



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Aalborg Universitet

Energibyen Frederikshavn

Møller, Bernd; Sperling, Karl

Publication date:
2010

Document Version
Tidlig version også kaldet pre-print

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Møller, B., & Sperling, K. (2010). Energibyen Frederikshavn: Potentiale for varmebesparelser og udvidelse af fjernvarmeområder. Institut for Samfundsudvikling og Planlægning, Aalborg Universitet.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- ? Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- ? You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- ? You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Energiby Frederikshavn

- Potentiale for varmebesparelser og udvidelse af fjernvarmeområder



Bernd Möller og Karl Sperling

Aalborg Universitet

Energibyen Frederikshavn
- Potentiale for varmebesparelser og udvidelse af fjernvarmeområder

© Bernd Möller og Karl Sperling

Oktober 2010

Udgiver:
Institut for Samfundsudvikling og Planlægning
Aalborg Universitet
Fibigerstræde 13
9220 Aalborg Ø

Forside: Vindmøller på Frederikshavn Havn

ISBN 978-87-91830-52-5

Introduktion

Dette notat beskriver kort et informationssystem til levering af dataudtræk og analyser om fremtidens fjernvarmeforsyning i form af et Varmeatlas for Energi byen Frederikshavn. Varmeatlasset bestemmer geografien i det beregnede varmekonsum til rumopvarmning og varmt vand samt besparelsespotentialer. Bygningernes opvarmningsform bestemmes samt den kollektive forsyningsform og forsynings teknologi i det område, hvor bygningerne ligger. Varmeatlasset er egnet til at gennemføre geografiske analyser af potentialer for at skifte forsyningsform (naturgas til fjernvarme), forsynings teknologi (fjernvarme til kraftvarme) eller brændsel (naturgas til biomasse) for ethvert givet område. Systemet kan desuden gøre overslag af omkostningerne for at etablere fjernvarmenet, afhængigt af den eksisterende forsyningsform, varmekonsumet i nærområdet, og afstanden til eksisterende fjernvarmesystemer. Potentialer for etableringen af nye fjernvarmeområder opgøres som det kumulative varmekonsum og de marginale omkostninger i form af en forsyningskurve. Forsyningskurven kan tolkes således at de specifikke omkostninger stiger med det udnyttede potentiale, hvilket kan bruges til at prioritere udgifterne efter devisen "mest fjernvarme for pengene"; eller også for at etablere en sammenhæng mellem investeringer i fjernvarme og fjernvarmepotentialet. Systemet er blevet udviklet i forbindelse med analyser på landsplan i projektet Varmeplan Danmark for DFF's F&U-konto. På lokalt plan vil der forekomme større beregningsusikkerheder.

BBR-udtræk

Varmeatlasset er baseret på et landsdækkende udtræk af Bygnings- og Boligregisteret (BBR) fra ultimo 2008, som beskriver hele den danske bygningsmasse efter fysiske egenskaber, administrative forhold og beliggenhed. Hver bygning er registreret med unikke adresseoplysninger bestående af kommunenummeret, vejkode, husnummer og eventuelt bogstav. Disse adresseoplysninger sammensættes til en tabel, som indeholder samtlige bygningsoplysninger for alle opvarmede bygninger i landet samt et koordinatpar til geografisk placering i forhold til varmeplanlægningen. Hver bygning har fået tilknyttet en energitype, bestående af informationer om bygningens opførelsesperiode og anvendelsestype, til brug i forbindelse med varmekonsummodellen. Der bruges 7 forskellige opførelsesperioder og 25 forskellige slags anvendelsestyper.

Varmekonsummodellen

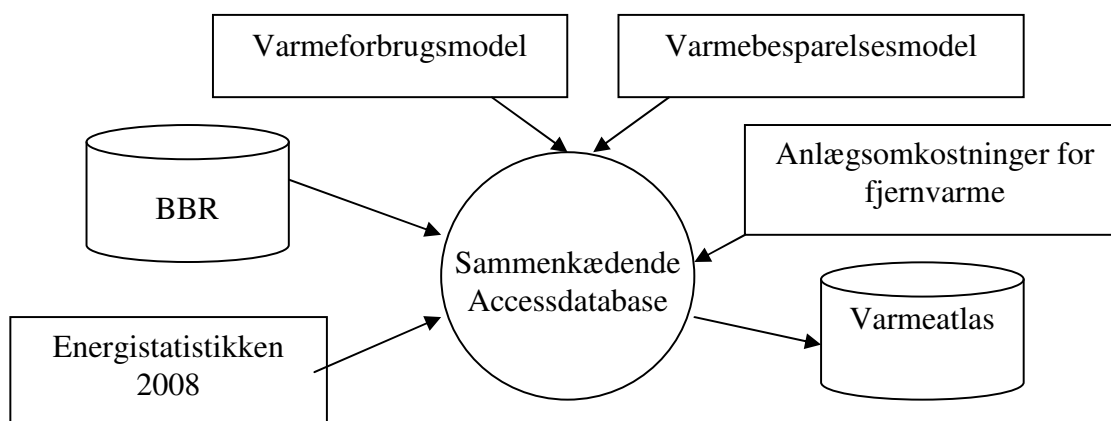
Varmekonsummodellen er baseret på en model, som er blevet udviklet af Kim Wittchen ved SBI og dokumenteret i Wittchen (2004) og Wittchen og Aggersholm (2009). Modellen er oprindeligt blevet udviklet til at beregne potentialer for varmebesparelser i summen af den danske bygningsmasse, men er blevet modificeret til at kunne beregne varmekonsumet i hver enkelt bygning.

Modellen nyttiggør oplysninger fra energitæstter for den eksisterende bygningsmasse, hvilke supplerer BBR med en række oplysninger, som ikke findes i registeret. Dette omfatter primært beboernes adfærd, samt renoveringer og forandringer som ikke registreres, såvel som regionale forskelle i bygningsmassen.

Da SBI-modellen kun omfatter boligsektoren, måtte en gammel model bygget af Kenneth Karlsson og Rikke Nærå ved DTU i 1996-1998 genbruges for beregningen af varmekonsumet i handel, service, industri og landbrug. Modellens tal blev justeret til 2008 gennem interpolation af modellens oprindelige årstal fra 1995 til 2015 i modellens basis-scenarier.

