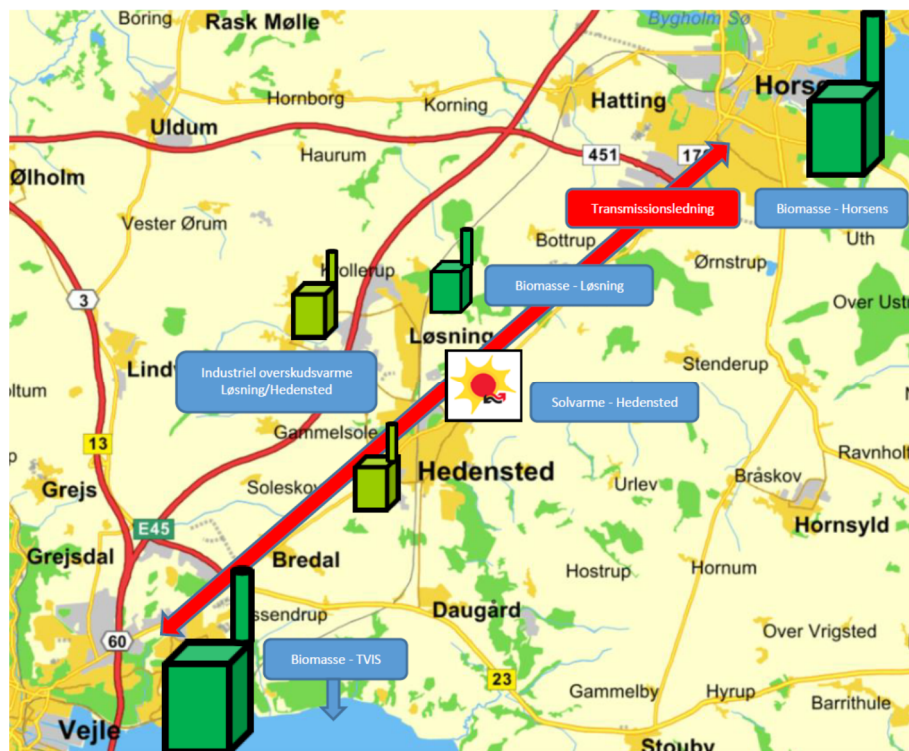


December 2016

FlexCities 2

Sammenfatning Fase 1



Bidragyderne:

Hedensted Fjernvarme (projektleder)
Fjernvarme Horsens
TVIS
Hedensted Kommune
Horsens Kommune
Region Midtjylland

Rådgivere:

Grøn Energi
COWI
PlanEnergi
Kristensen Consult (projektleder)

1 Indledning

I foråret 2016 blev udviklingsprojektet "FlexCities 2" igangsat med støtte fra Region Midtjylland. Formålet er at udvikle et samlet koncept, som kan betegnes som "smart fjernvarme" eller "fremtidens fjernvarmesystem".

Projektet er en fortsættelse af FlexCities 1-projektet, hvor etablering af transmissionsledninger og forsyning fra forskellige vedvarende energikilder blev undersøgt for fjernvarmeværkerne i Horsens kommune samt Hedensted og Løsning Fjernvarme.

Efter afslutningen på FlexCities 1 er det besluttet at ombygge Skærbækværket fra naturgas til træflis. Dette giver nye muligheder for at etablere en transmissionsledning mellem Horsens, Løsning, Hedensted og TVIS.

I FlexCities 2 undersøges om en transmissionsforbindelse fra TVIS via Hedensted og Løsning til Horsens vil være rentabel med de nye forudsætninger og med nye innovative rørtyper samt lægning- og samlingsmetoder. Et transmissionssystem vil samtidig gøre det muligt at implementere nye innovative varmepumpeløsninger og et overordnet innovativt styringssystem til udnyttelse af overskudsvarme.

Projektet er gennemført i et tæt samarbejde mellem forsyningsselskaber, kommuner, virksomheder, viden institutioner og rådgivere.

Der er nedsat en styregruppe for projektet med følgende virksomheder repræsenteret:

- Hedensted Fjernvarme (Projektansvarlig)
- Fjernvarme Horsens
- TVIS
- Hedensted kommune
- Horsens kommune
- Grøn Energi
- PlanEnergi
- Cowi
- Kristensen Consult (Projektleder)

I tillæg til virksomhederne repræsenteret i styregruppen har følgende virksomheder og institutioner ydet bidrag til projektet:

- AAU
- Air Liquide
- Horsens Vand
- Teknologisk Institut
- Logstor
- Isoplus
- Johnson Controls
- ICS Energy
- Innoterm
- DME
- Mita-Teknik

Projektet er opdelt i 3 faser:

1. Omkostningsanalyse
2. Organisatoriske løsningsmuligheder
3. Implementering

I fase 1 er der udarbejdet en omkostningsanalyse for implementering og demonstration af et hybridt varmeproduktionssystem, som sammenbinder fjernvarmenettene i TVIS, Hedensted, Løsning og Horsens.

Under **fase 1** sammenholdes forudsætninger fra tidligere analyser (FlexCities 1, transmissionsledning TVIS-Hedensted og Midt Energistrategi) og der opstilles et opdateret fælles forudsætningsgrundlag for Horsens, Hedensted og TVIS samt for de eksisterende og potentielle fremtidige varmeleverandører.

Med baggrund i fase 1 beskrives de organisatoriske løsningsmuligheder i **fase 2**. Fase 2 påbegyndes kun hvis fase 1 viser, at der kan opnås en samlet økonomisk fordel ved at koble forsyningsområder sammen med transmissionsledninger og derved etablere et sammenhængende forsyningssystem. Dette vurderes af styregruppen, hvor de forskellige fjernvarmeselskaber er repræsenteret.

Hvis beslutningsprocessen resulterer i enighed om en teknisk og organisatorisk løsning, samt efterfølgende aftaler om hvem der gør hvad hvornår, og hvem der indgår leveringsaftaler mv., kan selve implementeringsfasen **fase 3** iværksættes. Dette indebærer udbud, yderligere detaljering i en partneringsproces og implementering af de tekniske projekter.

I denne rapport sammenfattes resultater og konklusioner fra projektets fase 1. Sammenfatningen danner baggrund for beslutninger omkring det videre forløb – dvs. hvorvidt, der skal igangsættes en fase 2.

2 Fase 1 – formål og procesforløb

Problemstillingerne, der undersøges i projektet er relateret til om og hvorledes de mængder og kvaliteter af varme, der er til rådighed på forskellige tidspunkter hos forskellige leverandører kan udnyttes omkostningseffektivt i de forskellige dele af det samlede varmemarked i forsyningsområdet.

- > *Kan det betale sig at forbinde systemerne med transmissionsledninger?*
- > *Vil nye og innovative løsninger for tekniske anlæg og driftsformer vise nye og bedre muligheder i fremtidens fleksible energisystemer sammenholdt med dagens "best practice" ?*

Den overordnede målsætning er at identificere et fremtidigt system, der er innovativt men også gennemførligt og som kan sikre områdets fremtidige varmeforsyning såvel teknisk som økonomisk.

De tidligere gennemførte analyser danner udgangspunkt for en opdatering idet der er suppleret med nye data og forudsætninger, hvor dette er aktuelt. I denne forbindelse vurderes mulige tekniske innovative løsninger for rørtyper, lægnings- og samlingsmetoder samt omkostninger og fordele ved forskellige løsninger. Denne proces er gennemført sammen med relevante leverandører.

Endvidere vurderes innovative varmepumpeløsninger og styringssystemer sammen med relevante leverandører. Forskellige løsninger opstilles og sammenlignes på udvalgte nøglepara-

metre. Med baggrund i sammenligningen udvælges de løsninger, der indarbejdes i en række sammenhængende udviklingsscenarier.

Der er gennemført omkostningsanalyser for de opstillede udviklingsscenarier, idet nogle af scenarierne er lokale løsninger og nogle er fællesløsninger, der indebærer etablering af nye transmissionsledninger.

