

December 2016

FlexCities 2 – Fase 1

Industriel overskudsvarme og varmekilder for varmepumper



Teknikerrapport

OVERSKUDSVARMEGRUPPEN

Torben Hansen, Fjernvarme Horsens

Niels Ole Bach Sørensen, NOBS Consult

Torben Alex Nielsen, Hedensted Fjernvarme

Per Alex Sørensen, PlanEnergi

INDHOLDSFORTEGNELSE

- 1 INDLEDNING
- 2 REMUMÉ
- 3 HORSENS
- 4 HEDENSTED / LØSNING
- 5 FORSLAG TIL INNOVATIVE VRMEUMPELØSNINGER
 - 5.1 Systemintegration 1
 - 5.2 Systemintegration 2
 - 5.3 Modulløsning
 - 5.4 Kombination af kompressorvarmepumpe og absorptionsvarmepumpe
- 6 ØKONOMIEN
- 7 BILAG – Præsentation på workshop

1 Indledning

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. De vigtigste leverandører af overskudsvarme besøgte. Øvrige fik tilsendt et spørgeskema og blev kontaktet telefonisk.

I FlexCities 2-projektet er udnyttelse af overskudsvarme ved hjælp af varmepumper en del af opgaven. Overskudsvarme fra virksomhederne er ikke en statisk størrelse. En arbejdsgruppe bestående af Torben Hansen, Fjernvarme Horsens, Niels Ole Bach Sørensen, NOBS Consult, Torben Alex Nielsen, Hedensted Fjernvarme og Per Alex Sørensen, PlanEnergi har derfor opdateret oplysningerne fra 2012-13. Medarbejderne fra Fjernvarme Horsens, Niels Ole Bach Sørensen, Hedensted Fjernvarme, Løsning Fjernvarme og Hans Baden, ILK, har besøgt virksomhederne, og det er resultaterne her fra, som er indgået i opdateringen.

Derudover har der i regi af Fjernvarme Horsens 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.

2 RESUMÉ

Ved den fornyede gennemgang af potentialerne for overskudsvarme viste der sig et uudnyttet potentiale på 28.000 – 32.000 MWh for Horsens fordelt på tre virksomheder. En udnyttelse af ressourcerne forudsætter dog i alle tilfælde etablering af varmepumper og dermed bliver økonomien sårbar.

Årsagen er, at overskudsvarmen det meste af året skal konkurrere med enten en grundlast med affald som varmekilde eller en mellemlast med flis som varmekilde. Det forudsætter varmeproduktionspriser fra varmepumper et stykke under de 185 kr./MWh fra fliskedlen, og dermed meget høje COP-værdier for varmepumpen. Det ser dog ud til, at mindst et af projekterne kan blive rentabelt, da varmepumperne etableres i områder, hvor der i dag ikke er fjernvarme, og derfor kan integreres med lavere fremløbstemperatur, hvis der opblandes med fjernvarme med forhøjet fremløbstemperatur.

I Hedensted er der et uudnyttet potentiale på 105.000 – 115.000 MWh. Heraf kan ca. 38.000 MWh fordelt på 6 virksomheder udnyttes uden at etablere varmepumper og de resterende MWh kræver etablering af varmepumper.

Hedensted Fjernvarme forhandler om udnyttelse af ca. 7.000 MWh ved fuld fremløbstemperatur. Over 27.000 MWh findes derudover hos DAKA. Løsning og Hedensted Fjernvarme vil undersøge mulighederne for udnyttelse af denne ressource nærmere. Derudover er det 67.000 – 77.000 MWh, som kan udnyttes ved hjælp af varmepumper. Om dette kan betale sig, afhænger af, hvor meget der kan leveres ved fuld fremløbstemperatur og dermed af antallet af driftstimer, hvor varme fra varmepumper kan erstatte varme produceret på naturgasfyrede kedler.

3 HORSSENS

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 1: Resultatoversigt Horsens.

Der er 28.000 – 32.000 MWh, som kan udnyttes ved hjælp af varmepumper. Den konkurrerende varmepris for flis er 185 kr./MWh. Der er regnet med leverance af 35.000 MWh (inkl. el til varmepumper) til 180 kr./MWh i alternativ 5b i analyserapporten.

Kommentarer vedrørende virksomhederne:

Hornsyld Købmandsgård:

Afkastet er meget klæbrigt. Det var før forsøgt at indvinde overskudsvarmen, men uden held. Hornsyld Købmandsgård får ikke forlænget deres lejemål med kommunen. Lejemålet udløber i 2029. Købmandsgården forventer længe inden da at være flyttet fra grunden.

Der gøres ikke yderlig for at genindvinde overskudsvarme.

Konklusion: Ingen overskudsvarme.

Stibo Graphic:

EnergiNord laver pt. undersøgelse af potentiale for evt. eksport til fjernvarme. Forventer 2.000 – 4.000 MWh/år. Man ønsker ikke at binde sig for mere end to år af gangen.

Stibo's energikonsulent har meldt tilbage, at Stibo ikke er interesseret for tiden.

Konklusion: Ingen overskudsvarme.

Schur International:

Schur har haft DONG til at lave et energieftersyn, der har betydet at Schur har genindvundet en del af varmen fra ventilationsafkastet til eget forbrug. Schur har reduceret deres naturgasforbrug fra først 400.000 til 200.000 og endelig til 80.000 Nm³ naturgas/år. Der kan stadig energioptimeres fra ventilationsafkastet, men det forventes udnyttet til at indgå i egen proces. Deres mål er at nå ned på mellem 40 til 50.000 Nm³ naturgas/år.

De sidste 40 til 50.000 Nm³ naturgas kan sandsynligvis konverteres til fjernvarme.

Konklusion: Ingen overskudsvarme.

HAI:

HAI har siden undersøgelsen fået lavet nyt køleanlæg.

Der er tilsyneladende et potentiale på ca. 1 MW (max) varmeforsyning baseret på varmepumpe. Anlægget vil ligge stille i weekender. Desuden vil varmeproduktionen ved opstart på arbejdsugen formentlig blive anvendt internt hos HAI.

Potentialet for årlig varmeproduktion vil være meget afhængigt af varmepumpeanlæggets evne til at konkurrere driftsøkonomisk med biomasse-varme! Pga. få driftstimer pr. år – og dermed dårlig økonomi - prioriteres denne sag lavt af Fjernvarme Horsens!

Nissens A/S:

Antallet af loddeovne er reduceret, hvilket medfører at overskudspotentialet er reduceret fra 0,8 til 0,2 MW.

Der arbejdes på at indkøbe en ny og mere energirig loddeovn, der ikke har nævneværdig overskudsvarme og som overtager produktionen fra nuværende ovn. På sigt vil overskudsvarmen derfor blive så lille (ca. 10 kW), at der ikke er grundlag for udnyttelse af overskudsvarmen i forhold til forventet investering.

Konklusion: Ingen overskudsvarme.

Hamlet Protein:

Hamlet Protein har et luftafkast på ca. 120.000 m³/h ved ca. 80°C og et dugpunkt på ca. 55°C. Afkastluften er ren og den kondenserede vandmængde (ca. 5 t/h) kan umiddelbart anvendes i processen.

Hamlet har skitseret en proces for genvinding af ovennævnte varmemængde med tør luftkøler samt "scrubbertårn". Der er beregnet en potentiel varmemængde på ca. 5 MW ved nedkøling af luftstrømmen til ca. 40°C.

Hamlets anlæg kører året rundt – normalt ikke på lavere kapacitet end 80%. Anlægget stoppes ikke i jul/nytår. Planlagte reparationsstop er placeret i sommermånederne, hvor der er mindre behov for fjernvarme.

Hamlet Protein har interesse i en "Nødforsyning" med komfortvarme fra varmeværket. Dette kan etableres i forbindelse med et evt. aftag af overskudsvarme.

Der er præsenteret et scenarie for Hamlet med Fjernvarme Horsens som investor i varmepumpen med tilhørende installation. Hamlets investering begrænses til proces-siden. Dette projekt ser ikke helt uinteressant ud. Hamlet undersøger bestyrelsens stilling til sagen og vender tilbage. Konklusion: Overskudsvarme lever endnu.

Lantmännen:

Produktionen er omlagt. Der er derfor ikke grundlag for overskudsvarme fra ovnene.

Derimod er der mulighed for at genindvinde varme fra indfrysningsskapaciteten.

Der indfryses 5 dage i ugen.

Der er to anlæg – et frostlager og et indfrysingsanlæg – som kan være interessante for varme-genvinding med varmepumper. De to anlæg ligger ikke lige i umiddelbar nærhed af hinanden, så der må påregnes to installationer. Frostlageret kører altid, mens indfrysningen højest kører 5 dage om ugen afhængig af produktionsplanen.

De to anlæg er ca. lige store og varmeydelsen fra en varmepumpe vil blive ca. 700 kW pr. anlæg.

I august 2016 er der præsenteret et teknisk forslag, samt økonomisk overslag for Lantmännen. Forslaget var baseret på at Fjernvarme Horsens står som investor. Der var tilfredshed med den tekniske løsning med kaskade kondensator. Der kan ikke med de nuværende rammebetingelser påregnes noget særligt vederlag for den leverede spildvarme. Lantmännen vil dog opnå en besparelse på strøm og vand til deres fordampningskondensatorer. Man udtrykte stadig interesse for projektet, men håber på en bedre økonomi.