Den endelige model resulterer i en specifik varmeforbrugsværdi [kWh/m²/år] bestående af opvarmningsbehovet og varmtvandsforbruget. Dermed er der tale om bygningernes nettoopvarmningsbehov. Mulige besparelser i bygningssektoren er blevet specificeret i procenttal og specifikke omkostninger på landsplan i Wittchen og Aggerholm (2009). De er blevet konkretiseret for bygningsmassen på bygningsniveau i form af et 20%- besparelæsscenarie, hvor 20 % af bygningens nettoopvarmningsbehov kan spares efter forskellige former for efterisole- ring er blevet gennemført.

Netto-varmeforbruget fra Energistatistikken 2008 blev brugt til validering af energiatlasset beregnede varmeforbrug i bygningerne. Valideringen gik på tværs af forbrugertyper og brændslerne til opvarmning. Varmeforbrugsmodellen for hele landet er blevet valideret på landsplan og for Vestforbrændingens forsyningsområde, se Bilagsrapporten til Varmeplan Danmark. Heri redegøres der også for de fejl, BBR har. Specielt i boligsektoren er det at bemærke at oliefyr og elvarme overvurderes mens fastbrændselsfyr (halm, træpiller) undervur- deres, hvis BBR-oplysninger anvendes, mens naturgas- og fjernvarmeforsyning stemmer bed- re overens med det i statistikken angivne forbrug. Fjernvarmeopvarmning har den bedste overensstemmelse med energistatistikken, mens tallene for naturgas er lidt dårligere. Især i parcelhusområder er opvarmningsbehovet for naturgasfyrede bygninger blevet overvurderet. Dette kan enten skyldes at BBR ikke er opdateret, eller at brænde erstatter en del af naturgas- forbruget.



Figur 1: Skematisk overblik over, hvordan BBR, varmeforbrugsmodel, varmebesparellesmodel og Energistatistikken 2008 leverer data til en Access-database, hvor det specifikke varmeforbrug for en række bygningstyper beregnes og videregives til et Varmeatlas til geografiske analyser af varmeforbruget og energisystemet.

En geografisk database over varmeplanlægningen

Naturgas Midtnord (nu HNM Naturgas I/S) ejer og vedligeholder en geografisk database af områder forsynet med naturgas og fjernvarme for Nord- og Midtjylland. Denne database kortlægger, hvilke områder får den ene eller anden form for kollektiv varmforsyning.

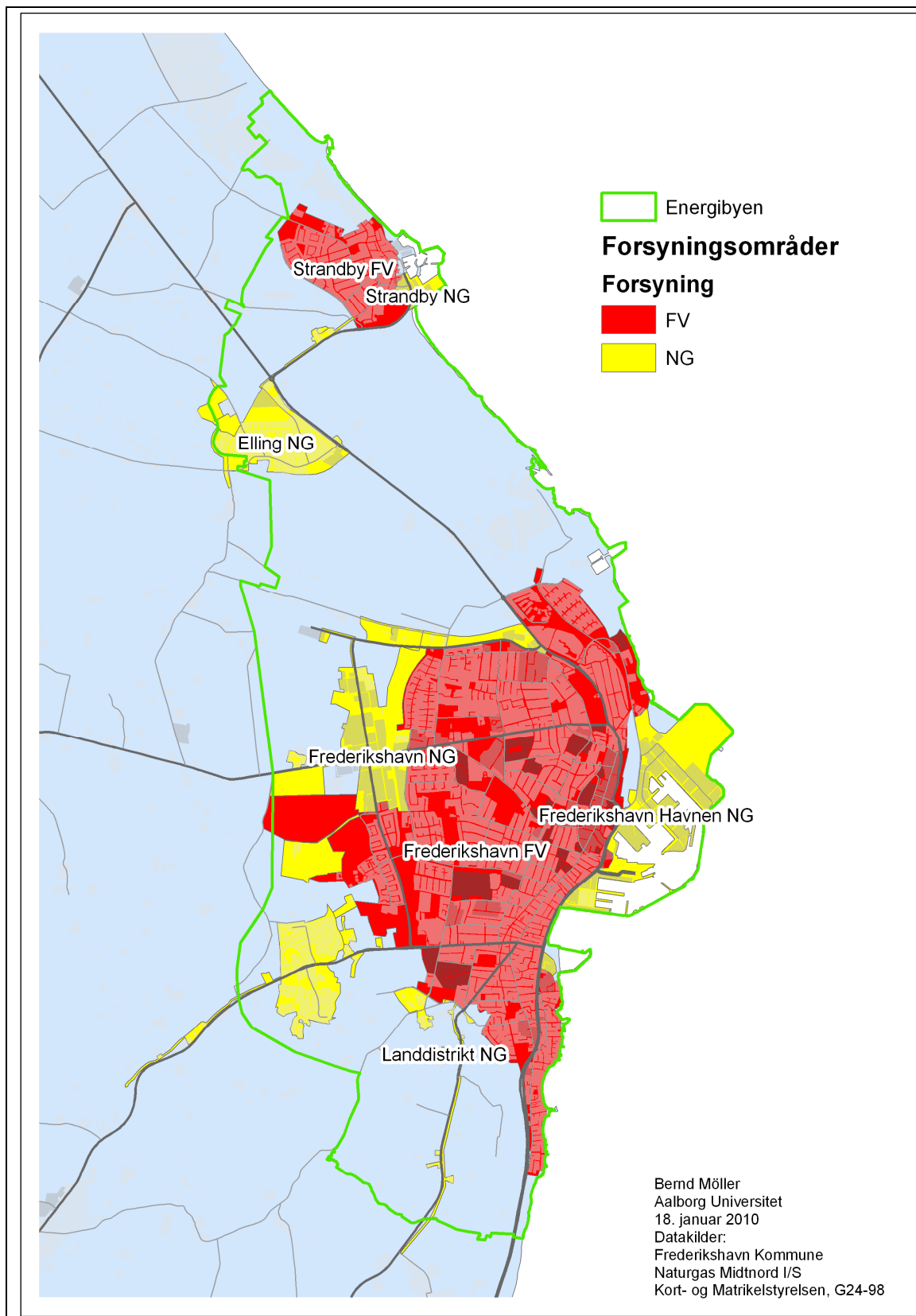
Der findes og fandtes andre former for geografiske databaser over varmforsyningen. Energi styrelsens Energidata er en geografisk database over Danmarks energisystem. Den del af Energidata, som beskriver varmforsyningen, er desværre ikke længere offentligt tilgængeligt da væsentlige dele af den er i de seneste år ikke blevet opdateret.

Energidata er oprindeligt blevet bygget op af kommunale varmeplaner, som kommunerne skulle indberette til Energi styrelsen. I mange kommuner er varmeplanlægningen imidlertid blevet underprioriteret, og der har ikke været den planlagte udveksling af plandata nedefra og op, og da slet ikke siden liberaliseringen af energimarkederne.