Omkostningsanalysen er gennemført som en samlet analyse for hele området med anvendelse af selskabsøkonomiske forudsætninger (brændselspriser mv.), således at den totalt set bedste løsning identificeres. Selskabsøkonomi for de involverede parter vurderes først såfremt det besluttet at igangsætte projektets fase 2. Som en del af fase 1 er det besluttet, at der alene gennemføres samfundsøkonomiske analyser såfremt parterne finder, at der er grundlag for at arbejde videre med en eller flere af de løsninger, der er identificeret som attraktive for en fase 2.

Arbejdet i projektets fase 1 er gennemført i tre teknikergupper.

- > En "Analysegruppe", der har gennemført indledende omkostningsanalyser for hovedstruktur samt følsomhedsanalyser som grundlag for optimeringsvurderinger
- > En "Rørgruppe", der har analyseret mulige trace- og transmissions løsninger og dermed har fastlagt et udfaldsrum for investeringsbehov
- > En "Overskudsvarmegruppe", der har opdateret kortlægningen af nye overskudsvarmeleverandører og har analyseret varmepumpeløsninger med henblik på at identificere et udfaldsrum for overskudsvarme mængder og kvaliteter, der vil kunne indpasses i et sammenkoblet forsyningssystem for det samlede forsyningsområde

De tre grupper har under projektets første fase arbejdet parallelt på et fælles forudsætningsgrundlag således at den iterative proces mellem gruppernes arbejde og resultater kunne sikres.

Der har været afholdt 3 teknikergruppemøder i procesforløbet:

Teknikergruppemøde 1 – 8. april 2016, Opstartsmøde med drøftelse af forudsætninger, oplæg til analyser og arbejdsfordeling

Teknikergruppemøde 2 – 25. maj 2016, Midtvejsmøde med drøftelse af scenarier, tracemuligheder, dataindsamling hos overskudsvarmeleverandører samt virksomhedskontakter

Teknikermøde 3 – 4. juli 2016, Teknisk afslutningsmøde med drøftelse af foreløbige resultater, opsamling af delkonklusioner samt definition af supplerende analyser.

De tre teknikergupper har udarbejdet "endelige udkast" til teknikerrapporter, der danner baggrund for udarbejdelse af denne sammenfattende konklusionsrapport.

Projektet er gennemført i et tæt samarbejde mellem forsyningsselskaber, kommuner, virksomheder, viden institutioner og rådgivere.

Virksomheder og institutioner har bidraget til projektet med bilaterale møder og udviklingen af idekataloger. Virksomhederne har desuden ved en workshop afholdt 15. november 2016 for Fjernvarmeværker, rådgivere, kommuner, entreprenører og specielt leverandører af energiteknologi, præsenteret oplæg og indgået i diskussioner omkring fremtidens tekniske løsninger. På workshoppen fik deltagerne mulighed for at byde ind med ideer og tanker til projektgruppen.

Rørproducenterne Logstor og Isoplus samt Teknologisk Institut og Aalborg Universitet har deltaget specifikt i relation til ideer og innovative løsninger for rørsystemer, nedlægning – og samlingsmetoder samt driftsbetingelser knyttet til temperaturforhold mv.

Implementering af hybride fjernvarmesystemer med forskellige produktions- og forbrugsenheder der styres optimalt i forhold til el-systemet og varmeproduktion og -forbrug, så den lavest mulige varmeproduktionspris opnås stiller krav til de fremtidige styringssystemer. Med udgangspunkt i allerede fungerende styringssystemer for bl.a. VEKS og TVIS vurderes faciliteter, som optimerer fjernvarmesystemets produktionsenheder i forhold til elmarkedet. Som en del af projektet har Aalborg Universitet i samarbejde med projektgruppen udarbejdet et forslag til kravspecifikationer for styring af et sammenkoblet system.

Bidrag fra teknikergrupper samt virksomheder og institutioner foreligger som følgende 4 separate teknikerrapporter:

- > Omkostningsanalyse
- > Transmissionsledninger (trace og rørsystem)
- > Industriel overskudsvarme og varmekilder for varmepumper
- > Innovative løsninger – transmissions- og styringssystemer

3 Forudsætninger og scenarier

I udgangspunktet er der fire separate fjernvarmeforsyningsområder (Fjernvarme Horsens, Hedensted Fjernvarme, Løsning Fjernvarme og TVIS' sammenkoblede forsyningsområde) med hver deres produktions- og forsyningsstruktur.

Der opstillet et **fælles forudsætningsgrundlag** omkring varmebehov, produktionsstrukturer og produktionsomkostninger for de relevante eksisterende produktionsanlæg og der er opbygget en **energyPro model**, der anvendes til at simulere driften for et år idet de varmeproducerende enheder er placeret på lokaliteterne Fjernvarme Horsens, Hedensted – Løsning og TVIS.

3.1 Forudsætningsgrundlag

Følgende varmebehov og produktionsenheder forudsættes at indgå i et "Referencescenarie "Business as usual" (BAU)" :

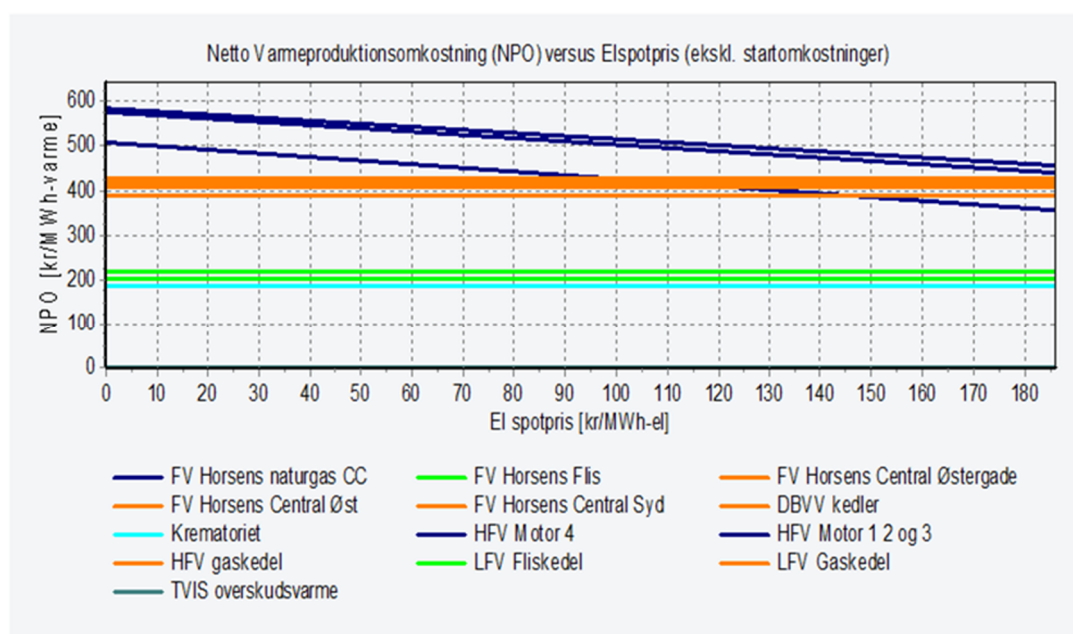
Varmebehov an net	MWh
FV Horsens	340.000
FV Horsens udvidelse	240.000
Hedensted Fjernvarme	60.000
Hedensted udvidelse	50.000
Løsning Fjernvarme	25.000
Løsning Udvidelse	12.500
Total	692.500

Tabel 3.1 Varmemarked

Produktionsenheder - BAU Scenarie 1	
Horsens	
FV Horsens affald	37 MW
FV Horsens naturgas CC	32 MW
FV Horsens Flis Bio 1	35 MW
FV Horsens Central Østergade	21 MW
FV Horsens Central Øst	21 MW
FV Horsens Central Syd	15,2 MW
DBVV kedler	25,3 MW
Krematoriet	0,4 MW
Hedensted – Løsning	
HFV Motor 4	2,6 MW
HFV Motor 1 2 og 3	2 MW
HFV gaskedel	14,3 MW
HFV 11000 m2 sol	11,000 m ²
HFV overskudsvarme 1	4300 MWh/år
LFV Fliskedel	3,5 MW
LFV Gaskedel	12 MW

Tabel 3.2 Eksisterende og besluttede produktionsenheder således som de indgår i referencescenariet - BAU

I energyPRO optimeres driften på de inkluderede enheder time for time. I energyPRO prioriteres varmeproduktion på den enhed med laveste varmeproduktionspris. Varmeproduktionen i kr./MWh produceret varme ses på figur 3.1 som funktion af el-spotprisen; derfor indgår kedler med en konstant varmeproduktionspris, men enheder, der også producerer el har en faldende varmeproduktionspris med stigende el-afregningspriser.



