

Fremtiden for varmeforsyning i Svendborg og for Svendborg kraftvarme

Af Henrik Wenzel, Professor og centerleder, Syddansk Universitet, SDU Life Cycle Engineering samt fagligt ansvarlig for Energiplan Fyn og SYFRE projekterne – Synergi i Fynske Ressourcestrategier
www.sdu.dk/lifecycle, henrik.wenzel@kbm.sdu.dk

Baggrund

Dette notat er en kort faglig helhedsvurdering af fremtiden for Svendborgs varmeforsyning med fokus på Svendborg kraftvarmes, SKVs fremtidige rolle og levetid. Notatet er udarbejdet for Svendborg kommune v/ kommunaldirektør Erik Meldgård Bendorf og stabschef Jens Otto Kromann i september 2019.

Notatet bygger på de hidtidige analyser af økonomi og klimaaspekter af den fortsatte drift af SKV, udført af COWI og Planenergi.

Erkendelserne fra disse er sammenholdt med analyserne i SYFRE projekterne:

- Cimpan C, B Sørensen, A Rabbani and H Wenzel (2017): Synergi i fynske ressourcestrategier – SYFRE. Sammendrag. **SDU Life Cycle Engineering**, ISBN 978-87-93413-14-6
- Cimpan C and Wenzel H (2016): Collection and recycling of waste from households on Funen - status and analysis on the reference year 2014. SYFRE WP1 report. **SDU Life Cycle Engineering**, University of Southern Denmark, Odense, Denmark, ISBN 978-87-93413-05-4, EAN 9788793413054, 27 p.
- Cimpan C and Wenzel H (2016): Cost-efficient management of organic household waste - Collection, pre-treatment and digestion. SYFRE WP3 report, **SDU Life Cycle Engineering**, University of Southern Denmark, Odense, Denmark, ISBN 978-87-93413-06-1, EAN 9788793413061, 28 p.
- Rabbani RA, Gabert MC, Gamborg F, Pedersen MR, Cimpan C and Wenzel H (2016): Integration of Refuse Derived Fuel in District Heating Systems: Analysis for Svendborg and Odense District heating systems. SYFRE WP4 report, **SDU Life Cycle Engineering**, University of Southern Denmark, Odense, Denmark, ISBN 978-87-93413-07-8, EAN 9788793413078, 71 p.
- SDU OG COWI (2018): Scenarieanalyse for alternative fremtidige genanvendelsesløsninger på fyn. SYFRE II, Slutrapport, september 2017.

samt erkendelserne og den fynske konsensus om den strategiske udvikling af både det fynske og det danske energisystem, der fremgår af Energiplan Fyn:

- Wenzel H, Andersen AN, Møller-Lund A og Tønnesen C (2016): Rammeplan. Energiplan Fyn – en del af Byregion Fyn. **Energiplan Fyn sekretariat**, 1. Udgave, Oktober 2016.

Endelig indgår overvejelser og erkendelser om fremtidens cirkulære plast system, som de har udviklet sig gennem de senere år i regi af Dansk Affaldsforening, DAKOFA, Plastindustrien, den danske miljøstyrelse og forskningsverdenen.

Vurdering af økonomiske og klimamæssige aspekter

De hidtidige analyser fra COWI og Planenergi peger samstemmende på, at samfundsøkonomien i at opretholde affaldsforbrændingen med kraftvarmeproduktion er god. Jeg har gennemgået analyserne ud fra de foreliggende rapporter og notater, og de overholder efter min vurdering de foreskrevne metoder for samfundsøkonomisk analyse. På baggrund af de data for omkostningerne ved fortsat drift og vedligehold af SKV, der foreligger, er der efter min vurdering ikke tvivl om, at samfundsøkonomien i at opretholde SKV nogle flere år frem er god.