Figur 2 viser et kort over varmeplanlægningen i Frederikshavn kommune, baseret på HNM Naturgas' data.

Krydstabulering af varmeforbruget efter opvarmningsform og forsyningsform

Efter at nettopvarmningsbehov, opvarmningsform og forsyningsform plus en række andre oplysninger er kendte for hver bygning, kan der gennemføres krydstabuleringer af denne database. Tabel 1 viser nettoopvarmningsbehovet (klimakorrigeret og beregnet for år 2008) fordelt på opvarmningsform og energidistrikter.



Figur 2: Kort over Energiby Frederikshavns forsyning med naturgas og fjernvarme.

Forsyningsområde	Elvarme	Olie etc	Naturgas	Fjernvarme	Andet	Sum
Elling NG	607	2.278	7.722	128	292	11.027
Frederikshavn FV	3.293	28.322	6.410	194.202	8.231	240.458
Frederikshavn Havnen NG	874	2.331	4.223	3.241	8.195	18.865
Frederikshavn NG	1.012	4.856	13.897	589	5.296	25.650
Landdistrikt NG	-	26	191	-	2.137	2.354
Landdistrikter	2.432	3.496	-	1.797	2.858	10.583
Strandby FV	861	2.168	-	16.160	339	19.527
Strandby NG	15	294	310	42	535	1.195
Hovedtotal	9.094	43.772	32.753	216.157	27.882	329.659

Tabel 1: Nettoopvarmningsbehov i Energibyen Frederikshavn (klimakorrigeret og beregnet for år 2008) fordelt på opvarmningsform og energidistrikter.

En del bygninger er blevet registreret i BBR som havende ingen opvarmning og ingen varmeinstallation. Her er der ofte tale om fejl i BBR. Som tabel 2 viser, så hører langt de fleste af disse bygninger til gruppen af bygninger med uregelmæssig eller kun delvis opvarmning. Desuden er der et mindre antal fritidshuse med meget lille beregnet varmebehov. I alt er der et nettoopvarmningsbehov på 13.512 MWh, som ikke kan tilordnes en specifik opvarmningsform og varmeinstallation.

Anvendelse	Antal	Sum opvarmningsbehov [MWh/år]
Transport- eller garageanlæg	175	3.484
Kontor, handel, lager, off. adm.	162	3.326
Fabrikker, værksteder o.l.	108	2.599
Anden bygning til produktion	116	1.370
Undervisning, forskning o.l.	32	660
El-, gas-, vand- og varmekærker	69	596
Uspecificeret institution	36	335
Bibliotek, kirke, museum o.l.	13	260
Uspec. transport og handel	19	256
Hotel, restauration, frisør o	13	231
Kolonihavehuse	278	153
Idrætshaller, klubhuse	4	87
Uspecificeret fritidsformål	107	83
Sommerhuse	19	33
Hospital, sygehus o.l.	1	11
Uspecificeret ferieformål	1	10
Række-, kæde- og dobbelthuse	1	9
Anden helårsbeboelse	2	8

Tabel 2: Statistik over bygninger uden registreret opvarmning.

Fra Varmeatlas til Referencen for 2008

For at skabe et grundlag til beregningerne i scenarieplanen, og for at tage højde for mindre fejlkilder i varmeetlasset justeres varmemeforbrugsmodellen i forhold til følgende punkter:

- 1) Bygninger som er registreret som havende ingen opvarmning og ingen varmeinstallation (jf. Tabel 2)
- 2) Bygninger fra BBR, hvor opvarmningsform og varmeinstallation ikke er registreret
- 3) Bygninger under "Anden opvarmning"
- 4) Flådestationen
- 5) Andelen af biomasse ift. konverterede oliefyr og "fast brændsel"
- 6) Varmepumper

I punkterne 1)-3) justeres der hovedsageligt opvarmningsbehovet, som ligger under "Andet", jf. Tabel 1. Nedenstående tabel viser hvad denne kategori består af.

Andet	MWh/år
Ingen opvarmning/varmeinstallation	13.512
Ikke registreret i BBR	12.227
Fast brændsel og halm	1.435
Anden opvarmning	708
Sum	27.882

Tabel 3: Sammensætning af kategorien "Andet", som vist i Tabel 1.

I det følgende redegøres der mere detaljeret for fremgangsmåden i de enkelte justeringer.

1) Bygninger uden varmeinstallation og opvarmning

Ifølge Varmeatlasset (se Tabel 2) findes der i Energibyen Frederikshavn i alt 1156 bygninger med et nettoopvarmningsbehov på 13.512 MWh, som er registreret uden varmeinstallation og opvarmningsform. Dette kan skyldes en fejl i BBR, og der antages her, at en del af disse bygninger heller ikke har et opvarmningsbehov. Disse bygninger ville typisk være produktions- eller industribygninger, samt kolonihavehuse eller lignende. Deres nettoopvarmningsbehov svarer til i alt 12.203 MWh, som bliver sat til 0 og trukket fra det samlede nettoopvarmningsbehov i Energibyen Frederikshavn. De resterende bygninger er boliger eller kontor-/institutionsbygninger, og der antages her, at disse bygninger har et opvarmningsbehov, svarende til de resterende 1.309 MWh. Dette opvarmningsbehov fordeles blandt de eksisterende varmeinstallationer og opvarmningsformer i forhold til fordelingen i de enkelte forsyningsområder, hvor bygningerne befinder sig i.

2) Ikke registrerede bygninger

Ifølge Varmeatlasset findes der 154 bygninger i Energibyen, uden at disse bygningernes varmeinstallation og opvarmningsform er registreret i BBR. Nettoopvarmningsbehovet i disse bygninger svarer til i alt 12.227 MWh. En lille del er boliger eller kontor-/institutionsbygninger og får derfor tildelt varmeinstallationer og opvarmningsformer efter samme princip som nævnt ovenfor. Størstedelen af de ikke registrerede bygninger er derimod anført som "uspecificeret institution" med et nettoopvarmningsbehov svarende til 10.985 MWh. Her drejer det sig hovedsageligt om 4 områder: Flådestationen, Flådedepot Fylleledet, Søværnets Sergent- og Grundskole (SSG) og Bangsbo Museum. Ifølge Anne Dorthe Iversen og HNM Naturgas, opvarmes både Flådedepotet, SSG og Bangsbo Museum med naturgas. Disse bygninger bliver derfor indordnet under kategorien "Naturgas".