Figur 3.1 Produktionspriser for relevante leverancer.

Det ses, at naturgaskedlerne ligger med en varmeproduktionspris på omkring 400 kr./MWh. Nogle af kedlerne ligger på varmeproduktionspriser på lidt over 400 kr./MWh – dette skyldes, at disse naturgaskedler har en lavere virkningsgrad end de øvrige. Et par enkelte naturgaskedler ligger under 400 kr./MWh – dette er de to kedler hos Fjernvarme Horsens; Central Øst og Central Østergade, hvor de to naturgaskedler er over 20 MW og derfor ikke betaler CO2-afgift. Fliskedlerne ligger med varmeproduktionspriser omkring 200 kr./MWh.

De fleste enheder er sat som "beregnet", hvilket betyder at de prioriteres efter laveste varmeproduktionspris til dækning af varmebehovet. Affaldsforbrændingen i Horsens er sat ind med høj prioritet for at sikre, at enheden ligger som grundlast. Det er ligeledes tilfældet for solproduktionen og overskudsvarmen i Hedensted.

Varmebehovet i TVIS systemet ligger til grund for at beregne den ledige kapacitet, der kan sendes mod nord til Hedensted-Løsning og Horsens. Varmebehovet bygger på målte effekter fra 2011-2014 og fremskrevne budgettal for 2017 med et tillæg af varmebehov i syv potentielle varmegærker i TVIS-kommuner. Den effekt som kan leveres til FlexCities2 bestemmes af produktionskapaciteten, effektbehovet, de hydrauliske forhold i ledningsnettet og de temperaturmæssige forhold mellem produktionsenhederne.

Varmeleverancerne fra TVIS til FlexCities2 er forbundet med nogle øgede omkostninger, set i forhold til referencen. Det er blandt andet energiforbruget til pumpearbejder, energi til varmetab, samt fremløbstemperaturens eventuelle indflydelse på virkningsgrader i forhold til produktionen.

Der er vurderet på en samlet varmepris, som består af produktionsprisen og de forøgede driftsomkostninger der er, ved at sende varme fra TVIS til FlexCities2 og der regnes med en varmepris (inklusiv leverance omkostninger) på 62 kr./GJ. Varmeprisen er den officielle variable varmepris for 2018, og er beregnet på baggrund af et budget år. Da varmeleverancen til FlexCities2 sker uden for spids- og reservelast, kan varmeprisen muligvis blive lavere. En endeligt fastsættelse af varmeprisen til FlexCities2, vil dog kræve yderligere undersøgelse og afklaring i TVIS systemet.

3.2 Scenarier

Indledningsvist (step 1) blev der kun opstillet et scenarie for en ledning fra TVIS, via Hedensted-Løsning til Horsens (Scenarie 3). I forbindelse med drøftelserne (step 2) blev det imidlertid besluttet at udvide analyserne til at omfatte i alt 6 scenarier som vist i tabel 3.3.

Scenarie	Ledning	Ny produktionskapacitet
1 (step 1)	BAU (Business As Usual)	
2 (step 1)	Lokal produktion	Ny fliskedel i Hedensted 3,5 MW og i Horsens Bio 2 35 MW
3 (step 1)	TVIS-ledning	TVIS-Hedensted-Horsens
4 (step 2)	Ledning syd	TVIS-Hedensted
5a (step 2)	Ledning nord	Hedensted-Horsens
5b (step 2)	Ledning nord + Overskudsvarme	Ny fliskedel i Hedensted 3,5 MW og i Horsens Bio 2 35 MW Udbygget overskudsvarme 35 GWh i Horsens (jævnt over året) 40 GWh Hedensted (Air Liquid torsdag – søndag)

Tabel 3.3: Oversigt over de seks scenarier i FlexCities2 fase 1.

I scenarie 2 forudsættes der ikke etableret nye transmissionsledninger bortset fra, at det, som i referencen forudsættes at Hedensted- Løsning betragtes som et sammenhængende og sammenkoblet forsyningsområde. Produktionskapaciteten i både Hedensted og Horsens forudsættes udvidet med nye fliskedler.

I scenarie 3 etableres som nævnt en ny transmissionsledning fra TVIS til forsyning af både Hedensted- Løsning og Horsens.

I scenarie 4 etableres en ny transmissionsledning mellem TVIS og Hedensted- Løsning. Forsyningen i Horsens er uændret svarende til referencesituationen.

I scenarie 5 etableres en ny transmissionsledning mellem Horsens og Hedensted- Løsning. I denne situation er der således ingen sammenkobling med TVIS systemet. Scenarie 5 er opdelt i 2 delscenarier. I scenarie 5.a etableres nye fliskedler svarende til scenarie 2. I scenarie 5.b udbygges overskudsvarmeudnyttelsen i Hedensted- Løsning og Horsens.

4 Transmissionsledninger

En eventuel transmissionsledning fra TVIS via Hedensted – Løsning til Horsens (scenarie 3) skal gå fra området omkring Central Langelinie i Vejle via Hedensted til industrikvarteret i Horsens syd.

I samarbejde med alle berørte parter, er der gennemført en detaljeret traceringsundersøgelse. Detailtrace for hele strækningen foreligger i GIS format. Rør tracéet er så vidt muligt placeret så anlægsomkostningerne bliver så lave som muligt.

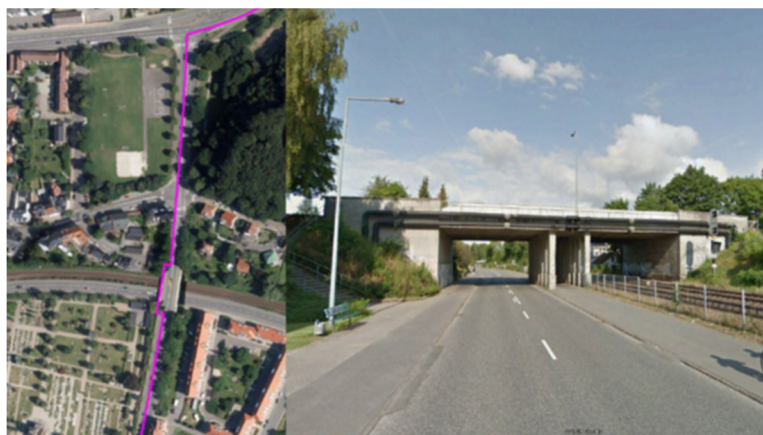
I scenarierne hvor alene Hedensted- Løsning forsynes enten fra TVIS (scenarie 4) eller fra Horsens (scenarie 5) anvendes samme trace i det opdelte system.



Figur 4.1 Samlet trace

Trace og specielle forhold er detaljeret beskrevet i delrapporten "Transmissionsledninger".

Der er specielle udfordringer i Vejle by ved koblingen til TVIS systemet samt i Hedensted ved banekrydsningen.



Figur 4.2 Tracedetalje i Vejle by



Fig 4.3 Trace detalje i Hedensted

Den primære varme som leveres ind i TVIS' transmissionsnet kommer fra Shell, Skærbækværket og Energnist. Da fremløbstemperaturen for de 3 leverandører kan være forskellige, vil fremløbstemperaturen i nettet variere alt efter hvordan effektfordelingen er mellem de 3 leverandører. Det forudsættes at fremløbstemperaturen er konstant fra Energnist og Shell og at fremløbstemperaturen kan varieres fra Skærbækværket.

På baggrund af varighedskurven, er det på timebasis beregnet, hvilken effekt der er til rådighed for FlexCities2. Indledende beregninger har vist, at det er muligt at sende op til ca. 50 MW fra TVIS til Hedensted og Horsens, hvis ledningen fra TVIS er DN350.