Det er også den generelle vurdering for affaldssektoren i Danmark, jfr. artiklen: *The economic value of imports of combustible waste in systems with high shares of district heating and variable renewable energy* af Pizarro-Alonso et al. (2018) i tidsskriftet *Waste Management*. Analysen heri viser positiv samfundsøkonomi af affaldsimpport til danske anlæg med Fjernvarme og fluktuerende vedvarende energi i energisystemet de næste 15 år frem, og beregningsforudsætningerne heri matcher forholdene for SKV. Den positive samfundsøkonomi skyldes overvejende, at affald er billigt brændsel, eller rettere der kan kræves betaling for at modtage det. Efter min vurdering, bedømt ud fra udvikling og trend på affaldsområdet i EU, jfr. også Pizarro-Alonso et. al (2018), vil dette være tilfældet i hvert fald de næste 10-15 år frem.

Planenergis analyse af klimaaspektet (Planenergi, 26. marts 2019) viser, at der er klimamæssig fordel ved at fortsætte SKV frem for at skrotte anlægget og lade affaldet forbrænde i Odense. Jeg har gennemgået Planenergis analyse og vurderer, at den er retvisende. Jeg har selv udviklet den danske metode til livscyklusvurdering, LCA helt tilbage i 1990'erne og har arbejdet med LCA lige siden. Herunder har jeg og vi i mit center udført flere studier af netop klimaaspektet af at importere affald, jfr. dels artiklen *The climate footprint of imports of combustible waste in systems with high shares of district heating and variable renewable energy* af Pizarro-Alonso et al. (2018), dels PhD afhandlingen *Central sorting systems in Municipal Solid Waste management* af C. Cimpan (2015).

Begge disse viser det samme som Planenergis analyse, nemlig at der netto er klimamæssig fordel ved at importere affald og brænde det med el- og varme-produktion i Danmark. Gevinsten skyldes dels, at man ved at importere affald undgår deponi (og heraf følgende udledning af drivhusgasser) på losseplads i udlandet, dels at man i Danmark i nogle år frem fortrænger fossil energi i el- og varmesektorerne. Gevinsten vurderes at falde over tid som funktion af, at man i udlandet får bedre styr på lossepladserne og herunder delvist opsamler og nyttiggør lossepladsgassen, og at man i Danmark går væk fra fossil energi i energisystemet for både el og fjernvarme. De nævnte studier vurderer begge, at der omkring 10 år frem

fortsat vil være netto klimagevinst ved import af affald. På dette sigt vil der fortsat være deponi af affald i udlandet, som med fordel kan behandles i Danmark, og der vil fortsat, men i faldende grad, være fossil energi i energisystemet i Danmark. Med den stigende klimabevidsthed og skærpede politiske klimamål i Danmark kan sidstnævnte forudsætning muligvis ændres, idet fossil energi kan tænkes at blive udfaset tidligere, især i fjernvarmen, så vurderingen bør muligvis genovervejes efter 2025, hvor fx kulværket i Odense nu er besluttet lukket.

Fremtidens affaldsmængder og affaldshåndtering

Med de øgede krav til genanvendelse er der stigende erkendelse af, at central eftersortering af husholdningsaffald bliver nødvendigt. På Fyn har vi i SYFRE projekterne gennem en del år arbejdet med modeller og analyser for affaldsindsamling og behandling inklusive sortering, eftersortering og forbrænding. Alle fynske affaldsselskaber og kommuner har været med i dette arbejde, som for en del er udført i samarbejde med COWI. Konklusionen fra SYFRE arbejdet er, at central eftersortering er attraktiv både økonomisk og klimamæssigt, og at den også er nødvendig for at nå EU's mål om materialegenanvendelse. Samme konklusion er man nået til i andre lande, fx Holland, Finland og Sverige, og også Norge satser helt og fuldt på central eftersortering med 5-6 nye anlæg. Herhjemme har Amager Ressource Center, ARC etableret et pilot anlæg til eftersortering og besluttet at etablere et fuldskala anlæg i 2021-2022. På Fyn håber vi at kunne gøre det samme, og arbejdet frem mod det pågår fortsat med næste møde i arbejdsgruppen i oktober 2019. Med både udsortering af bio-affaldet og eftersortering af plast mm. på restaffaldet vil affaldsmængderne fra Svendborg kommune falde fremover. Nedenstående tabel viser den forventede udvikling i affaldsmængderne:

Affaldsmængder fra VA's indsamlingsordninger excl. erhverv's affaldsmængder, der afsættes direkte til Svendborg kraftvarme

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024*	2025
Total mængde fra VA ***	45.937	46.000	46.000	46.000	46.000	46.000	46.000	46.000
Behandling								
Deponi (fx asbest, mineraluld mv.)	1.234	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
Specialbehandling (fx batterier spildolie, lyskilder elektronik mv.)	793	800	800	800	800	800	800	800
Genanvendelse excl. organisk dagrenovation	24.584	25.600	25.700	26.300	26.800	27.100	29.300	29.300
Kildesorteret organisk dagrenovation (KOD)		0	1.500	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Samlet genanvendelse inkl. KOD	24.584	25.600	27.200	30.300	30.800	31.100	33.300	33.300
Forbrændingseget:								
Trykimprægneret træ (afsættes til Tyskland da ingen tilladelser i DK)	596	600	600	600	600	600	600	600
Biobrændsel (afsat til SVK)	561	600	600	600	600	600	600	600
Forbrændingseget fra genbrugspladser (afsat til SVK)	4.992	4.000	3.900	3.800	3.600	3.500	3.500	3.500
Dagrenovation (afsat til SVK)	13.177	13.200	11.700	8.700	8.400	8.200	6.000	6.000
Samlet til Svendborg kraftvarme (SVK) fra VA	18.730	17.800	16.200	13.100	12.600	12.300	10.100	10.100

* 2024: Forventet mængde (6.000) til energidnyttelse (SVK) efter eftersortering (eftersorteringsanlæg ikke besluttet)

** Svendborg Kraftvarme modtager herudover erhvervsaffald og affald fra boligselskaber, denne mængde fremgår ikke i ovenstående skema

*** Der er ikke indregnet stigninger på affaldsmængderne, brancheprognose siger 1% stigning om året

Det fremgår, at affaldsmængden fra Svendborg Vand og Affald hermed forventes at falde fra knap 19.000 tons/år i 2018 til godt 10.000 tons/år frem mod 2025. Hertil kommer så erhvervsaffald og affald fra boligselskaber. Men som ovenfor nævnt forventes der fortsat mulighed for import af affald de næste år, som kan kompensere for dette tab med økonomisk gevinst og sandsynligvis også med klimagevinst i hvert fald frem til 2025. Og der vurderes fortsat at restere en væsentlig mængde restaffald til forbrænding også efter både kildesortering og eftersortering.

Plastsystemets udvikling

Der er ved at udkrystallisere en erkendelse af, at den mekaniske sortering og genanvendelse af plast til stadighed vil indebære problemer med for ringe kvalitet til mange plastprodukter. Derfor er der stigende fokus på teknologi, der kan tilbyde bedre plastkvalitet med samme eller bedre klimagevinst, dels kemisk genvinding dels carbon capture med efterfølgende fremstilling af plast ud fra den opsamlede CO₂. Den dansk-norske virksomhed Quantafuel er ved at videreudvikle deres koncept til kemisk genvinding ved pyrolyse, og den tyske kemi-gigant BASF er stærkt interesseret i at aftage den 'crude oil' og nafta, som opstår i Quantafuel's proces og andre tilsvarende processer, fx også det svenske firma Swestep's proces. Når BASF går ind i det med stærk interesse, er der stor sandsynlighed for, at vi inden længe har en sådan kemisk genvindingsproces til rådighed for den (store) del af plasten, der ikke kan mekanisk genvindes til tilstrækkelig kvalitet.