3) Flådestationen

Blandt de bygninger i Varmeatlasset, som er registreret uden BBR koder til opvarmning og varmeinstallation, hører Flådestationen med et nettoopvarmningsbehov på 5.017 MWh. Bygningerne ligger i den sydlige del af forsyningsområdet "Frederikshavn Havnen NG" (jf. Figur 2). Ifølge Anne Dorthe Iversen har Flådestationen et eget naturgasfyret blokvarmeanlæg og varmenet. I denne sammenhæng tilføjes der en ny opvarmningskode ("Mindre fjernvarmenet") til Varmeatlasset.

4) Bygninger under "Anden opvarmning"

Under kategorien "Anden opvarmning" sammenfattes der de bygninger, som viser en speciel kombination af opvarmnings-/varmeinstallationskoder, og som derfor ikke kan placeres i de eksisterende kategorier. Deres samlede nettoopvarmningsbehov er 1.019 MWh. En del af disse bygninger er sandsynligvis fejlregistreringer og er kommet med under "Olie etc.", "Naturgas" eller "Elvarme", jf. Tabel 1. De nuværende 1.019 MWh er dermed summen af disse fejlregistreringer og de 708 MWh i Tabel 3. Denne kategori medtages i referencen, men lægges om til fjernvarme eller anden VE i scenarierne.

5) Andelen af biomasse

Der estimeres andelen af konverterede oliefyr, som fyrer med biomasse (træpiller etc.) i kategorien "Olie etc." (Tabel 1). Ifølge oplysningerne fra skorstensfejermester Walther Hansen findes der 2241 oliefyr i den gamle Frederikshavn Kommune. Sammenholdt med de 2879 registrerede oliefyr i Varmeatlasset i samme område, resulterer dette i, at omkring 22% af disse sandsynligvis fyrer med biomasse. Dette gennemsnit anvendes tilsvarende på Energibyens område. Dertil kommer biomasseandelen under "Fast brændsel". Her skønnes der at ca. halvdelen fyrer med biomasse (brænde etc.). Den anden halvdel fyrer med kul, koks etc..

6) Varmepumper

Under "Elvarme" i Tabel 1 er der sammenfattet bygninger som bruger elovne/elpaneler og bygninger som bruger varmepumper til opvarmning. I referencen skelnes der mellem disse to kategorier.

Tabel 4 giver et overblik over det justerede nettoopvarmningsbehov i Energiby Frederikshavns forsyningsområder fordelt på opvarmningsform. Det kan ses at det samlede varmebehov grundet de udførte justeringer er 12 GWh lavere end i Tabel 1. Ved hjælp af bygningernes anvendelseskoder i BBR kan der foretages en sektorinddeling af varmebehovet. Ifølge denne udgør varmebehovet i beboelsesbygninger omkring 204 GWh og 86 GWh i handels- og servicebygninger. Industrien står for 23 GWh, mens ferie- og fritidsbygninger har et samlet varmebehov på 4 GWh.

MWh/år	Elling NG	Frede- rikshavn FV	Frede- rikshavn Havnen NG	Frede- rikshavn NG	Landdi- strikt NG	Landdi- strikker	Strandby FV	Strandby NG	Sum
Elvarme total	525	2.027	781	746	0	2.414	705	15	7.286
Varme- pumper	82	1.220	93	403	0	96	163	0	2.057
Olie etc.	1.777	22.594	1.818	3.925	23	3.152	1.747	229	35.266
Biomasse	541	6.713	513	1.124	7	1.133	524	152	10.707
Kul, koks etc.	40	340	0	17	0	237	32	10	675
Naturgas	7.608	7.048	4.223	17.091	2.309	153	0	243	38.675
Fjernvar- me	128	194.793	3.241	589	0	1.797	16.160	42	216.749
Mindre fjernvarme	0	0	5.018	0	0	0	0	0	5.018
Anden op- varmning	128	241	326	169	0	73	15	67	1.019
Sum	10.829	235.049	16.013	24.063	2.340	9.055	19.345	758	317.452

Tabel 4: Justeret nettoopvarmningsbehov (MWh/år) i Energibyen Frederikshavn, svarende til referencesituationen i 2008.

Der skal bemærkes, at det registrerede fjernvarmebehov uden for fjernvarmeområderne (især i Elling NG og Landdistrikter) i Tabel 4 kan enten skyldes en unøjagtig områdeinddeling eller en fejlregistrering af bygningernes varmeinstallation. Disse bygninger ligger typisk tæt på grænsen til et eksisterende fjernvarmeområde.

Potentiale for varmebesparelser

Ved hjælp af Varmeatlasset for Energibyen Frederikshavn er det muligt at beskrive den alders- og arealmæssige fordeling af bygningsmassen. Tabel 5 giver et overblik over sammensætningen af bygningsmassen i Energibyen Frederikshavn. Ifølge tabellen er ca. 60% af bygningerne opført inden 1970 – dvs. inden den første oliekrise. Opvarmningsbehovet pr. kvadratmeter i disse bygninger er næsten dobbelt så højt som i bygninger opført efter 1970. Det fremgår desuden, at historiske bygninger fra før 1800 kun bidrager i meget begrænset omfang til det samlede opvarmningsbehov.

Opført	Areal [m ²]	Opvarmningsbehov [GWh]	Areal [%]	Opvarmningsbehov [%]	Spec. Opv.behov [kWh/m ²]
Før 1800	7.583	1	0,3	0,4	170
1800-1900	129.061	21	4,9	6,7	166
1901-1930	152.519	25	5,8	7,8	162
1931-1950	189.432	31	7,1	9,9	166
1951-1970	826.298	118	31,2	37,1	142
1971-1990	992.172	97	37,4	30,6	98
1991-2009	352.490	24	13,3	7,5	68
Samlet	2.649.555	317	-	-	120

Tabel 5: Bygningsmassens alders- og arealmæssige sammensætning i Energibyen Frederikshavn.