Efterfølgende beregninger har indikeret, at optimum for varmeleverance, sammenholdt med investeringsomkostninger, opnås med en lidt mindre dimension. Dimensionering i samarbejde med analysegruppen resulterer således i, at der ved leverance til både Hedensted og Horsens regnes der med 14,5 km DN250 fra TVIS til Hedensted og 9,5 km DN 200 og en DN200 fra Hedensted til Horsens. Der skal etableres pumpestationer på strækningerne

Hvor leverancen sker fra TVIS til Hedensted- Løsning eller fra Horsens til Hedensted - Løsning regnes der i begge tilfælde med en DN200.

I samarbejde med Logstor og Isoplus samt Teknologisk Institut og 4DH projektet ved Aalborg Universitet har nye og innovative transmissionsløsninger for fjernvarme været drøftet og analyseret. I dialogen har der været fokus på:

- > reduktion af temperaturniveauet
- > reduktion af varmetab

- > billiggørelse af lægningsudgifter
- > tilslutning af overskudsvarme, varmelagre, solvarmefelter
- > forsyning af forbrugere langs ledningen

Logstor har udarbejdet et egentligt "idekatalog" der omhandler såvel rørsystemer som lægningsformer. Der kommenteres på ledningstab, levetid og økonomiske forhold i kataloget. Teknologisk Institut har givet ideforslag knyttet til rørsystem (twinrør), isolering og innovativ ledningsovervågning.

Logstor og Isoplus har været inde på, at der kunne vælges enten to eller tre rørs løsning og Teknologisk Institut har foreslået, at der kan anvende et lag Aerogel inderst på medierøret for at forbedre isoleringsevnen. Alle forslag til nye muligheder samt effekterne af disse er nærmere beskrevet i en separat delrapport.

Af hensyn til varmetabet er der valgt den økonomiske- og tekniske optimale isoleringstykkel. Fremløbet isoleres svarende til serie 3, og returløbet isoleres svarende til serie 1. Medierørene samles med svejsninger. Kapperørene samles med svejsemuffer.

Det er vurderet at anlægsomkostningerne er stort set de samme uanset antallet af rør. Der er et mindre varmetab ved tre rørs løsning, men også nogle driftsmæssige udfordringer.

Aerogel har ringe mekaniske egenskaber og kræver en speciel produktionsteknik, hvorfor det ikke er taget med som et alternativ.

Der er derfor valg at basere anlægsomkostningerne på et traditionelt to rørs system. Rørene er med indbyggede tråde til overvågningssystem. Der etableres et komplet overvågningssystem for hele rørnettet eventuelt baseret på lysleder.

Idekatalogerne fra virksomhederne kan inddrages i de næste faser såfremt det besluttet at arbejde videre med transmissionsløsninger.

5 Industriel overskudsvarme og varmekilder for varmepumper

I 2012 gennemførte Hedensted Kommune "Interessentanalyse, Energipark Hedensted", hvor et af resultaterne var en oversigt over mængder, temperaturniveau og tidspunkter for forekomst af overskudsvarme i virksomheder. Horsens Kommune gennemførte tilsvarende "Interessentanalyse vedr. udnyttelse af overskudsvarme fra virksomhederne i Horsens Kommune" i 2013. I FlexCities 2-projektet er datagrundlag og analyser opdateret og udnyttelse af overskudsvarme ved hjælp af varmepumper er undersøgt.

I regi af Fjernvarme Horsens har et været diskuteret, hvorledes varmepumperne kan integreres i det overordnede energisystem, således at der opnås størst mulig effektivitet i varmepumpernes energiomsætning. Udgangspunktet har været optimering af eldrevne varmepumper, da formålet i FlexCities 2-projektet også er samspil med elnettet.

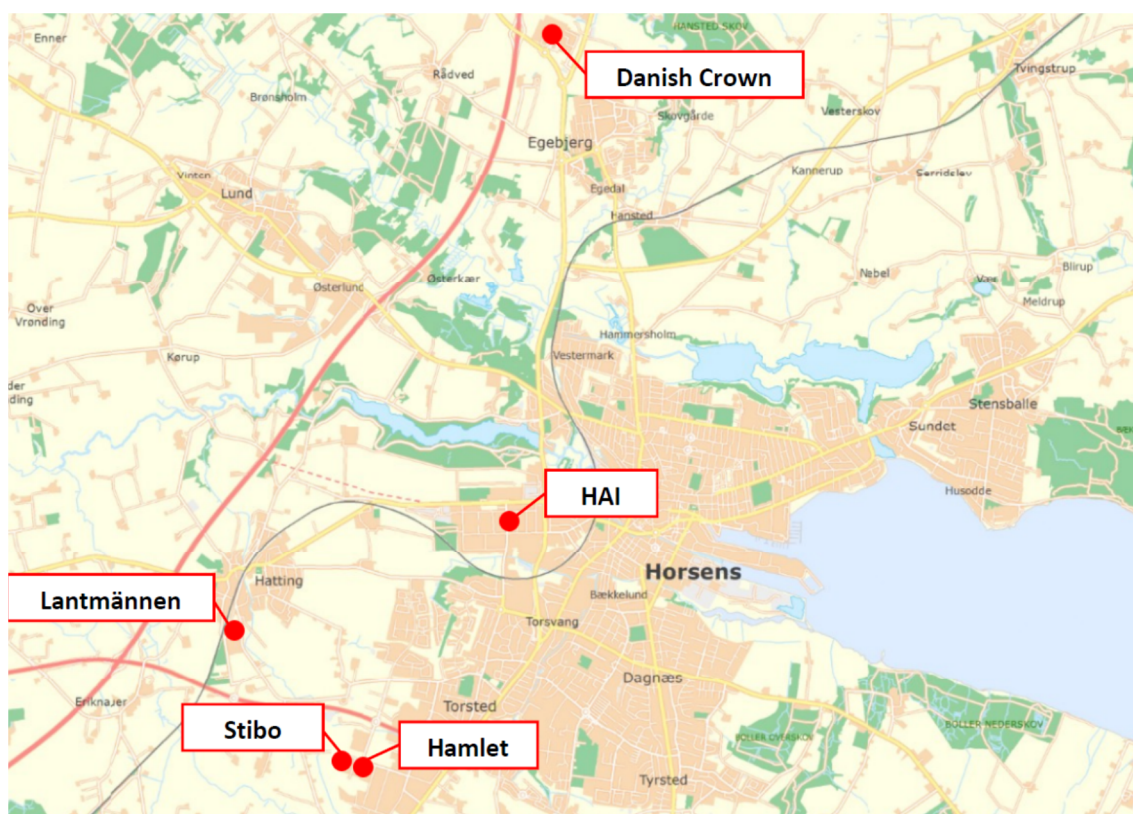
I figur 5.1 og figur 5.2 vises de potentielle overskudsvarmeleverandører i henholdsvis Hedensted – Løsning og Horsens. Tilsvarende angives de mest relevante potentialer henholdsvis i tabel 5.1 og 5.2.



Figur 5.1 Potentielle overskudsvarmeleverandører i Hedensted- Løsning

Interessent	Effekt kW	Temperatur Frem – Retur °C	Mængde MWh/år	Tidsrum
Jacobsens Bakery	300	70-38	1.100	Hverdage
R2 Agro	Tørring Kornaffald 800	70-38	3.000	Hverdage
		70-38	1.650	efter behov
Air Liquide	9.600	VP 18/20-10/15	48.000-57.600	tor – tir
DAKA fo-derfabrik	4.034	68-75/38	24.500	Hverdage
	726	VP 28-22	4.410	Hverdage
DAKA bio-diesel	476	190-40	2.893	Hverdage
Glud & Marstrand Hedensted	?	70-35	2.000	1.4 – 31.12
GM Plast	3.000	VP 20-10	15.000	5.000 timer/år
UG Metal	?	75-35	2.000	Året rundt
Polyprint	400	75-35	1.200	Hverdage

Tabel 5.1 Potentielle overskudsvarmeleverancer i Hedensted- Løsning



Figur 5.2 Potentielle overskudsvarmeleverandører i Horsens

Resultatoversigt Horsens. Ressourcer ud over allerede anvendt.