De dårlige økonomiske forhold for varmepumpeprojektet skyldes ikke mindst den billige varme, der forventes fra biomasse-anlægget i Horsens.

Konklusion: Overskudsvarme lever endnu.

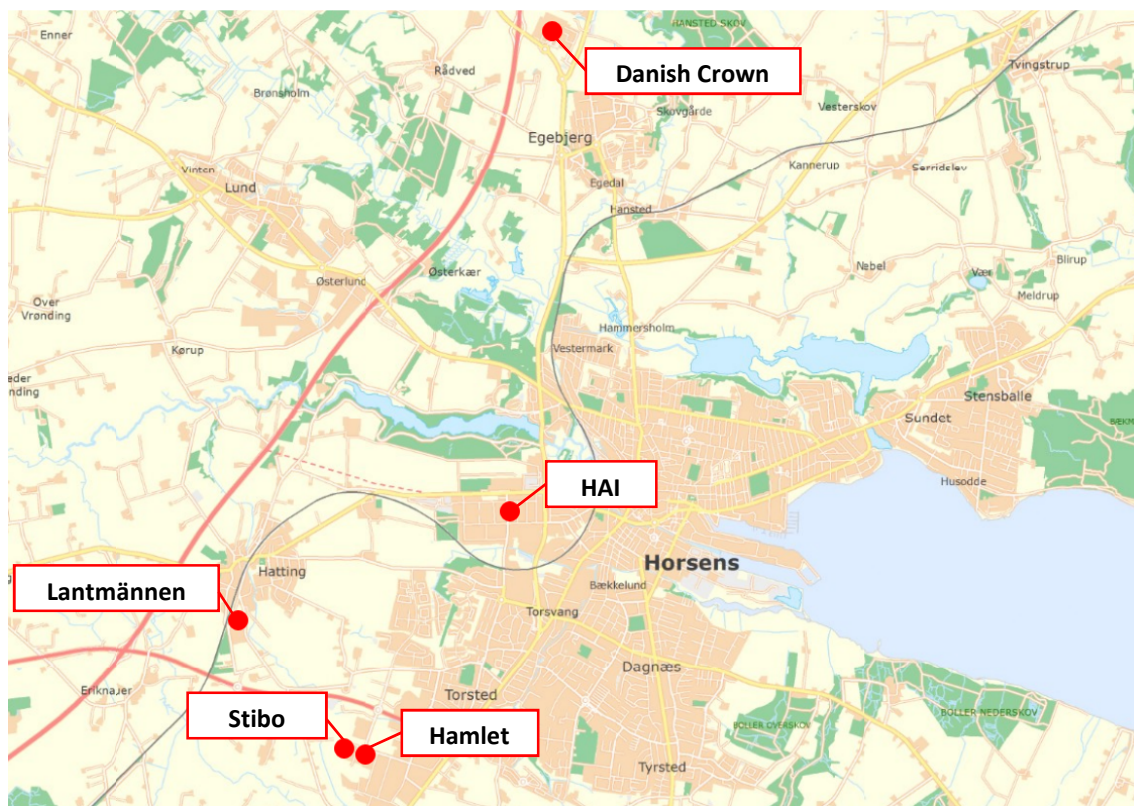
Danish Crown:

Danish Crown udleder op mod 300 m³/h spildevand ved 20 – 25°C. Hvis 150 m³/h (minimums mængde, der altid kan regnes med) køles ca. 10 K i en varmepumpe vil der være en varmeeffekt på ca. 2,2 MW.

Foreløbige beregninger på en varmepumpeinstallation ved Danish Crown til at forsyne Gedved-Egebjerg området under gunstige betingelser viser en utilfredsstillende økonomi (varmepris noget højere end biomasse-varmepris). I beregningerne er der endda regnet med bortfald

af PSO, der er ikke indregnet vederlag til Danish Crown for spildvarmen, og der er forudsat at varmeværket kan sælge 1. års energibesparelse.

Konklusion: Hvis overskudsvarme lever endnu – er det på et usikkert grundlag!



Figur 1: Virksomheder i Horsens (Indeholder data fra Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering, oktober 2016).

4 HEDENSTED/LØSNING

Resultatoversigt Hedensted/Løsning – Ressourcer ud over allerede anvendt

Interes-sent	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	4.034 726	68-75/38	24.500	Hverdage
		VP 28-22	4.410	Hverdage
DAKA bio-diesel	476	190-40	2.893	Hverdage
Glud & Mar-strand He-densted	?	70-35	2.000	1.4 – 31.12
GM Plast	3.000	VP 20-10	15.000	5.000 ti-mer/år
UG Metal	?	75-35	2.000	Året rundt
Polyprint	400	75-35	1.200	Hverdage

VP: Varmepumpebaseret

Tabel 2: Resultatoversigt Hedensted.

Der er op mod 38.000 MWh, som kan udnyttes uden varmepumper og yderligere 67.000 – 77.000 MWh, som kan udvikles ved hjælp af varmepumper. Resultaterne for DAKA kom sent i projektet. Derfor er i alternativ 5b kun indregnet godt 4.000 MWh direkte overskudsvarme og knap 41.000 MWh overskudsvarme fra varmepumper fra Hedensted i analyserapporten.

Kommentarer vedrørende virksomhederne:

Jacobsens Bakery:

Halvdelen af gasforbruget (1.100 MWh/år) genanvendes allerede. Der kunne sættes en varmepumpe på for yderligere udnyttelse af røggassen. Bruger grønt logo i virksomhedssammenhæng.

Konklusion: Overskudsvarme sandsynlig.

R2 Agro:

Forventer at producere 3.000 MWh/år på tørringen plus 1.650 MWh/år på kornaffald (800 kW kedel).

Konklusion: Overskudsvarme sandsynlig.

Air Liquide:

Air Liquide blev besøgt i august 2016 og vi fik følgende informationer:

Air Liquidess proces er kølet med køletårsvand med følgende data:

Effekt:	9,6	MW
Fremløb til proces, vinter:	10 – 15	°C
Retur fra proces, vinter:	18 – 20	°C
Kølevandsflow:	1.400	m ³ /h
Kølevandsmængde i systemet:	120	m ³
Driftstid pr. år:	5 – 6.000	timer/år

Anlægget startes og stoppes typisk en gang pr. uge. Ofte startes anlægget torsdag og kører til efterfølgende tirsdag. Der produceres hen over weekenden pga. billig strøm. Når anlægget startes er der fuld kapacitet på kølevandssystemet efter ca. 3 timer.

Ifølge Air Liquide er overskudsvarme ikke rentabel under nuværende rammevilkår.

DAKA:

Leverer p.t 5-6.000 MWh/år til Løsning som ren overskudsvarme.

Derudover er efter besøg i august estimeret følgende potentielle mængder overskudsvarme

	Effekt kW	Temperatur Frem – Retur °C	Mængde MWh/år	Tidsrum
DAKA foderfa- brik	185	75-40	911	5.000 timer/år
	2.420	75-40	14.764	6.072 timer/år*
	1.429	190-40	8.825	6.072 timer/år*
	726	28-22	4.410	6.072 timer/år*
Sum	4.760		28.910	
DAKA biodie- sel	476	190-40	2.893	6.072 timer/år*

*) 5 første arbejdsdage.

Løsning fjernvarme arbejder som en del af deres 5 årsplan på at indvinde mest muligt overskudsvarme fra DAKA til brug for udvidelse af forsyningsområdet. Der overvejes samarbejde mellem Løsning og Hedensted Fjernvarme i form af en transmissionsledning mellem de to værker.

Konklusion: overskudsvarme inddrages hurtigst muligt i trin der passer til udvidelser og samarbejder. Overskudsvarme prioriteres højt

GM Plast:

Tal fra 2012 er anvendt.

Glud & Marstrand:

Tal fra 2012 er anvendt. Løsning Fjernvarme har rettet forespørgsel til fabrikken samt Hedensted kommune, der er endnu ikke resultater.

Konklusion: der arbejdes videre med dette. Overskudsvarme prioriteres.