Samtidig er der stor udvikling inden for carbon capture, og ARC er ved at forsøge at etablere et pilotanlæg, som Siemens er tænkt at levere. Siemens fortæller, at de i dag kan levere anlæg til carbon capture fra naturgas og kul anlæg, og inden 2025 forventer de at kunne idriftsætte carbon capture på affaldsforbrændingsanlæg og biomasse anlæg. Min vurdering er, at mange affaldsforbrændingsanlæg i Danmark inden 2025 vil have etableret carbon capture, og det er en vurdering, der deles af Dansk Affaldsforening. I fremtiden vil en koncentreret CO₂ kilde som denne være attraktiv og vil sandsynligvis blive anvendt snarere end lagret i jorden. En af mulighederne for at anvende denne CO₂ er til genfremstilling af plast ved reaktion med brint fra elektrolyse. En anden er først at reagere den til metan sammen med brint i et såkaldt metaniseringsanlæg, som de fleste biogasanlæg i fremtiden forventes at blive udbygget med. Metanen herfra kan indgå i videre forarbejdning til både flybrændstof i plast i såkaldt gas-to-liquid processer, hvorfra også en fraktion kan udtages til plastfremstilling. Vi har på SDU arbejdet en del med dette de sidste år og er ved at afslutte et projekt for den nordiske flysektor. Perspektiverne ser lovende ud, og min vurdering er, at vi har en sådan fabrik, der kan fremstille flybrændstof og andre kulbrinter, der kan gå videre til plastfremstilling, inden for 5 år.

Energisystemets udvikling og Energiplan Fyn

En af de afgørende erkendelser i både den danske energistrategi generelt og i Energiplan Fyn er, at systemets behov for kulbrinter til brændstoffer (og plast) er et dimensionerende behov og afgørende for, hvordan systemet skal udvikles. Areal og biomasse bliver begrænsede ressourcer, som ikke fuldt ud kan lever den mængde kulstof, der skal til for at forsyne energisystemet, især transportsektoren, med den fornødne mængde brændstoffer. Især flytransport og skibstransport på de lange ture samt den tungeste og længste transport i lastbiler kan ikke elektrificeres inden for den tidsramme, der er til rådighed i forhold til klimaudfordringen.

For at kunne fremstille de fornødne mængder kulbrinter må der derfor inkluderes en stor mængde brint, som indgår sammen med CO₂ fra forskellige kilder i kulbrintefremstilling. Alle hidtidige studier og scenarier for fremtidens vedvarende energisystem indeholder denne forudsætning, både Energistyrelsens scenarier og dem fra Energinet, Ålborg Universitet, SDU, DTU og andre, og altså også Energiplan Fyn. Se energiplanen på www.energiplanfyn.dk. Det første sted, hvor CO₂ vil blive fanget og reageret med brint er med stor sandsynlighed i biogasanlæg. Her udskilles CO₂'en allerede fra biogassen før den tilbageværende metan i

biogassen lægges på gasnettet. Samtidig kan biogasprocessen meget enkelt udbygges til at kunne reagere CO₂'en med brint til mere metan, fordi de metandannende mikroorganismer i biogasanlægget allerede kan og gør dette. Det kræver en ekstra lille reaktor på anlægget, og teknologien til dette eksisterer allerede. I Danmark er flere aktører i gang med at udvikle det til fuld skala, både virksomheden Electrochaea, Århus Universitet Foulum, SDU, DTU og Topsøe (med en kemisk katalyse proces) arbejder med det. For få dage siden kom det frem, at Topsøe også har udviklet en proces, der fremstiller methanol ud fra biogassen, men det er samme overordnede pointe.

Grunden til, at denne pointe er relevant for spørgsmålet om den fremtidige skæbne for SKV og Svendborg Fjernvarme, er, at der ved disse processer til opgradering af biogas med brint opstår en del procesvarme, både fra fremstillingen af brinten ved elektrolyse og fra selve reaktionen mellem brint og CO₂. Faktisk så meget procesvarme, at det for et stort biogasanlæg svarer til den varme, som SKV leverer til fjernvarmen. Når man ser på landkortet over Fyn og på placeringerne af de hidtidige biogasanlæg, står det samtidig klart, at der må være mulighed for placering af et biogasanlæg i nærheden af Svendborg, således at et opgraderingsanlæg af denne karakter vil kunne lægges nær ved Svendborgs fjernvarmenet.