Interessent	Effekt, MW	Temperatur Frem – Retur °C	Mængde MWh/år	Tidsrum
Hamlet Protein	5 (+/-)	VP 55-40	20.000	Året rundt
Lantmännen	0,7 – 1,5	VP	2.000	Varierer med produktionsplaner
Danish Crown	2-3	VP 20/25-10/15	6 – 10.000	Året rundt

VP: Varmepumpebaseret – temperatursæt kan tilpasses fjernvarmen/optimeres

Tabel 5.2 Potentielle overskudsvarmeleverancer i Horsens

De relevante potentialer er inddraget i scenarieanalyserne med basis i nøgletal fra eksisterende overskudsvarmeleverandører.

I samarbejde med Johnson Controls, ICS Energy og Innoterm samt Teknologisk Institut er varmepumpeløsninger med anvendelse af overskudsvarme undersøgt. Varmepumpeløsningerne skal optimeres så der i samspil med øvrige varmeproducerende enheder opnås lav produktionsstemperatur og dermed høj COP. På indværende tidspunkt er overskudsvarmeudnyttelse med eldrevne varmepumper ikke umiddelbart konkurrencedygtig overfor flisbaseret varmeproduktion.

Innovative løsninger, der sammentænkes med udvikling og driftsoptimering af fjernvarmesystemerne kan dog være attraktiv i den samlede udviklingsproces for de involverede fjernvarmeselskaber.

Der kan f.eks. være tale om en virksomhed der har spildvarme året rundt ved en temperatur på 52 °C. Den ligger i et område uden fjernvarme, men området forventes at blive fjernvarmeforsynet. Fremløbstemperaturen fra en varmepumpe kan reduceres til 60 °C, da der kan iblandes varmere fjernvarmevand. På den kolde side af varmepumpen køles fra 44,9 °C til 37 °C, og på den varme side forvarmes returen fra 40 °C til 48,81 °C og opvarmes derefter til 60 °C ved hjælp af varmepumpen.

Integration af overskudsvarmemuligheder indgår generelt i fjernvarmeselskabernes udviklingsplaner men detaljerede økonomiske vurderinger af de specifikke løsninger i tilknytning til en eventuelt sammenkobling af forsyningerne i Horsens, Hedensted- Løsning og TVIS gennemføres først i forbindelse de næste faser såfremt det besluttet at arbejde videre med transmissionsløsninger.

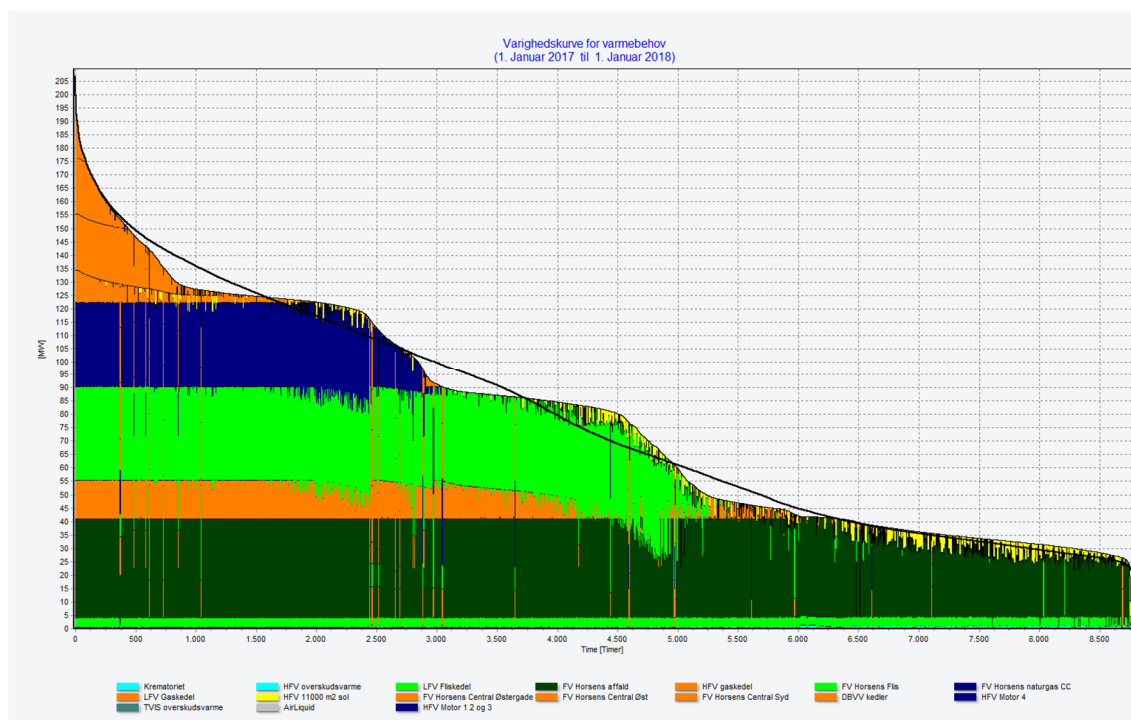
6 Produktions – og omkostningsanalyser

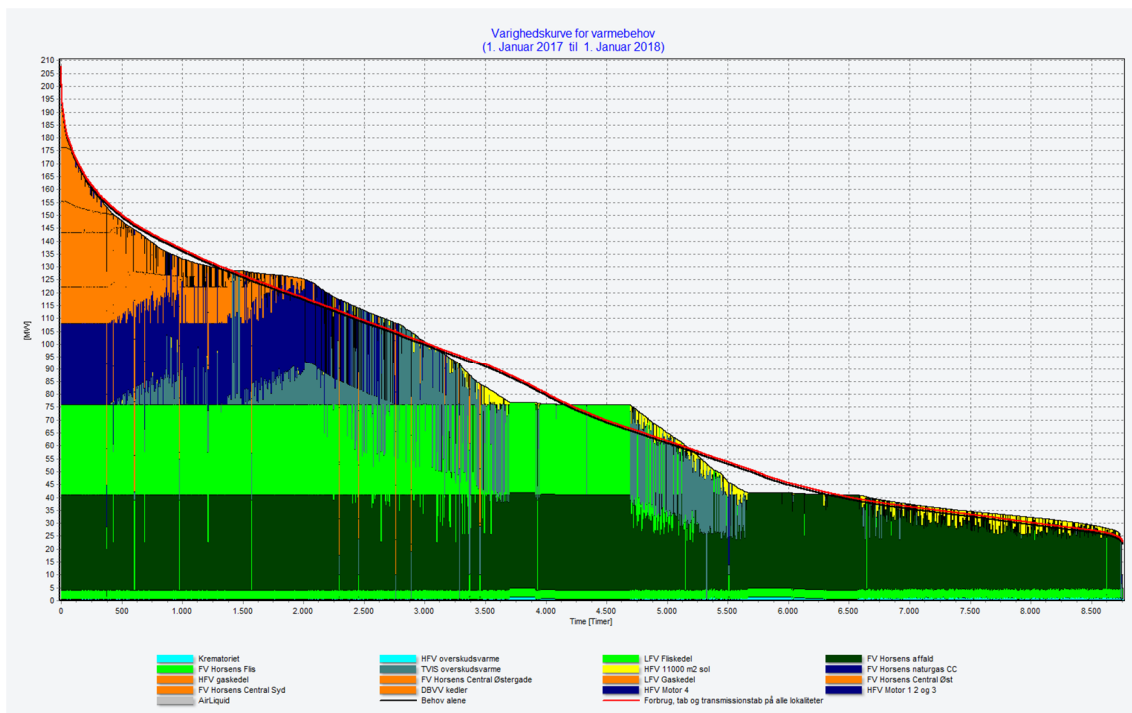
6.1 Produktionsfordeling

Der er gennemført analyser af den samlede varmeproduktions og omkostningsstruktur i scenarierne beskrevet i afsnit 3.2.

energyPRO inkluderer variable omkostninger som drift og vedligehold, brændselsudgifter og afgifter. Selskabsøkonomien med investeringer i transmissionsledninger er efterfølgende beregnet for det samlede system med henblik på at vurdere om det totalt set kan være attraktivt at forbinde de 4 forsyningsområder med transmissionssystemer for at udnytte "overskydende" varmeproduktionspotentialer.

I figur 6.1 og 6.2 illustreres produktionsfordelingen som resultat af energyPRO simuleringerne i scenarie 1 og scenarie 3 med fuld sammenkobling af systemerne.