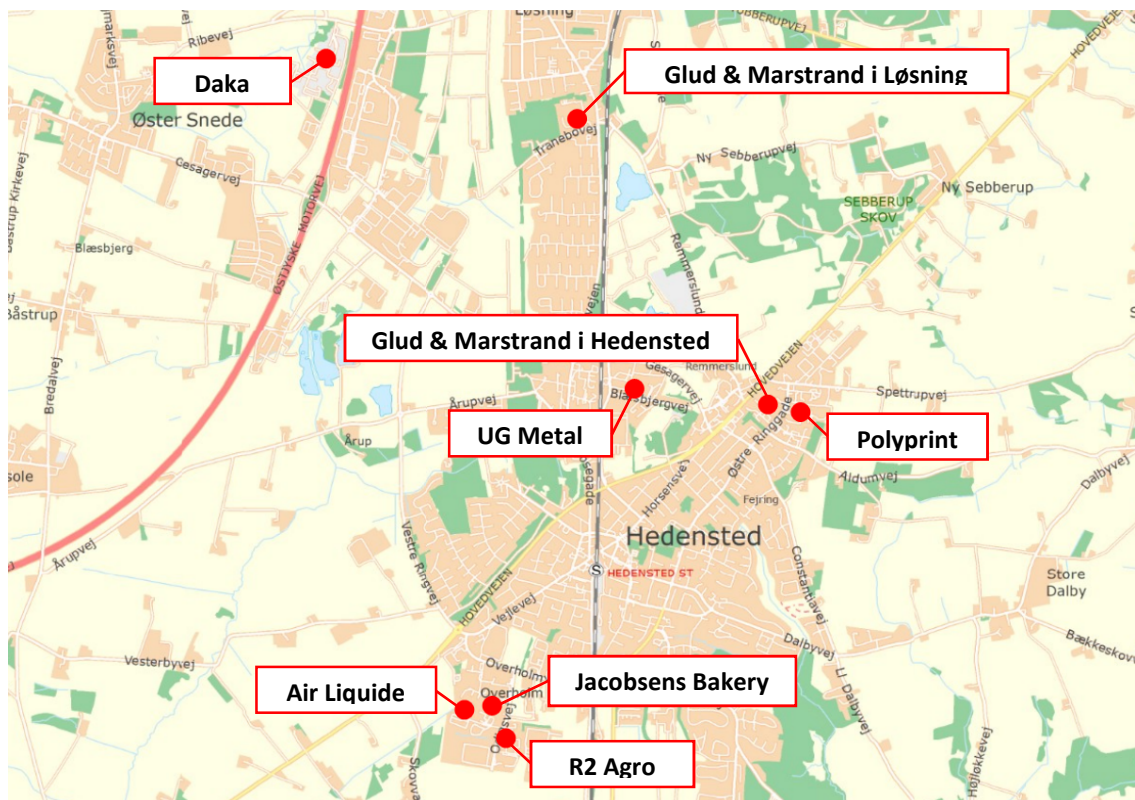
UG Metal:

Tal fra 2012 er anvendt.

Polyprint

Polyprint afbrænder 300 ton fortynder årligt. Overskudsvarme pt. gennemsnitligt 100 MWh månedligt, heraf aftager fabrikkens egne lokaler ca. halvdelen. Planlægger at udvide eksisterende keramisk katalysator således overskudsvarme kommer op på 1.800 MWh årligt.

Konklusion: Overskudsvarme sandsynlig.

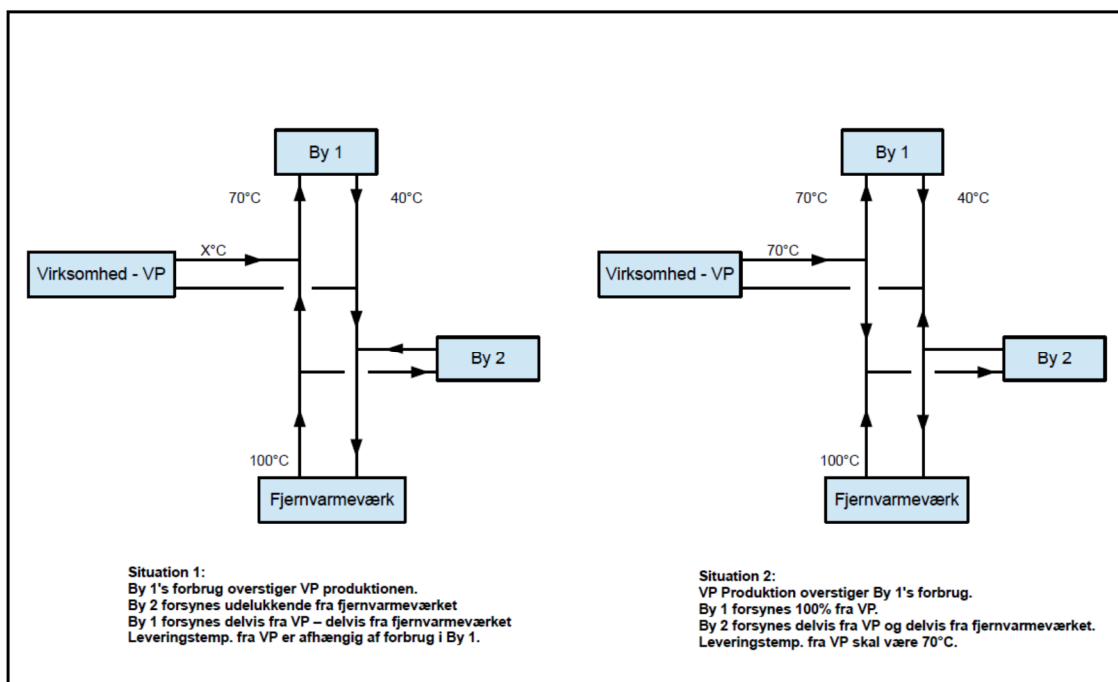


Figur 2: Virksomheder i Hedensted/Løsning (Indeholder data fra Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering, oktober 2016).

5 FORSLAG TIL INNOVATIVE VARMEPUMPELØSNINGER

5.1 Systemintegration 1

En virksomhed har spildevand med en temperatur på 20-25 °C året rundt. Nabobyerne skal skifte fra individuel naturgas til fjernvarmeforsyning. Der skal derfor lægges et nyt fjernvarmenet, som kan samtænkes med anvendelse af overskudsvarmen. Fremløbstemperaturen i fjernvarmeværket sættes højt (i eksemplet 100 °C), således at varmepumpen leverer ved lavest mulige temperaturer. På Figur 3 er dette illustreret for to situationer med forskellige varmeaftag:

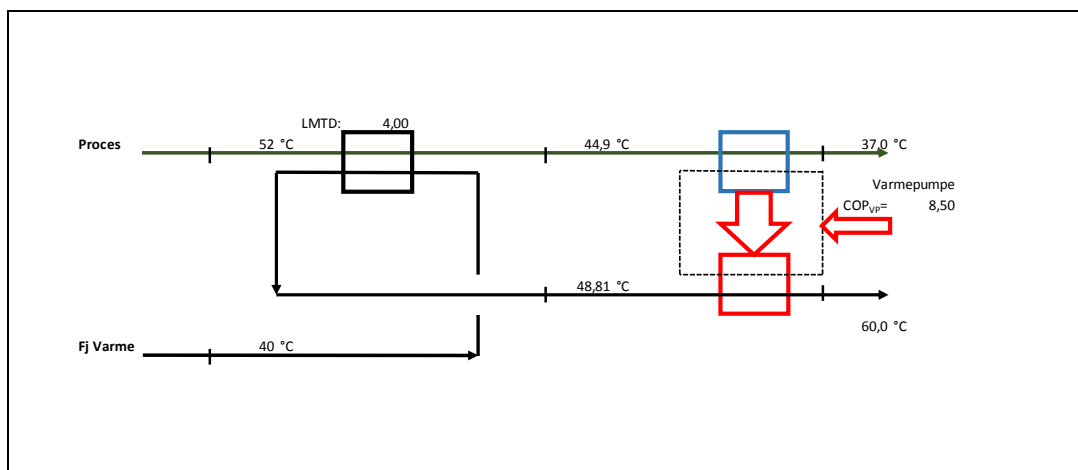


Figur 3: Systemintegration 1. X = Nødvendig leveringstemperatur fra varmepumpen. Når varmepumpen leverer fuld fremløbstemperatur (70°C), behøver fjernvarmeværket ikke at levere 100°C.

Varmpumpens COP er på årsbasis estimeret til mellem 5,37 og 5,58 i dette eksempel (ved henholdsvis 6.000 og 4.000 drifttimer/år).

5.2 Systemintegration 2

En virksomhed 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 Figur 4 er dette illustreret. 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:



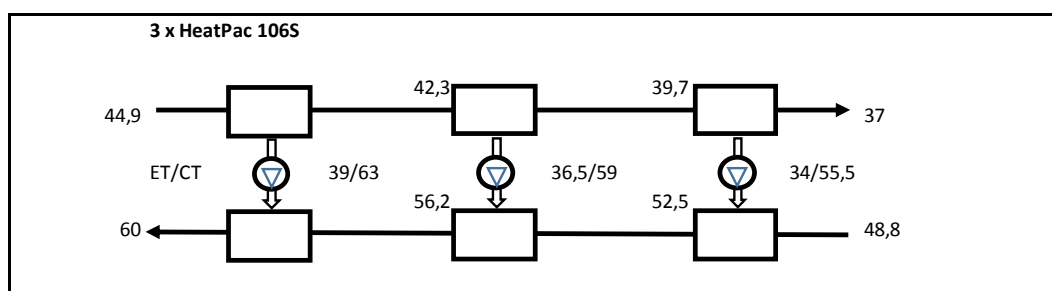
Figur 4: Systemintegration 2.

Varmepumpens COP er estimeret til 8,5 for en 1-trins varmepumpe med stempelkompressor.

5.3 Modulløsning

Anvendelse af overskudsvarme fra en virksomhed kan få en ende hvis virksomheden lukker eller flytter. Det vil derfor være en fordel, hvis varmepumpeopbygningen kan ske i moduler, som f.eks. kan placeres i containere, som kan flyttes og anvendes andre steder.