En mulighed var endda, at man i tilknytning til biogasanlægget kunne lægge en lille brændstoffabrik, der potentielt kunne fremstille både flybrændstof, skibsbrændstof og nafta. SDU har sammen med NISA (Nordic Initiative for Sustainable Aviation) og NIRAS udført et studie af økonomien med mere i en sådan fabrik for en række nordiske luftfartsaktører samt Nature Energy og ARC, og det ser meget lovende ud, så lovende, at vi tror på, at vi inden 2025 har sådan en fabrik stående i Danmark, se referencen Mortensen et al. (2019) i referencelisten. Et interessant aspekt er, at storskala-fordelen foreløbig ikke ser ud til at være dominerende, dvs. det ser ud til at være attraktivt også at etablere en sådan fabrik i mindre skala svarende til størrelsen af et biogasanlæg.

Meget perspektivrigt ville det også være at fange CO₂'en fra affaldsforbrændingen og føre denne ind sammen med brint i metaniseringsanlægget på biogasanlægget og på den måde få en brændstof fabrik af en anseelig størrelse. Den kunne designes således, at den del af CO₂'en, der har oprindelse i plastaffald, dvs. er fossil, kunne modsvares af en tilsvarende fraktion fra fabrikken, der solgtes videre til plastfremstilling – således at den fossile CO₂ bliver i teknosfæren og ikke omdannes til brændstof og dermed ender som fossil CO₂ udledt til atmosfæren.

Dette kunne måske lyde som fremtidsmusik, men virkeligheden er, at disse teknologier allerede findes i fuld skala og i demonstration skala, og at det er særdeles realistisk, at en sådan produktion kan finde sted senest i 2025. Vi ved samtidig, at der er kunder til både brændstofferne og plasten fra en sådan fabrik til den pris, de koster. Rapporten fra SDU, NISA og NIRAS, der belyser dette, er klar i en foreløbigt intern version til brug for ekspert review, men den forventes offentligt tilgængelig inden for 3 uger.

Mulige scenarier for Svendborg

Hvis SKV lukkes nu (eller snart) vil man skulle etablere alternativ varmforsyning, sandsynligvis varmepumper. Det vil være på linje med den generelle strategi for at få el ind i varmesektoren. Men det ville også være et samfundsøkonomisk tab og føre til øget klimabelastning i hvert fald de første 5-6 år frem til 2025. En central del af strategien for fremtidens varmforsyning er også, at procesvarme fra brændstof fabrikker skal nyttiggøres til fjernvarme. I det store billede er denne varmemængde betydelig og væsentligt større end den varmemængde, vi vil få fra varmepumper fremover. Dette fremgår også af Energiplan Fyn.

Hvis man derimod lader SKV leve foreløbigt frem til 2025, vil man sikre 5-6 år til at afklare de muligheder, der ligger i at etablere en brændstof fabrik med procesvarmeoverskud til Svendborg Fjernvarme samt de muligheder, der ligger i carbon capture fra affaldsforbrændingen. Da det falder sammen med, at der fortsat vil blive udbygget med biogas anlæg på Fyn, og at en placering i den sydøstlige del af Fyn nær Svendborg ser oplagt ud, bør denne mulighed afklares. Alene procesvarme fra en elektrolyse og metanisering af biogas-CO₂'en på sådan et biogasanlæg vil modsvare varmen fra SKV, og en yderligere etablering af en brændstof fabrik samt yderligere anvendelse af CO₂ fra affaldsforbrændingen heri vil medføre, at fjernvarmenettet i Svendborg kunne udbygges til det dobbelte og inkludere den del af byen, der i dag er forsynet med gas. I et sådant scenarie med carbon capture på affaldsforbrændingen og anvendelse af den udskilte CO₂ til brændstof og plast på en fabrik beliggende på et biogasanlæg nær Svendborg, bliver SKVs rolle en helt anden og meget positiv som en del af en ultimativ løsning på udfordringen med klimavenlige løsninger til både plast og brændstof. I givet fald kan man til den tid vurdere, om man i virkeligheden burde bibeholde SKV i længere tid som en del af en sådan ultimativ løsning.