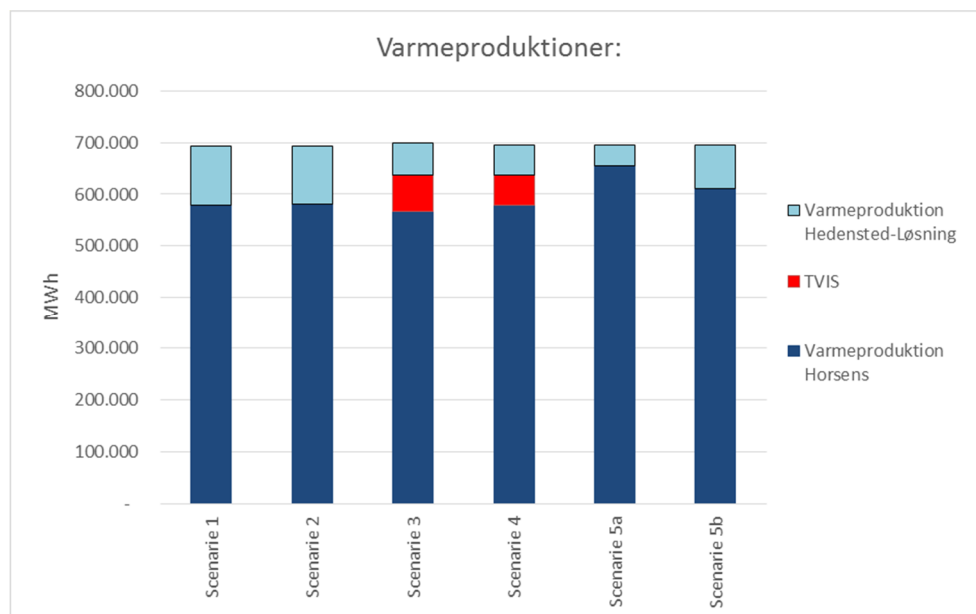




Figur 6.2 Varighedskurve for Scenarie 3.

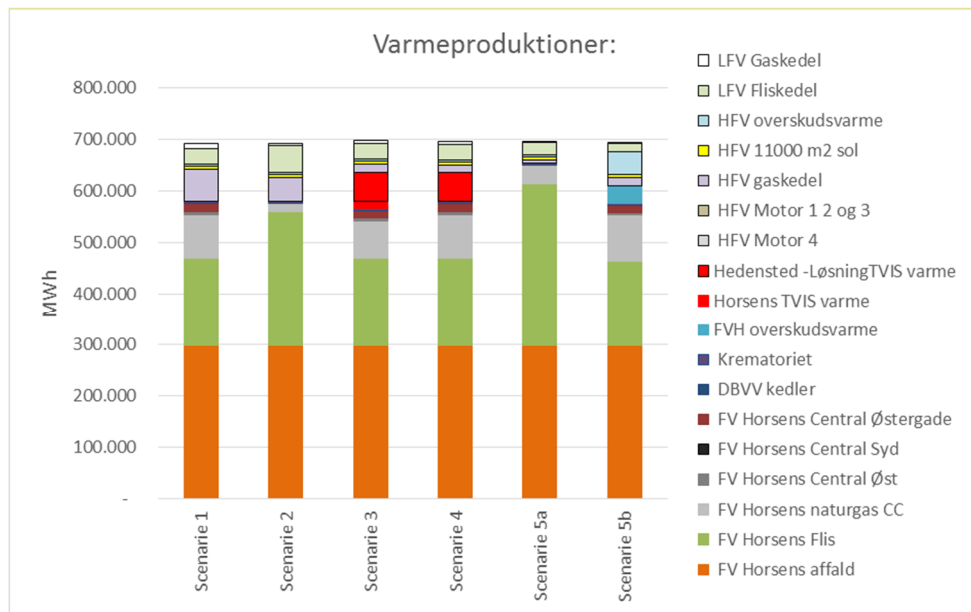
Det totale varmebehov i Horsens og Hedensted-Løsning er 692,5 GWh.

I figur 6.3 og 6.4 illustreres varmeproduktionsfordelingerne fremkommet som resultat af energiPRO simuleringerne i alle 6 scenarier.



Figur 6.3 Varmeproduktioner i Horsens og Hedensted-Løsning.

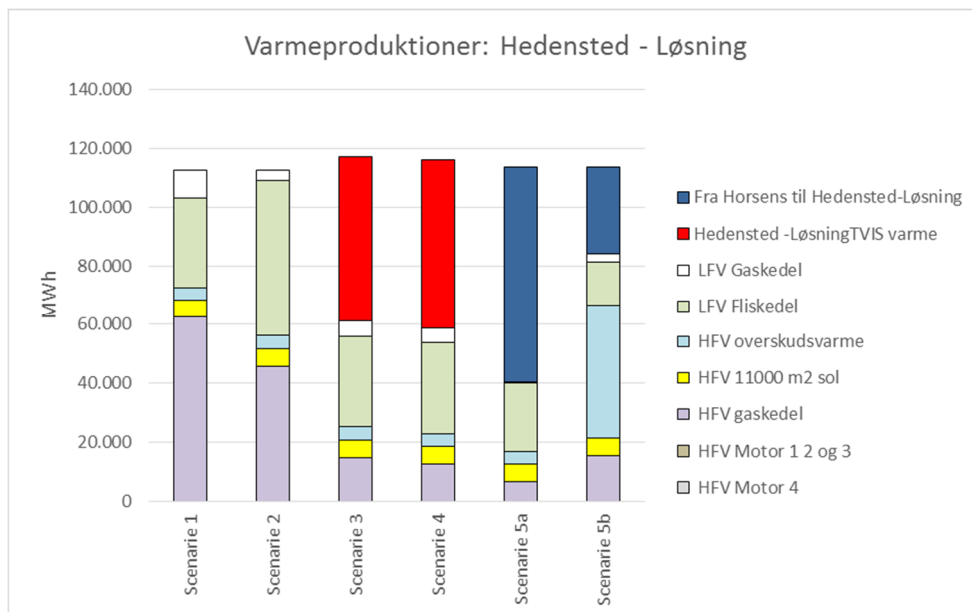
I scenarie 3 leveres der 71 GWh fra TVIS hvoraf 56 GWh bliver afsat i Hedensted-Løsning. I Scenarie 4 leveres der 57 GWh TVIS-varme til Hedensted-Løsning. Varmetabet i transmissionsledningen på ca. 6 GWh dækkes af TVIS varme. Figur 6.4 viser de årlige varmeproduktioner.



Figur 6.4 Varmeproduktion i Horsens fremgår med mørke farver, mens varmeproduktion i Hedensted-Løsning fremgår med lysere farver med en sort ramme.

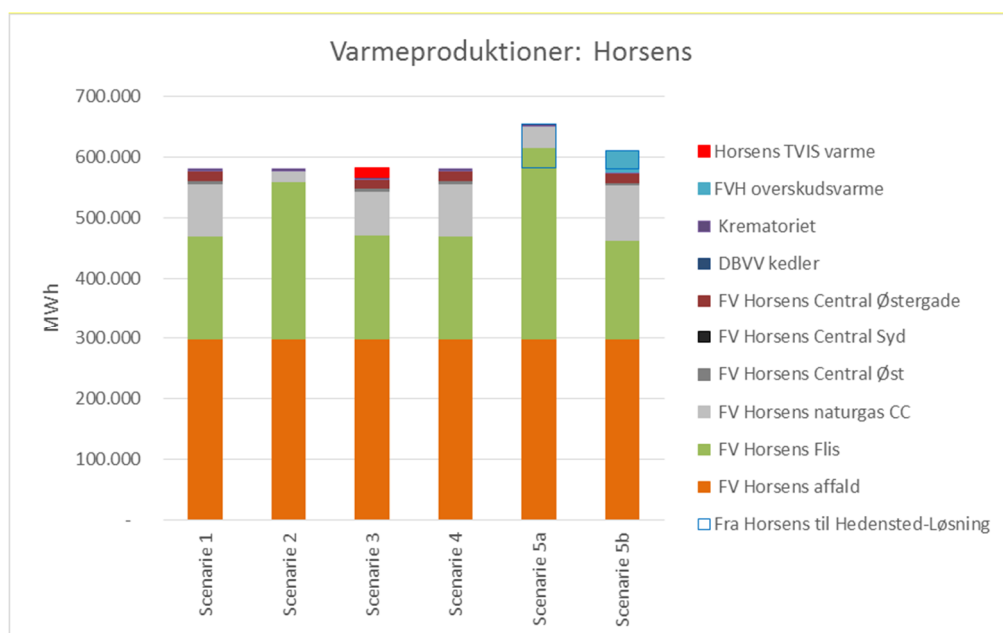
Det fremgår at det hovedsageligt er produktion fra naturgaskedler og naturgas CHP enheder, der fortrænges af varmen fra TVIS.