Anvendes en modulløsning i eksemplet i systemintegration 2 (3 stk. HeatPac 106 S fra Johnson Controls) kan varmepumpen endvidere trindeles som vist i Figur 5:



NB: Virkningsgrad EI / Motor + Frekvensomformer: 0,93

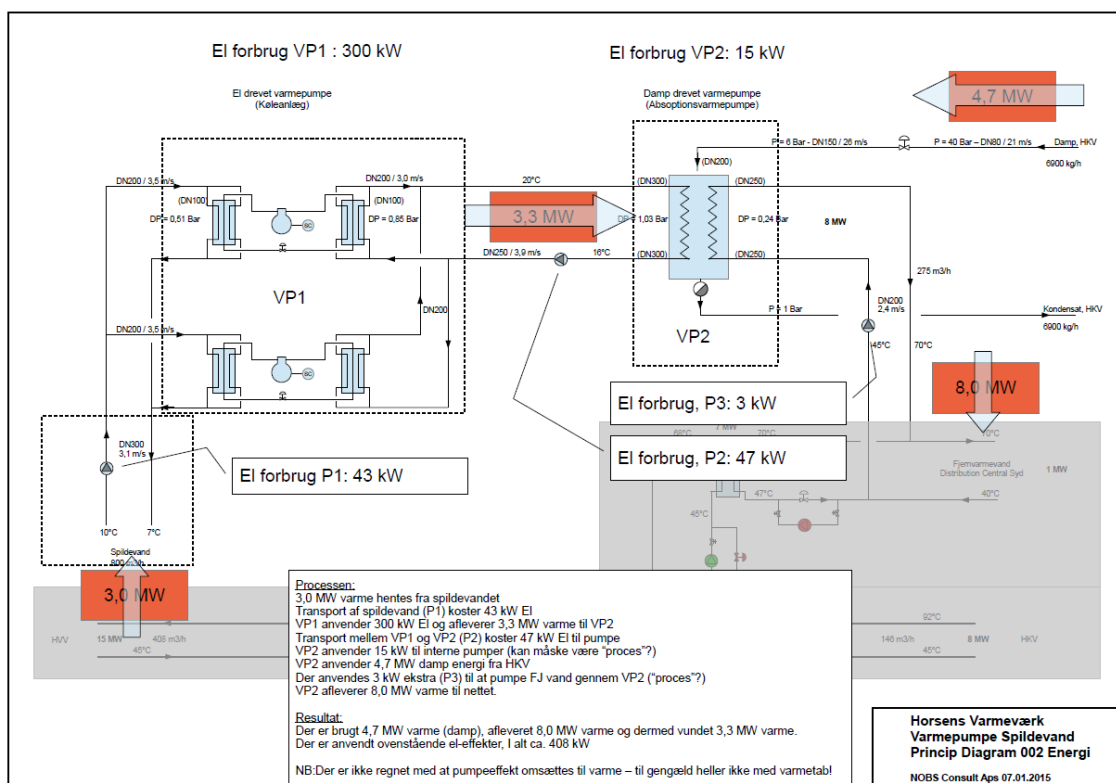
Figur 5: Modulløsning for eksempel 2. Tallene på figuren er temperaturer i °C. ET/CT = fordampnings-/kondenseringstemperatur.

Varmepumpens COP vil med denne løsning stige til 9,8.

5.4 Kombination af kompressorvarmepumpe og absorptionsvarmepumpe

En del fjernvarmeverker har adgang til røggasser eller damp ved så høje temperaturer (f.eks. 160 °C) at de kan drive en absorptionsvarmepumpe. Absorptionsvarmepumpen har imidlertid svært ved at udnytte de koldeste varmekilder. Derfor kan en kombination med en kompressor-drevet varmepumpe betyde, at disse varmekilder kan udnyttes.

Nedenstående eksempel, illustreret på Figur 6, viser en sådan kombination. En varmekilde på 10 °C køles til 7 °C ved hjælp af en kompressorvarmepumpe, som på den varme side opvarmer 16 °C til 20 °C. De 20 °C opvarmes til 70 °C ved hjælp af en absorptionsvarmepumpe.



Figur 6: Kompressorvarmepumpe kombineret med absorptionsvarmepumpe.

COP for kompressorvarmepumpen er beregnet til 11.

6 ØKONOMIEN

Eksemplerne er fra Fjernvarme Horsens, hvor der dels er varme fra affaldsforbrænding til dækning af grundlasten dels etableres en ny flisfyret varmecentral, hvor varmeproduktionsprisen er beregnet til 185 kr./MWh.

I eksemplet "Figur 3: Systemintegration 1" er den gennemsnitlige varmeproduktionspris, hvis der ikke betales PSO-afgift, beregnet i Tabel 1:

Marginal - Produktionskostpris:	
VP, Output, MW	2,225
COP EL, VP:	5,37
El forbrug Varmepumpe, kWh/h	414
El forbrug Pumper etc., kWh/h	50
Elforbrug i alt, kWh/h	464
El pris incl. afgifter, Kr/kWh	0,80
El omkostning, Kr/h	371
Øvrige variable driftsomk., Kr/h	25
Samlede var. driftsomkost. Kr/h	396
Samlede var. driftsomkost. Kr/MWh	178

Tabel 3: Varmeproduktionspris i eksemplet "Figur 3: Systemintegration 1".

Prisen er således lidt lavere end produktionsprisen fra flis kedlen. Men indregnes etableringsomkostningerne, hænger økonomien formentligt ikke sammen for Fjernvarme Horsens selv om der i nogle hundrede timer om året fortrænges varme fra naturgaskedler. Der er i regnestykket ikke indregnet vederlag til virksomheden. Der er heller ikke indregnet afgifter, da afgiften er 33 % af vederlaget.

7 BILAG

Præsentationer på workshop

**PlanEnergi – Styring, varmepumper og
industriel overskudsvarme
Varmekilder, teknik og økonomi**

FlexCities 2

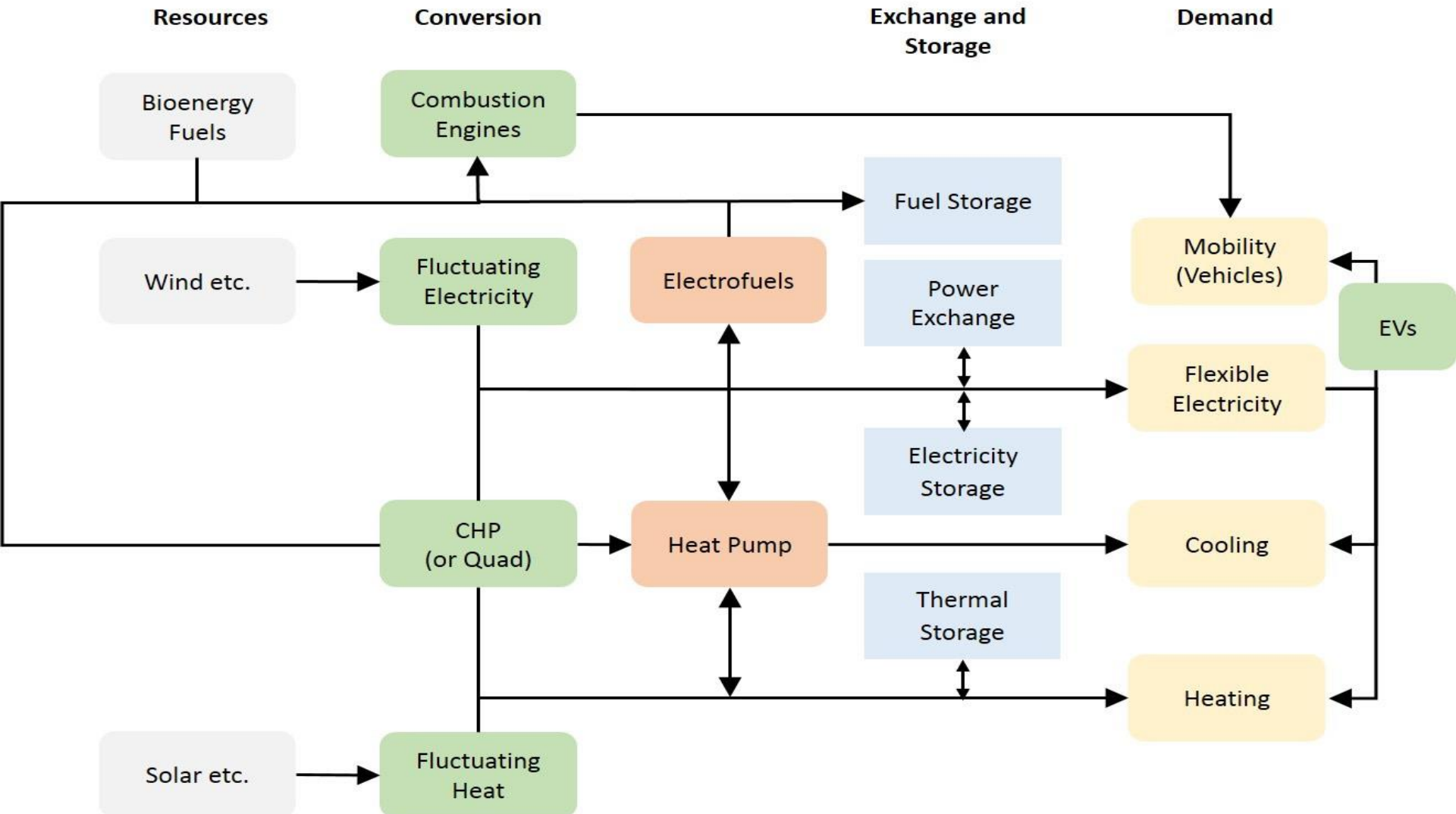
Styring, varmepumper og industriel overskudsvarme