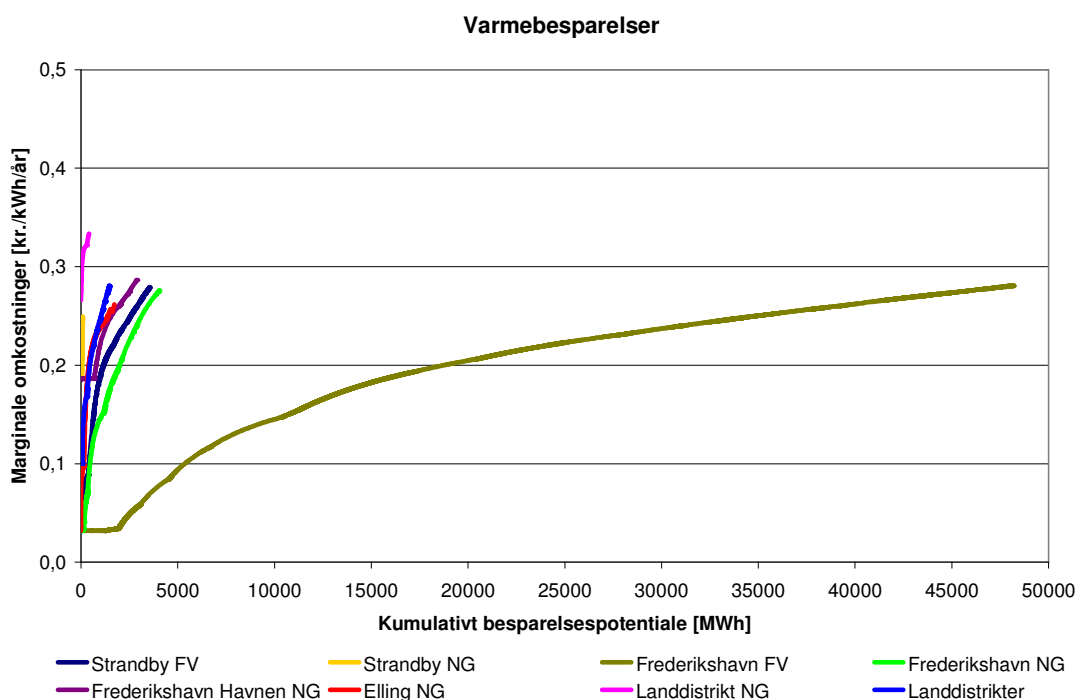
Potentialet for fremtidige varmebesparelser er blevet vurderet på basis af oplysningerne om bygningsmassens sammensætning og den seneste opgørelse over varmebesparelspotentialet i eksisterende bygninger fra SBI (Wittchen 2009). Af rapportens tre scenarier er scenarie 1 blevet valgt, hvor der antages, at en stor del af de bygninger med det højeste specifikke varmetab efterisoleres til en højere isoleringsstandard. Rapporten tager udgangspunkt i energibesparende tiltag, som har en tilbagebetalingstid på under 25 år og på landsplan ville der kunne opnås varmebesparelser på 23 % i forhold til de nuværende varmebehov. Ved gennemførelse af forbedringer i bygningernes tekniske installationer ville der kunne opnås ca. 10% point yderligere besparelser. Disse er imidlertid ikke taget med i denne vurdering. Der er derfor tale om en forholdsvis konservativ vurdering af besparelspotentialet. Af Tabel 6 fremgår det, at det gennemsnitlige besparelspotentiale for Energibyen Frederikshavn er 20 %, hvilket er lidt lavere end landsgennemsnittet. Dette skyldes bygningsmassens sammensætning, som også afviger lidt fra landsgennemsnittet. Desuden fremgår det af tabellen, at besparelspotentialet kun svinger minimalt mellem forsyningsområderne, hvilket hænger sammen med bygningsmassens forholdsvis jævne fordeling. De største afvigelser er der mellem Elling, hvor gennemsnitsåret for opførelsen af bygningerne er 1970, og Landdistrikt NG og Frederikshavn FV, hvor gennemsnitsåret for opførelsen er 1956.

Forsynings- område	Forsyning	Antal opvarmede bygninger	Nettopvarmnings- behov [MWh/år]	Nettopvarmnings- behov, efterbesparelser [MWh/år]	Besparelser [%]
Elling NG	NG	506	10.829	9.099	16%
Frederikshavn FV	FV	7.527	235.049	186.865	20%
Frederikshavn Havnen NG	NG	176	16.013	13.124	18%
Frederikshavn NG	NG	583	24.063	20.010	17%
Landdistrikt NG	NG	19	2.340	1.925	18%
Landdistrikter	Ingen	620	9.055	7.583	16%
Strandby FV	FV	940	19.345	15.802	18%
Strandby NG	NG	19	758	656	13%
Sum/gns.		10.390	317.452	255.066	20%

Tabel 6: Fordeling af det nuværende nettopvarmningsbehov og besparelspotentialt på Energibyens forsyningsområder.

Omkostninger for varmebesparelser

Omkostningerne ved gennemførelse af de ovennævnte besparelser er blevet vurderet på basis af SBI rapporten (Wittchen 2009). Der tages udgangspunkt i de marginale omkostninger, dvs. de ekstra udgifter forbundet med en reduktion af varmebehovet med 20 %, når der alligevel skal gennemføres en bygningsrenovering. Ved hjælp af disse marginale omkostninger for energirenovering er det muligt at beregne besparelsesomkostningerne for hver enkelt bygning i Energiby. Derefter kan der tegnes omkostningskurver ift. varmbesparelspotentialt i de enkelte forsyningsområder, se Figur 3.



Figur 3: Omkostningskurver for varmebesparelser i Energibyens bygninger fordelt på forsyningsområder. De marginale omkostninger er opgjort som årlige marginale omkostninger ved en rente på 6 % og en levetid for de gennemførte forbedringer på 25 år.

Som det fremgår af Figur 3 og Tabel 7, er potentialet for varmebesparelser størst i Frederikshavns Fjernvarmeforsynings (FV) område. Dette skyldes, at varmebehovet i Frederikshavn FV udgør 74 % af hele Energibyens varmebehov. Ud af det samlede besparelspotentiale på 62 GWh, ligger der 48 GWh i Frederikshavn FV, hvilket svarer til 77 %. Samtidig kan det ses, at de marginale omkostninger per sparet kWh stiger betydeligt mindre i Frederikshavn FV og at potentialet derfor har en bedre økonomi end i de mindre områder. De samlede omkostninger for at gennemføre varmebesparelserne i alle bygninger i Energibyen Frederikshavn er 223 mio. kr. (=ekstraomkostninger til forbedring af bygningens energimæssige ydeevne i sammenhæng med en bygningsrenovering). Besparelspotentialet i bygninger opført efter 1998 er mindre per bygning og er ikke taget med i ovennævnte betragtning. I alt ville der i disse 566 bygninger yderligere kunne spares omkring 2 GWh, og på basis af de gennemsnitlige isoleringsomkostninger for de øvrige bygninger skønnes der her, at investeringen ville være i størrelsesorden 7,5 mio. kr.. Desuden antages der, at besparelserne gennemføres ved efterisolering bygning for bygning og ikke som gradvise forbedringer i individuelle bygninger. Siden ovennævnte besparelsscenarie ifølge SBI rapporten ikke er det mest omfattende, kunne der imidlertid også tænkes, at reduktionen af varmebehovet med de 20 % sker ved mere gennemgribende renoveringer i færre bygninger.