Varmeproduktionen fra Figur 6.4 er delt op på de to lokaliteter i Figur 6.5 og Figur 6.6.



Figur 6.5 Varmeproduktion i Hedensted-Løsning

I Hedensted-Løsning fortrænges i scenarie 3 50 GWh af varmen fra HFV gaskedel og 4 GWh fra LFV Gaskedel.

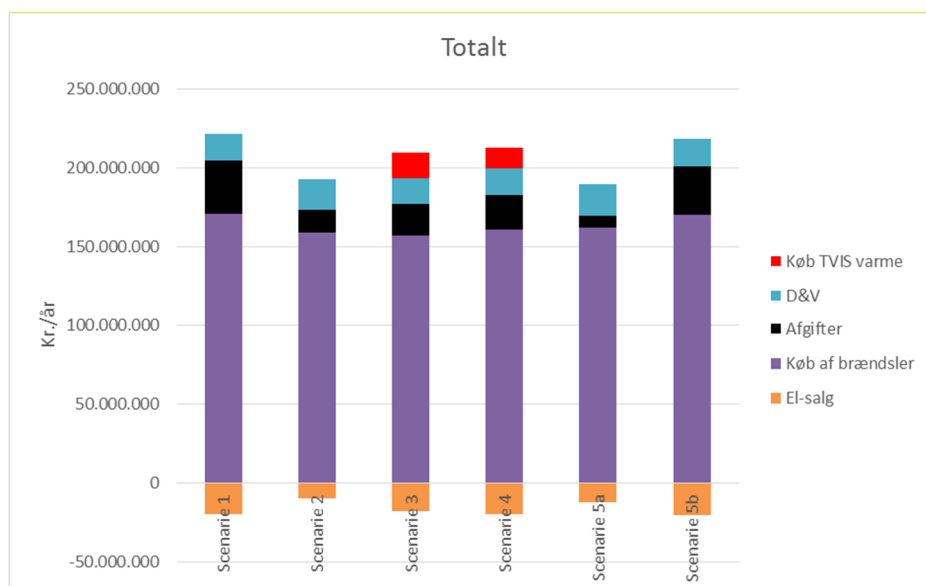


Figur 6.6 Varmeproduktion i Horsens

I Horsens har affaldsforbrændingen førsteprioritet. Flisvarmen og varmen fra TVIS har stort set samme pris. Derfor fortrænger TVIS-varmen i scenarie 3 primært FV Horsens naturgas CC med 23,4 GWh. Dernæst FV Horsens Central Øst med 2 GWh. Produktionen ved FV Horsens affald stiger marginalt.

6.2 Økonomiske konsekvenser

Omkostninger til varmeproduktion før finansiering er vist i figur 6.7.



Figur 6.7 Omkostningsfordeling før finansiering af transmissionsledning.

Besparelser i scenarie 2 og 5 kommer primært af at der købes billigere brændsler. Besparelser i scenarie 3 og 4 kommer primært af at der forbrændes færre MWh brændsler.

De årlige besparelser skal finansiere investeringer i transmissionsledninger, fliskedler og/eller overskudsvarme.

Tabel 6.1 viser en oversigt over investeringer der kræves i de enkelte scenarier.

	Scenarie 1	Scenarie 2	Scenarie 3	Scenarie 4	Scenarie 5a	Scenarie 5b
Transmissionsledning TVIS-Hedensted			X	X		
Transmissionsledning Hedensted-Horsens			X		X	X
Fliskedel Horsens		X			X	
Fliskedel Hedensted		X			X	
Overskudsvarme						X

Tabel 6.1 Investeringsbehov

Investeringerne i transmissionsledninger i scenarierne 3, 4 og 5 er analyseret som en del af fase 1.

Transmissionsledninger kan afskrives over 30-40 år. Tabel 6.2 giver en oversigt over investeringerne i transmissionsledninger samt den årlige finansieringsudgift

Transmissionsledning 1000 kr	Vejle - Hedensted- Løsning	Horsens Hedensted - Løsning	Total Vejle - Hedensted- Løsning - Horsens
Ledninger og lægning	79.000	36.240	115.240
Særlige forhold Krydsninger, erstatninger og ventiler	12.580	1.400	13.980
Pupmestationer	1.000	1.000	2.000
Diverse og uforudsete	4.630	1.930	6.560
Total	97.210	40.570	137.780
Årlig finansieringsudgift kr/år ved 30 år og 2.1% p.a.	4.400	1.900	6.300

Tabel 6.2 Investeringer i transmissionsledninger

Den samlede økonomi i de enkelte scenarier er vist i tabel 6.3

1000 Kr. /år	Scenarie 1 BAU	Scenarie 2 Lokal	Scenarie 3 Trans TVIS HLH	Scenarie 4 Ledning syd TVIS HL	Scenarie 5a Ledning Nord og bio	Scenarie 5b Ledning Nord og overskudsvarme
El-salg	-19.499	-9.309	-17.579	-19.503	-11.902	-20.199
Køb af brændsler	170.705	159.404	157.138	161.152	162.134	170.268
Afgifter	33.719	14.087	19.874	21.710	7.650	30.875
D&V	17.300	19.194	16.610	16.763	19.829	17.008
Køb TVIS varme	-	-	15.807	12.801	-	-
Resultat før finansiering	202.225	183.377	191.849	192.924	177.710	197.953
Besparelse før finansiering	-	18.848	10.376	9.301	24.514	4.272
Besparelse efter finansiering af transmissionsledning			4.000	4.901	22.614	2.372

Tabel 6.3 Samlede årlige omkostninger forbundet med produktion samt investeringer i transmissionsledninger

Investeringer i fliskedler og overskudsvarme er har ikke indgået som en del af fase 1 analyserne. Fliskedler kan afskrives over 20 år. En investering i scenarie 2 og 5a på ca. 100 mio. kr. vil medføre en årlig ydelse på 6 mio. kr./år

Eksisterende kapacitet antages at være "sunk cost".

Det fremgår for alle scenarierne at besparelser ved udnyttelse af overskydende produktion kan finansiere etablering af nye transmissionsledninger. Det fremgår også at afgiftsbelastningen i de enkelte scenarier har betydelig indflydelse. Scenarierne er således følsomme overfor fremtidige afgiftsændringer.

I scenarierne 2 og 5a med stor biomasseandel forudsætter resultatet, at det gældende afgiftsregime for biomasse fastholdes. Modsat tager afgiftsniveauet i scenarie 5.b også udgangspunkt i gældende afgifter for varmepumpeløsninger baseret på overskudsvarme.

En årlig besparelse på at udnytte overskudsvarmen fra TVIS for det samlede system (scenarie 3) på 10,38 mio. kroner kan finansiere en investering i ny transmissionsledning på *op til* 229 mio. kroner, hvis afbetaling foregår over 30 år til 2,1% rente. Transmissionsledningen er anslået at koste ca. 137,7 mio. kr og efter finansiering er den årlige besparelse ca. 4 mio. kr.

I scenarie 4 kan den årlige besparelse på 9,3 mio. kr. på samme måde finansiere en ledningsinvestering på op til 205 mio. kr. Transmissionsledningen fra TVIS til Hedensted-Løsning er anslået at koste ca. 97,2 mio. kr og den årlige besparelse efter finansiering er ca. 5 mio. kr.