Varmekilder, teknik og økonomi

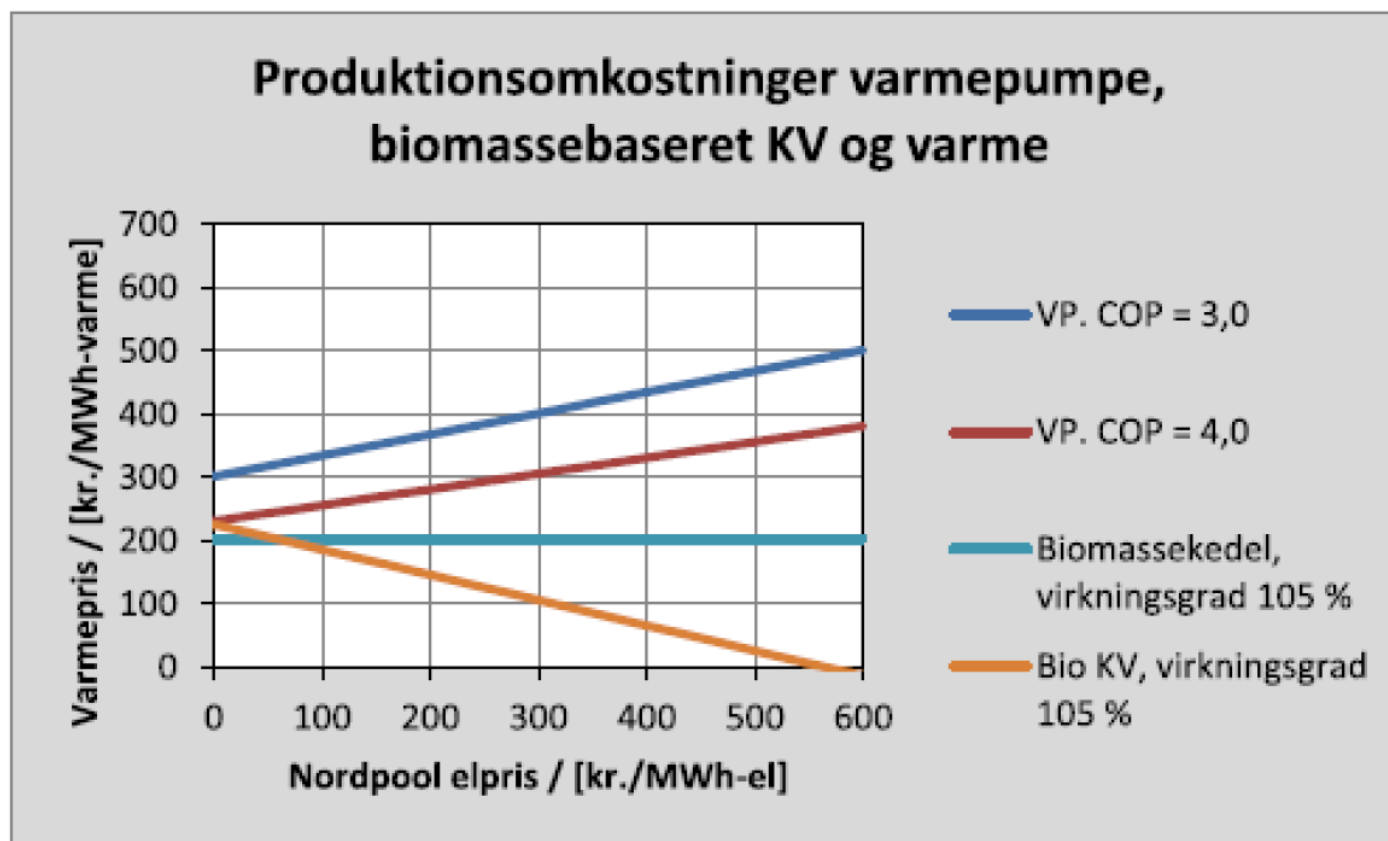
FlexCities 2 skal fokusere på

- **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 el-markedet
- **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 tages udgangspunkt i allerede fungerende styringssystemer for bl.a. VEKS, men tilføjes faciliteter, som optimerer fjernvarmesystemets produktionsenheder i forhold til elmarkedet.

Smarte Energisystemer (Kilde: Aalborg Universitet)



Drejebog for store varmepumper



Figur 6.3 – Variable produktionsomkostninger for varmepumpe i relation til biomasse varme og kraftvarme.

Små varmepumper?

- **Koster det dobbelte pr installeret kW**
- **Lavere COP ved samme temperaturforhold**
- **Varmepris over 20.000 kr/år for et standardhus (130 m², 18,1 MWh/år)**
- **Kan vanskeligt levere over 55 °C, så nogle bygninger skal efterisoleres samtidigt med installation af varmepumpen**
- **Kan ikke anvende overskudsvarme og rensset spildevand**
- **Begrænset regulérbarhed på grund af begrænset lagerkapacitet og begrænset effektoverskud**

Overskudsvarme i Horsens

Resultatoversigt Horsens. Ressourcer ud over allerede anvendt.

Interessant	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

Resultatoversigt Hedensted/Løsning – Ressourcer ud over allerede anvendt

Interessent	Effekt kW	Temperatur Frem – Retur °C	Mængde MWh/år	Tidsrum
Jacobsens Bakery	300	70-38	1.100	Hverdage
R2 Agro	Tørring Kornaffald	70-38	3.000	Hverdage
	800	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 ti-mer/år
UG Metal	?	75-35	2.000	Året rundt
Polyprint	400	75-35	1.200	Hverdage