Potentiale for omlægning til fjernvarme

I forhold til situationen i 2008 undersøges der 3 scenarier for udvidelsen af fjernvarme i Energibyen Frederikshavn:

- 1) En del ikke-fjernvarmeforsynede bygninger inden for eksisterende fjernvarmeområder lægges om til fjernvarme. Dette gælder både områderne "Frederikshavn FV" og "Strandby FV", og forsyningsformerne "elvarme", "olie etc.", "kul, koks etc.", "naturgas" og "anden opvarmning" (jf. Tabel 4). Forsyningsformerne "varmepumpe" og "biomasse" bibeholdes uændret.
- 2) Omlægning af naturgasområderne i Energibyen Frederikshavn til fjernvarme. Dette gælder både naturgas-forsynede bygninger og alle de andre opvarmningsformer, bortset fra varmepumper og biomasse.
- 3) Elling bliver lagt om til fjernvarme, samtidig med at der etableres en transmissionsledning til Elling. Der foretages en vurdering af investeringsomkostningerne ved forskellige strækninger, jf. Tabel 12.

Landdistrikterne forventes at være udenfor den økonomiske rækkevidde for tilkobling til fjernvarmenettet. Det samme gælder for området "Landdistrikt NG", som vedrører 37 bygninger i den sydlige del af Energibyen Frederikshavn. Disse områder er derfor ikke inkluderet i de ovennævnte scenarier, dog uden at der er foretaget en nærmere analyse af tilslutningsomkostningerne. I alt er det et varmbehov på omkring 26 GWh, som ikke indgår i vurderingen af fjernvarmepotentialet.

Tabel 7 giver et overblik over muligheder for konvertering af individuelt opvarmede bygninger til fjernvarme i de enkelte forsyningsområder, i henhold til de 3 ovennævnte scenarier. Det fremgår, at det samlede potentiale er 74 GWh, hvis der tages udgangspunkt i det nuværende varmebehov. Ved gennemførelse af 20 % varmebesparelser er potentialet mindre, bl.a. pga. et lavere specifikt varmebehov pr. bygning. Når det samlede potentiale opgøres efter sektorer, udgør beboelsesbygninger med 37,7 GWh (30,6 GWh med besparelser) den største gruppe. Handel og service udgør 19,3 GWh (15,4 GWh), industri- og landbrugsbygninger 16,7 GWh (13,7 GWh) og ferie- og fritidsbygninger 0,6 GWh (0,5 GWh).

Forsyningsområde	Ved nuværende varmebehov	Ved 20 % varmebesparelser
Elling NG	9.672	8.061
Frederikshavn FV	32.278	25.697
Frederikshavn Havnen NG	7.201	5.824
Frederikshavn NG	22.220	18.099
Strandby FV	2.513	2.057
Strandby NG	572	459
Sum	74.455	60.198

Tabel 7: Potentiale for konvertering af individuel opvarmning til fjernvarme, fordelt på forsyningsområder ift. nuværende varmebehov og ved 20 % varmebesparelser [MWh/år].

I Tabellerne 8 og 9 er potentialet for omlægning til fjernvarme opgjort efter opvarmningsform og hhv. med det nuværende varmebehov og efter gennemførelse af varmebesparelserne. Tabellerne viser den nuværende fordeling samt a) fordelingen, hvis alle bygninger inden for de eksisterende fjernvarmeområder tilsluttes fjernvarme (jf. scenarie 1) og b) fordelingen, hvis der derudover tilsluttes samtlige bygninger inden for naturgasområder til fjernvarme (jf. scenarie 2 og 3). Tilslutningsgraden ville kunne øges fra de nuværende 217 GWh (68 %) til 251 GWh (79 %) ved fortætning og til 291 GWh (92 %) ved fortætning og konvertering i naturgasområderne. Den samme relative udvidelse af fjernvarmenettet ville være muligt efter gennemførelse af varmebesparelserne, jf. Tabel 9. Endvidere fremgår det af tabellerne, at omtrent halvdelen af potentialet ligger inden for eksisterende fjernvarmeområder og den anden halvdel udgøres af bygninger i naturgasområderne.

Opvarmningsform [MWh/år]	Nuværende fordeling	Fortætning i FV områder	Fortætning + Konvertering af NG områder
Fjernvarme	216.749	251.540	291.205
Naturgas	36.211	29.163	0
Oliefyr	32.090	7.708	0
Elvarme	4.874	2.131	105
Kul, koks etc.	438	77	0
Anden opvarmning	946	691	0
Sum	291.309	291.309	291.309

Tabel 8: Potentiale for konvertering af individuel opvarmning til fjernvarme med det nuværende opvarmningsbehov. Potentialet vises i forhold til opvarmningsform, dog uden opvarmningsformerne "biomasse" og "varmepumpe", da disse ikke lægges om til fjernvarme. Elling er inkluderet, mens "Landdistrikt NG" og "Landdistrikterne" ifølge scenarierne for omlægning ikke tilsluttes fjernvarme.

Opvarmningsform [MWh/år]	Nuværende fordeling	Fortætning i FV områder	Fortætning + Konvertering af NG områder
Fjernvarme	172.951	200.828	233.755
Naturgas	30.136	24.305	0
Oliefyr	25.593	6.309	0
Elvarme	4.056	1.788	109
Kul, koks etc.	353	66	0
Anden opvarmning	776	569	0
Sum	233.864	233.864	233.865

Tabel 9: Potentiale for konvertering af individuel opvarmning til fjernvarme ved gennemførelse af varmebesparelser på gennemsnitligt 20 %.

Omkostninger for ny fjernvarmetilkobling

Vurderingen af omkostningerne for tilslutning af individuelt forsynede bygninger inden for de to eksisterende fjernvarmeområder Frederikshavn FV og Strandby FV, samt etablering af nye distributionsnet i naturgasområderne er blevet foretaget på basis af beregningerne i Varmeplan Danmark (Dyrelund m.fl. 2008). Omkostningerne er afhængige af varmebehovet og de specifikke omkostninger for husinstallationer, stikledninger og gadenetbidrag (nye forsyningsnet) er sammenfattet i Tabel 10.