Vi ved, at biogas metanisering og brændstofproduktion ud fra både metan og CO₂ og brint bliver en del af fremtiden, hvis vi skal være fossil frie og nå klimamålene, og med regeringens nye klimamål på 70 % reduktion inden 2030, bliver det også noget, der kommer til at gå i gang relativt snart. Derfor vil det være uheldigt at investere i for meget varmforsyning til fjernvarmen for tidligt, da det kan vise sig overflødigt, hvis Svendborg tager sin del af opgaven og rollen i fremtidens brændstof og plast forsyning, hvad der virker oplagt, som forholdene ligger.

Referencer

Cimpan C (2015): Central sorting systems in Municipal Solid Waste management. **PhD afhandling**, SDU, December 2015.

Pizarro-Alonso A, C Cimpan og M Münster (2018): The climate footprint of imports of combustible waste in systems with high shares of district heating and variable renewable energy. **Waste Management**, 79 (2018), 800-814.

Pizarro-Alonso A, C Cimpan, ML Söderman, H Ravn og M Münster (2018): The economic value of imports of combustible waste in systems with high shares of district heating and variable renewable energy. **Waste Management**, 79 (2018), 324-338.

Wenzel H, Andersen AN, Møller-Lund A og Tønnesen C (2016): Rammeplan. Energiplan Fyn – en del af Byregion Fyn. **Energiplan Fyn sekretariat**, 1. Udgave, Oktober 2016.

Cimpan C, B Sørensen, A Rabbani and H Wenzel (2017): Synergi i fynske ressourcestrategier – SYFRE. Sammendrag. **SDU Life Cycle Engineering**, ISBN 978-87-93413-14-6

Cimpan C and Wenzel H (2016): Collection and recycling of waste from households on Funen - status and analysis on the reference year 2014. SYFRE WP1 report. **SDU Life Cycle Engineering**, University of Southern Denmark, Odense, Denmark, ISBN 978-87-93413-05-4, EAN 9788793413054, 27 p.

Cimpan C and Wenzel H (2016): Cost-efficient management of organic household waste - Collection, pre-treatment and digestion. SYFRE WP3 report, **SDU Life Cycle Engineering**, University of Southern Denmark, Odense, Denmark, ISBN 978-87-93413-06-1, EAN 9788793413061, 28 p.

Rabbani RA, Gabert MC, Gamborg F, Pedersen MR, Cimpan C and Wenzel H (2016): Integration of Refuse Derived Fuel in District Heating Systems: Analysis for Svendborg and Odense District heating systems. SYFRE WP4 report, **SDU Life Cycle Engineering**, University of Southern Denmark, Odense, Denmark, ISBN 978-87-93413-07-8, EAN 9788793413078, 71 p.

Andersen FM, Cimpan C, Dall O, Habib K, Holmboe B, Münster M, Pizarro A and Wenzel H (2016): Alternatives for Future Waste Management in Denmark. Final Report of TopWaste. **Technical University of Denmark, Department of Management Engineering**, Produktionstorvet 426, 2800 Lyngby, Denmark, ISBN 978-87-93458-40-6.

Wenzel H (2016): In which way do boundary conditions influence future waste management? In: Andersen FM, Cimpan C, Dall O, Habib K, Holmboe B, Münster M, Pizarro A and Wenzel H (2016): Alternatives for Future Waste Management in Denmark. Final Report of TopWaste. **Technical University of Denmark, Department of Management Engineering**, Produktionstorvet 426, 2800 Lyngby, Denmark, ISBN 978-87-93458-40-6.

SDU OG COWI (2018): Scenarieanalyse for alternative fremtidige genanvendelsesløsninger på fyn. SYFRE II, Slutrapport, september 2017.

Mortensen AW, H Wenzel, KD Rasmussen, SS Justesen, E Wormslev og M Porsgaard (2019): Nordic GTL – a pre-feasibility study on sustainable aviation fuel from biogas, hydrogen and CO₂. NISA, NIRAS and SDU, Denmark 23. September 2019, draft version – for external review only.