VP: Varmepumpebaseret

**Tak
for opmærksomheden**

www.planenergi.dk

Fjernvarme Horsens – Innovative varmepumpe-løsninger

Implementering af fjernvarmevand

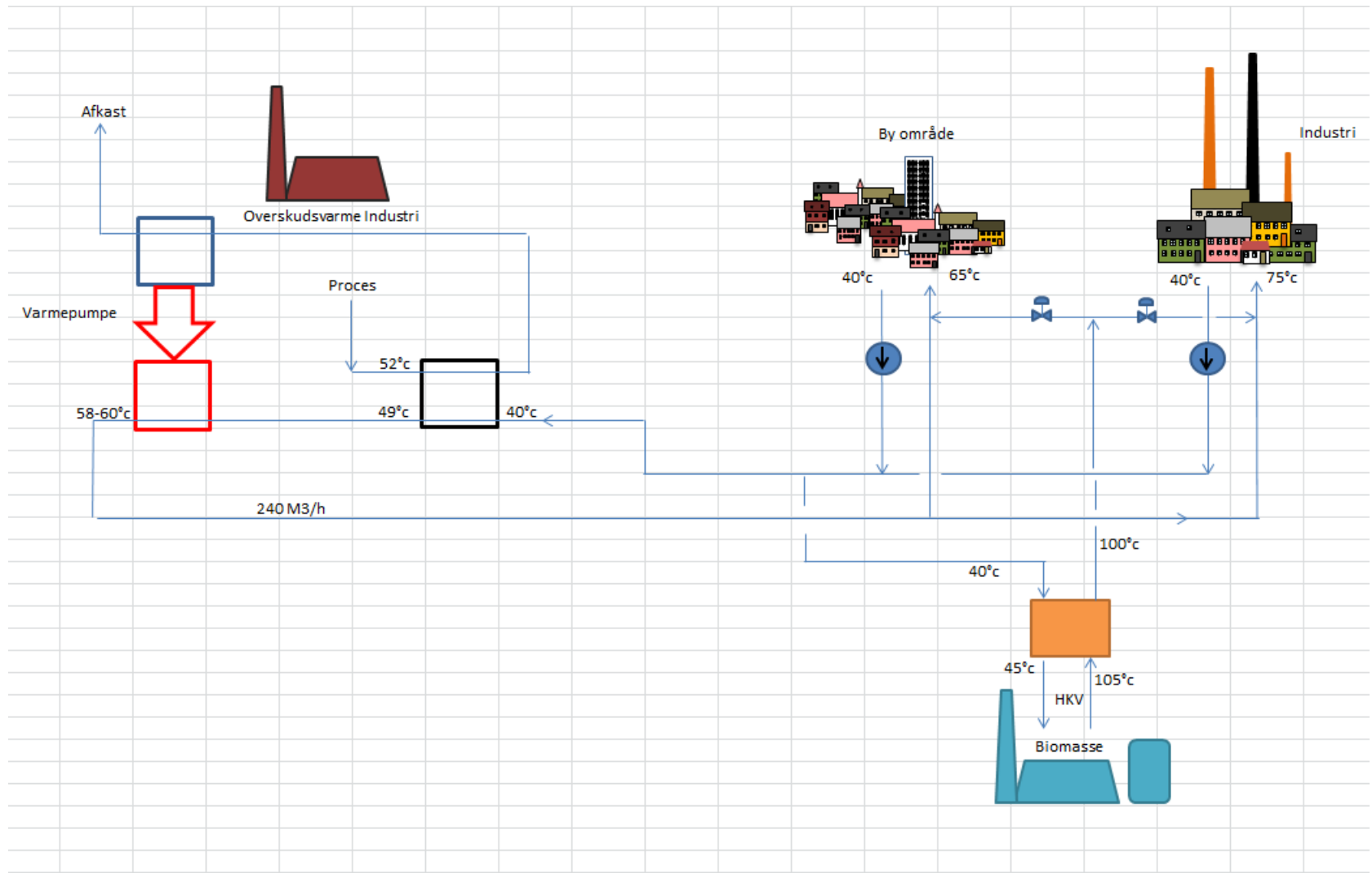
Innovative Varmepumpe-løsninger

Implementering af fjernvarmevand

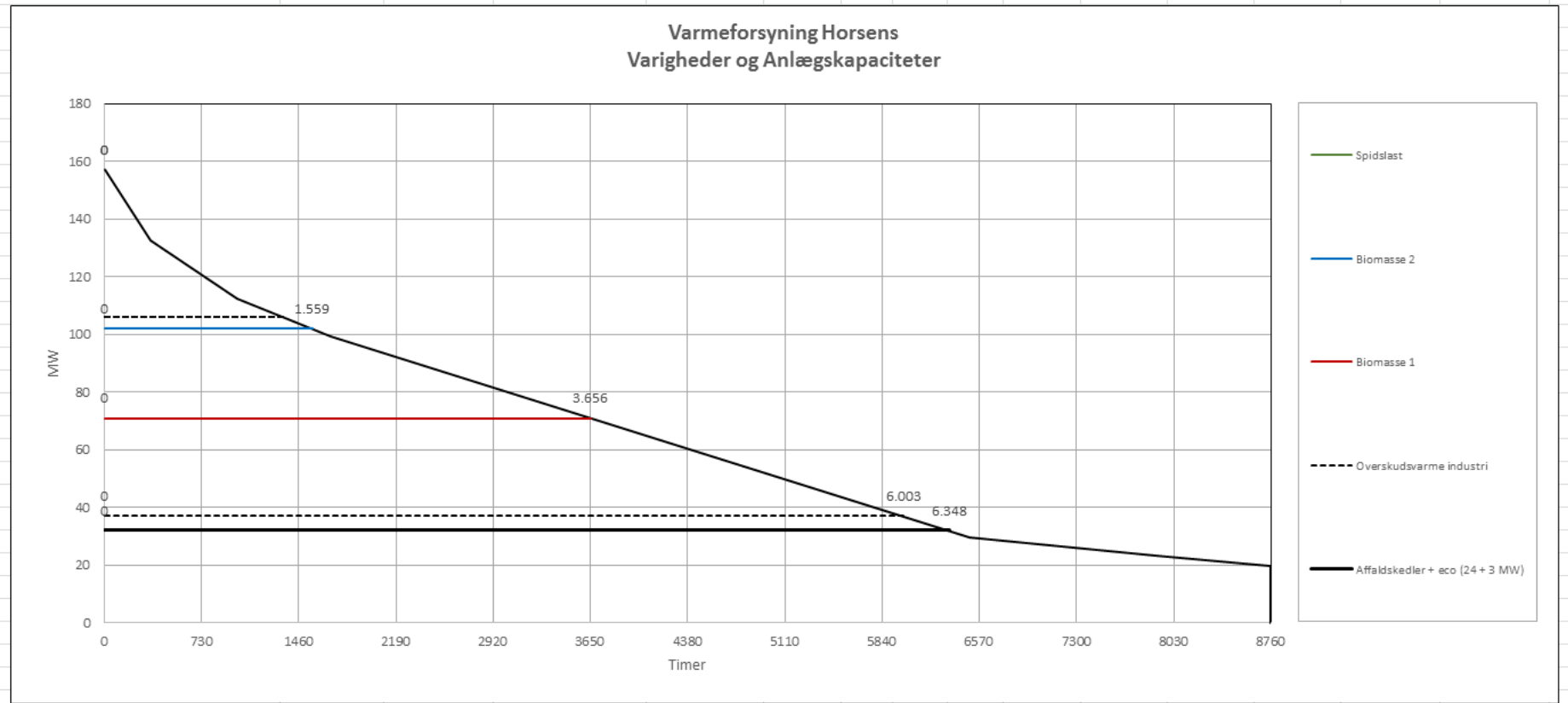
D.15.11.2016.