Bebyggelsesform	Nettopvarmningsbehov [MWh/år]	Dimensioneringsbehov [MWh/år]	Dimensionerings-effekt [kW]	Indirekte brugeranlæg [kr./stk.]	Direkte brugeranlæg [kr./stk.]	Gadenetbidrag		Stik alene (fortætning) [kr./stk.]
						Nybyggeri [kr./stk.]	Eks. byggeri [kr./stk.]	
Åben/lav	<10	9	8	14.000	12.000		16.000	
Tæt/lav	<10	6	5	14.000	12.000		9.000	
Åben/lav	10-20	18	15	15.000	12.000	43.925	34.100	17.025
Tæt/lav	10-20	12	12	14.000	12.000	23.950	18.375	10.500
n.a.	21-50	45	30	22.000	18.000	65.850	50.150	23.400
n.a.	51-100	90	60	36.000	29.000	109.125	80.250	38.250
n.a.	101-200	180	120	64.000	51.000	174.700	123.100	53.800
n.a.	>201	360	240	121.000	97.000	248.875	177.750	70.750

Tabel 10: Specifikke omkostninger for tilslutning af eksisterende og nye bygninger til eksisterende og nyetabrede fjernvarmenet (fx i naturgasområder). Data stammer fra Rambøll og indgik i Varmeplan Danmark.

For små bygninger med et varmebehov mindre end 10 MWh/år er der regnet med faste tilslutningsomkostninger på hhv. 20.000 kr. (fortætning) og 40.000 kr. (nyt fjernvarmenet) per bygning. Alle elopvarmede bygninger med et varmebehov mindre end 5 MWh (43 bygninger, 105 MWh) er dog ikke taget med, fordi der antages her, at investeringerne forbundet med både fjernvarmetilslutning og installation af et centralvarmeanlæg sandsynligvis ikke ville være rentable. For alle andre elopvarmede bygninger er investeringsomkostningerne for et centralvarmeanlæg vurderet på basis af et eksempel udarbejdet af Elsparefonden (Elsparefonden 2010), jf. Tabel 11.

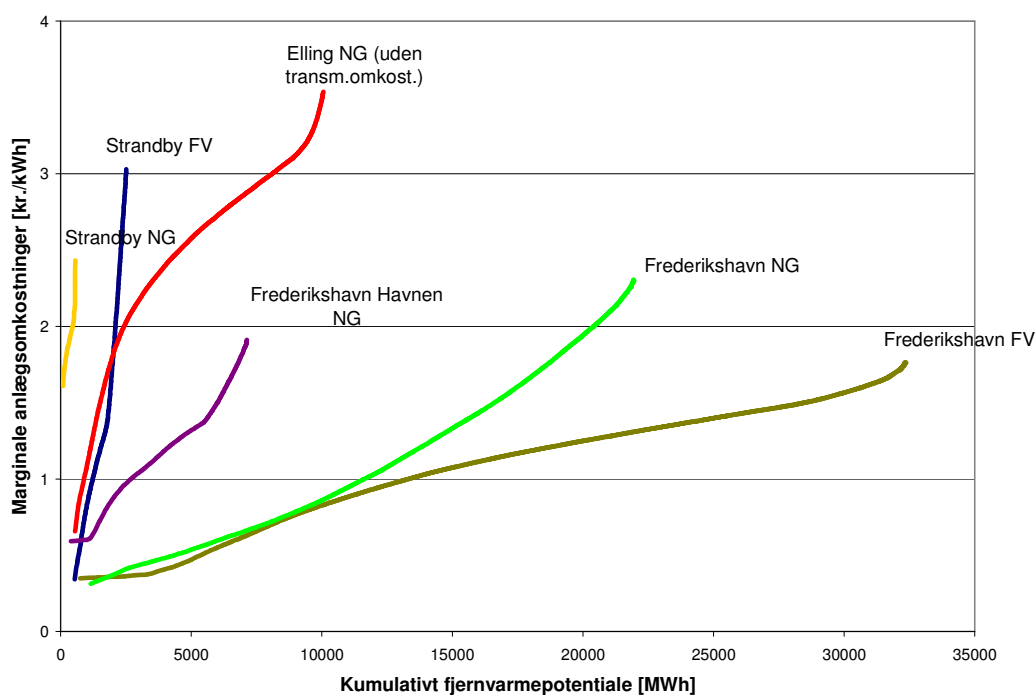
Nettopvarmningsbehov [MWh/år]	Omkostninger centralvarme [1000 kr.]
<5	0
5-10	50
10-20	65
21-50	80
51-100	100
101-200	150

Tabel 11: Antagelser vedrørende omkostninger til etablering af centralvarmeanlæg i elopvarmede bygninger. Tallene er baseret på et regneeksempel for et parcelhus med et varmebehov på 15 MWh/år, som foretaget af Elsparefonden.

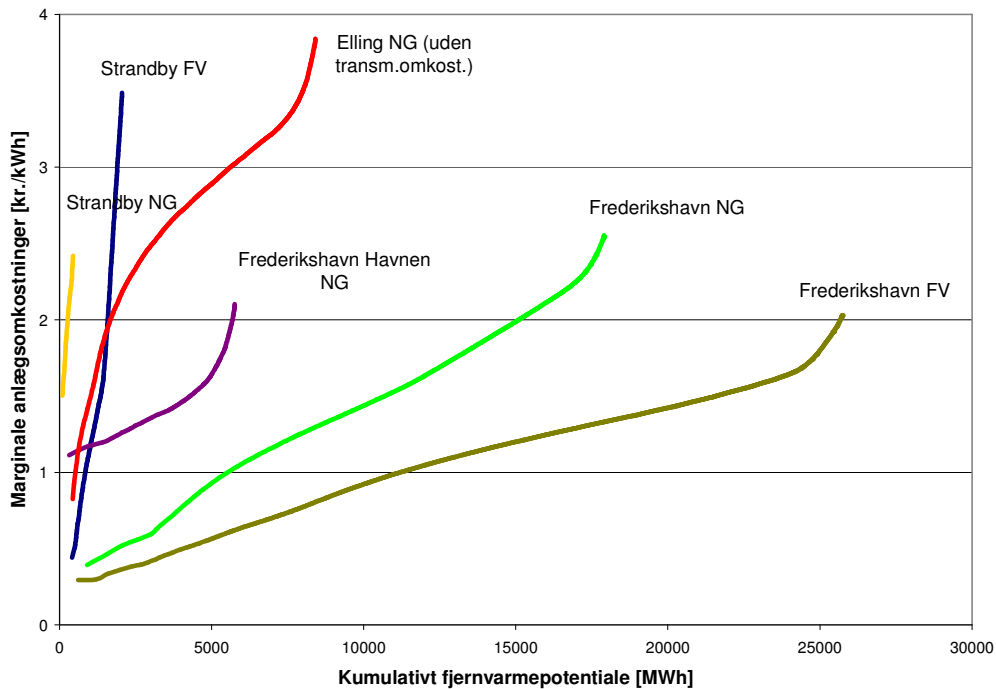
Omkostningerne per bygning for tilkobling til fjernvarmenettet er efterfølgende beregnet i Varmeatlasset. Den resulterende database giver et overblik over det samlede fjernvarmepotentiale samt de samlede omkostninger. Sammenhængen mellem fjernvarmepotentialet og tilslutningsomkostningerne kan derefter visualiseres ved hjælp af omkostningskurver, som

