beskrevet ovenfor.