Torben Hansen, Fjernvarme Horsens

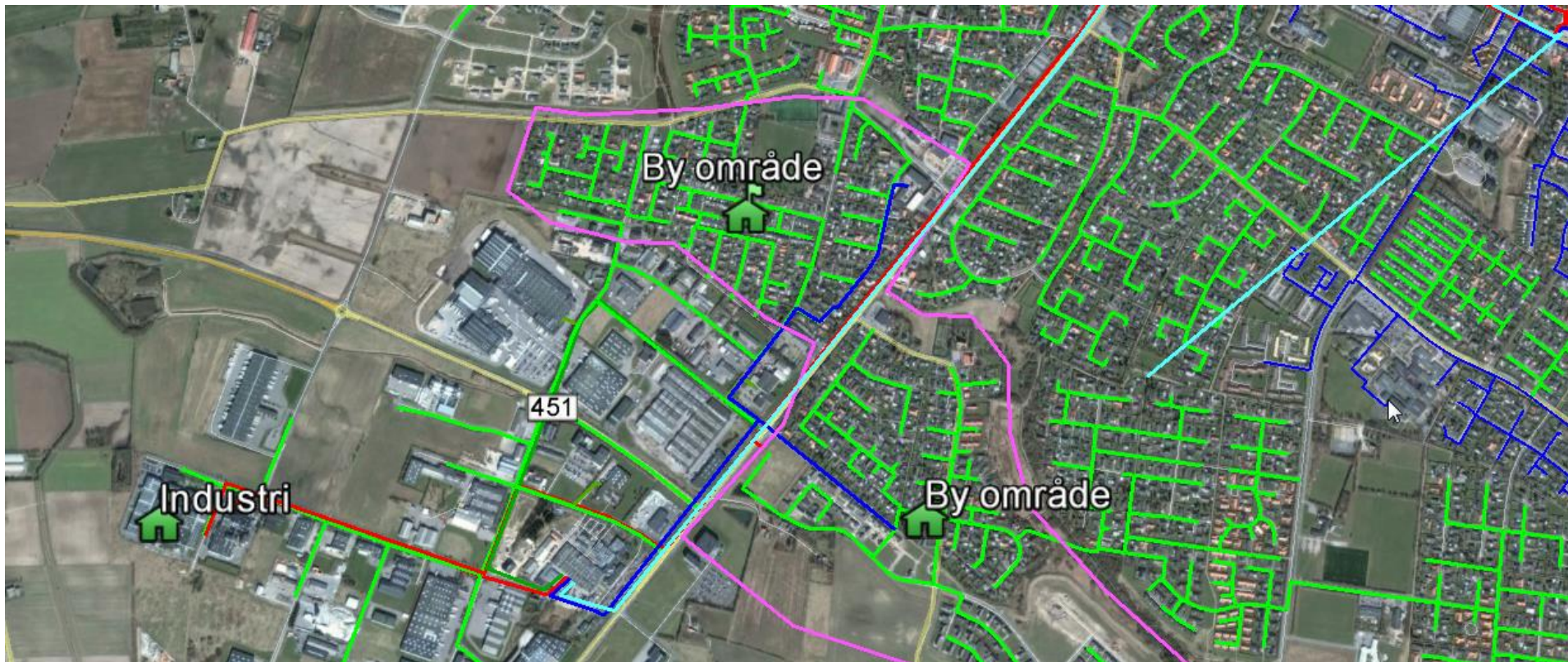
Overskudsvarme eksempel 1



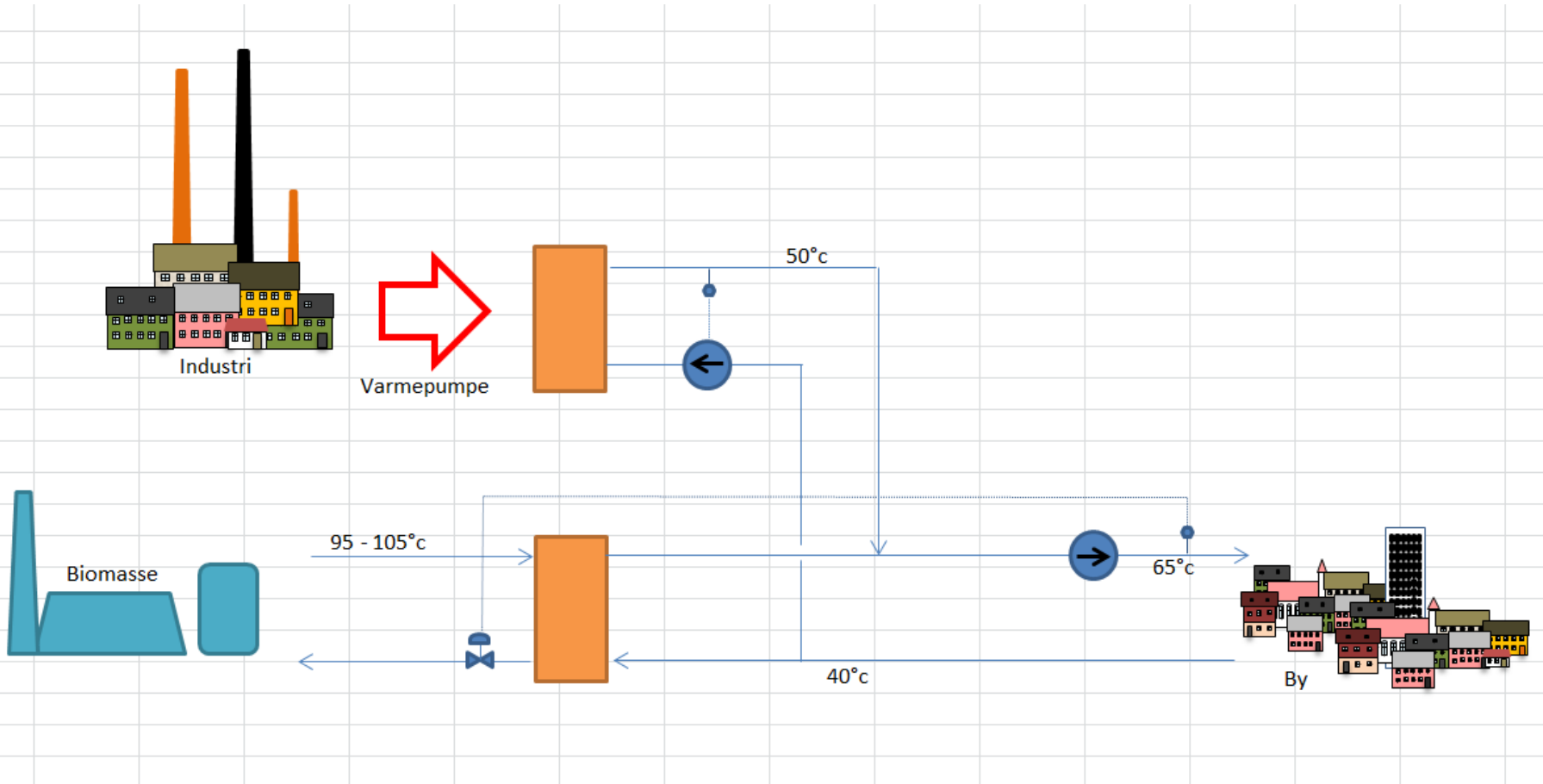
Overskudsvarme eksempel 1



Overskudsvarme eksempel 1



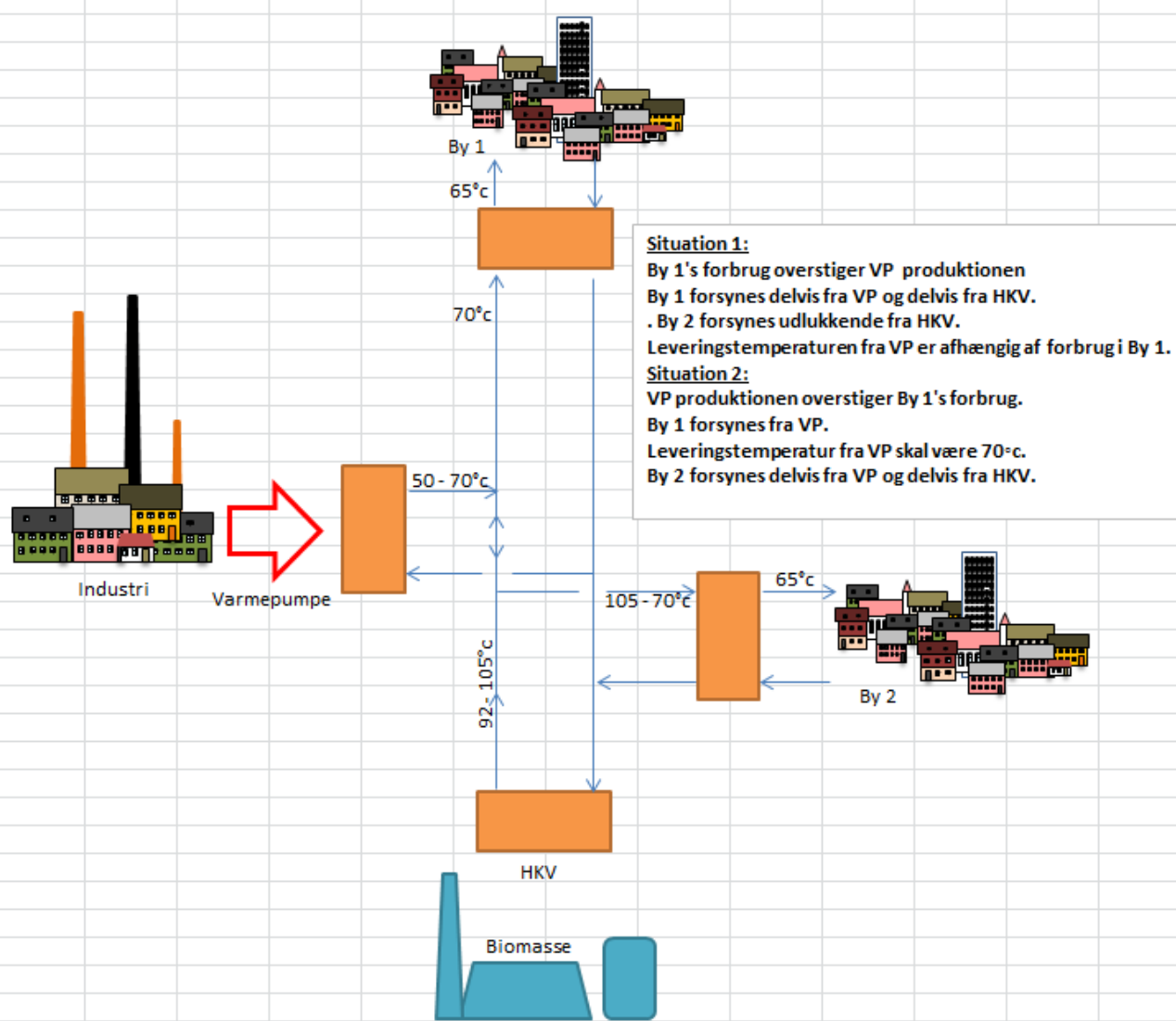
Overskudsvarme eksempel 2



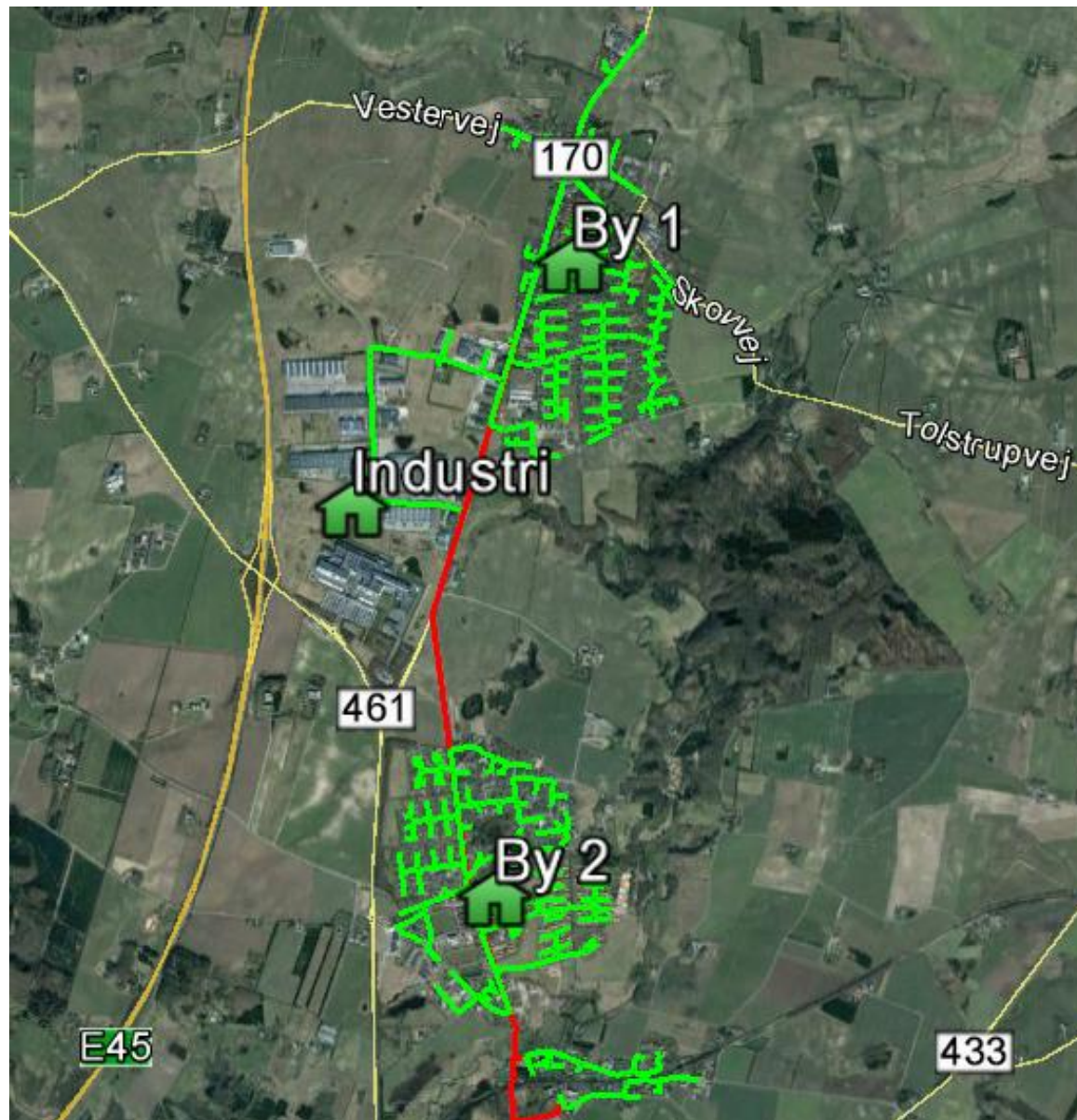
Overskudsvarme eksempel 2



Overskudsvarme eksempel 3



Overskudsvarme eksempel 3



NOBS Consult ApS - Innovative varmepumpe-løsninger

Innovative Varmepumpe-løsninger

ved Fjernvarme Horsens

**Niels Ole Sørensen
NOBS Consult Aps**

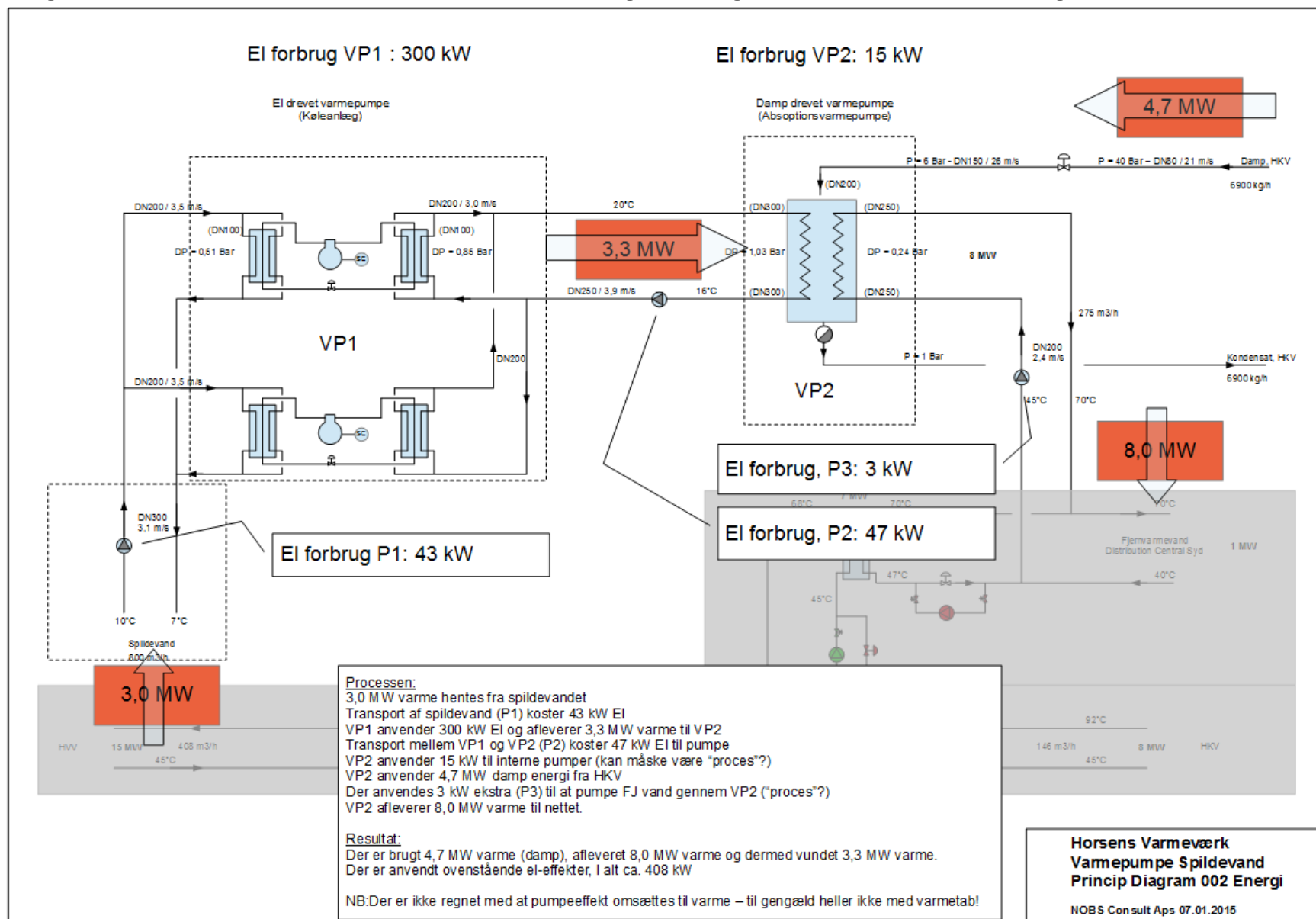
Varmepumper i Fjernvarme Horsens

- Ikke nødvendigvis innovative varmepumper – men innovative løsninger!
- Fjernvarme Horsens investerer i Bio-brændsel -> lav MWh-pris
- Marginal kostpris for bio-brændsel varme: 185 Kr./MWh
- Rentabel varmepumpe installation kræver COP over ca. 7
- Få interessante kilder for varmepumpe-drift i Horsens
- Forholdene kræver innovative løsninger for at udnytte varmepumper!
- Der skal tænkes og investeres på langsigtet perspektiv - mere end erhvervslivet normalt accepterer!

Horsens Vand – Varmepumpe med spildevand som kilde

- Projekt har tidligere været forsøgt realiseret med eldreven VP
- Varmepris blev for høj
 - COP for lav – desuden for høj investering og for få driftstimer pr. år
- Nyt forsøg med en combi-varmepumpe: El + Absorption
- Horsens Vand og HKV er naboer
- HKV producerer damp til fjernvarme
- Den el-drevne VP hæver blot temperaturen til det nødvendige for absorptions-VP'en
- Meget lavt el-forbrug => høj COP

Spildevand, Combi Varmepumpe: El + Absorption



COP VP1: 11

Invest: 25 mio. Kr.

Varmepris: 300 – 400 kr./MWh

Kan ikke konkurrere med