fremstilles ved at opsummere potentialet for ny fjernvarme for hver omkostningsværdi i et regneark. Derefter sorteres tabellen efter omkostningerne og de marginale omkostninger beregnes for hver bygning, som skal tilsluttes. Figur 4 og Figur 5 viser de marginale anlægsomkostninger sammenholdt med det kumulative fjernvarmepotentiale i Energibyen Frederikshavns forsyningsområder, hhv. uden og med varmebesparelser. Figurerne viser dermed hvor i Energibyen Frederikshavn det økonomisk mest fordelagtige fjernvarmepotentiale ligger. I områderne Frederikshavn FV og Frederikshavn NG er potentialet således størst, samtidig med at omkostningskurvens hældning er lavest, hvilket betyder, at det her er billigere at tilslutte 1 kWh ekstra fjernvarme, sammenholdt med de andre forsyningsområder.

Desuden fremgår det af figurerne 4 og 5, at man fx i Elling NG hurtigere rammer omkostningsloftet end i Frederikshavn Havnen NG, til trods for at fjernvarmepotentialet er større i Elling NG, jf. Tabel 7. Dette skyldes, at varmebehovet per bygning er større i Havneområdet og én ekstra tilkobling derfor betyder et forholdsvis større antal MWh som lægges om på fjernvarme. De samlede omkostninger for at udbygge fjernvarmenettet i forhold til de 3 scenarier uden varmebesparelser er 166 mio. kr.. Med varmebesparelser er de samlede omkostninger 151 mio. kr.. Her indgår dog ikke omkostninger for etablering af en transmissionsledning til Elling. Disse estimeres i det følgende afsnit.



Figur 4: Omkostningskurver for udbygning af fjernvarmenettet i Energiby Frederikshavns forsyningsområder. Figuren viser de marginale anlægsomkostninger i relation til det kumulative fjernvarmepotentiale ved nutidens opvarmningsbehov.



Figur 5: Omkostningskurver for udbygning af fjernvarmenettet i Energiby Frederikshavns forsyningsområder, hvis der gennemføres varmebesparelser på gennemsnitligt 20 %.

Transmissionsledning til Elling

Siden Elling på nuværende tidspunkt ikke ligger i nærheden af et fjernvarmenet, skal der etableres en transmissionsledning mellem enten Strandby og Elling eller Frederikshavn og Elling (jf. scenarie 3). I vurderingen af omkostningerne tages der udgangspunkt i et varmebehov på 10 GWh (8,4 GWh med besparelser), som kan lægges om til fjernvarme, jf. Tabel 7. Vurderingen er blevet foretaget på basis af tal fra Aalborg Fjernvarmeforsyning (AKF 2009). Konkret antages der følgende parametre for transmissionsledningen (twin rør):

Afsnit	Længde	Varmeydelse [TJ/år]	Nettab [%]	Investering [1000 kr.]
Strandby-Elling	2km	50	2	5.800
Frederikshavn-Elling	4km	50	3,5	11.500
Frederikshavn-Strandby (inkl. Elling)	6km	50	5	17.000
Frederikshavn-Strandby (inkl. Elling og Strandby)	6km	100	5	25.000

Tabel 12: Oversigt over antagelser vedrørende nettab og investering i transmissionsledninger ved forskellige tilslutningsscenarier for Elling området. Tallene blev estimeret på basis af data fra Aalborg Fjernvarmeforsyning.

Af Tabel 12 fremgår det, at de laveste investeringsomkostninger ville være forbundet med en transmissionsledning som forbinder fjernvarmeområdet i Strandby med Elling. De samlede omkostninger for at koble Elling til fjernvarmenettet ville dermed øges fra 32 mio. kr. til omkring 38 mio. kr.. Dette scenarie er dog noget usikkert, da det på nuværende tidspunkt ikke er klart, om Strandby Varmeværk kan levere den nødvendige varmemængde i fremtiden (30-36 TJ). I det andet scenarie etableres transmissionsledningen mellem Frederikshavn og Elling, hvilket ville resultere i yderligere investeringsomkostninger på 11,5 mio. kr.. Fjernvarmen ville blive leveret af Frederikshavn Fjernvarmeforsyning. De sidste to scenarier i tabellen lægger op til en sammenkobling af fjernvarmesystemerne i Strandby og Frederikshavn. Forskellen i scenarierne er, at levering af varme til Elling deles mellem Strandby og Frederikshavn fjernvarmeområderne i det ene scenarie, hvor det derfor ville kræve mindre ledninger mellem områderne. I det sidste scenarie ville både Elling og Strandby forsynes af Frederikshavn, hvilket ville resultere i en større diameter i rørene og dermed højere investeringsomkostninger. Tallene er dog præget af usikkerhed og det bør undersøges nærmere, hvordan en transmissionsledning til eller forbi Elling ville kunne realiseres.

Referencer:

AKF, 2009: "Masterplan – Aalborg Kommune Fjernvarmeforsyningen". Bidrag fra Forsyningsvirksomhederne til Temadag om Aalborg kommunes varmeplan, 4. juni 2009.

Dyrelund, A, Lund, H, Möller, B, Mathiesen, BV, Fafner, K, Knudsen, S, Lykkemark, B, Ulbjerg, F, Laustsen, TH, Larsen, JM & Holm, P 2008: Varmeplan Danmark, Aalborg Universitet.

Elsparefonden, 2010: "Et regneeksempel hvis du skifter fra elvarme til fjernvarme". (<http://www.elsparefonden.dk/forbruger/produkter/indeklima/elvarme/eksempel-paa-besparelse>)

Wittchen, K, B, 2009: Potentielle energibesparelser i det eksisterende byggeri. Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet. SBI 2009:05