I scenarie 5a skal overskuddet på 24,5 millioner finansiere *både* en transmissionsledning mellem Hedensted-Løsning og Horsens *og* ny forbrændingskapacitet i Horsens. Transmissionsledningen fra Hedensted-Løsning til Horsens er anslået at koste ca. 40,6 mio. kr. og besparelsen efter finansiering af transmissionsledningen er ca. 22,6 mio. kr. Denne besparelse skal ses i sammenhæng med en investering i en optimering af et samlet produktionssystem for Horsens og Hedensted- Løsning. Dette skal ligeledes ses i sammenhæng med resultatet af scenarie 2, hvor de Hedensted- Løsning samt Horsens ikke kobles sammen, men baserer den fremtidige forsyning på lokale produktionsenheder. Som nævnt vil en investering på ca. 100 mio. betyde at besparelserne sammenholdt med referencen i scenarie 2 og scenarie 5.1 reduceres til hen-

holdsvis ca. 12. mio. kr. og 16 mio. kr. Der er i forbindelse med fase 1 ikke foretaget detaljerede analyser af de lokalt optimale løsninger. Dette arbejde vil skulle gennemføres af de parter, der eventuelt beslutter at gå videre med en fase 2.

Alle de opstillede scenarier vil stille krav til, at der arbejdes videre med styringssystemer til hybride fjernvarmesystemer med forskellige produktions- og forbrugsenheder, således at systemerne styres optimalt i forhold til elsystemet og varmeproduktion og varmeforbrug, så den lavest mulige varmeproduktionspris opnås.

Der er i tilknytning til fase 1 med udgangspunkt i allerede fungerende styringssystemer for bl.a. TVIS og Hovedstadsområdet (CTR, VEKS, HOFOR) gennemført indledende vurderinger knyttet til best practice for sådanne systemer. Dette arbejde vil indgå i forbindelse med de beslutninger der træffes omkring igangsætning af en eventuel fase 2 og fase 3 for FlexCities 2 projektet.

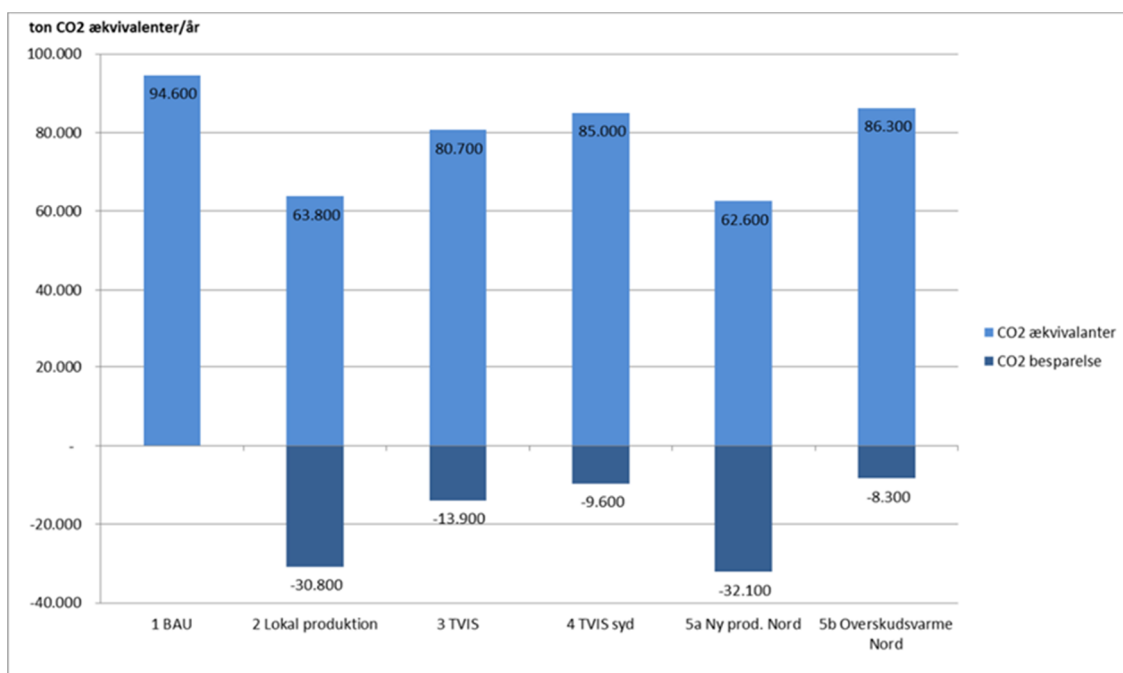
6.3 Miljømæssige konsekvenser

Med baggrund i produktionsfordelingerne beregnes brændselsforbruget i scenarierne således som det fremgår af tabel 6.4 og brændselsforbrug er efterfølgende udgangspunktet for at beregne CO₂ emissionerne således som illustreret i figur 6.8.

Scenarie		Affald	Combined Cycle, NG	Naturgas motorer	Naturgas kedler	Fliskedler
1 BAU	MWh/år	321.974	154.875	69	88.996	189.605
2 Lokal produktion	MWh/år	321.974	29.878	5	47.069	295.360
3 TVIS	MWh/år	322.747	131.036	93	38.217	190.219
4 TVIS syd	MWh/år	321.974	154.875	93	37.587	189.686
5a Ny prod. Nord	MWh/år	322.064	61.934	5	7.700	317.141
5b Overskudsvarme	MWh/år	322.530	163.271	34	36.372	167.544

El-forbrug på eventuelle varmepumper til overskudsvarme er IKKE inkluderet
El-produktion er ikke inkluderet

Tabel 6.4 Brændselsinput



Figur 6.8 CO₂ emissioner

I scenarierne 2 og 5.a dækkes en større del af varmeproduktionen i Hedensted- Løsning og Horsens af flisvarme. TVIS varme forudsættes at være ren overskudsvarme – men leverancen

er begrænset af, at det kun er den overskydende varme der er til rådighed der kan udnyttes i Hedensted- Løsning og Horsens.

7 Videre forløb

Analyserne i fase 1 har dannet baggrund for en nærmere drøftelse mellem de involverede fjernvarmeselskaber om, hvorvidt alle eller nogle af selskaberne finder det attraktivt at igangsætte en fase 2 hvor de organisatoriske muligheder knyttet til udvalgte aktuelle løsningsmuligheder beskrives og analyseres. Resultaterne peger på at det primært er Hedensted- Løsning, der skal vurdere hvilken fremtidig situation, der vurderes mest attraktiv fra deres synsvinkel.

Alle fjernvarmeselskaberne finder at større sammenkoblede regionale fjernvarmesystemer på sigt er interessante som fleksible og robuste løsninger for integrering og udnyttelse af overskudsvarme og vedvarende energi. På kort sigt derimod og med gældende rammebetingelser viser lokale løsninger baseret på overskudsvarme og biomasse i Hedensted/Løsning sig dog at være mest realistiske både økonomisk og organisatorisk.

De 4 fjernvarmeselskaber har besluttet at holde fast i kontakten med henblik på at følge op på markedsudvikling, rammebetingelser, ny overskudsvarmeproduktion og selskabsprioriteringer men har konkluderet, at det for indeværende ikke er relevant at igangsætte en fase 2 i FlexCities 2 projektet.

Det tekniske projektarbejde og samt idekatalogerne for innovative løsninger knyttet til:

- **at implementere en ny generation af innovative transmissionsledninger til fjernvarme.** Transmissionsledningerne skal billiggøres, have reduceret varmetab og være flexible i forhold til tilslutning af f.eks. varmelagre, overskudsvarme fra industrier og nye forbrugere langs ledningen
- **at implementere varmepumper, som anvender forskellige varmekilder til fjernvarme.** Herunder optimeres opbygning af varmepumperne og varmepumpernes integration i fjernvarmesystemet. Målet er at forøge varmepumpens COP og regulérbarhed i forhold til elmarkedet
- **at implementere styringssystemer til hybride fjernvarmesystemer** med forskellige produktions- og forbrugsenheder, således at systemerne styres optimalt i forhold til elsystemet og varmeproduktion og -forbrug, så den lavest mulige varmeproduktionspris opnås.

udgør et væsentligt bidrag til den videre udvikling af fremtidens fjernvarmesystemer såvel lokalt hos de involverede fjernvarmeselskaber som for hele sektoren.

Hvad angår den "lokale" løsning i Hedensted – Løsning området bør der arbejdes videre med såvel udviklingsplanerne som analyserne af en eventuel sammenkobling mellem de to systemer.