 biobrændsel! (185 kr./MWh)

For få driftstimer pr. år

Et godt eksempel

- 52 °C varmt vand fra et procesanlæg
- 5 MW installation til lokalt fjernvarmeforbrug
- Investering i ”infrastruktur” incl. procesudstyr, samt i selve varmepumpen
- Samlet investering kan ikke afskrives over kort tid basis 185 kr./MWh
- Opdeling af investeringen giver dog mulighed for at afskrive ”infrastruktur” over kort tid – bl.a. ved salg af energibesparelsen, mens varmepumpen afskrives over længere tid.
- Hvis varmeværket skal investere i varmepumpen, bør den være opbygget så fleksibel, at den kan anvendes andetsteds, hvis det gode eksempel f.eks. lukker!
- Opbygning i flere mindre selvstændige enheder vil være en fordel og gøre installationen relativ let at genanvende andre steder.

Total Spildvarme: 5,01 MW

Flow: 287 t/h 2,36 MW 2,65 MW

Proces 24 52 °C LMTD: 4,00 44,9 °C 37,0 °C 56

R717 kompressor HPC 108S VSD (el. lign.)

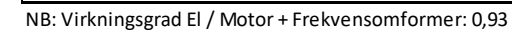
Varmepumpe COP_{VP}= 8,50 0,35 MW

57 40 °C 48,81 °C 60,0 °C 35 29

Fj Varme 230 t/h 3,00 MW

Total Fj Varme 5,36 MW
VP Power 0,35 MW
"COP" 15,18

Alt. 1C



Et godt eksempel

- Med biobrændsel og nuværende afgiftspolitik er det svært at finde økonomisk fornuftige varmepumpeprojekter
- Tænk i delt ejerskab: Varmeværket investerer f.eks. i selve varmepumpen, mens virksomheden med overskudsvarme investerer i infrastrukturen
- Jo lavere temperatur overskudsvarmen leveres ved – jo lavere vederlag og afgift!
- Tænk i høj COP, men også i genanvendelighed af varmepumpen
- Hold fremløbstemperaturen så lav som muligt aht. COP
- Opdeling af varmepumpen i flere enheder kan hæve COP og genbrugsværdien
- Tak for opmærksomheden!